

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Збірник матеріалів  
Міжнародної науково-технічної конференції  
10 – 12 листопада 2020 р.

Редакційна колегія:

Грабко В. В., д. т. н., професор  
Павлов С. В., д. т. н., професор  
Меть І. М., к. т. н., доцент  
Дудар І. Н., д. т. н., професор  
Коц І. В., к. т. н., професор  
Моргун А. С., д. т. н., професор  
Ратушняк Г. С., к. т. н., професор  
Степанов Д. В., к. т. н., доцент  
Ткаченко С. Й., д. т. н., професор

**Інноваційні технології в будівництві.** Збірник матеріалів  
I-72 Міжнародної науково-технічної конференції 10–12 листопада  
2020 р. – Вінниця: ВНТУ, 2020 – 429 с.

ISBN 978-966-641-868-8

Збірник містить тексти доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві (2020)».

Конференція проводилась 10–12 листопада 2020 року на базі Вінницького національного технічного університету з метою вивчення досвіду розробки інноваційних технологій будівельного виробництва, використання сучасних матеріалів, конструкцій та інженерних мереж, а також їх енергетичної та економічної ефективності.

УДК 620.9:624:628

Матеріали доповідей друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в матеріалах доповідей, та залишає за собою право не погоджуватись з думкою авторів з розглянутих питань.



## Зміст

### Секція промислового та цивільного будівництва

<i>Роман Васильович Сівак, Юрій Семенович Бікс</i> ІННОВАЦІЙНИЙ СТИНОВИЙ МАТЕРІАЛ - АЕРОЦЕГЛА .....	9
<i>Ольга Миколаївна Біневська</i> ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ОПУСКНИХ КОЛОДЯЗІВ .....	11
<i>Олександра Євгенівна Антонюк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ АНТЕННИХ ОПОР ТА ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	20
<i>Сергій Ігорович Липницький</i> УЩІЛЬНЕННЯ ОСНОВИ ФУДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ ЩЕБЕНЕВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ .....	22
<i>Богдан Валентинович Колівошко</i> ШПУНТОВІ ОГОРОЖІ З КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ .....	25
<i>Микола Попович, Дмитро Парньовий, Сергій Бойко</i> ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....	30
<i>Максим Володимирович Біда</i> АНАЛІЗ РОБОТИ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛІ З ГРУНТОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІСНУЮЧИХ ТЕОРЕТИЧНИХ МЕТОДІВ .....	33
<i>Юрій Семенович Бікс, Костянтин Олександрович Алексішин</i> THE CORRELATION BETWEEN ASSESSMENT OF ENVELOPES ENERGY EFFICIENCY BY DIFFERENT MCDA METHODS .....	39
<i>Віктор Миколайович Зінкевич</i> ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	43
<i>Надія Сергіївна Копитко</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФНАСТИЛУ В ЯКОСТІ НЕЗЙОМНОЇ ОПАЛУБКИ .....	46
<i>Ліза Леонідівна Гончарук</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСТ НАПРУЖЕННЯ КАНАТІВ В БУДІВНИЦТВІ МОСТОВИХ СПОРУД .....	49
<i>Вадим Вікторович Колібаба</i> ВІДМІННОСТІ РОБОТИ БУРОВИХ ПАЛІ У СКЛАДІ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ .....	51
<i>Павло Сергійович Ряполов, Юрій Семенович Бікс</i> ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ MCDA .....	56
<i>Ольга Георгіївна Ратушняк, Юрій Семенович Бікс</i> THE SUSTAINABILITY OF THE BEST ALTERNATIVE WHEN CHANGING THE CRITERIA WEIGHTS IN MCDA ASSESSMENT OF ENVELOPES ENERGY EFFICIENCY POTENTIAL .....	60
<i>Ігор Ігорович Шевченко</i> ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПАЛІ НА ЇЇ ОПІР ЗА МГЕ .....	65
<i>Лілія Анатоліївна Городнік</i> ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ КОРОТКИМИ ПАЛЯМИ .....	68
<i>Іван Валерійович Стасюк</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ, СФОРМОВАНИХ ЗА ЕСТРУЗІЙНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ .....	73
<i>Ірина Олександрівна Любичанківська</i> ОБІРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВНИЦТВА СХОВИЩ- ХОЛОДИЛЬНИКІВ, ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ПРОДУКЦІЇ .....	75
<i>Катерина Костянтинівна Лемішко, Микола Миколайович Попович</i> ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЖИТТЯ МЕШКАНЦІВ МІСТ ЗА РАХУНОК ВЛАШТУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ .....	78
<i>Олександр Іванович Танчук, Валерій Михайлович Андрухов</i> ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ. РОЗРАХУНКОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ .....	81
<i>Максим Юрійович Стаднійчук, Лілія Василівна Кучеренко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ТИПУ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	85
<i>Вадім Григорович Ніколюк, Лілія Василівна Кучеренко</i> ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЛАШТУВАННЯ М'ЯКОГО ПОКРІВЕЛЬНОГО КИЛИМА .....	88
<i>Ярослав Миколайович Кримняк</i> РЕАЛІЗАЦІЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАБИВНИХ ПАЛІ І РОСТВЕРКУ У СТОВПЧАСТОМУПАЛЬОВОМУ ФУНДАМЕНТІ .....	91
<i>Віталій Олександрович Басистий</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНО- МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ .....	102
<i>Юлія Олександрівна Кремінська</i> ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕНЬ НОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ З КОРОТКИХ ПАЛІ .....	105

<i>Юрій Ярославич Сімаков, Володимир Олексійович Попов</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОЇ РОБОТИ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ, АРМОВАНИХ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИМИ КАНАТАМИ .....	111
<i>Natalia Diuzhilova, Дмитрій Рудченко</i> ГАЗОБЕТОН, ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СУЧАСНИЙ СТІНОВИЙ МАТЕРІАЛ .....	114

## **Секція містобудування та архітектури**

<i>Viktor Burlakov, Guo Mingjun, Віктор Павлович Ковальський</i> ANALYSIS OF FOAMING AGENTS IN THE PRODUCTION OF FOAM CONCRETE .....	118
<i>Маріанна Олександрівна Постолатій, Віктор Павлович Ковальський, Ігор Михайлович Вознюк</i> ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ОДНОКІМНАТНИХ КВАРТИР .....	121
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Андрій Лялюк, Юрій Бікс</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ .....	124
<i>Віктор Павлович Ковальський, Юлія Олександрівна Мартинюк</i> СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЖИТЛОВОГО СЕКТОРУ .....	126
<i>Марина Михайлівна Кушнір, Альона Василівна Бондар, Віктор Павлович Ковальський</i> МЕТОДИ ТА СПОСОБИ УТЕПЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ .....	129
<i>Альона Василівна Бондар, Дмитро Євгенович Осаулко</i> БЛАГОУСТРІЙ ВІДПОЧИНКОВОЇ ЗОНИ БІЛЯ ВОДОЙМ У СУЧАСНИХ МІСТАХ .....	132
<i>Альона Василівна Бондар</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ПІН ТА ПОРИЗОВАНИХ РОЗЧИНІВ .....	137
<i>Віталій Валерійович Колісниченко, Василь Романович Сердюк</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДИНКІВ ЗАСТАРЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ .....	141
<i>Юлія Сергіївна Соколан</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ БЛАГОУСТРОЮ ПРИ РІЗНИХ МЕТОДАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕРИТОРІЇ .....	147
<i>Альона Василівна Бондар, Віктор Павлович Ковальський, Олег Вікторович Дмитрів</i> РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ У ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА НА ПРИКЛАДІ РЕСТОРАНУ «NEON» .....	149
<i>Вадим Сергійович Возний, Володимир Вікторович Смоляк</i> МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ .....	154
<i>Юрій Сергійович Гарбар, Катерина Володимирівна Бауман</i> КРИТЕРІЇ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ .....	157
<i>Світлана Володимирівна Риндюк, Дмитро Олександрович Остапчук</i> ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАНЕДБАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДИТЯЧИХ ТАБОРІВ ТА САНАТОРІВ .....	159
<i>Андрій Андрійович Манзюк, Ігор Нікіфорович Дудар</i> ІСТОРИЧНИЙ ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ВИДОВИЩНИХ БУДИНКІВ ЗАЛЬНОГО ТИПА .....	162
<i>Ілона Олександрівна Попіль, Ігор Нікіфорович Дудар</i> ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗОШ .....	165
<i>Світлана Павлівна Жук, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ІНТЕГРОМАНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗУПИНОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В МІСТАХ УКРАЇНИ ТА ЗАКОРДОННОМ .....	168
<i>Віта Сергіївна Абрамович, Віктор Павлович Ковальський, Альона Василівна Бондар</i> ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ .....	171
<i>Ярослава Олегівна Медведь, Віктор Павлович Ковальський</i> АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПАСИВНОГО БУДИНКУ .....	176
<i>Світлана Володимирівна Риндюк, Катерина Андріївна Вознюк</i> ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗЕЛЕНОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ .....	180
<i>Василь Романович Сердюк, Тетяна Сердюк, Світлана Францишина</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ЄРОПЕЙСЬКОГО ПІДХОДУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ .....	183
<i>Го Мінцзюнь, Viktor Kovalskiy, Zhao Hongjuan</i> APPLICATION PROSPECT OF WASTE VEGETABLE OIL USED IN ASPHALT RECYCLING .....	186
<i>Володимир Олексійович Нікітенков, Олена Георгіївна Лялюк</i> КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ .....	190
<i>Дар'я Сергіївна Нікольченко</i> ОСВІТНІ ЦЕНТРИ В УКРАЇНІ. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ .....	194

<i>Тетяна Васи́лівна Сердюк, Світлана Франішчина</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ДОСТУПНОСТІ .....	197
<i>Олександр Іванович Клепач, Володимир Петрович Очеретний, Віктор Павлович Ковальський</i> ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ СПОРТИВНИХ КОМПЛЕКСІВ .....	199
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Олександр Анатолійович Олійник</i> ІНСТИТУЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ МІСТОБУДУВАННЯ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСТ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХМІЛЬНИКА .....	202
<i>Ігор Никифорович Дудар, Віта Сергіївна Абрамович</i> АРХІТЕКТУРНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПОРУД .....	206
<i>Владислав Михайлович Форостяний, Катерина Володимирівна Бауман</i> ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСНЮЮЧИХ ПАЛАЦІВ ДИТЯЧОЇ ТВОРЧОСТІ .....	209
<i>Віктор Павлович Ковальський, Єлизавета Русланівна Матвійчук, Олександр Володимирович Христич</i> ОЦІНКА СТУПЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВЕДЕННЯ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ .....	211
<i>Світлана Володимирівна Риндюк, В'ячеслав Володимирович Деревіцький</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ЖИТЛОВУ ЗАБУДОВУ .....	215
<i>Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова, Оксана Іванівна Хороша</i> ПРОБЛЕМИ ТВОРЕННЯ НОВОЇ ЯКОСТІ ІСТОРИЧНО-СФОРМОВАНОГО СЕРЕДМІСТЯ ВІННИЦІ .....	218
<i>Marianna Postolati, Sergiei Yakivchuk, Viktor Kovalskiy</i> BUILDING PRODUCTS USING INDUSTRIAL WASTE .....	221
<i>Михайло Федорович Друкований, Юлія Григорівна Олійник, Віктор Павлович Ковальський</i> АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І РОЗЧИНІВ .....	224
<i>Оксана Іванівна Хороша, Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ АВТЕНТИЧНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПАЛАЦОВО-ПАРКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВІННИЧЧИНИ .....	227
<i>Андрій В'ячеславович Ковальський, Олександр В'ячеславович Ковальський, Віктор Павлович Ковальський</i> КЛАСИФІКАЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ЗА ОЗНАКАМИ ПОВЕРХОВОСТІ .....	230
<i>Марина Аркадіївна Максименко, Сердюк Василь Романович, Колісніченко Віталій</i> ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ В УТРИМАННІ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ .....	234
<i>Марина Аркадіївна Максименко, Сологуб Марина Сергіївна</i> ПСИХОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УРБАНІЗАЦІЇ .....	239
<i>Микола Дем'янович Обідник</i> ПРОБЛЕМА ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ .....	241
<i>Наталія Романівна Петренко, Лілія Василівна Кучеренко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРАЦІЙНОГО РЕЖИМУ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТИПІВ РОЗВИТКУ ЗАБУДОВИ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ .....	244
<i>Дар'я Олександрівна Цибуля, Віктор Павлович Ковальський</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОЗДОРОВЧО-РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ .....	247
<i>Віталій Вікторович Швець, Юрійович Вадим Козак</i> РОЗРОБКА ТЕОРІЇ ЕНЕРГОАВТОНОМНОСТІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	250
<i>В'ячеслав Андрійович Кузь, Лілія Василівна Кучеренко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДКРИТОГО ПРОСТОРУ В ЖИТЛОВІЙ ЗАБУДОВІ .....	254
<i>Владислав Васильович Слівінський, Віталій Вікторович Швець</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИЙ СТІНОВИЙ БЛОК ЗІ ЗМІННОЮ ЩІЛЬНІСТЮ .....	256
<i>Марина Аркадіївна Максименко, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ЕФЕКТИВНІ СТІНОВІ ПАНЕЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ .....	259
<i>Єлизавета Миколаївна Вікторова, Віктор Павлович Ковальський</i> ПРОБЛЕМАТИКА ОДНОКІМНАТНИХ КВАРТИР У БУДИНКАХ 1960-80Х РОКІВ .....	262
<i>Дмитро Володимирович Мороз, Віктор Павлович Ковальський</i> ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ І ДИЗАЙНУ ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ .....	265
<i>Глона Олександрівна Попіль, Катерина Володимирівна Бауман</i> ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА МІСТА ВІННИЦЯ. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ .....	268

## **Секція теплогазопостачання та вентиляції**

<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Олена Георгіївна Лялюк, Вячеслав Ігорович Дацюк</i> МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ .....	271
--	-----

<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Олена Георгіївна Лялюк, Катерина Володимирівна Анохіна, Андрій Олександрович Лялюк</i> БІОГАЗОВА УСТАНОВКА ІЗ СОНЯЧНИМ КОЛЕКТОРОМ .....	274
<i>Вадим Валерійович Миколаєнко, Ольга Дмитрівна Панкевич</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ .....	277
<i>Антоніна Героніївна Буда</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ «ДЕТАЛЮВАННЯ» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ .....	280
<i>Ольга Ігорівна Ободяньська, Олександр Олександрович Мазур, Артем Сергійович Бровко</i> АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВІДІВ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ КОРОЗІЇ.....	283
<i>В'ячеслав Васильович Джеджула</i> ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ЕПІДЕМІЇ COVID 19.....	287
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Володимир В'ячеславович Панкевич</i> АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ .....	289
<i>Ігор Анатолійович Пономарчук</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ ШАХТНОЇ ЗЕРНОСУШАРКИ ДСП-32.....	293
<i>Олег Володимирович Бадяка, Ольга Дмитрівна Панкевич</i> ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ.....	295
<i>В'ячеслав Васильович Джеджула, Михайло Володимирович Назаренко</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОГО НАСОСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПОБУТОВОГО ПРИМІЩЕННЯ - ПРАЛЬНІ.....	298
<i>Олена Валеріївна Слободянюк, Яніна Германівна Скорюкова</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ГЕОМЕТРО-ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ БУДІВЕЛЬНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ .....	301
<i>Ольга Ігорівна Ободяньська, Олександр Анатолійович Іванов, Костянтин Романович Войновський</i> ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ.....	305
<i>Микола Володимирович Рябченко</i> ЕНЕРГООЩАДНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ .....	308
<i>Ольга Ігорівна Ободяньська, Руслан Іванович Пономаров, Ігор Олександрович Забіяка</i> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ .....	310
<i>Олег Олегович Горюн</i> ГІДРОТЕРМАЛЬНА ОБРОБКА ТА ІМПУЛЬСНЕ НАСИЧЕННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ .....	313
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Захар Юрійович Сухорук</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ .....	317
<i>Іван Васильович Коц</i> ГІДРОПРИВОДНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСІВ ВИСОКОГО ТИСКУ РІДИН ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	320
<i>В'ячеслав Васильович Джеджула, Валерій Тарасович Радецький</i> ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ГЕОТЕРМАЛЬНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ .....	323
<i>Олена Володимирівна Дедова</i> ВИБІР УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НОРМАТИВНОГО МІКРОКЛІМАТУ У ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ УТРИМАННЯ ТВАРИН.....	325
<i>Віталій Францевич Райковський</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ПРИРОСТУ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ УКРАЇНИ .....	327
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Костянтин Сергійович Пригода</i> СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ .....	331
<i>Юрій Петрович Куриленко, Іван Васильович Коц</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ГЛИБИННИМИ ВІБРАТОРАМИ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ .....	333
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Єлизавета Платонівна Юзькова, Андрій Олександрович Лялюк</i> КРИТЕРІЇ НАЙДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	337
<i>Андрій Анатолійович Трубаєнко, Наталя Петрівна Бадьора, Іван Васильович Коц</i> ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ СЛАБКИХ ҐРУНТІВ .....	340
<i>Наталя Миколаївна Осадчук, Іван Васильович Коц</i> АВТОКЛАВНА КАМЕРА З АЕРОДИНАМІЧНИМ НАГРІВАЧЕМ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ТЕПЛОВОЛОГІСНОЇ ОБРОБКИ БЕТОННИХ ВИРОБІВ .....	343
<i>Ольга Дмитрівна Панкевич, Богдан Володимирович Лисий</i> СУЧАСНА НОРМАТИВНА БАЗА УКРАЇНИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	346

<i>Владислав Олександрович Чижевський</i> КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ ДЕВ'ЯТИ ПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ .....	348
<i>Наталія Михайлівна Слободян, Анна Ярославівна Амонс</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ У СУЧАСНИХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ .....	350
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Оксана Юрївна Горюн</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ УТЕПЛЕННЯ ВУЗЛІВ ПИМИКАННЯ .....	354
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Олена Георгіївна Лялюк, Дмитро Анатолійович Шпіта</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК .....	356
<i>Марія Романівна Тимоцук, Микола Миколайович Кутняк, Іван Васильович Коц</i> ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАНУРЕНОГО ВІБРУЮЧОГО КОНФУЗОРА З ГІДРО-ІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ, ВИКОРИСТОВУВАНОВОГО В ЕКСТРАКТОРАХ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ КОРИСНИХ КОМПОНЕНТІВ ІЗ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ .....	359
<i>Дарій Ярославович Тумак, Віталій Володимирович Петрусь</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ .....	364
<i>Ольга Дмитрівна Панкевич, Віталій Володимирович Петрусь</i> ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ .....	366
<i>Сергій Болеславович Сторожук, Іван Васильович Коц</i> ТЕХНОЛОГІЯ БЕТОНУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО УСТАТКУВАННЯ .....	369
<i>Алла Володимирівна Шевченко, Роман Осаулко</i> ГАЛУЗЕВА ПРОГРАМА - РЕАЛЬНИЙ ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ .....	372

## **Секція технічної теплофізики та промислової теплоенергетики**

<i>Дмитро Вікторович Степанов, Наталія Дмитрівна Степанова</i> ЕФЕКТИ КОФЕРМЕНТАЦІЇ ВІДХОДІВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ .....	374
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Денис Олегович Метла</i> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ БІОГАЗУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ .....	377
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Іван Юрійович Дуднік, Денис Ярославович Лисюк</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБІГРІВУ БАСЕЙНІВ .....	379
<i>Михайло Костянтинівич Безродний, Тимофій Олексійович Місюра</i> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ХОЛОДУ .....	381
<i>Максим Сергійович Дзюбанчук, Олександр Юрійович Співак, Олександр Анатолійович Савенко</i> МЕТОДИ І СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ В СУШИЛЬНИХ ПРОЦЕСАХ .....	384
<i>Максим Сергійович Дзюбанчук, Олександр Юрійович Співак</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СХЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В КОНВЕКТИВНИХ СУШАРКАХ .....	387
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Андрій Андрійович Дзядик</i> ГЕЛІОУСТАНОВКА ДЛЯ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ НА ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ .....	391
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Іван Олегович Коломієць</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ ДЛЯ ПОТРЕБ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ТВЕРДОПАЛИВНОЇ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ .....	394
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Олександр Володимирович Савіцький, Ольга Олегівна Бабійчук</i> ЕНЕРГЕТИЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ТА ПЕРІОДИЧНОЇ ПРОДУВКИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ .....	397
<i>Михайло Костянтинівич Безродний, Наталія Олександрівна Притула</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ПОВІТРЯНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ .....	400
<i>Станіслав Йосипович Ткаченко, Ольга Володимирівна Власенко</i> ІНТЕНСИВНІСТЬ ТЕПЛООБМІНУ ЗА УМОВ НАГРІВАННЯ І ОХОЛОДЖЕННЯ ЦУКРОВОГО РОЗЧИНУ .....	403
<i>Ольга Володимирівна Власенко, Владислав Олегович Задоян</i> ВИКОРИСТАННЯ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS ДЛЯ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ .....	405
<i>Наталія Володимирівна Резидент, Наталія Анатоліївна Кучер</i> ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ КОМБІНАТУ ХЛІБОПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА ІЗ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ .....	407

<i>Сергій Олексійович Ословський, Михайло Костянтинович Безродний</i> АНАЛІЗ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ, СТИЧНИХ ВОД ТА ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ НА БАЗІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ .....	410
<i>Станіслав Йосипович Ткаченко, Наталія Володимирівна Резидент, Владислав Сергійович Ткачук</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ ТИКСОТРОПНИХ РЕЧОВИН.....	413
<i>Лариса Василівна Скородзієвська, Алла Василівна Човган, Володимир Васильович Яковець</i> СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛА .....	415
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Яна Сергіївна Горovenko</i> ВПЛИВ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЛІ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ.....	418
<i>Сергій Георгійович Корнієвич, Ольга Яківна Хлієва, Віталій Петрович Желєзний</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМШОК КОМПРЕСОРНОГО МАСТИЛА В ХОЛОДОАГЕНТІ R290 НА ПАРАМЕТРИ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ .....	421
<i>Сергій Георгійович Корнієвич, Певло Нестеров, Ольга Яківна Хлієва, Віталій Петрович Желєзний</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ МОЛЯРНОЇ МАСИ КОМПРЕСОРНИХ МАСТИЛ ТА ЇХ РОЗЧИННОСТІ У ХОЛОДОАГЕНТІ R290.....	423
<i>Вадим Вікторович Горін, Володимир Володимирович Середа</i> ПЛІВКОВА КОНДЕНСАЦІЯ УСЕРЕДИНІ ГЛАДКИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ТРУБ .....	424

## ІННОВАЦІЙНИЙ СТІНОВИЙ МАТЕРІАЛ - АЕРОЦЕГЛА

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуте використання інноваційного стінового матеріалу - аероцегли*

**Ключові слова:** аерогель; стінові матеріали; аероцегла;

### *Abstract*

*The use of innovative wall material - air bricks is considered*

**Keywords:** airtel; wall materials; aero brick;

### Вступ

Аерогель - одне з найдивовижніших винаходів людства. Це дуже легкий пористий матеріал, який за свої властивості багаторазово згадується в книзі рекордів Гіннеса.

Структура аерогеля - крихітні комірки, які складно розрізнити навіть під мікроскопом. Якщо не вдаватися в технологію, то аерогель є звичайним гелем, де замість рідкого компонента застосований газ. У цього матеріалу рекордно низька щільність - в тисячу разів менше ніж у скла і в півтора рази вище ніж у повітря, сьогодні аерогель вважається найлегшим твердим матеріалом існуючим на планеті.

### Результати дослідження

При проектуванні і будівництві будівель і споруд використовуються різні стінові конструкції. В основному пиріг стіни складається з основи, теплоізоляційного і облицювального шарів.

Аероцегла створюється на основі аерогелю. Інженери швейцарського дослідного університету Емра запропонували інноваційну технологію для виробництва аероцегли (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Аероцегла

Аерогель швейцарці пропонують використовувати для заповнення пустот поризованої цегли. Ця розробка отримала назву аероцегла. Він має невелику вагу, паропроникність, міцність і відмінні теплоізоляційні характеристики. [1]

Для його виробництва дослідниками був розроблений пастоподібний матеріал з частинками аерогеля, який може бути видавлений або залитий в будь-які отвори або порожнечі. Таким чином цим матеріалом можна легко заповнити пустоти в звичайних порожнинних цеглинах.

За проведеними експериментами теплотехнічні показники аероцегли безперечно краще, ніж у цегли з перлітовим засипанням на 35% [26]. Однакові показники теплопровідності у стіни шириною 263 см з цегли з перлітової засипанням і стіни шириною 165 см з аероцегли, різниця відчутна. Порівняно зі звичайно порожнистою цеглою аероцегла в 8 разів краще утримує тепло. [2]

Варто сказати, що ідея швейцарської компанії не така вже й нова. Аероцегла виготовлялася і раніше. Проте, блоки з аерогелем від Емра - дійсно інноваційний матеріал, оскільки їх наповнювач є унікальною розробкою. Цей матеріал можна вичавити, залити в будь-яку ємність або порожнину в

цеглі.

На сьогодні аероцегла має тільки один вагомий недолік - високу вартість. Інноваційний матеріал аерогель дуже недешевий у виробництві. Ізоляція ділянки стіни площею в один квадратний метр і товщиною в одну цеглину обійдеться в 521 долар. [3]

### Висновки

На сьогоднішній день аероцегла є інноваційним стіновим матеріалом, технічні характеристики якого перевершують усі подібні розробки, які були винайдені до нього. В галузі будівництва він міг би стати незамінним енергоефективним матеріалом, знизивши складність влаштування кладки, собівартість робіт, а , отже, і вартість влаштування цегляної кладки. Проте на сьогодні, цей матеріал має занадто високу собівартість, що зупиняє інженерів від його масового впровадження в будівництво.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інноваційний цегла з високою теплоізоляцією. Terracot ceramic. URL: <https://terracot.ua/uk/blog/a35> (дата звернення 26.10.2020р.)
2. Чиликіна К.В, Халіуліна Л.Ф. Аерогелевая изоляция в строительстве: матеріали науково-технічної конференції м. Чебоксари, 16 березня 2018р. С. 198-
3. Новые строительные материалы: кирпич с аэрогелем. ОлимпСтрой. URL: <https://sc-os.ru/materials/3643-novye-stroitelnye-materialy-kirpich-s-aerogelem.html> (дата звернення 26.10.2020р.)

**Сівак Роман Васильович** — студент гр. Б-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sivak10052@gmail.com](mailto:sivak10052@gmail.com)

**Бікс Юрій Семенович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Sivak Roman** - student of gr. B-19m, Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sivak10052@gmail.com](mailto:sivak10052@gmail.com)

**Biks Yuriy** - Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia



## ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ОПУСКНИХ КОЛОДЯЗІВ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*В даному дослідженні розглянуто у порівнянні напружено-деформованого стану основи опускних колодязів, проаналізовано несучу здатність при однакових осіданнях фундаменту. Як результат, виконаного програмного моделювання, є підбір кращого конструктивного рішення фундаменту типу опускний колодязь.*

**Ключові слова:** опускний колодязь, палі, ґрунти, фундаменти, конструкції, моделювання.

### *Abstract*

In this study, we consider the comparison of the stress-strain state of the base of the lowering wells, analyzed the bearing capacity with the same subsidence of the foundation. As a result of the performed software modeling, there is a selection of the best constructive decision of the base like the lowering well.

**Keywords:** downhole, fields, soils, foundations, structures, modeling.

### Вступ

Вперше фундаменти типу опускний колодязь почали застосовувати в Індії приблизно дві тисячі років тому для влаштування фундаментів храмів на берегах річок в слабких ґрунтах, в Європі - з кінця ХІХ століття для влаштування опор мостів. З розвитком технологічного прогресу, відбулось вдосконалення фундаментів даного типу, способів їх влаштування [1].

Опускні колодязі застосовуються у випадках:

- міцний ґрунт залягає під слабким на значній глибині (8 м і більше), тоді фундамент можна виконати в варіанті опускного колодязю, який занурюється в ґрунт пройшовши всі шари слабого ґрунту і зупиняється в шарі з оптимальною несучою здатністю;
- у ґрунтовому масиві достатньо високий рівень ґрунтових вод;
- ґрунт важко піддається проходці при бурінні, потрібно передати надвисокі навантаження на велику глибину і необхідна висока швидкість виконання будівельно-монтажних робіт [2].

Конструкція опускного колодязю являє собою замкнену в плані оболонку, відкриту зверху і знизу, що занурюється в ґрунт. Під її захистом від великого масиву ґрунту та підземних вод, розробляється і видаляється ґрунт, що всередині колодязю. Після занурення до міцних шарів ґрунту всередині колодязь повністю або частково заповнюється бетоном або внутрішній простір колодязю використовуються в якості корисної площі будівельної споруди [3-4].

До основних переваг опускних колодязів, що забезпечують їх конкурентоспроможність в порівнянні з іншими варіантами фундаментів глибокого закладання, можна віднести:

1. можливість передачі значних горизонтальних і вертикальних навантажень на ґрунт внаслідок великих розмірів поперечного перерізу;
2. можливість заглиблення фундаментів більш, ніж на 40 метрів нижче рівня ґрунтових вод;
3. можливість конструктивного виконання будь-якої геометричної форми фундаменту;
4. не потребують спеціального обладнання для занурення в ґрунт колодязів, за рахунок занурення під дією власної ваги;
5. відсутність вібрацій при зануренні колодязю, що є важливим при будівництві в умовах щільної забудови;
6. можливість використання місцевих будівельних матеріалів.

В якості недоліків, опускних колодязів необхідно вказати наступні:

1. значне недовикористання міцнісних характеристик матеріалів колодязю;
2. велика трудоемність робіт при влаштуванні опускного колодязю;
3. необхідність в точному геодезичному та технічному контролі при зануренні колодязю для запобігання виникнення перекосів, обривів колодязю при його зависанні;
4. втрата часу при зведенні, зумовлена необхідністю припинення занурення колодязю під час нарощування ярусу монолітного бетону.

В цілому сьогодні опускні колодязі мають більше переваг, ніж недоліків, але залишається ще багато можливостей щодо удосконалення їх розрахунку та технології влаштування.

Для зменшення трудомісткості, витрати матеріалу по влаштуванню фундаментів типу опускний колодязь в даній роботі пропонується розглянути як альтернативу влаштування таких фундаментів з бурових палів.

Для оцінки ефективності даного рішення виконано чисельне моделювання опускного колодязю у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation [5]. При моделюванні розглянуто опускні колодязі із залізобетонною стінкою товщиною 800 і 1200 мм та колодязі, що виконані з бурових палів різного діаметру 500 мм, 600 мм, 700 мм, 800 мм.

### Результати дослідження

За результатами аналітичного огляду стану питання встановлено, що факторами, які впливають на роботу опускного колодязю під навантаженням є:

- діаметр колодязя;
- товщина і глибина занурення стінки;
- ґрунтові умови будівельного майданчику.

У таблиці 1 наведено програму чисельного моделювання роботи під навантаженням опускного колодязя різної конструкції в різних ґрунтових умовах .

Таблиця 1 – Програма чисельного моделювання

Група дослідів	Товщина стінки або діаметр палів, м	Глибина занурення, м	Діаметр колодязя, м	Ґрунтові умови
1	0,8	15	10	суглинок
		20		
		25		
2	0,8	15	10	суглинок
			15	
			20	
3	1,2	15	10	суглинок
				пісок
				супісок
				глина
4	0,5 (бурові палі)	15	10	суглинок
	0,6 (бурові палі)			
	0,7 (бурові палі)			
	0,8 (бурові палі)			
5	0,8 (бурові палі)	15	10	суглинок
		20		
		25		
6	0,8 (бурові палі)	15	10	суглинок
			15	
			20	
7	0,8 (бурові палі)	15	10	суглинок
				пісок
				супісок
				глина

При моделюванні використовувались наступні фізико-механічні характеристики ґрунтів:

- суглинок - потужність шару 30 м,  $\gamma_{II}=26,8 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_S=18,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $w=0,2$ ,  $e=0,71$ ,  $\gamma_d=15,6 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_{Sat}=19,34 \text{ кН/м}^3$ ,  $\phi=22^\circ$ ,  $c=28 \text{ кПа}$ ,  $v=0,3$ ,  $E=19 \text{ МПа}$ ;
- супісок - потужність шару 30 м,  $\gamma_{II}=27 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_S=18,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $w=0,2$ ,  $e=0,73$ ,  $\gamma_d=15,6 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_{Sat}=19,38 \text{ кН/м}^3$ ,  $\phi=28^\circ$ ,  $c=4 \text{ кПа}$ ,  $v=0,3$ ,  $E=32 \text{ МПа}$ ;
- глина - потужність шару 30 м,  $\gamma_{II}=28 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_S=18,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $w=0,2$ ,  $e=0,79$ ,  $\gamma_d=15,6 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_{Sat}=19,57 \text{ кН/м}^3$ ,  $\phi=14^\circ$ ,  $c=37 \text{ кПа}$ ,  $v=0,3$ ,  $E=12 \text{ МПа}$ ;
- пісок - потужність шару 30 м,  $\gamma_{II}=26 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_S=20,1 \text{ кН/м}^3$ ,  $w=0,2$ ,  $e=0,55$ ,  $\gamma_d=16,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_{Sat}=10,32 \text{ кН/м}^3$ ,  $\phi=38^\circ$ ,  $c=2 \text{ кПа}$ ,  $v=0,3$ ,  $E=40 \text{ МПа}$ ;

Модель опускного колодезя з суцільними бетонними стінками наведено на рис. 1.

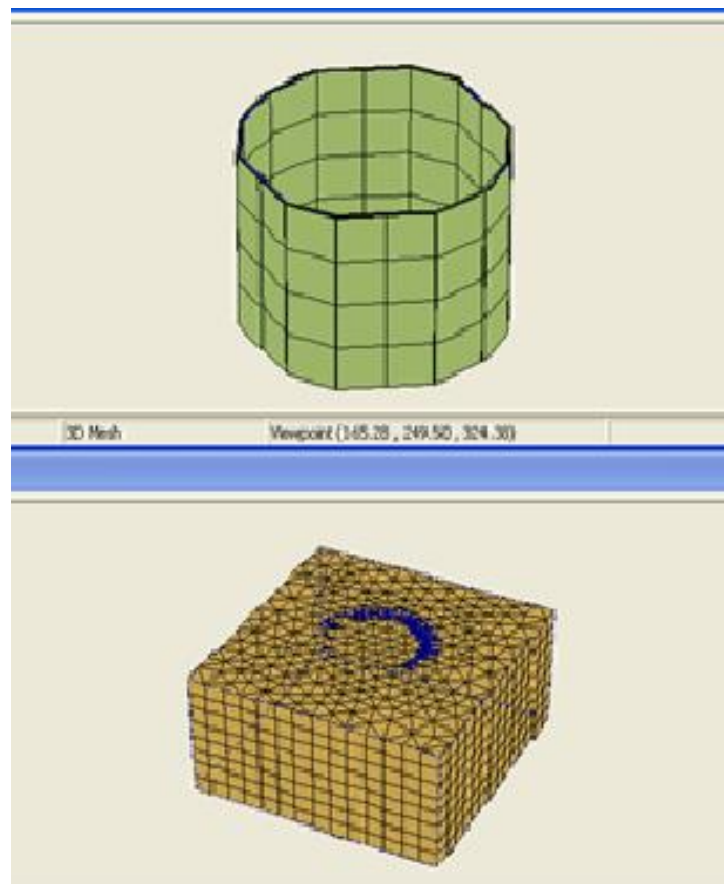


Рис.1 – Кінцево-елементна модель ґрунтового масиву та опускного колодезя

На рис. 2 та 3 наведено мозаїки вертикальних деформацій ґрунтового масиву для колодезя з паль діаметром 800 мм.

Отже, при прийнятих прикладених значеннях навантажень до фундаменту пластичні деформації відсутні, а ґрунт основи деформується лінійно-пружно. У кожному варіанті лінійно-пружні деформації мають різний характер, що видно з мозаїк вертикальних деформацій ґрунтового масиву. Розрахункові значення осідань не перевищують нормативних значень. За результатами числового моделювання при статичному навантаженні  $N=5000$  кН визначено несучу здатність фундаменту та його осідання у різних видах ґрунтового масиву і за різного конструктивного рішення.

Навантаження, які може витримати фундамент за аналізом залежностей осідання від навантаження, визначалося при досягненні межі осідання  $s = 20$  мм.

Для детальнішого аналізу та порівняння результати розрахунків зведено у графіки залежності осідань від прикладеного навантаження для колодезя владштованих із паль та із суцільної стінки (рис. 4 - 10).

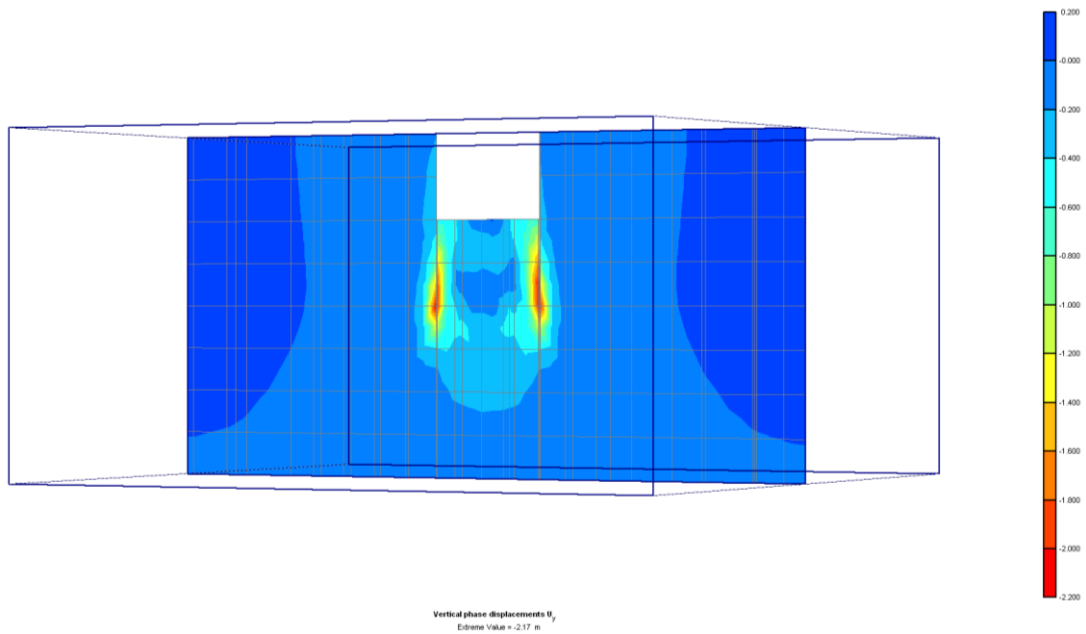


Рис. 2 – Мозаїка вертикальних деформацій ґрунтового масиву для колодязю діаметром 10 м та довжиною 15 м, що виконаний з паль діаметром 800 мм

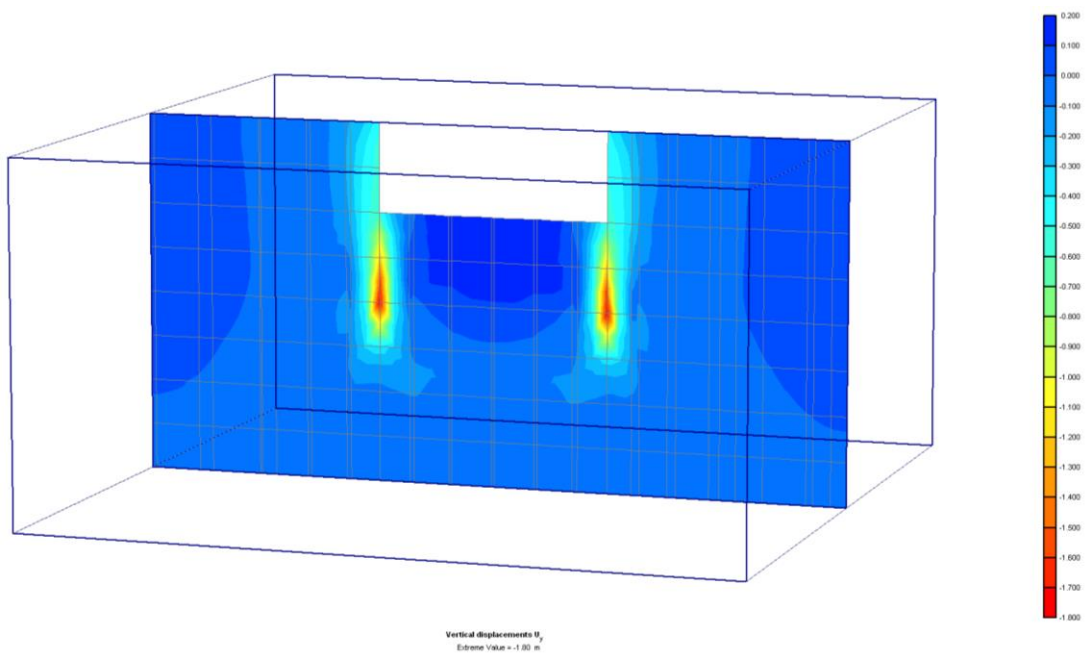


Рис. 3 - Мозаїка вертикальних деформацій ґрунтового масиву для колодязю діаметром 20 м та довжиною 15 м з виконаного з паль діаметром 800 мм

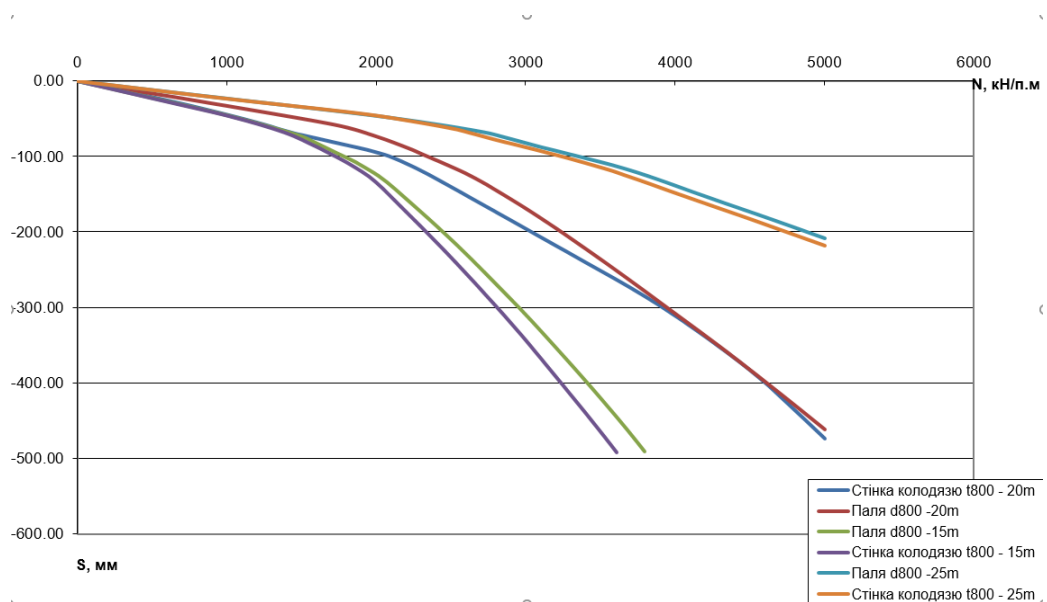


Рис.4 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для різних глибин закладання

На графіку залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для різних глибин закладання чітко видно, що при зміні глибини закладання для двох варіантів фундаменту, фундамент із суцільною стінкою 800 мм дає більші осідання, ніж з паль діаметром 800 мм. Тому доцільніше використовувати паливий фундамент.

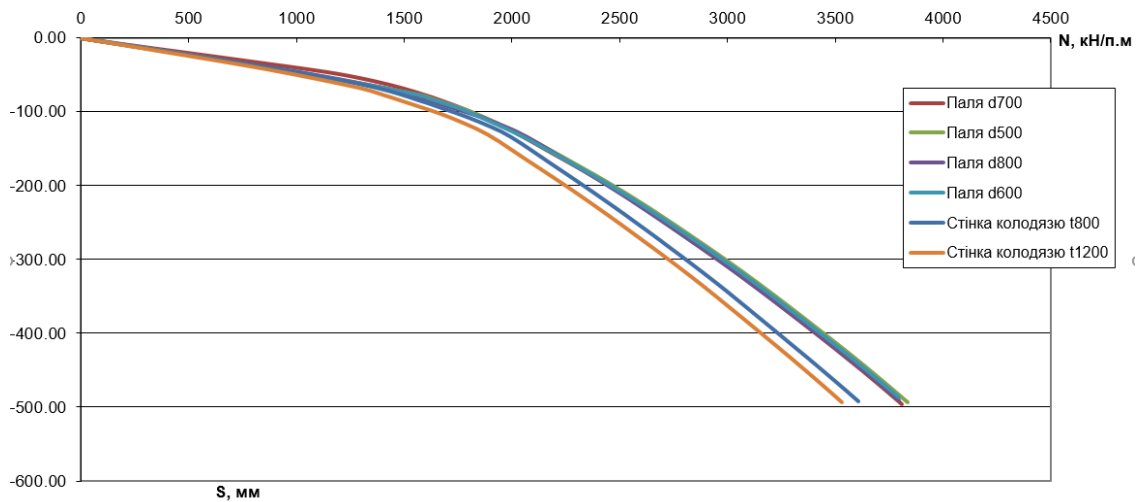


Рис.5 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для однорідного ґрунтового масиву (суглинок)

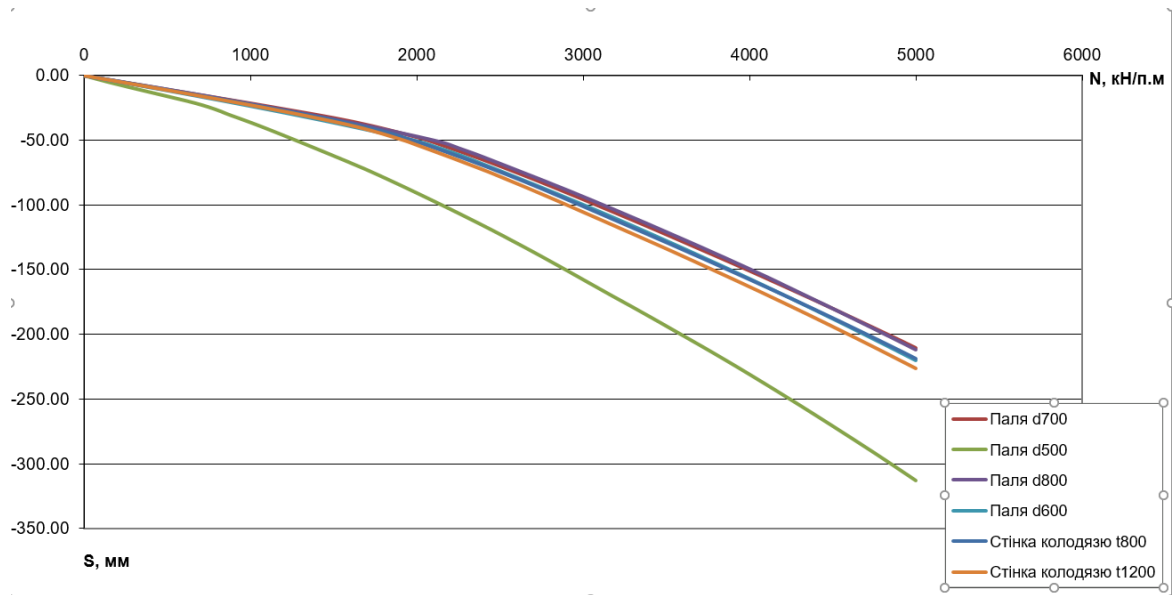


Рис.6 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для однорідного ґрунтового масиву (пісок)

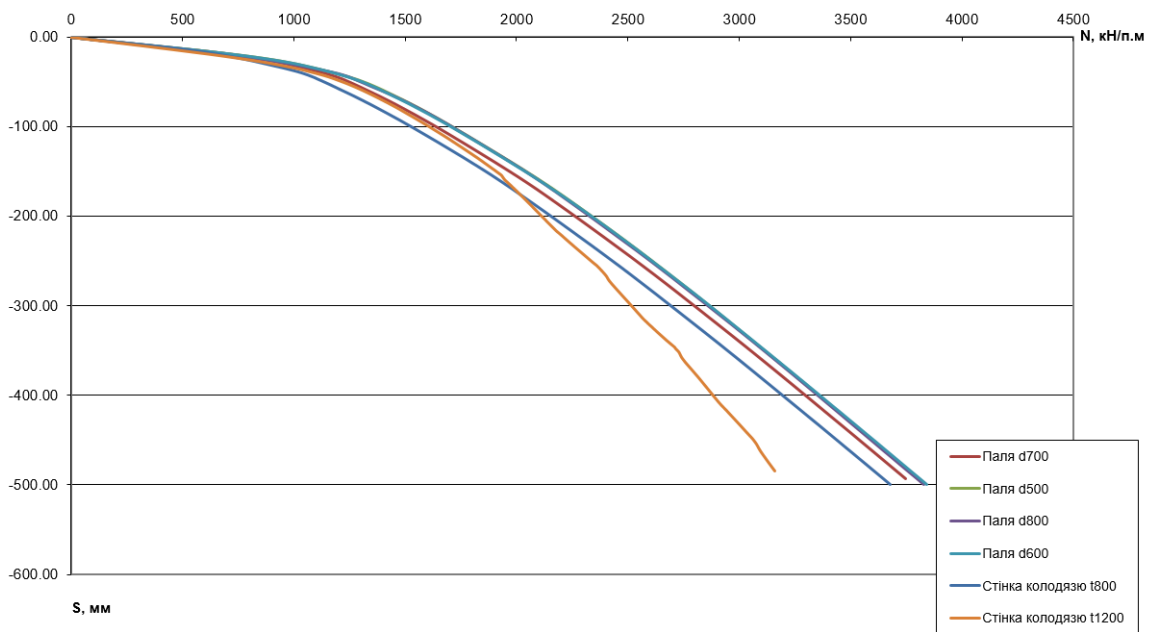


Рис.5 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для однорідного ґрунтового масиву (супісок)

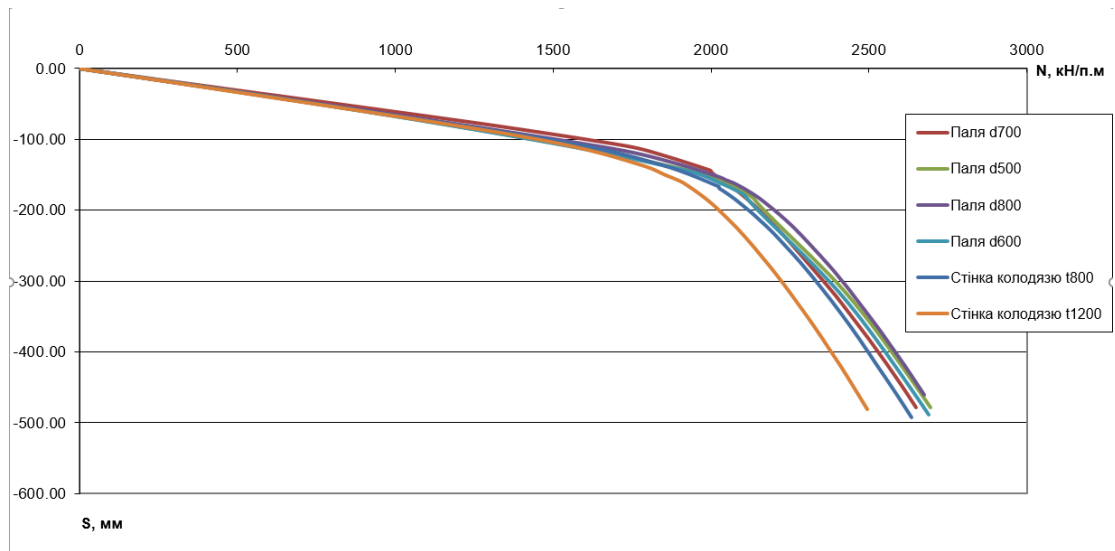


Рис.6 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для однорідного ґрунтового масиву (глина)

Всі графіків залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки мають закономірний характер, більші осідання спостерігаються у фундаменту із суцільною стінкою незалежно від ґрунтових умов. В свою чергу пальовий фундамент проявив себе майже однаково у всіх варіантах ґрунтових умов.

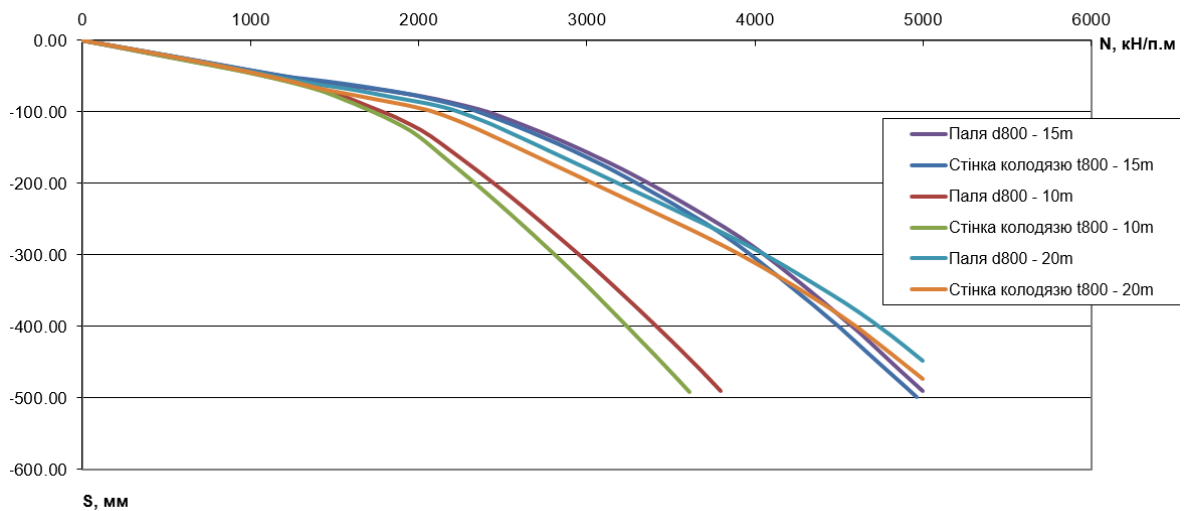


Рис.7 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для різних діаметрів колодязю

Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки для різних діаметрів колодязю, а саме 10 м, 15 м, 20 м - демонструє, що незалежно від діаметру колодязю конструктивний варіант фундаменту з паль дає менші осідання, за рахунок чого його можна вважати ефективнішим. Також перевагою такого типу фундаменту є технологія влаштування і менші витрати матеріалів.

Для порівняння несучої здатності опускних колодязів було визначено навантаження на них при Осіданні 20 см, дані порівняння наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Несуча здатність опускного колодязя при різній глибині закладання для суцільної стінки та стінки з бурових паль

Грунт	Вид фундаменту	Діаметр колодязю 10 м		
		Довжина фундаменту, м		
		15 м	20 м	25 м
Суглинок	Паля d800 мм	2440	3235	4871
	Стінка колодязю t=800мм	2330	3037	4744

З таблиці порівняння значень несучої здатності фундаменту залежно від глибини закладання колодязю видно, що у ґрунті суглинок при діаметрі колодязю 10 м при будь-якій змодельованій глибині зануренні більша несуча здатність конструкцій у колодязю, який виконаний з паль діаметром 800 мм. Це свідчить про те, що цей варіант фундаменту ефективніший від іншого у запропонованих умовах.

Таблиця 3 – Несуча здатність опускного колодязя з суцільної стінки та стінки з бурових паль в різних одорідних ґрунтових умовах

Грунт	Діаметр колодязю 10 м					
	Вид фундаменту					
	Паля d500 мм	Паля d600 мм	Паля d700 мм	Паля d800 мм	Стінка колодязю t=800 мм	Стінка колодязю t=1200мм
Пісок	3592	4680	4820	4810	4700	4590
Супісок	2339	2334	2262	2334	2157	2114
Глина	2167	2149	2152	2204	2115	2022
Суглинок	2469	2455	2445	2440	2330	2250

На основі даних таблиці 3 несуча здатність фундаменту більша для всіх видів у піску, що є очевидно. Порівнявши всі варіанти фундаментів можна помітити, що несуча здатність у опускних колодязів виконаних з паль є більша, ніж у колодязю з суцільною стінкою.

Таблиця 4 – Несуча здатність фундаменту залежно від діаметру колодязю

Грунт	Вид фундаменту	Довжина фундаменту 15 м		
		Діаметр колодязю, м		
		10 м	15 м	20 м
Суглинок	Паля d800 мм	2440	3375	3188
	Стінка колодязю t=800мм	2330	3304	3037

За даними таблиці 4 видно, що кращим варіантом є колодязь з паль діаметром 800 мм.

### Висновок

При порівнянні напружено-деформованого стану основи опускних колодязів з суцільною стінкою та стінкою з бурових паль осідання останніх завжди менші. Несуча здатність при однакових осіданнях буде більша для фундаментів, що влаштовані з ряду бурових паль. Це свідчить про доцільність використання такого виду фундаменту як альтернативи класичному опускному колодязю.

### Література

1. Технологія зведення підземної споруди методом опускного колодязя: методичні вказівки до виконання курсової роботи. Укладачі: В.В. Савйовський, Г.М. Тонкачев. К.: КНУБА, 2017. – с. 24.



2. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
3. Силин К. С., Глотов Н. М., Завриев К. С. Проектирование фундаментов глубокого заложения. – Москва: Транспорт, 1981. – 252 с.
4. Тарасенко О.В. Вдосконалення конструкції фундаменту типу «опускний колодезь» в умовах щільної міської забудови : автореф. магістерської дис. : Київ, 2018. 14 с.
5. Plaxis 3D Foundation – Учебное пособие/ Меров А. – М, 2009. – 84 с.

Біневська Ольга, студентка кафедри міського господарства будівництва і архітектури, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: [b17msbinevska@gmail.com](mailto:b17msbinevska@gmail.com) .

Науковий керівник: Блащук Наталя Вікторівна – асистент кафедри промислового та цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.

Binevska Olga student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University. . email: [b17msbinevska@gmail.com](mailto:b17msbinevska@gmail.com) .

Supervisor: Blaschuk Natalia V. - Assistant Professor of Industrial and Civil Engineering, Vinnytsia National Technical University.

# ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ АНТЕННИХ ОПОР ТА ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

## Анонсація

Розглянуто впливи моделювання ґрунтової основи різними методами при проектуванні антенних опор, виявлено доцільність врахування впливів ґрунту на розподілення зусиль у надземній частині опори.

**Ключові слова:** антенна опора, ґрунтова основа, напружено-деформований стан

## Abstract

The effects of soil base modeling by different methods in the design of antenna supports are considered, the expediency of taking into account the effects of soil on the distribution of forces in the aboveground part of the support is revealed.

**Keywords:** antenna support, ground base, stress-strain state

## Вступ

Будівництво антенних опор обумовлено великим попитом якісного та безперервного зв'язку, для підрядних організацій ключовим питанням постає зменшення собівартості виготовлення висотних конструкцій саме тому при проектуванні необхідно враховувати сумісну роботу підземної та наземної частин конструкцій, що значно зменшує зусилля та напруження.

Метою даної роботи є порівняння різних варіантів проектування антенних опор та виявлення найбільш доцільного.

## Результати дослідження

Дослідження проводились на прикладі металевої башти висотою 50м. Башти розраховуються на поєднання впливів, при яких виникають найбільші зусилля в стержнях або найбільші переміщення верхівки вежі.

Башти розраховуються як стержневі системи. При їх розрахунку зовнішні впливи вважають такими, що діють в площині грані, а зусилля в кожному з поясів знаходять як суму зусиль в поясах суміжних граней.

Розрахунок проводять в такій послідовності: визначають навантаження, розподіляють їх по граням башти, розподіляють по вузлам плоскої ферми та знаходять зусилля в стержнях графічним або аналітичним способами. [1]

Сучасні комп'ютерні засоби та передові методики моделювання дозволяють проводити детальне дослідження поведінки споруд та будівель з основою з урахуванням нелінійного деформування конструкцій та ґрунтів. [2,3]

Прийнято моделювати ґрунтову основу при визначенні НДС будівель оскільки площа їх фундаментів значно більша і має більший контакт з нею, але при тривалих впливах вітрових навантажень, навантажень льоду та ожеледі та власної ваги споруди спричиняють значні деформації основи, які мають безпосередній вплив на НДС споруди.

В даній роботі досліджено НДС споруди, а саме вежі висотою 50,0 м розміщеної у Вінницькій області виконаної з рівнополочних кутиків, з моделюванням ґрунтової основи та без. Визначено вплив нелінійної роботи ґрунту на власні коливання споруди та зусиль, що в ній виникають. Модель ґрунтової основи виконано за першою моделю (на пружній основі (з використанням коефіцієнтів постелі C1 і C2 або модель Пастернака))

Розрахунок системи «основа-фундамент-споруда» виконують відповідно до п.8.4 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування»

Моделювання башти проводилось трьома способами: без врахування ґрунтової основи; моделювання ґрунтової основи шляхом введення коефіцієнтів постелі C1 та C2 та моделювання об'ємної ґрунтової основи.

За результатами дослідження виявлено прямий вплив та доцільність проектування ґрунтової основи, оскільки зусилля у башті значно зменшуються та рівномірно розподіляються. Результати розрахунків зведено у таблицю 1.

Таблиця 1 Результати розрахунків за різними варіантами проектування.

Метод моделювання	N, кН	M, кН•м	Переміщення, мм
Моделювання без врахування основи	-318 +289	-3,17 +3,54	520
Моделювання з коефіцієнтами постелі	-311 +311	-5,06 +5,44	514
Моделювання 3D основи	-287 +287	-3,17 +3,17	469

### Висновки

Виявлено, що запропонований підхід проектування антенних опор дозволяє зменшити переріз елементів та полегшати загальну вагу конструкції та максимально близько відтворити напружено-деформований стан конструкції.

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Металлические конструкции / [Н. С. Стрелецкий, А. Н. Гениев, В. А. Беленя та ін.]. – Москва: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 777 с.
2. Sakharov V. A. An investigation of system „soil base-foundation-structure” response to seismic forces with provision for nonlinear properties of materials .Proceedings of the Xth Conference „Konstrukcje zespolone”, Poland. Zielona Góra, 2014, pp. 407-426
3. Сахаров В. А. Взаимодействие конструкций Зимненского монастыря с грунтовым основанием при сейсмических воздействиях / В. А. Сахаров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014.– № 6/7(72) – С. 18-23

Антонюк Олександра Євгенівна — студентка групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [b15b.antonyuk@gmail.com](mailto:b15b.antonyuk@gmail.com)

Науковий керівник: Меть Іван Миколайович— кандидат технічних наук, доц. кафедри будівництва, міського будівництва та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Antonyuk Oleksandra - student of group B-19m, Faculty of Heat and Power Engineering and Gas Supply Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [b15b.antonyuk@gmail.com](mailto:b15b.antonyuk@gmail.com)

Supervisor: Met Ivan. Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Civil Engineering, Urban Economy and Architecture

## УЩІЛЬНЕННЯ ОСНОВИ ФУДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ ЩЕБЕНЕВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

У роботі виконано чисельне моделювання в програмі Plaxis 3D Foundation напружено-деформованого стану ґрунтової основи, що ущільнена щебневими елементами. Наведено графіки навантаження-осідання при різних кроках та довжині щебневих елементів. Встановлено, що розрахунковий опір основи, що ущільнена щебневими елементами, покращується в 1,1-1,2 рази.

**Ключові слова:** слабкий ґрунт, щебенева паля, навантаження-осідання, ґрунтова основа.

### Abstract

The paper performs numerical simulation in the Plaxis 3D Foundation program of the stress-strain state of the soil base, which is compacted by gravel elements. Graphs of loading-subsidence at different steps and length of crushed stone elements are given. It is established that the calculated resistance of the base, compacted by crushed stone elements, improves by 1.1-1.2 times.

**Keywords:** weak soil, crushed stone pile, sedimentation load, soil base.

### Вступ

Ущільнення основи фундаментів мілкового закладання щебневими елементами успішно використовується на практиці в будівництві, проте широкого застосування не отримало через відсутність методики проектування та досліджень впливу щебневих елементів на деформаційні характеристики зміцненого масиву ґрунту.

Задачею дослідження є вплив щебневих елементів на зміну характеристик ґрунтової основи і розвиток ущільненої зони, що утворена при грамбуванні щебеню в стінки свердловини.

Метою роботи є визначення властивостей ґрунтової основи при різному навантаженні, довжині та різному кроці щебневих паль, дослідження було виконано шляхом чисельного моделювання в програмі Plaxis 3D.

### Результати дослідження

Для моделювання були прийняті наступні параметри:

- фундамент розміром 1x1 м;
- щебенева підготовку товщиною 250 мм розмірами в плані 1,2x1,2 м, та 2,3x2,3 м;
- щебеневі палі  $\varnothing$  0,3 м, довжиною 3 м, 4 м та 6 м;
- крок паль 2d, 3d та 5d;
- розміри розрахункової області в плані 20x20 м, глибиною 20 м.

Основна задача моделювання в програмному комплексі Plaxis 3D полягає у встановленні якісної та кількісної картини напружено-деформованого стану ґрунтової основи стовпчастого фундаменту, що ущільнена щебневими елементами при варіюванні їх кроку та довжини. Загалом було змодельовано різних 14 задач.

На рис.1 наведено графіки навантаження-осідання для стовпчастого фундаменту на основі, що ущільнена щебневими палями з різним кроком і довжиною.

Як видно з графіків (рис. 1), для меншого кроку щебневих елементів (2d) спостерігається більше осідання у порівнянні з ущільненням при більших кроках щебневих елементів, але для нього була можливість прикладання більшого навантаження, що свідчить про надійнішу роботу системи «ущільнена основа – фундамент». Для довжини щебневих елементів 3 м (рис. 1, а) вплив кроку незначний, це пояснюється тим, що в цьому випадку довжина елементів менша за стисливу товщу.

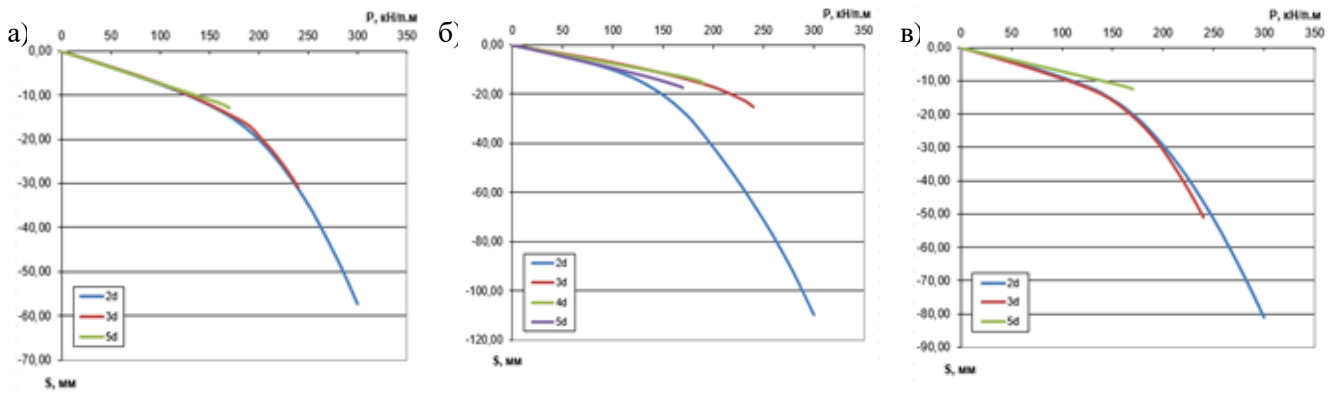


Рис. 1 – Графік навантаження–осідання для стовпчастого фундаменту на основі, що ущільнена щебеневими палями з різним кроком і довжиною: а) 3 м; б) 4 м; в) 6 м

На рис.2 наведено графіки навантаження–осідання для стовпчастого фундаменту на основі, що ущільнена щебеневими палями з різним кроком і довжиною. Графіки залежностей навантаження–осідання носять закономірний характер, але залежності зміни напружено-деформованого стану від кроку і довжини щебеневих елементів не виявлені. На рис.2, в графіки осідання для щебеневих елементів довжиною 3 і 6 м практично співпали.

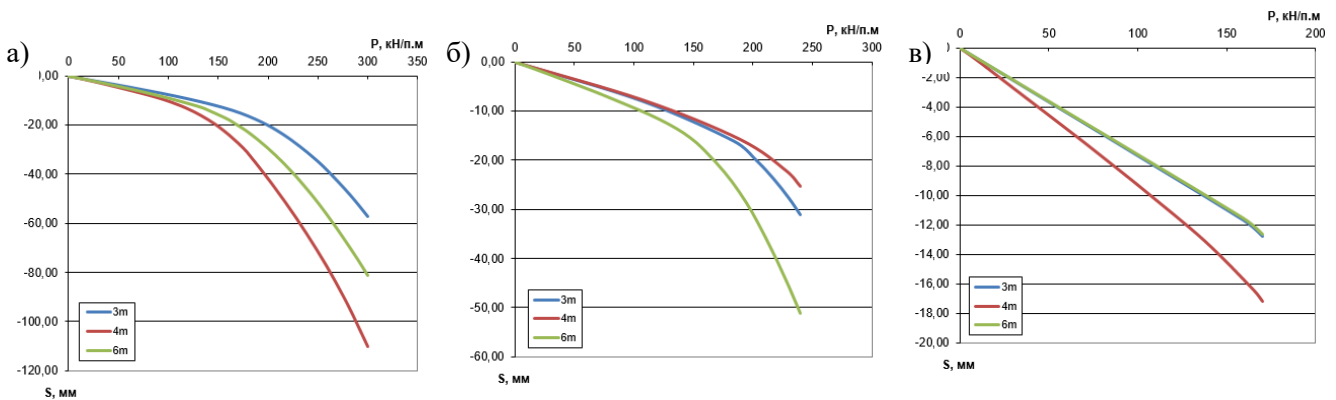


Рис. 2 – Графік навантаження–осідання для стовпчастого фундаменту на основі, що ущільнена щебеневими палями різної довжини при однаковому кроці: а) 2d; б) 3d; в) 5d

На рис. 3 наведений графік осідання-навантаження стовпчастого фундаменту на основі, що ущільнена щебеневими палями кроком 3d та довжиною 4 м, ґрунтові основи:

- пісок середньої крупності ( $E=40$  МПа,  $C=2$  кПа,  $\varphi=38^\circ$ ,  $\gamma=20,1$  кН/м<sup>3</sup>);
- суглинок ( $E=6$  МПа,  $C=14$  кПа,  $\varphi=14^\circ$ ,  $\gamma=16,8$  кН/м<sup>3</sup>);
- супісок ( $E=32$  МПа,  $C=28$  кПа,  $\varphi=22^\circ$ ,  $\gamma=18,7$  кН/м<sup>3</sup>);
- глина ( $E=12$  МПа,  $C=37$  кПа,  $\varphi=14^\circ$ ,  $\gamma=18,7$  кН/м<sup>3</sup>);

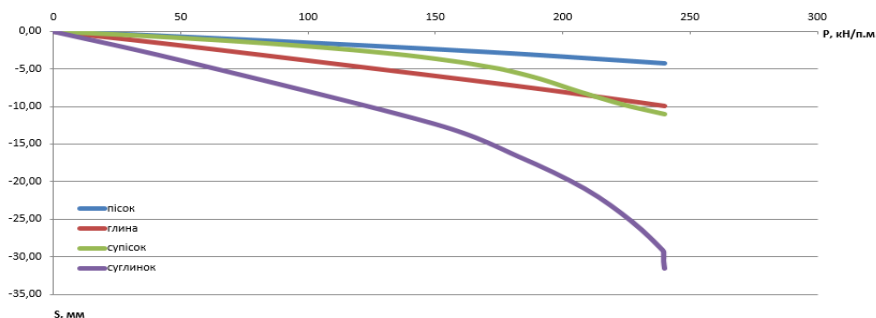


Рис. 3 - Графік навантаження–осідання для стовпчастого фундаменту, що ущільнена щебеневими палями при різній ґрунтовій основі.

## Висновки

1. Для оцінювання напружено-деформованого стану основи, що ущільнена щебеневими елементами, використана пружнопластична модель ґрунту, що реалізована у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation.
2. Розрахунковий опір основи без ущільнення щебеневими під подошвою фундаменту складає 184 кПа; при ущільненні щебеневими елементами він зростає у 1,1 -1,2 рази.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аникьев А.А. Упрочнение основания ленточных фундаментов наклонными щебеночными элементами, выполненными в пробитых скважинах : дис. ... канд. тех. наук : 5.23.02 / Научно-исследовательский, проектно-испытательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений. Москва 2019. 131с.
2. Алексеев, С. И. Определение осредненного модуля деформации грунтового основания, усиленного выштампованными микросваями, для ленточного фундамента / С. И. Алексеев, В.А. Лукин// Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – № 3. – С. 184-193.
3. Алексеев, С. И. Исследование зон уплотнения грунтового основания вокруг выштампованных микросвай / С. И. Алексеев, Р. В. Мирошниченко // Актуальные научно-технические проблемы современной геотехники: межвуз. тематич. сб. тр. – СПб.: СПбГАСУ, 2009. – С. 90-94.
4. Behavior of Different Materials for Stone Column Construction. URL: [https://www.researchgate.net/publication/330925677\\_Behavior\\_of\\_Different\\_Materials\\_for\\_Stone\\_Column\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/330925677_Behavior_of_Different_Materials_for_Stone_Column_Construction)

**Ланніцький Сергій Ігорович** – студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Блащук Наталя Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: [vernata@ukr.net](mailto:vernata@ukr.net).

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна**— кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Sergey I. Lipnitskiy** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [vernata@ukr.net](mailto:vernata@ukr.net).

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## ШПУНТОВІ ОГОРОЖІ З КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*У роботі наведено закордонний досвід використання шпунтового огороження з композитних матеріалів. Виконано порівняння фізико-механічних характеристик композиту та металу як матеріалів для шпунтового огороження, визначено переваги та недоліки. Для кількісної порівняння деформацій шпунтів, що виконані з металу та композитного матеріалу, було виконано розрахунок вигину. Для розрахунку обрано однакові геометричні параметри шпунтового огороження, різниця полягає лише в характеристиках матеріалу.*

**Ключові слова:** шпунтове огороження, композитний матеріал, метал, порівняння

### *Abstract*

*The paper presents foreign experience in the use of sheet piling made of composite materials. The comparison of physical and mechanical characteristics of composite and metal as materials for sheet piling is performed, the advantages and disadvantages are determined. For quantitative comparison of deformations of sheet piles made of metal and composite material, the calculation of bending was performed. The same geometric parameters of the sheet piling were chosen for the calculation, the difference is only in the characteristics of the material.*

**Keywords:** sheet piling, composite material, metal, comparison

### Вступ

Будівництво у межах міста, як правило, здійснюється у стиснених умовах. Навколо знаходяться громадські та житлові будівлі, фундаменти яких можуть «поплисти» через нове будівництво по сусідству, саме тому рекомендується зведення шпунтового огороження котловану в умовах щільної міської забудови.

Шпунтове огороження – це щільний паркан із спеціальних окремих паль (шпунтин), мета якого утримувати стінки котловану, а також не пропускати ґрунтові води.

Шпунтини можуть бути дерев'яні, але частіше використовуються металеві. Таке шпунтове огороження застосовується на період зведення будівлі, після чого демонтується. Металеві шпунтини досить дороговартісні, тому передбачається їх багаторазове використання.

Шпунтини могли б виконувати функцію фундаменту або огорожуючої конструкції будівлі, але метал досить швидко кородує при змінній вологості і термін експлуатації таких шпунтин до 15 років, альтернативою металевим є шпунтини з композитних матеріалів.

Композитні матеріали дозволяють реалізувати комплекс протилежних властивостей – високу міцність і жорсткість при розтягу і стиску з високими показниками витривалості і руйнування у поєднанні з низькою питомою густиною. Це матеріали, утворені з двох чи більшої кількості інгредієнтів, наприклад, металева матриця, яка зміцнена безперервними або короткими волокнами, ниткоподібними кристалами, частинками і т.п. Матричний сплав передає навантаження на міцні волокна і перерозподіляє їх, перешкоджає виникненню та розповсюдженню тріщин через переріз деталі, формує волокна і захищає їх від зовнішнього впливу [1].

Композитні шпунтові палі виготовляються на спеціальній установці методом пультрузії – армування повздовжніми нитками з скляного, базальтового і других волокнистих матеріалів зв'язного на основі поліуретанових смол.

Перше встановлення композитних шпунтів було виконано у США більше 10 років назад і за період експлуатації композитні шпунтові огороження позитивно зарекомендували себе [2].

За останні роки у світі були встановлені багато тисяч кілометрів композитних шпунтів, і світовий об'єм їх використання зростає із року у рік, але, на жаль, в Україні поки що їх не застосовують.

Метою роботи є розглянути композитне шпунтове огороження, особливості його роботи під навантаженням, переваги та недоліки з порівнянням з традиційними рішеннями.

## Результати дослідження

Композитні шпунтові огороження успішно використовуються у якості огорожі тунелів автошляхів, мостових шляхів та стін підземних паркінгів. Приклад використання цих шпунтів у ремонтах мостів та введення їх у експлуатацію з заміною металевих на композитні шпунти, наведено на рис.1.



Рис. 1 – Заміна стінок огорожі ЖД виадук, Сважендз, Польща [3].



Рис. 2 – З'єднання шпунта з композитного матеріалу [6]

Перевагою композитного шпунтового огороження є приємний естетичний вигляд і відсутність потреби в оздобленні, висока стійкість до агресивного середовища, також освітлення біля композитних шпунтових стін краще за рахунок меншого поглинання світла (рис. 2).





Рис. 3 – Огорожа з композитних шпунтів підземного паркінгу та тунелю автошляху [3].

Для комплексної оцінки композитного шпунтового огородження було виконано порівняння фізико-механічних характеристик композитного і металевого шпунта (таблиця 1). Як видно з таблиці 1, недоліками (таблиця 2) є неможливість застосування композитних шпунтів у крупнозернистих і уламкових ґрунтах; температурні обмеження; неоднакова міцність композитного матеріалу вздовж і поперек волокон; більші деформації у порівнянні з металевим шпунтом. До переваг можна віднести: корозійну стійкість, відсутність необхідності догляду, оздоблення під час експлуатації, тривалий термін експлуатації.

Таблиця 1 – Порівняння фізико-механічних властивостей матеріалів

Найменування характеристики	Одиниці виміру	Значення	
		Композитні	Металеві
Геологічні і геофізичні умови застосування	-	У дисперсних, незв'язних ґрунтах, у яких маса частинок розміром менше 2 мм включає у себе 50%; на просадкових ґрунтах	Щільні глинисті і гравіюваті ґрунти основ глибиною більше ніж 6 м і за глибини води в місці спорудження опори більше ніж 2 м
Природно-кліматичні умови застосування	-	У будь-яких кліматичних умовах згідно СП 131.13330.2012 (СНиП 23-01-99); у зонах вологості по СП 50.13330.2012(СНиП 23-02-2003)-сухий, нормальний, вологий.	У будь-яких кліматичних умовах згідно СП 131.13330.2012 (СНиП 23-01-99); у зонах вологості по СП 50.13330.2012(СНиП 23-02-2003)-сухий, нормальний, вологий.
Взаємодія з хімічними агресивними середовищами	-	Дозволяється довге використання в середовищі впливу агресивної водяному та ґрунтовому середовищі	Корозіє, низька стійкість
Температурний діапазон експлуатації	°С	Від -60 до +50	необмежується
Межа міцності при поперечному розтягу, $R_x$	МПа	1126,00	1020-1490
Межа міцності при поперечному розтягу, $R_y$	МПа	262,00	-
Поперечний модуль розтягу, $E_x$	МПа	46200,00	-
Поперечний модуль розтягу, $E_y$	МПа	18100,00	-
Стійкість	кНм <sup>2</sup>	736,1	518-698
Ударна в'язкість поперек волокон	кДж/м <sup>2</sup>	280	-

Продовження таблиці 1

Ударна в'язкість поперек волокон (при 50°C)	кДж/м <sup>2</sup>	294	-
Модуль пружності	МПа	31500	30000
Міцність при стисканню впродовж волокон, не менше	МПа	600	-
Міцність при стисканню впродовж волокон, не менше	МПа	100	-
Відносне видовження при розриві, не менше	%	7	6-8,7
Відносне деформація при стиску, не менше	%	1	-
Вигинаюче напруження при розрушенні, не менше	МПа	440	450-540
Ступень небезпеки для людини, пожаро- і вибухобезпеки	ГОСТ 12.1.007	4 класи небезпеки по ступенні впливу на організм(менш небезпечні), повністю пожаро- і вибухобезпечна	4 класи небезпеки по ступенні впливу на організм(менш небезпечні), повністю пожаро- і вибухобезпечна
Термін експлуатації	Дані виробника	До 80 років	10-15 років

Таблиця 2 – Недоліки шпунтових палів з різних матеріалів.

Шпунт металевий	ПВХ- шпунт	Шпунт з композитного матеріалу
Обмежена стійкість до агресивних середовищ(Прибережні та морські зони).	Невисока несуча здатність	Недостатня поперечна жорсткість
Невисока пластичність і значна вага конструкції.	Обмежений діапазон робочої температури( при мінусових температурах і при ударі (крижиною, топляком) розколюється як скло)	Відсутність пластичної деформації (при розтягу)
Великі розходи на транспортування і складування конструкції		
Хороша електропровідність		
Обмежений термін експлуатації (10-15 років)		
Обмежена стійкість до агресивних середовищ(Прибережні та морські зони).		
Невисока пластичність і значна вага конструкції.		

Шпунт з композитного матеріалу досить вдало конкурує з металевим шпунтом по міцності, але конструкції з армованого скловолокном пластику мають значну гнучкість. Для кількісної оцінки деформацій шпунта, що виконаний з металу та композитного матеріалу, було виконано розрахунок вигину. Для розрахунку обрано однакові геометричні параметри шпунтового огороження, різниця полягає лише в характеристиках матеріалу.

Вихідні дані: ґрунтові умови однорідні – пісок мілкий,  $\varphi_1=30^\circ$ ,  $C_1=0$ ,  $\gamma_1=18 \text{ кН/м}^3$ . Висота консольної частини стіни  $h=5 \text{ м}$ , защемлена частина  $t=4 \text{ м}$ .

Стінки шпунта виконанні з:

- металу: момент інерції  $I_1=0,000179 \text{ м}^4$ ;  $I_2=0,000244 \text{ м}^4$ ;  $I_3=0,000285 \text{ м}^4$ ; модуль пружності  $E=20 \cdot 10^7 \text{ кПа}$ ;

- композиту: момент інерції  $I_1=0,000179 \text{ м}^4$ ;  $I_2=0,000244 \text{ м}^4$ ;  $I_3=0,000285 \text{ м}^4$ ; модуль пружності  $E=3,15 \cdot 10^7 \text{ кПа}$ .

Таблиця 3 – Результати розрахунку деформації стінок шпунта

Перерізи	Вигин, м	
	композитний шпунт	металевий шпунт
600×145×5 мм	0,009	0,00068
600×146×7 мм	0,0062	0,0005
600×146×9 мм	0,0052	0,00041

#### Висновок

При порівнянні металевого шпунта та шпунта, який виконаний з композитного матеріалу (табл. 1 та табл.2) видно, що по фізико-механічних характеристиках композитний шпунт не поступається металевому шпунтові, а також має переваги такі як стійкість до корозії, не потребує оздоблення та має досить привабливий естетичний вигляд. Звісно одним з недоліків шпунта з композитного матеріалу є обмеження у температурному діапазоні (табл. 1), але так як у нашій країні такі атмосферні температурні показники не спостерігаються, а шпунти, як правило, використовуються як огорожуючі конструкції, то можна цей недолік не брати до уваги.

Порівняльний розрахунок шпунтів з металу та композиту на вигин (табл. 3) показав, що вигини не перевищують гранично допустимих. Варто зазначити, що для металевих вони, все таки, менші. Отже, можна зробити висновок, що шпунт з композитного матеріалу є досить міцним та може використовуватись як огорожуюча конструкція на довгий експлуатаційний термін (80 років), не потребує оздоблення та спеціального догляду.

#### Література

1. [http://erste.su/docs/prezent\\_kompozit\\_shpuntovy\\_e\\_svai.pdf](http://erste.su/docs/prezent_kompozit_shpuntovy_e_svai.pdf)
2. <http://digest.wizardsoft.ru/articles/tech/shpunt-larsena-preimushchestva-i-nedostatki>
3. Maksim P., Tomaka W., Sobala D. Grodzice stalowe w podporach zintegrowanego wiaduktu drogowego / Inżynier budownictwa – 02.2011
4. Е.А.Сорочанов, Справочник проектировщика «Основания, фундаменты и подземные сооружения»: - Москва стройиздат, 1985. – 390с.
5. Снитко Н.К «Статическое и динамическое давление грунтов и расчёт подпорных стенок»: - Стройиздат. Ленинград, 1963. – 269-271с.
6. <https://сваи36.рф/шпунт-композитный/>

**Колівошко Богдан Валентинович**— студента групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kolivshkobohdan@gmail.com.

**Блащук Наталя Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: vernatav@ukr.net.

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна**— кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Kolivoshko Bohdan V.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kolivshkobohdan@gmail.com.

**Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vernatav@ukr.net.

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## **ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Запропоновано дослідити способи влаштування фундаментів в ущільнених ґрунтах, які дозволять підвищити ефективність та надійність використання.*

**Ключові слова:** фундамент, основа, паля, ґрунт, ущільнення, свердловина, котлован.

### **Abstract**

*It is offered to investigate ways of the arrangement of the bases in the condensed soils which will allow to increase efficiency and reliability of use..*

**Keywords:** foundation, foundation, piles, soil, seals, well, pit.

### **Вступ**

Надійність будівель і споруд закладається під час проектування, підтримується під час експлуатації і залежить, в основному, від надійності основ та фундаментів. Природні основи в умовах природного залягання, в основному, володіють достатньою несучою здатністю, щоб витримати навантаження від будівлі або споруди, що зводиться. Природні основи не вимагають додаткових інженерних заходів по зміцненню ґрунту, їх влаштування полягає в розробці котловану на розрахункову глибину закладення фундаменту будівлі або споруди. Часто ґрунти природної основи не володіють необхідними характеристиками і потребують різних інженерних рішень. Це влаштування штучних основ, використання фундаментів в ущільнених ґрунтах і пальових фундаментів.

Метою роботи є аналіз відомих способів влаштування фундаментів та рекомендації щодо їх подальшого вдосконалення та впровадження.

### **Результати дослідження**

Вибір типу фундаменту для будівель та споруд залежить від інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, параметрів будівель, номенклатури виробів для даного регіону та наявності технологічного обладнання. При наявності в основі слабких ґрунтів, їх покращують штучним ущільненням чи введенням цементуючих добавок, або ж проходять їх, використовуючи палі, які будуть спиратися на більш міцні ґрунти. Останнім часом з успіхом розвивається новий напрямок – влаштування фундаментів в ущільненому ґрунті. Особливістю способу являється те, що в процесі влаштування фундаментів під подошвою і навколо їх бокових граней утворюється ущільнений ґрунт підвищеної міцності і несучої здатності.

Відомий спосіб влаштування фундаменту, що включає утворення котловану шляхом скидання штампу, що повторює по формі і габаритам тіло фундаменту, на поверхню ґрунту і вкладання бетону [1]. Недоліком такого способу є низька ефективність робіт через те, що формування котловану пов'язано з багаторазовим підніманням і скиданням штампу, що вимагає великих енерговитрат. Також при цьому виникають динамічні навантаження, що діють на ґрунтову основу, що несприятливо позначається на технічному стані розташованих поблизу будівель і споруд. Також, в ґрунтах з пониженою вологістю, проходить осипання ґрунту з укосу котловану в забій. Ґрунт, що осипався пухкий, діє як амортизатор і перешкоджає заглибленню штампу. В зволжених ґрунтах проходить заклинювання штампу, що затрудняє його виймання з виштампуваного котловану.

Відомий спосіб утворення пірамідальної палі [2], при якому вертикально занурюють в ґрунт забивкою до розрахункової глибини палю, розшатують її горизонтально в різні сторони за оголовок

ствола над поверхнею ґрунту за допомогою, наприклад бульдозера, до утворення пірамідальної виїмки в ґрунті, витягують палю, а утворену виїмку заповнюють бетоном.

Недоліком відомого способу є динамічні навантаження при забивці палі, складність технології влаштування та обмеження використання.

Одним з шляхів підвищення ефективності набивних паль є влаштування їх з використанням збірних елементів, що розсуваються [3]. При влаштуванні таких паль в процесі розсунення елементів навколо стовбура палі створюється ущільнена зона, в межах якої підвищується міцність ґрунту і знижується його деформативність. Набивні палі, виготовлені в свердловинах з ущільненими стінками, мають несучу здатність вищу, ніж в свердловинах, утворених звичайними методами буріння з екскавацією ґрунту. Збільшення несучої здатності паль пояснюється поліпшенням будівельних властивостей ґрунту унаслідок ущільнення його в кільцевій зоні навколо свердловини та покращення роботи бокової поверхні палі з ґрунтом.

В вінницькому національному технічному університеті розроблено спосіб влаштування фундаментів [4], при якому в заздалегідь пробурену свердловину встановлюють стовбур палі з вертикальних елементів з виїмками, розсовують їх, занурюючи їх в стінки свердловини, згідно з корисною моделлю, елементи стовбура палі виконують інвентарними, через наскрізний отвір стовбура пропускають тяж, до якого прикріплюють розклинюючі елементи по формі пазів елементів палі, потім, використовуючи як упор верх елементів стовбура палі, прикладають зусилля до тяжа, який, рухаючись знизу вгору, розклинюючими елементами розсовує елементи стовбура палі, занурюючи їх в стінки свердловини і розширюючи свердловину; при необхідності стовбур інвентарної палі повертають на 90 градусів навколо вертикальної осі і процес повторюють, стовбур інвентарної палі витягають і встановлюють в іншу свердловину, а в розширену свердловину вкладають арматуру та бетон.

Спосіб пояснюється рис. 1, де зображена конструкція палі в процесі занурення в свердловину; на та у процесі розсування елементів.

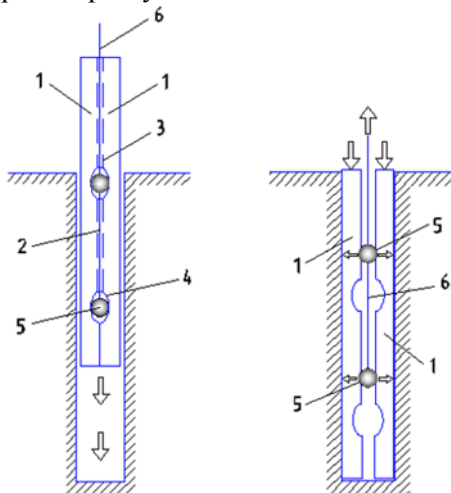


Рис. 1 – Послідовність влаштування

Інвентарна палля, стовбур якої виконаний з окремих вертикальних розсуваючих елементів 1, які звернені один до одного внутрішніми плоскими поверхнями 2 і пазами 3 та розташовані симетрично щодо вертикальної осі палі, мають виїмки 4, в яких розташовані розклинюючі елементи 5, з'єднані тяжем 6. Зібраний стовбур інвентарної палі опускають в заздалегідь пробурену в ґрунті свердловину. Потім, використовуючи як упор верх елементів, прикладають зусилля до тяжа з розклинюючими елементами, який, рухаючись знизу вгору, розсовує вертикальні елементи палі, ущільнюючи стінки свердловини. При необхідності інвентарний стовбур палі повертають на 90 градусів навколо вертикальної осі і процес повторюють.

Інвентарний стовбур витягають і встановлюють в іншу свердловину. В розширену свердловину вкладають арматуру та бетон.

Використання запропонованого способу дозволить виключити динамічні впливи при влаштуванні пального фундаменту та зменшити витрати матеріалів за рахунок використання інвентарної палі.

Однак, при такому способі влаштування фундаментів можливо ущільнення стінок свердловини тільки рівномірно з наданням циліндричної форми палі відносно вертикальній осі.

Відомий спосіб зведення фундаменту, описаний в [5], який включає виготовлення виїмки з вертикальними стінками для розміщення в ній робочого органу, формування котловану з ущільненими ґрунтовими стінками шляхом занурення робочого органу в ґрунт перпендикулярно денній поверхні і зміщення ґрунту з одночасним його ущільненням робочим органом, видалення робочого органу і заповнення котловану тверднучим розчином.

В якості робочого органу у відомому способі використовують пристрій з розсувними щоками. У виконану в ґрунті порожнину з вертикальними стінками опускають робочий орган в початковому положенні, розсування щік ведуть за допомогою поперечного до робочої площини навантаження, при цьому щоки притискаються до стінок і ущільнюють їх до утворення необхідного котловану. При

необхідності робочий орган достають з котловану, повертають на 90 градусів і, знову опустивши в котлован, проводять ущільнення стінок, надаючи котловану пірамідальну форму.

До недоліків слід віднести те, що при виготовленні котловану робочий орган достають з котловану, повертають на 90 градусів і, знову опустивши в котлован, проводять ущільнення стінок, надаючи котловану пірамідальну форму, що призводить до підвищення трудомісткості і собівартості робіт. Крім того, неможливо у відомому способі варіювати геометричними параметрами формованого котловану.

Необхідно провести дослідження ефективних способів влаштування фундаментів, напружено-деформованого стану ґрунту навколо фундаментів з ущільненими стінками, дослідження несучої здатності, встановити раціональний поперечний переріз і область раціонального їх застосування з урахуванням формування несучої здатності, питомих витрат матеріалу, видів ґрунтів, глибини занурення.

### Висновки

Ефективність влаштування фундаментів з ущільненими стінками в слабких ґрунтах досягається за рахунок застосування менш дорогої техніки, виключення динамічних впливів та зменшення кількості операцій. За рахунок ущільнення ґрунту основи підвищується його несуча здатність, що зменшує розміри фундаменту і відповідно витрату матеріалів. Проведення експериментальних досліджень дозволить запропонувати виробникам і споживачам ефективну технологію влаштування фундаментів на слабких ґрунтах для промислових та цивільних споруд.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.с. СССР № 314856, м. кл. E02D 27/28, опубл. 22.11.1971.
2. Патент ВУ № 14272, м. кл. E02D 5/22, опубл. 30.10.2010.
3. М. М. Попович, І. І. Ваганов. Дослідження оптимальної форми бокової поверхні елементів збірно-монолітних паль / . Modern technology, materials and design in construction. - 2013. Vol. 7. - № 2. - pp. 58-63.
4. Пат. №144768: МПК(2006) E02D 5/50. Спосіб влаштування пального фундаменту / Попович М.М., Маєвська І.В., Заболотний О.В.; заявник та власник патенту Він. націон. техн. універ. - № 202002820 ; заявл. 12.05.2020 ; опубл. 26.10.2020, Бюл. №20. - 3с. : іл.
5. А. с. СРСР № 937703, м. кл. E21B 7/28, опубл. 23.06.1982.

**Попович Микола Миколайович** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Парньовий Дмитро Володимирович** — студент групи Б-19міз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [parniovyi@gmail.com](mailto:parniovyi@gmail.com)

**Бойко Сергій Петрович** — студент групи Б-19міз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Popovych Mykola M.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Dmytro Parnyovy** — B-19m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [parniovyi@gmail.com](mailto:parniovyi@gmail.com)

**Sergey Boyko** — B-19m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

## АНАЛІЗ РОБОТИ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ З ГРУНТОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ІСНУЮЧИХ ТЕОРЕТИЧНИХ МЕТОДІВ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В даній роботі наведено результати польових випробувань ґрунтоцементних палей, отримані за допомогою статичних вдавлюючих навантажень. Проведені аналітичні обрахунки деформацій одиночних палей і виконане їх порівняння з результатами польових випробувань. За результатами виконаних розрахунків проаналізований вплив відносної жорсткості матеріалу ствола і ґрунту навколо палі на її несучу здатність. В якості показника відносної жорсткості розглядалось співвідношення модуля деформації матеріалу ствола до приведеного модуля деформації ґрунту навколо палі:  $E_{ств.}/E_{гр.}$ .

**Ключові слова:** ґрунтоцемент, паля, жорсткість, несуча здатність.

**Abstract.** This paper presents the results of field tests of soil-cement piles obtained by static compressive loads. Analytical calculations of deformations of single piles are carried out and their comparison with results of field tests is executed. According to the results of the calculations, the influence of the relative stiffness of the trunk material and the soil around the pile on its bearing capacity is analyzed. The ratio of the modulus of deformation of the barrel material to the reduced modulus of deformation of the soil around the pile was considered as an indicator of relative stiffness:  $E_t/E_s$ .

**Keywords:** soil cement, piles, stiffness, bearing capacity.

### Вступ

Використання у практиці проектування і будівництва ґрунтоцементних палей замість бетонних є одним із перспективних способів досягнення економії при влаштуванні фундаментів такого типу.

Проведені у роботі [1] експериментальні дослідження висячих натурних ґрунтоцементних палей, виконаних за бурозмішувальною технологією, дозволяють зробити висновок, що несуча здатність таких палей по ґрунту може бути визначена за відомими методиками норм [2] як для відповідних бурових палей.

Другим аспектом при розрахунку ґрунтоцементних палей є визначення їх міцності по матеріалу ствола. Цей розрахунок дуже важливий, оскільки практичний досвід показує, що в реальних умовах руйнування часто відбувається саме по матеріалу тіла палі.

Механічні характеристики матеріалу ґрунтоцементних палей залежать від багатьох факторів, зокрема складу ґрунту, кількості цементу, водоцементного відношення, швидкості підйома монітора або шнека. Варіюючи технологічними параметрами можна одержати механічні характеристики палей в досить широкому діапазоні.

Більшістю авторів пропонується така методика проектування ґрунтоцементних палей.

1. В процесі проектування встановлюється мінімально можлива міцність матеріалу палі виходячи з практичного досвіду влаштування палей в аналогічних геологічних умовах.

2. Визначається несуча здатність палі по ґрунту і матеріалу ствола за вимогами норм. Допустиме навантаження на палю приймається виходячи з меншого значення.

3. На об'єкті здійснюють влаштування дослідних палей, відбирають зразки ґрунтоцементу з подальшим визнаенням його міцності і модуля деформації лабораторними або експрес методами. На підставі одержаних результатів корегуються технологічні параметри влаштування палей.

Для розробки практичних рекомендацій з удосконалення методики теоретичних розрахунків роботи ґрунтоцементних палей з ґрунтом проаналізуємо можливості наявних нормативних методик.

В даній роботі розв'язані такі задачі:

- розглянути існуючі дані польових випробувань ґрунтоцементних палей, отримані за допомогою статичних вдавлюючих навантажень;

- провести аналітичні обрахунки деформацій одиночних палей за нормативними методиками і порівняти їх з результатами польових випробувань.



## Виклад основного матеріалу дослідження

Для достовірності одержаних результатів порівняльні розрахунки виконані на прикладі майданчиків, де були виконані різними авторами натурні випробування ґрунтоцементних паль.

У таблиці 1 наведений перелік таких майданчиків і геометричні параметри випробуваних паль. На майданчику 1 було виготовлено 3 групи паль по 2 у кожній. До складу першої входили бетонні буронабивні палі із бетону В25, які слугували контрольною групою для точного визначення несучої здатності всіх паль по ґрунту. Оскільки ці палі виготовлені з бетону, їх руйнування за матеріалом виключене.

До другої групи входили палі з неармованого ґрунтоцементу, міцність яких за матеріалом значно нижча. До третьої групи входили армовані ґрунтоцементні палі, процент армування яких підбирався з огляду на міцність ґрунтоцементу та очікувану несучу здатність палі по ґрунту.

На майданчиках 2-4 випробовувались лише неармовані ґрунтоцементні палі.

Таблиця 1 - Вид паль, геометричні та механічні параметри паль та відомості про ґрунти під нижнім кінцем та по бічній поверхні

№ досл іду	Майданчики розміщення дослідних паль	Параметри паль				Ґрунт під нижнім кінцем палі	Ґрунти по бічній поверхні палі
		характеристики ґрунтоцементу		довжина, м	діаметр, м		
		R, МПа	E, МПа				
1	м. Суми, вул. Курська, 111, [1]	1,8	611	6,0	0,5	Суглинок, $I_L=0,2$ ; $E=3.7$ МПа	Суглинок, $I_L=0,2$ ; $E=19$ МПа
2	м. Полтава [3]	4,2	300	8,0	0,5	Суглинок, $I_L=0,3$ ; $E=9.8$ МПа	Суглинок, $I_L=0,16-0,27$ ; $E=10$ МПа
3	м. Полтава, вул. Бідного, 12, [3]	4,8	350	6,0	0,5	Пісок, $E=26$ МПа	Пісок, суглинок, $I_L=0,62-0,66$ ; $E=4$ МПа
4	м. Полтава [4]	2,5	300	6,0	0,5	Водонасичені лесові суглинки, $E=8$ МПа	Водонасичені лесові суглинки, $E=8$ МПа

При статичних випробуваннях паль [5] граничний опір визначають як навантаження, під впливом якого осідання палі дорівнює одній п'ятій від граничного значення середнього осідання фундаменту проектованої будівлі, але не більше 40 мм. При наявності достовірної теоретичної методики визначення залежності осідання палі від навантаження такий прийом можна було б застосувати для уточнення несучої здатності палі, визначеної за емпіричними формулами норм [2].

Оскільки головною відмінністю ґрунтоцементних паль від бетонних є значно менша жорсткість ствола, то для побудови залежностей осідання-навантаження обираємо методи розрахунку осідань, які враховують модуль деформації матеріалу ствола палі.

У чинних українських нормах [2] це метод стержня в пружному півпросторі, у російських нормах це метод розрахунку осідань для одиночних паль, регламентований СП 24.13330.2011 [6].

За результатами випробувань та розрахунків будувались графіки осідання-навантаження для всіх дослідних паль.

На рис. 1 наведені результати розрахунку осідань за методикою українських норм [2] у порівнянні з результатами натурних випробувань для майданчику 1.

На рис. 2 наведені результати розрахунку осідань за методикою російських норм [39] у порівнянні з результатами натурних випробувань для майданчику 1.



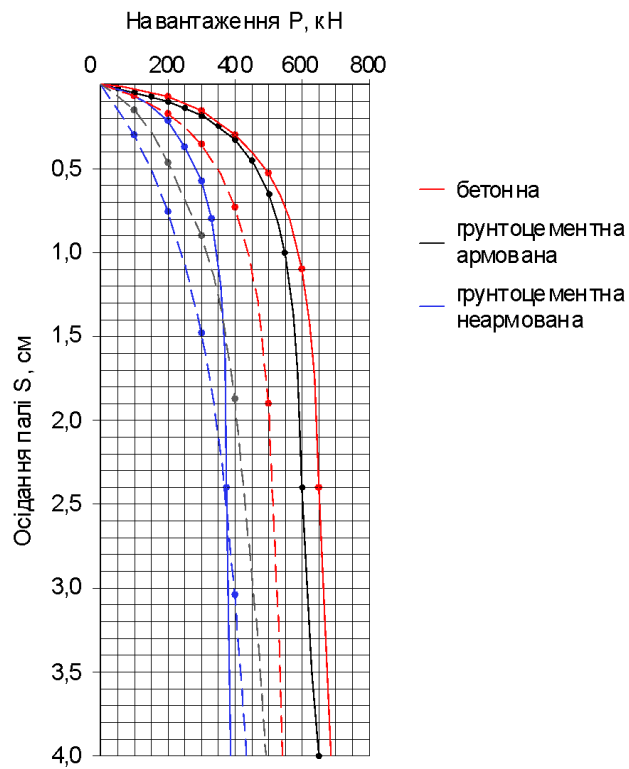


Рис. 1 - Залежність осідання – навантаження для дослідних палей майданчику №1 (з використанням методики українських норм [2]): суцільні лінії – результати натурних випробувань; пунктирні лінії – результати розрахунку за нормами

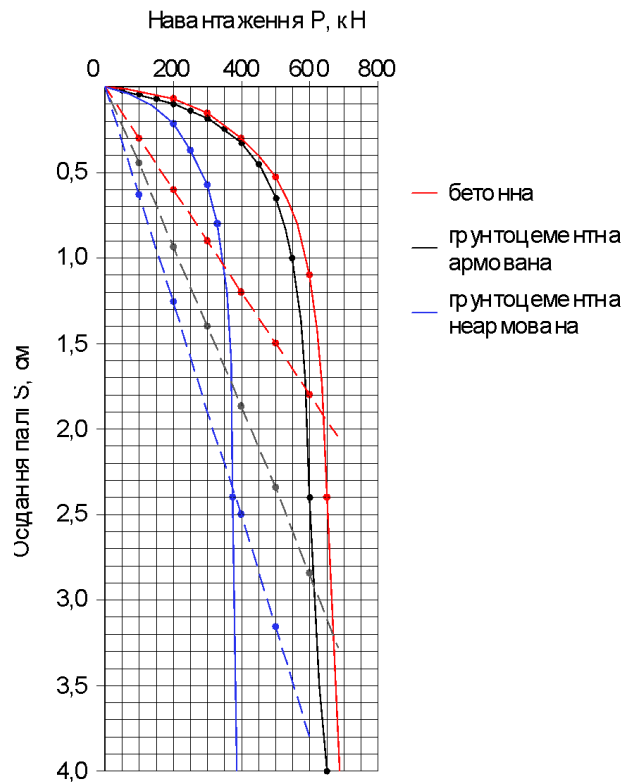


Рис. 2 - Залежність осідання – навантаження для дослідних палей майданчику №1 (з використанням методики російських норм [6]): суцільні лінії – результати натурних випробувань; пунктирні лінії – результати розрахунку за нормами

З порівняння рис. 1 та 2 видно, що методика переміщення стержня в пружному півпросторі, яка враховує нелінійний характер деформацій основи палі за межами межі пропорційності, при розрахунках осідання паль має переваги у порівнянні з методикою російських норм, заснованою на пружній моделі ґрунту незалежно від прикладеного навантаження. В зв'язку з цим для подальшого аналізу використовувалась методика українських норм.

Розрахунки залежностей осідання - навантаження були виконані і для інших майданчиків, де випробовувались лише неармовані ґрунтоцементні палі. Результати представлені на рис. 3, 4.

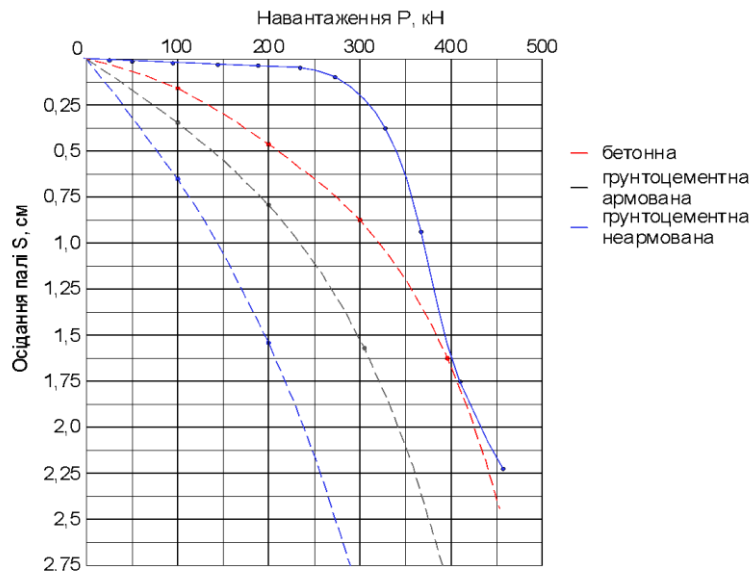


Рис. 3 - Залежність осідання – навантаження для дослідних паль майданчику №2: суцільні лінії – результати натурних випробувань; пунктирні лінії – результати розрахунку за нормами [2]

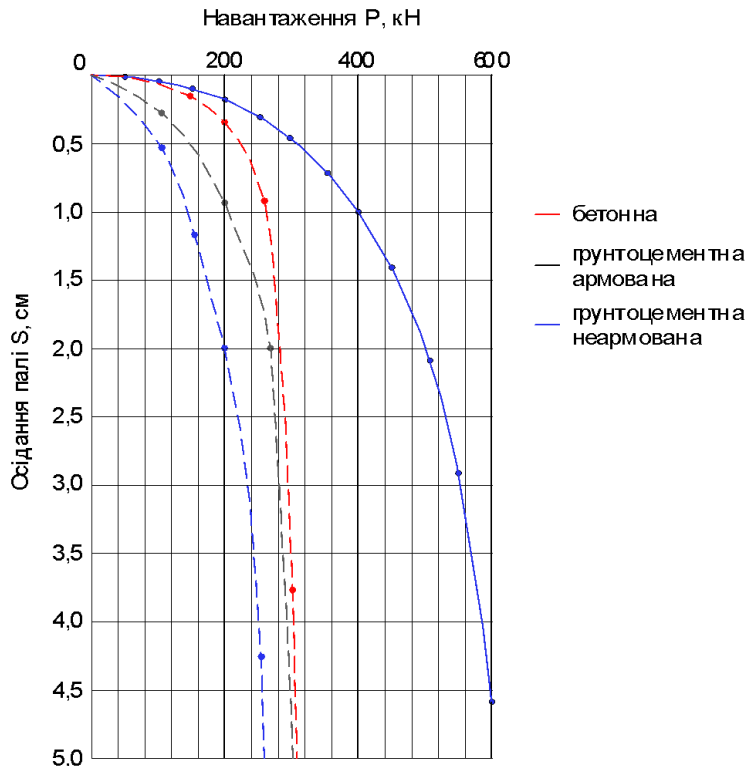


Рис. 4 - Залежність осідання – навантаження для дослідних паль майданчику №3: суцільні лінії – результати натурних випробувань; пунктирні лінії – результати розрахунку за нормами [2]

За результатами виконаних розрахунків був проаналізований вплив відносної жорсткості матеріалу ствола і ґрунту навколо палі на її несучу здатність. В якості показника відносної жорсткості розглядалось співвідношення модуля деформації матеріалу ствола до приведенного модуля деформації ґрунту навколо палі:  $E_{ств}/E_{гр.}$ . Для ґрунтоцементних паль без армування цей параметр знаходиться в межах 25-100, для армованих ґрунтоцементних паль – 100-150, для бетонних паль – 2000-4000.

Навантаження, яке може витримати конкретна паля за аналізом залежностей осідання – навантаження, визначалося при досягненні межі осідання  $s = 20$  мм.

На рис. 5 наведена залежність несучої здатності паль від відносної жорсткості  $E_{ств}/E_{гр.}$ .

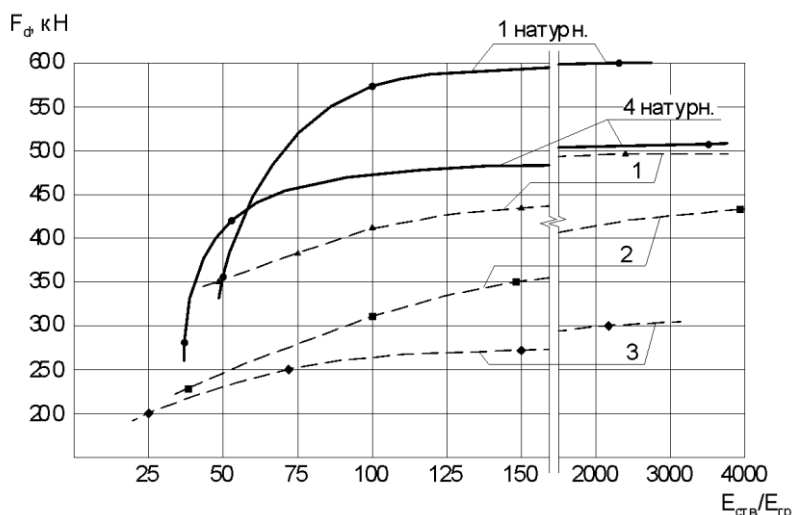


Рис. 5 – Залежність несучої здатності паль від співвідношення модуля деформації палі та оточуючого ґрунту,  $E_{ств}/E_{гр.}$  (цифрами вказані номери дослідних паль за табл. 1). Суцільні лінії – результати натурних випробувань; пунктирні лінії – результати розрахунку за нормами [2]

### Висновок

Виконаний аналіз впливу відносної жорсткості матеріалу ствола ґрунтоцементної палі і ґрунту навколо палі на її несучу здатність. В якості показника відносної жорсткості розглядалось співвідношення модуля деформації матеріалу ствола до приведенного модуля деформації ґрунту навколо палі:  $E_{ств}/E_{гр.}$ . Для ґрунтоцементних паль без армування цей параметр знаходиться в межах 25-100, для армованих ґрунтоцементних паль – 100-150, для бетонних паль – 2000-4000.

Збільшення жорсткості ствола ґрунтоцементної палі за рахунок армування доволі швидко призводить до збільшення її несучої здатності. Подальше зростання жорсткості за рахунок збільшення кількості цементу здійснюється повільно. В зв'язку з цим для використання ґрунтоцементних паль в якості несучих елементів оптимальним є варіант із вмістом цементу у суміші до 15-30% та армуванням ствола.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зоценко М. Л., Винников Ю. Л., Зоценко В. М. Бурові ґрунтоцементні палі, які виготовляються за бурозмішувальним методом: монографія. Харків: «Друкарня Мадрид», 2016. 94 с.
2. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
3. Петраш, Р. В. Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовлені за бурозмішувальною технологією, дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: 05.23.02 / Р.В. Петраш. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 190 с.
4. Зоценко М. Л. Ґрунтоцементні палі, що виготовляються бурозмішувальним методом / Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2013. Вип. 3 (38), т.2 – с. 110 – 122.
5. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 11 с.
6. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты : актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – [Введен в действие с 2011-05-20]. – М.: Минрегион России, 2010. – 86 с.

**Біда Максим Володимирович** — студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [maksbida1608@gmail.com](mailto:maksbida1608@gmail.com)

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com)

**Bida Maksim Volodimirovich**- student of the group B-19m, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [maksbida1608@gmail.com](mailto:maksbida1608@gmail.com)

Supervisor: **Maievskaya Irina Victorivna** - associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com)

## THE CORRELATION BETWEEN ASSESSMENT OF ENVELOPES ENERGY EFFICIENCY BY DIFFERENT MCDA METHODS

Vinnitsia National Technical University

### Abstract

The Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) techniques was proposed in assessment of envelope's energy efficiency potential. There were compared eight types of non-load bearing wall assemblies for commercial building. The best correlation was found in comparison of Grey Relation Analysis method with TOPSIS by Entropy weighting method – 0.962, the worst one was observed in comparison of TOPSIS evaluations techniques (with weights calculated by Analytical Hierarchy Process and Entropy method) – 0.288.

**Keywords:** AHP, GRA, TOPSIS, MCDA methods, energy efficiency potential, assessment. wall assemblies

The huge amount of building materials in modern construction practice forces to make a choice using multi-criteria decision analysis (MCDA) methods [1, 2]. The problem of choice from variety of energy efficient envelope's alternatives is still the challenge [3, 4]. Therefore, in this thesis is conducted the attempt of comprehensive assessment of key thermal performance characteristics as well the cost value of envelopes. Such types of walls are considered in comparison assessment: hempcrete, brick wall + external insulation, cavity wall, autoclaved aerated concrete (AAC) + insulation, strawbale panel, SIP (plywood+ecofiber), hempcrete+straw and energy efficient block. The ISO 13786:2017 [45] determined unsteady state thermal performance characteristic as decrement factor  $f$ , the internal area heat capacity ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ ), the thermal transmittance ( $u$ -value), Savin criterion  $S_a$  [6] which combines the economical, climate and thermal performance parameters of the wall assembly have been taken into consideration as key influence factors. The MCDA assessment of envelope's energy efficiency was conducted by three methods – Analytic Hierarchy Process (AHP) [7], Grey Relation Analysis (GRA) [8, 9] and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method with obtaining of weighting coefficients by AHP and by Entropy method [2]. All of the proposed envelopes were chosen in terms of non-loadbearing energy effective wall types for commercial buildings. The climate conditions (heat-degree days) for numerical modeling were taken as for the First Temperature Zone of Ukraine, in particular for the city of Vinnitsia. The average costs of wall assemblies' material and tariff of energy generation (UAH/kWh) were taken from the appropriate data from Internet resources. The cross sectional compositions of wall types shown below in Fig. 1, Fig. 2.

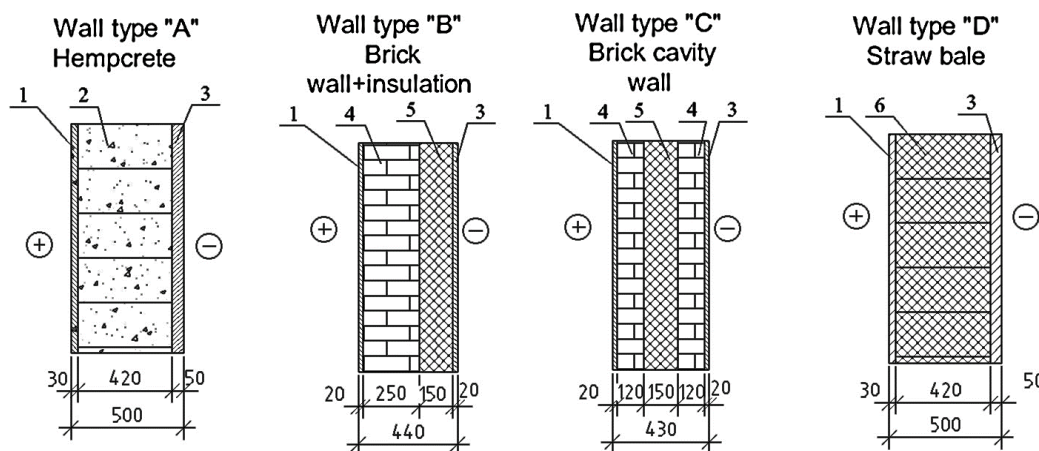


Fig 1. Considered wall types compositions «A»-«D» (1 – internal lime-sand plaster, 2 – hempcrete, 3 – external lime-sand plaster, 4 – honeycomb brick, 5 – mineral wool, 6 – strawbale panel, 7 – autoclaved aerated concrete (AAC), 8 – plywood, 9 – ecofiber)

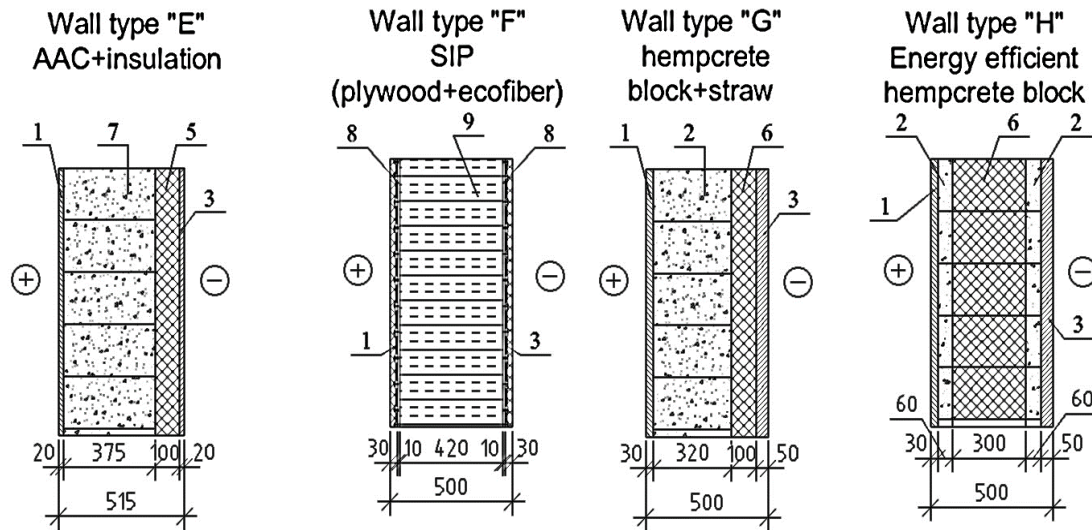


Fig 2. Considered wall types compositions «E»-«H» (1 – internal lime-sand plaster, 2 – hempcrete, 3 – external lime-sand plaster, 4 – honeycomb brick, 5 – mineral wool, 6 – strawbale panel, 7 – autoclaved aerated concrete (AAC), 8 – plywood, 9 – ecofiber)

The basic physic-mechanical and thermal properties of materials presented in Table 1.

Table 1 The thermophysical, physical and economic characteristics of the envelope's material

Building material	The specific heat capacity $c_i$ , J/kgK	The thermal conductivity $\lambda_i$ , W/mK	Density $\rho_i$ , kg/m <sup>3</sup>	The average cost* of material $Q_i$ , €/m <sup>3</sup>
Hempcrete	1700	0.065	350	75.36
Strawbale panel	1675	0.07	80	75.96
Honeybrick (Porotherm 38)	880	0.133	750	118.78
Mineral wool (Rockslab 150 mm)	840	0.0395	26	31.84
AAC (Aerock EcoTerm D300)	840	0.1	300	50.81
Plywood	2400	0.18	600	325.55
Ecofiber	1880	0.06	55	45.22
Lime-sand plaster	840	0.81	1600	36.17

\* - cost of materials assumed on average prices from Ukrainian Internet resources based on exchange rate 1€ = 33.34 UAH.

All of methods allow to arrange the alternatives and could be applied as decision support tools in decision making (DM) process of choosing the best alternative in terms of multi-criteria assessment. For more objective analysis, there resulting integral evaluations of proposed wall assemblies were compared by three MCDA methods – AHP, GRA and TOPSIS (weighting of criteria was performed by AHP and Entropy method).

Calculated values for criteria is presented in Table 2.

Table 2 Predefined Criteria for MCDA assessment of envelopes energy efficiency potential

Wall type	The thermal transmittance of the envelope (u-value), W/m <sup>2</sup> K	The decrement factor, $f$	The internal areal heat capacity of the envelope, kJ/m <sup>2</sup> K	Mass of the wall $m$ , kg/m <sup>2</sup>	Savin criterion, $Sa$	Cost of the wall materials, €/m <sup>2</sup>
Wall type "A" (Hempcrete)	0.1488	0.0067	45.605	275.00	0.732	34.41
Wall type "B" (Brick +insulation)	0.1727	0.0760	43.030	255.40	1.102	34.54
Wall type "C" (Brick cavity wall)	0.2325	0.1708	73.640	499.90	0.335	21.00
Wall type "D" (Strawbale)	0.1598	0.2336	41.769	161.60	1.106	34.66
Wall type "E" (AAC+insulation)	0.1224	0.0673	34.933	180.40	0.853	26.74
Wall type "F" (SIP plywood+ecofiber)	0.1362	0.2541	49.877	131.10	0.879	27.57
Wall type "G" (Hempcrete block+straw)	0.1513	0.0125	45.590	248.00	1.100	34.47
Wall type "H" (Energy efficient hempcrete block)	0.1565	0.1150	46.455	194.00	1.103	34.59

Results of the obtained values is presented as follows in Fig.2.

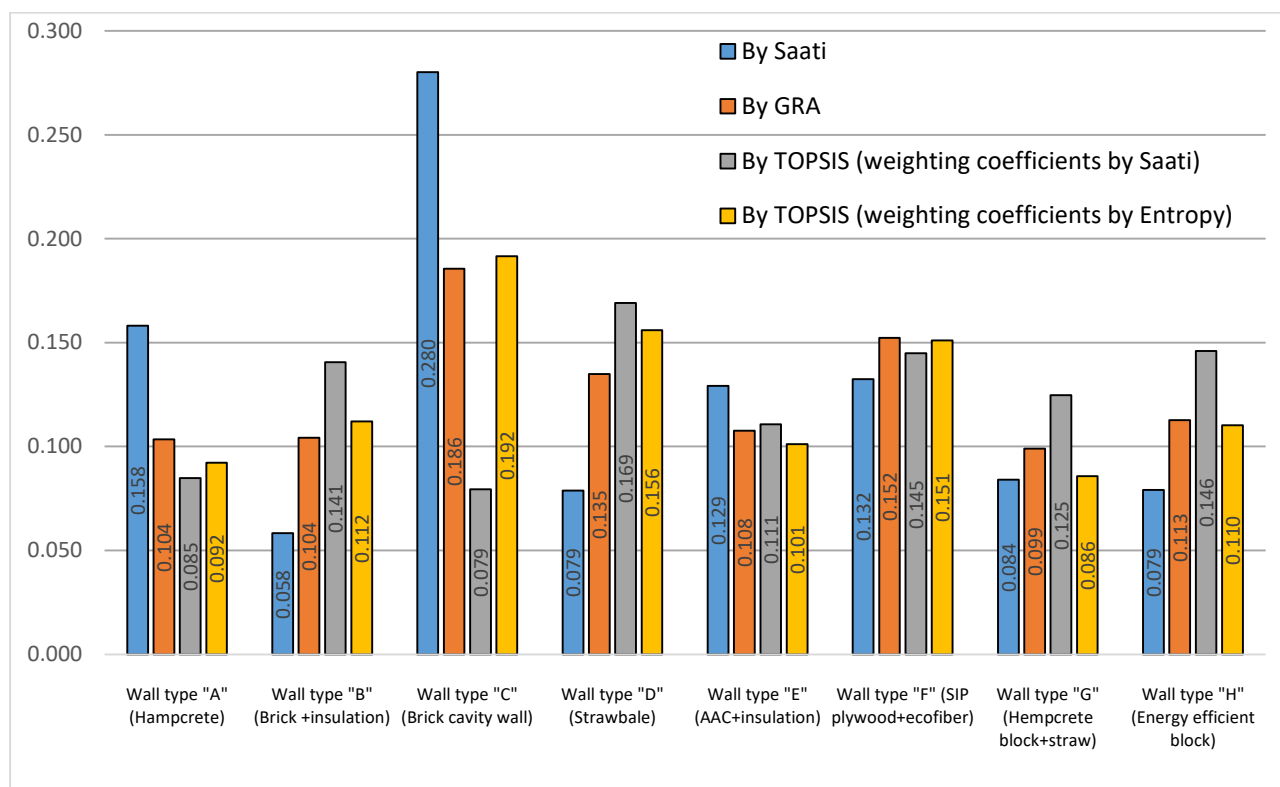


Figure 2. Assessment of energy efficiency for assemblies by different methods

Conducted research has shown, from the one hand, that the best choice isn't obvious by all four MCDA assessment methods, as well that contenders to the best envelope type according to applied MCDA methods are Brick cavity wall (the best rank by AHP, GRA and Topsis based on AHP weights) and Strawbale wall (the best rank by Topsis based on entropy method of criterion weight calculation). The worst assemblies are not identified by majority of compared results of values by MCDA methods. From the other hand the best positive correlation has GRA with Topsis method (weighted by Entropy) -0.962, and the worst correlation has Topsis method performed by two weighting techniques – AHP and Entropy – -0.288 (see table 3).

Table 3 Correlation between MCDA methods of envelopes energy efficiency potential's assessment

Between method	and method	Correlation coefficient
AHP	GRA	0.792
AHP	Topsis (weghts by AHP)	-0.895
AHP	Topsis (weghts by Entropy)	0.658
GRA	Topsis (weghts by AHP)	-0.463
GRA	Topsis (weghts by Entropy)	0.962
Topsis (weghts by AHP)	Topsis (weghts by Entropy)	-0.288

The possible reason for such differences could be explained by evaluation attitude in techniques - AHP is considered as the subjective method with pairwise comparison matrixes, while GRA and Topsis is objective method of comparison.

It is obvious, that the final decision-making in the best alternative choice should be accepted in case of minimal differences between MCDA evaluation techniques.

## REFERENCES

1. Basińska M. The use of multi-criteria optimization to choose solutions for energy-efficient buildings. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences*. 2017. Vol. 65, №. 6. P. 815-826. DOI: 10.1515/bpasts-2017-0084.
2. Wang J. J., Jing Y. Y., Zhang C. F., Zhao J. H. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2009. Vol. 13. №9. P. 2263-2278. DOI: 10.1016/j.rser.2009.06.021.

3. Stazi F. Thermal Inertia in Energy Efficient Building Envelopes. Butterworth-Heinemann, 2017. DOI: 10.1016/B978-0-12-813970-7.00001-7.
4. Biks Y., Ratushnyak G., Ratushnyak, O. Energy performance assessment of envelopes from organic materials. Architecture Civil Engineering Environment. 2019. № 3: P. 55-67. DOI: 0.21307/ACEE-2019-036.
5. ISO 13786:2017. Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65711.html> (Last accessed: 10.10.2020).
6. Savin V. K. Stroitel'naya fizika: energoprenos. energoyeffektivnost. Energoberezheniye (Building Physics: Energy transfer. Energy efficiency. Energy Saving). Moscow: Lazur, 2005. 432 p. (in Russian).
7. Saaty T. L. (Prinyatiye resheniy pri zavisimostyakh i obratnikh svyazyakh: Analiticheskiye seti: per. s angl) (Decision-making with dependencies and inverse connections: Analytical networks: Translated from English). Moscow: LIBROCOM Book House 2009. 360 p. (in Russian).
8. Liu, S., Yang, Y., Forrest, J. Grey data analysis. Singapore: Springer Science+Business Media Singapore, 2017 351 p. DOI: 10.1007/978-981-10-1841-1.
9. Arce M. E. et al. The use of grey-based methods in multi-criteria decision analysis for the evaluation of sustainable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 47. P. 924-932. DOI: 10.1016/j.rser.2015.03.010.

**Aleksishin Kostyantyn O.** — B-19m group Master's student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [kostya\\_aleks@ro.ru](mailto:kostya_aleks@ro.ru)

Supervisor: **Biks Yuriy S.** — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [biksyuriy@gmail.com](mailto:biksyuriy@gmail.com)



# ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Проведено аналіз особливостей ефективних технологій в термомодернізації зовнішніх стін будівель.

**Ключові слова:** будинок, термомодернізації, вакуумно-ізолювана панель .

## Abstract

The analysis of features of effective technologies in thermal modernization of external walls of the builder is carried out.

**Keywords:** house, thermal modernization, vacuum-insulated panel.

## Вступ

Відповідно до чинної Директиви про енергетичну ефективність будівель, усі нові будинки до 31 грудня 2020 року країни ЄС мають бути майже нульовими енергоносіями. Збудовано більшість існуючих будівель до запровадження будь-яких офіційних вимог щодо енергетичних показників, як результат якість будівельного фонду значно нижча від тієї, яка може бути досягнуто сьогодні. Тому їм потрібна відповідна модернізація, тобто вдосконалення існуючих будівельних технічних особливостей будівлі, що повинно призвести перш за все до зменшення попиту на енергію. Ця операція не тільки обмежує втрати тепла та енергію витрати, але також покращує умови експлуатації приміщень у будівлі.

## Основна частина

Привівши економічні розрахунки можна виділити три рівні реконструкцій, які наведені в таблиці 1. Таблиця 1 – Різновид модернізації.

Етапи модернізації	Заходи щодо досягнення бажаного ступеня реновації	Орієнтовна ціна на м <sup>2</sup>
Легкий ремонт	Модернізація або заміна джерела тепла	1200грн
Середній ремонт	Модернізація або заміна джерела тепла разом з заміною вікон і дверей	1700грн
Складний ремонт (комплексна термомодернізація)	Повна або часткова заміна джерел енергії, використання відновлюваних джерел енергії. Заміна центрального опалення, заміна вікон та дверей, утеплення даху й стін, ремонт балконів.	3000грн

В результаті теплової модернізації, проведеної за поточних енергетичних показників норми, кінцеве споживання енергії на опалення, вентиляцію та гарячу воду може бути зменшено приблизно на 25-50%. Найбільшу користь може принести комплексна термомодернізація, але її проведення вимагає високих інвестиційних витрат (таблиця 1). Економія, яку можна досягти, залежить від типу будівлі, періоду будівництва, а також від її попереднього стану. Будівельний фонд ЄС досить неоднорідний.

Традиційними ізоляційними матеріалами є пінополістирол або мінеральна вата, в основному завдяки їх доступності і ціні (нижча за ціну сучасних матеріалів), в таблиці 2 розглянуті загальноживані й сучасні рішення і технології по утепленню зовнішніх стін.

Таблиця 2 – Рішення й технології утеплення.

	Загальноживані технології	Сучасні рішення та технології
Утеплювач	Традиційні ізоляційні матеріали: кам'яна вата, скловата; шлакова вата; пінополістирол та	Сучасні матеріали: пінополіуретан, аерогель, вакуумно-ізолювані панелі - VIP.

	екструдований полістирол; пінополіуретан; вдуті волокна вовни або целюлози;	
Попередньо виготовлені конструкції	Сандвіч-панелі	Збірні фасадні та дахові модулі

Розглянемо детальніше 3-тій тип утеплення – Вакуумно-ізольовані панелі. Вакуумно-ізольована панель (VIP) - це форма теплоізоляції, що складається з газонепроникного корпусу, що оточує твердий сердечник, з якого було виведено повітря. Він забезпечує кращі показники ізоляції, ніж звичайні ізоляційні матеріали, приклад вакуумно-ізольованих панелей зображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Вакуумно-ізольована панель

VIP-панелі складаються з:

- мембранні стінки, що використовуються для запобігання потраплянню повітря на панель;
- панель з жорсткого, високопористого матеріалу, такого як – колоїдний діоксид кремнію, аерогель, перліт або скловолокно, для підтримки стінок мембрани проти атмосферного тиску після викачки повітря.
- Хімічні речовини (відомі як гетери - газоплиначі ) для збору газів, що витікають через мембрану або виділяються з матеріалів мембрани.

Тепловий опір VIP на одиницю товщини дуже вигідний порівняно зі звичайною ізоляцією. Наприклад, стандартна мінеральна вата має теплопровідність  $0,044 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ , [2] а вакуумно-ізольовані панелі приблизно  $0,024 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$  [1].

Однак термічний опір за одиницю ціни набагато менший, ніж у звичайних матеріалів. VIP-панелі важче виготовити, ніж пінополістерол або мінеральні вати, і суворий контроль якості виготовлення мембран та герметичних з'єднань важливий, якщо панель повинна підтримувати свій вакуум протягом тривалого періоду часу. Повітря буде поступово надходити до панелі, і, коли тиск панелі нормалізується з оточуючим повітрям, його значення  $R$  погіршується. Однак такі матеріали, як пінополіуретан, також сприйнятливі до поглинання води та погіршення експлуатаційних характеристик.

Крім того, вироби VIP не можна вирізати по необхідній формі на місці монтажу, оскільки це призведе до руйнування вакууму, а VIP-панелі нестандартних розмірів повинні бути виготовлені на замовлення, що також збільшує вартість. До цього часу ця висока вартість, як правило, не дозволяла VIP-панелям застосовуватися для житлового будівництва, однак їх дуже низька теплопровідність робить їх корисними в ситуаціях, коли або суворі вимоги до ізоляції, або обмеженість простору роблять традиційну ізоляцію недоцільною. Продуктивність VIP також залежить від температури – зі збільшенням температури збільшується провідна та радіаційна передача. Крім того, такі панелі не можуть працювати з температурами значно вищими  $100^\circ \text{C}$  через клей, який використовується для герметизації шва.

## Висновки

Внаслідок дослідження встановлені всі особливості, переваги й недоліки ефективних технологій в термомодернізації зовнішніх стін на прикладі вакуумно-ізолюваних панелей, розрахована коштість кожного рівню модернізації

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Morgan Advanced Materials. Веб-сайт. URL: <https://www.morganthermalceramics.com/en-gb/products/vacuum-insulation-panels-vip/vacupor-vacuum-insulation-panels-vip/> (дата звернення: 01.11.2020)
2. Ратушняк О. Г., Ратушняк Г. О. Управління проектами енергозбереження будівель шляхом термомодернізації: навч. Посіб. Вінниця ВНТУ, 2006. 37 с.

**Зінкевич Віктор Миколайович** – студент гр. Б-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vity0010@gmail.com](mailto:vity0010@gmail.com)

**Бікс Юрій Семенович** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Zinkevich Victor** – student of gr. B-19m, Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vity0010@gmail.com](mailto:vity0010@gmail.com)

**Biks Yuriy** – Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОФНАСТИЛУ В ЯКОСТІ НЕЗЙОМНОЇ ОПАЛУБКИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розроблена методика моделювання напружено деформованого стану сталобетонного перекриття під дією статичного навантаження. Запропоновано два конструктивних варіанти влаштування міжповерхового перекриття по профільованому настилу з різними варіантами анкерування плити перекриття.

**Ключові слова:** перекриття, профільований настил, метал, гофрований лист, стад болти.

### Abstract

A technique for modeling the stress-strain state of a reinforced concrete floor under the action of static load has been developed. Two constructive variants of the device of an interfloor overlapping on the pro-thinned-out flooring with various variants of anchoring of an overlapping plate are offered.

**Key words:** overlapping, profiled flooring, metal, corrugated sheet, stud bolts.

### Вступ

Не зважаючи на тривалий досвід зведення будівель та споруд, питання швидкого будівництва із мінімальним використанням фінансових ресурсів залишається відкритим.

Найбільш поширеними в будівництві залишаються збірні або монолітні міжповерхові перекриття. На ряду із перевагами, вони мають декілька мінусів: затрати часу на зведення монолітного перекриття, зокрема на виконання опалубочних робіт. Тобто актуальною залишається проблема раціоналізації будівництва в питанні влаштування перекриття.

Використання профільного сталевго настилу в якості опалубки для монолітного перекриття дозволяє зменшити витрати праці на влаштування опалубки, в результаті чого можливо знизити вартість будівництва. Використання полегшеного перекриття даного типу дозволяє зменшити навантаження на фундамент споруди, за рахунок чого можливо додатково знизити вартість будівництва.

Основні задачі в області вдосконалення будівельних конструкцій вимагають покращення їх структури, розширення використання ефективних видів прокату, забезпечення економії матеріалів і трудових затрат. Поставлені задачі можуть бути розв'язані шляхом розробки і вдосконалення ефективних конструктивних форм, які відповідають вимогам прогресивних технологій виготовлення та монтажу, вдосконалення методів розрахунку і норм проектування. Застосування комбінованих металевих систем в сумісній роботі з залізобетонною плитою дозволяє зменшити вагу конструкцій при забезпеченні експлуатаційних вимог.

### Результати дослідження

Для оцінки ефективності застосування перекриття по профнастилу було розроблено декілька варіантів його конструктивних схем. Розглянуто:

варіант 1 – перекриття без влаштування стад болтів (рис. 1.а);

варіант 2 – перекриття із влаштуванням стад болтів (рис. 1.б).

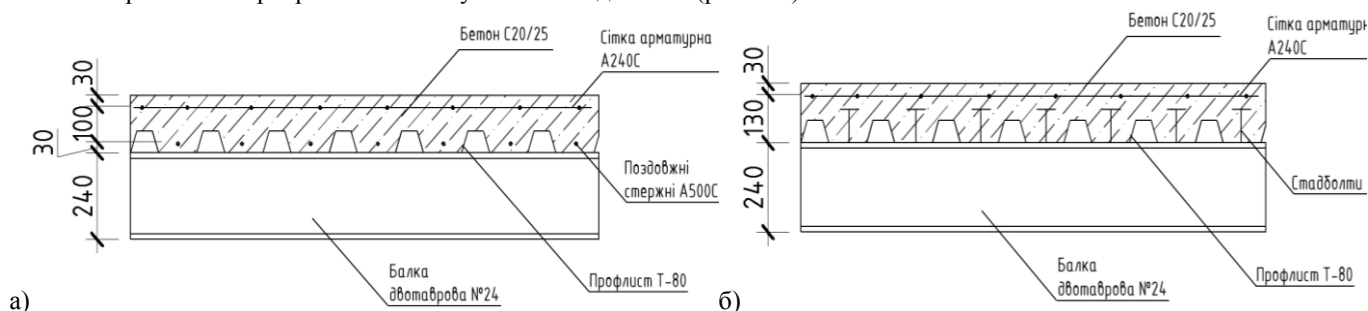


Рис. 1 Конструкція перекриття: а) із застосуванням поздовжніх арматурних стержнів; б) із застосуванням стад болтів.

Розглянемо розрахунок перекриття із застосуванням стад болтів для забезпечення сумісної роботи профнастилу та бетону, розмірами  $27,68 \times 17,35$  м по максимальних габаритах і товщиною 160 мм, бетон С20/25.

Як зовнішня арматура використаний профільований настил Т80, товщиною листа 0,9 мм.

Для моделювання зчеплення СПН з бетоном введено вертикальні зв'язувальні елементи, які за своїми силовими характеристиками відповідають міцності анкерного гвинта.

Спільна робота гофрованого листа з бетоном забезпечується стад болтами, розташованими по всій площі СПН [1]. Плита не закріплена по периметру і опирається лише на поперечні балки, таким чином дана конструкція працює лише в одному напрямку (вздовж гофр профільованого настилу) [2]. Стад болти встановлюються в кожному гофру з кроком 1 м.

Моделі навантажені розрахунковим навантаженням  $9,975 \text{ кН/м}^2$ .

Для аналізу надійності запропонованого варіанту перекриття виконано чисельне моделювання методами скінченних елементів, реалізоване у стандартному програмному комплексі «Лира 9.4», аналіз напружено-деформованого стану виконано згідно з чинними нормами [3].

На рисунках 2, 3, 4 зображено мозаїки напруг по поперечних силах  $Q_x$ ,  $Q_y$ , моменту  $M_{xy}$ , та мозаїку переміщень по  $U_y$ , відповідно, для найбільш не вигідного варіанту сполучення навантажень.

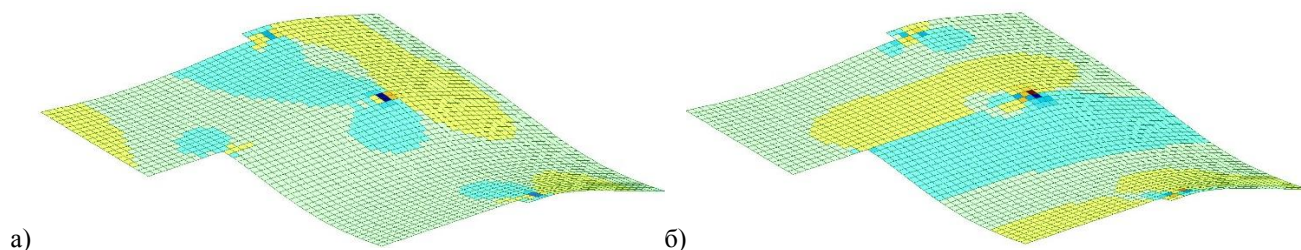


Рис. 2 Поперечна сила від найбільш не вигідної комбінації: а) по осі  $O_x$ ; б) по осі  $O_y$ .

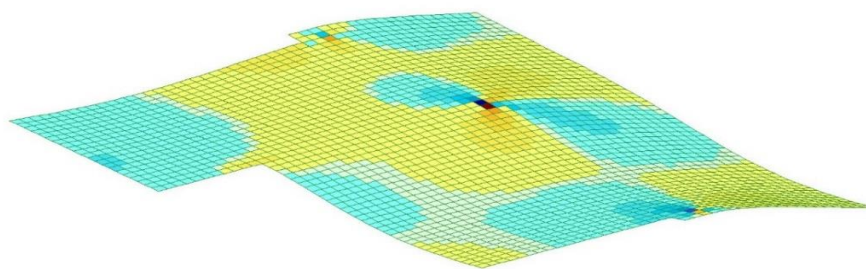


Рис. 3 Моменти  $M_{xy}$  від найбільш не вигідної комбінації

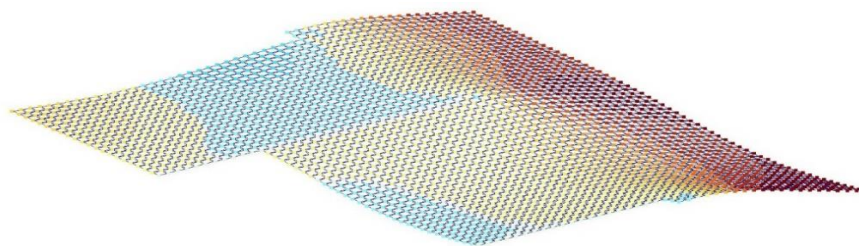


Рис. 4 Мозаїка переміщення від найбільш не вигідної комбінації

Результати аналізу напружено-деформованого стану моделей у варіанті без стад болтів (варіант а) та із ними (варіант б) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Основні результати розрахунку моделі методом скінченних елементів

Показник	Результат	
	Варіант а	Варіант б
Поперечна сила по осі $O_x$ , $\text{кН/м}^2$	38,7	42,1
Поперечна сила по осі $O_y$ , $\text{кН/м}^2$	20,1	23,6
Момент по осі $O_x$ , $\text{кН/м}^2$	37,93	24,6
Момент по осі $O_y$ , $\text{кН/м}^2$	28,41	19,2
Момент по осі $O_{xy}$ , $\text{кН/м}^2$	14,63	8,34
Переміщення по $Z$ , мм	3,28	3,25

## Висновки

- Застосування стад болтів для забезпечення зчеплення профлиста і бетону дозволяє ефективніше використати конструкцію перекриття. Профнастил включається в роботу плити, що забезпечує їй додаткову жорсткість. Одночасно з цим з'являється можливість досягнення економічного ефекту за рахунок зменшення арматурних витрат.
- Доведена надійність конструкції монолітної залізобетонної плити по ПН при влаштуванні її для перекриття.
- При використанні СПН як зовнішньої арматури, досягнуто значного економічного ефекту в результаті зменшення витрат на опалубочні роботи.
- Рекомендується включати профільований настил в роботу перекриття при великих прогонах, за умов необхідного анкерування та вогнезахисту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції з робочим армуванням незнімною опалубкою : монографія. Полтава: АСМІ, 2009, 5 с.
2. Стороженко Л.І., Семко О.В., Сколибог О.В. та ін. Дослідження та впровадження в будівництво сталезалізобетонних згинальних елементів, армованих сталевими листами : Міжвідомчий науково-технічний збірник «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону». Київ : НДІБК, 2007, 342-348 с.
3. Навантаження і впливи. Норми проектування. ДБН В.1.2-2006. [На заміну СНиП 2.01.07-85 (крім розділу 10)]. [Чинний від 2007-01-01] – К. : Мінбуд України, 2006. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

**Копитко Надія Сергіївна** – студентка групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [b15b.kopytko@gmail.com](mailto:b15b.kopytko@gmail.com)

**Масєвська Ірина Вікторівна** - канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com)

Науковий курівник: **Масєвська Ірина Вікторівна** - канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Kopytko Nadiia S.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [b15b.kopytko@gmail.com](mailto:b15b.kopytko@gmail.com)

**Maievska Iryna V.** — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com)

Supervisor: **Maievska Iryna V.** — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

# ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОСТ НАПРУЖЕННЯ КАНАТІВ В БУДІВНИЦТВІ МОСТОВИХ СПОРУД

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Розглянуто технологію пост напруження канатів.*

**Ключові слова:** пост напруження, опори, мостова споруда, анкерна система.

## *Abstract*

*Considered technology of post-tensioning of rope.*

**Keywords:** post-tensioning; structures, bridge structure, anchor system.

## Вступ

Досвід експлуатації мостів у ХХ столітті показав, що збірні залізобетонні прогонові будови мають недостатню довговічність. Збільшення інтенсивності руху та зростання маси транспортних засобів викликає потребу зводити мостові споруди із високоміцних матеріалів та надійних конструкцій. Саме тому в Європі почали використовувати конструкції мостових споруд з пост напруженням арматури.

## Технологія пост напруження канатів

Петрик Ю. М. у своїй праці [1] вказує, що освоєння технології пост напруження є актуальною задачею будівельної галузі України. Для її успішного впровадження в т.ч. необхідно вирішити ряд питань нормативного та технічного характеру. В зарубіжних джерелах технологія напруження монолітних залізобетонних конструкцій, переважно з використанням канатної арматури, відома як «пост напруження» (post-tensioning). Зокрема, така назва застосована в керівному нормативному документі країн Євросоюзу ETAG013 [2], в якому викладені вимоги до елементів, які застосовуються для пост напруження. За останні три десятиріччя будівництво за цією технологією стало займати домінуюче положення в світі.

Основними рисами сучасних систем пост напруження канатів є:

- Компактні кріплення з ливарними блоками, без конічної форми, з більшою кількістю розподільних поверхонь, прорізів з шестиграним корпусом для полегшення їх укладання.
- З'єднувальний конус для нормальних і збільшених проток.
- Обладнання для фронтальної або бічної затірки.
- Більше місця для армування та бетонування зрештою блок.
- Розширені натяжні домкрати з інтегрованою основною областю витягування, найменша і найлегша з доступних [3].

Система пост напруження канатів складається з використання змащених і обтягнутих ниток канатів, впорскуванні цементною затіркою перед натягом. Цементна затірка діє як розпір для ниток канатів, а також мастило та оболонка забезпечують захист пасом від корозії. Пасма піддаються напрузі моностранд-домкратами для зменшення зазору домкрата [4].

В описі до патенту на корисну модель анкерної систему для пост напруження [5] вказується, що в основі принципу пост напруження лежить утримання арматури утримується вільно по місцю, тоді як бетон розміщується навколо неї, запобігаючи проковзуванню або провисанню. Після цього арматуру розтягують за допомогою гідравлічних домкратів і надійно кріплять по місцю. Пост напруження здійснюють прямо на будівельному майданчику на будівельному майданчику.

## Висновки

З розвитком структурного аналізу, конструкції та компонентів пост напруження, зовнішнє пост напруження стало одним із найбільш економічно вигідних, конструктивних та відносно доступних сьогодні методів зміцнення залізобетонних мостових споруд. Він відносно швидко встановлюється, має низький естетичний вплив і може бути запроектований для реконструкції майже всіх типів залізобетонних конструкцій мостів.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрик Ю. М. Оцінка стану використання монолітних залізобетонних перекриттів з напруженням канатної арматури на бетон (пост напруження) у сучасному будівництві України // Науково-технічний, виробничий та інформаційно-аналітичний журнал – 2017 – №5 – с.64-67
2. ETAG 013//GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of POST-TENSIONING KITS FOR PRESTRESSING OF STRUCTURES -2002- B-1040 Brussels
3. ELEMKA S. A. Alga Cable T15 system [Електронний ресурс] / S. A. ELEMKA. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.alga.com.hk/pf/T15.pdf>
4. K MILLER. DEVELOPMENTS IN EXTERNAL POST-TENSIONING SYSTEMS: A CASE STUDY ON THE LEARNINGS FROM MULTIPLE STRUCTURES ACROSS OCEANIA [Електронний ресурс] / K MILLER // The New Zealand Concrete Industry. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [https://cdn.ymaws.com/concretenz.org.nz/resource/resmgr/docs/conf/2016/s5\\_p3.pdf](https://cdn.ymaws.com/concretenz.org.nz/resource/resmgr/docs/conf/2016/s5_p3.pdf).
5. СОРКІН Ф. Л. ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ (54) АНКЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОСТНАПРУЖЕННЯ [Електронний ресурс] / ФЕЛІКС ЛОРЕНС СОРКІН // МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <https://uapatents.com/7-32858-ankerna-sistema-dlya-postnapruzheniya.html>.

**Гончарук Ліза Леонідівна** — студентка групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [lizahoncharuk@gmail.com](mailto:lizahoncharuk@gmail.com)

Науковий керівник: **Метъ Іван Миколайович** — кандидат техн. наук, викладач кафедри будівництва, містобудування та архітектори, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Honcharuk Liza** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [lizahoncharuk@gmail.com](mailto:lizahoncharuk@gmail.com)

Supervisor: **Met Ivan** - Cand. Sc. (Eng), Department of Construction, Architecture and Municipal Economy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [van.met@mail.ru](mailto:van.met@mail.ru)



## ВІДМІННОСТІ РОБОТИ БУРОВИХ ПАЛЬ У СКЛАДІ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Виконане планування експерименту з математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту з бурових паль за допомогою програмного комплексу Plaxis. Передбачається дослідити реалізацію роботи ростверку і паль у складі пальового фундаменту у порівнянні з роботою одиночної палі і ростверку як фундаменту мілкового закладання в залежності від геометричних параметрів фундаменту і виду ґрунтів. Планується також порівняти напружено-деформований стан пальових фундаментів з бурових паль з напружено-деформованим станом пальових фундаментів з забивних паль.*

*Виконана оцінка коректності результатів досліджень роботи бурової палі у ґрунті за допомогою програми Plaxis 3D.*

**Ключові слова:** стовпчастий пальовий фундамент, ростверк, бурова паля, перерозподіл, несуча здатність.

### *Abstract*

The planning of the experiment on mathematical modeling of the columnar pile foundation from drilling piles with the help of Plaxis software package was performed. It is supposed to investigate the realization of the work of the grid and piles as a part of the pile foundation in comparison with the work of the single pile and the grid as the foundation of shallow laying depending on geometrical parameters of the foundation and type of soils. It is also planned to compare the stress-strain state of pile foundations from drilling piles with the stress-strain state of pile foundations from driven piles.

An assessment of the correctness of the results of research on the operation of the drilling pile in the soil using the program Plaxis 3D.

**Keywords:** columnar pile foundation, grid, drilling pile, redistribution, bearing capacity.

### **Вступ**

Несуча здатність бурових, а особливо буроін'єкційних паль часто перевищує значення, визначене за рекомендаціями норм [1].

Аналіз попередніх досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальових фундаментів з забивних паль з низьким ростверком показав, що [2 - 7]:

- несуча здатність паль в групі може суттєво відрізнятись від несучої здатності одиночної палі (кущовий ефект). Кущовий ефект може бути як позитивним (несуча здатність групи паль більше за суму несучих здатностей одиночних паль), так і негативним (несуча здатність групи паль менше за суму несучих здатностей одиночних паль). Цей ефект залежить від відстані між палями, довжини паль та виду ґрунту. Відзначається, що для піщаних ґрунтів кущовий ефект позитивний .

- частина зовнішнього навантаження передається ґрунту основи через підшву ростверку;

- при зміні кількості, кроку і довжини паль частина навантаження, що сприймається ростверком, змінюється;

- наявність низького ростверку ускладнює врахування процесу взаємодії паль з ґрунтом, робить поняття "граничної несучої здатності" паль невизначеним. Несуча здатність палі у складі групи може бути не повністю реалізована внаслідок включення у роботу ґрунту під ростверком;

- навантаження між палями групи розподіляється нерівномірно. Цей перерозподіл залежить від геометричних параметрів групи (крок, довжина і кількість паль), жорсткості ростверку, величини навантаження відносно граничного значення.

Аналогічні дослідження практично відсутні для паль, що утворюються з вийманням ґрунту (бурові палі різних видів).

В зв'язку з цим необхідно дослідження сумісної роботи елементів пальового фундаменту з бурових паль. Для досягнення поставленої в роботі мети, необхідно вирішити наступні задачі:

- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружно-пластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан систем «ростверк – бурові палі – основа»;
- виявити вплив фізико-механічних характеристик основи та роль геометричних параметрів пальових фундаментів на частку несучої здатності ростверку у складі пальових фундаментів з бурових палей при моделюванні методом скінчених елементів;
- виявити вплив способу влаштування палей (палі, що влаштовані з вийманням та без виймання ґрунту) на частку навантаження, що сприймає ростверк у складі пальового фундаменту, при моделюванні методом скінчених елементів;
- виявити вплив способу влаштування палей (палі, що влаштовані з вийманням та без виймання ґрунту) на реалізацію несучої здатності палей у складі пальового фундаменту, при моделюванні методом скінчених елементів;
- розробити адекватну інженерну методику визначення допустимого навантаження на пальовий фундамент з бурових палей із врахуванням сумісної роботи його елементів з основою.

### Результати дослідження

Основним методом визначення розподілу зусиль між елементами пальового фундаменту є чисельне моделювання пальових фундаментів з врахуванням моделі ґрунту, яка б адекватно відображала б взаємодію основи і конструктивних елементів пальового фундаменту під навантаженням.

Для математичного моделювання роботи пальового фундаменту обрано програмний продукт Plaxis 3D, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів.

Для оцінки коректності результатів досліджень за допомогою програми Plaxis 3D було виконано моделювання роботи одиничної бурової палі та порівняння отриманого графіку із натурними випробуваннями.

Бурова паля  $d = 0,62$  м,  $l = 16,0$  м (м. Київ, просп. Григоренка, 9а). Паля майже повністю розміщена у піску середньої крупності. Геологічний розріз наведено на рис. 1. Ґрунти будівельного майданчику (фізико-механічні характеристики визначені за даними інженерно-геологічних вишукувань):

1- пісок намивний середнього розміру, середньої щільності ( $0,8$  м)  $\gamma=17,4$  кН/м<sup>3</sup>;  $c_{II}=2$  кПа,  $\varphi_{II}=38^\circ$ ,  $E=45$  МПа;

2- пісок дрібний середньої щільності  $\gamma=16,3$  кН/м<sup>3</sup>;  $c_{II}=2$  кПа,  $\varphi_{II}=32^\circ$ ,  $E=25$  МПа;

3- пісок різнозерний щільний  $\gamma=20,5$  кН/м<sup>3</sup>;  $c_{II}=5$  кПа,  $\varphi_{II}=37^\circ$ ,  $E=50$  МПа;

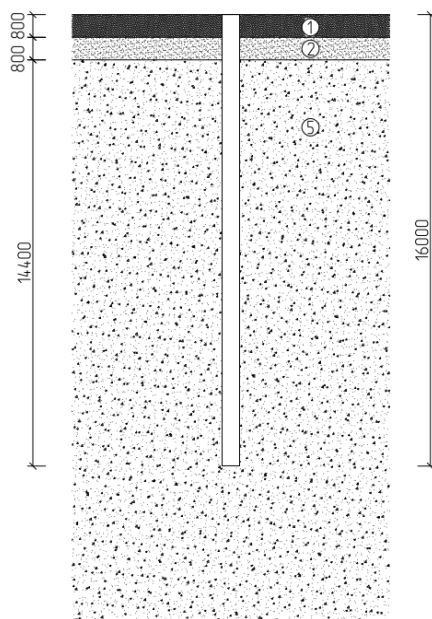


Рис. 1 - Схема розміщення палі в ґрунті

На рис. 2 наведено графіки залежності осідання-навантаження для палі за результатами статичного випробування та моделювання в Plaxis.

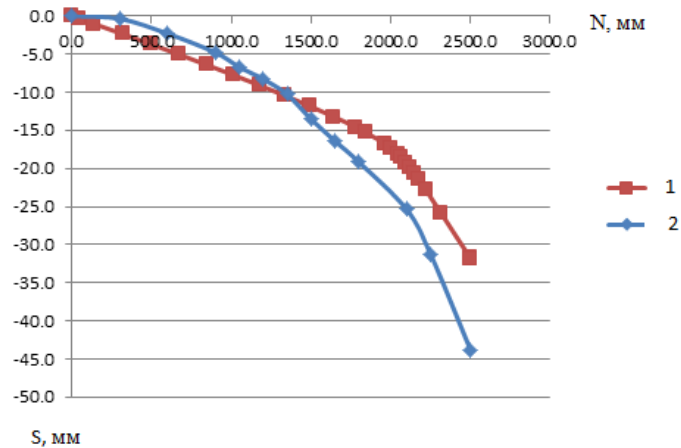


Рис. 2 - Графіки залежності осідання-навантаження для палі: 1 – моделювання в Plaxis, 2 – статичне випробування

Як бачимо з рис. 2 моделювання в Plaxis достатньо адекватно відображує реальну роботу палі під навантаженням.

В подальшому на підставі результатів математичного моделювання планується дослідити реалізацію роботи ростверку і палі у складі пальового фундаменту з бурових палі у порівнянні з роботою одиночної палі і ростверку як фундаменту мілкого закладання в залежності від геометричних параметрів фундаменту і виду ґрунтів.

Крім цього шляхом порівняння результатів аналогічних досліджень для кущів з забивних палі планується з'ясувати відмінність в реалізації несучої здатності палі і ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту для палі, утворених з вийманням та без виймання ґрунту.

*Програма моделювання НДС системи «фундамент – бурові палі - основа» для стовпчастого пальового фундаменту.*

Результатами експериментальних досліджень впливу низького ростверку на роботу пальового фундаменту різних авторів встановлено, що факторами, які впливають на розподіл навантаження між елементами пальового фундаменту, є:

- довжина палі ( $l_i$ ), м;
- розмір поперечного перерізу палі ( $d$ ), м;
- відстань між палями ( $a_i, b_i$ ), м;
- кількість палі у кущі ( $n$ );
- фізико-механічні характеристики ґрунту;
- спосіб влаштування палі.

Для дослідження взаємного впливу палі і ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту з бурових палі необхідно виконати моделювання методом скінчених елементів сумісної роботи ростверку і палі з ґрунтовою основою та окремо роботи палі і ростверку як фундаменту мілкого закладання у програмному комплексі «Plaxis 3D Foundation».

Програма чисельного моделювання напружено-деформованого стану (НДС) системи «фундамент – бурові палі - основа» для стовпчастого пальового фундаменту передбачає:

- створення розрахункової схеми пальового фундаменту під колону з коригуванням довжини і кроку палі;
- прикладання навантаження до розрахункової схеми стовпчастого пальового фундаменту;
- побудова графіків для визначення навантаження, яке сприймає плита ростверку.

При чисельно-математичному моделюванні поведінки плити ростверку і палі під навантаженням були прийняті такі параметри:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель пальового фундаменту під колону – ростверк товщиною 0,5 м та 1,0 м і палі діаметром 0,3 м;
- палі довжиною 3,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- палі довжиною 6,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;

- палі довжиною 9,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- палі довжиною 12,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- величина навантаження, яка сприймається плитою ростверку, розраховується як добуток реактивного опору ґрунту, який знаходиться під подошвою ростверку, на площу ростверку (без врахування площі паль);
- величина навантаження, яка сприймається палями, розраховується як різниця загального навантаження на стовпчастий пальовий фундамент і величини навантаження, яка сприймається плитою ростверку.

Модельні експерименти розділено на такі підгрупи:

I - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній піщаній основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, товщина ростверку 500 мм, програму моделювання наведено в табл. 1.3. Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний,  $\gamma = 18,6$  кН/м<sup>3</sup>,  $e = 0,67$ ,  $c = 2$  кПа,  $\varphi = 32^\circ$ ,  $E = 28$  МПа;

II - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній глинистій основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, товщина ростверку 500 мм, програму моделювання наведено в табл. 1.3. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок,  $\gamma = 18,7$  кН/м<sup>3</sup>,  $c = 23$  кПа,  $\varphi = 21^\circ$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $E = 14$  МПа;

III - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній глинистій основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, **товщина ростверку 1000 мм**, програму моделювання наведено в табл. 1. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок,  $\gamma = 18,7$  кН/м<sup>3</sup>,  $c = 23$  кПа,  $\varphi = 21^\circ$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $E = 14$  МПа;

IV - моделювання сумісної роботи фундаменту і паль зі сталим кроком 3d, довжиною 6 м в однакових ґрунтових умовах та різною кількістю паль. Характеристики однорідного ґрунту: глинистий,  $\gamma = 16,7$  кН/м<sup>3</sup>,  $c = 28$  кПа,  $\varphi = 28^\circ$ ,  $E = 19$  МПа.

Програму моделювання наведено в табл. 2.

V – моделювання роботи одиночних паль різної довжини в різних ґрунтових умовах підгруп I – II;

VI – моделювання роботи ростверку як фундаменту мілкового закладання в різних ґрунтових умовах підгруп I – II.

Таблиця 1 – Програма моделювання сумісної роботи ростверку і бурових паль стовпчастого пального фундаменту для підгруп I – III (додатково варіюються вид ґрунту і жорсткість ростверку)

Група дослідів	Довжина та діаметр паль	Крок і кількість паль
1	L = 3 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
2		5d, 9 шт.
3		7d, 9 шт.
4	L = 6 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
5		5d, 9 шт.
6		7d, 9 шт.
7	L = 9 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
8		5d, 9 шт.
9		7d, 9 шт.
10	L = 12 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
11		5d, 9 шт.
12		7d, 9 шт.

Таблиця 2 – Програма моделювання сумісної роботи ростверку і паль для підгрупи IV

Група дослідів	Довжина та діаметр паль	Крок і кількість паль (n)	Ґрунтові умови
1	L=6 м, d=0,3 м	3d, 9 шт	$\gamma = 16,7$ кН/м <sup>3</sup> , $c = 28$ кПа, $\varphi = 28^\circ$ , $E = 19$ МПа
2	L=6 м, d=0,3 м	3d, 16 шт	
3	L=6 м, d=0,3 м	3d, 25 шт	

## Висновки.

Проведення чисельного моделювання дозволить:

- дослідити реалізацію роботи ростверку і паль у складі стовпчастого пальового фундаменту з бурових паль у порівнянні з роботою одиночної палі і ростверку як фундаменту мілкового закладання в залежності від геометричних параметрів фундаменту і виду ґрунтів;
- порівняти напружено-деформований стан пальових фундаментів з бурових паль з напружено-деформованим станом пальових фундаментів з забивних паль.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. Основи та фундаменти споруд. [Чинний від 2012-07-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с.
2. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками: Р 5.01.015.05 – [Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011г.]. – Минск: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24с.
3. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку в кушовому пальовому фундаменті / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2(15). – С.40-47.
4. Бартоломей А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А. А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б. С. Юшков – М., Стройиздат, 1994. – 377 с. – Библиогр.: с. 374.
5. Цимбал С.Й., Карцева С.Л. Методика розрахунку пальових фундаментів з урахуванням роботи ростверку // Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 28, с. 121-130.
6. Малишев О.М. Сумісна робота паль і ростверку у стовпчастому пальовому фундаменті/ О.М. Малишев, С.О. Цимбал, І.В. Маєвська, Н.В. Блащук // Тези регіональної науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців ВНТУ, м. Вінниця, ВНТУ, 2017 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/viewFile/3694/31033103>.
7. Блащук Н.В. Маєвська І.В., Попович М.М. Перерозподіл зусиль між елементами стовпчастого пальового фундаменту/,Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві”, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. – 2018. – №1(24). – С.36-44.

**Колібаба Вадим Вікторович** — студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; E-mail: [vadim.kolibaba929@gmail.com](mailto:vadim.kolibaba929@gmail.com)

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет. E-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com) [maevska@vntu.edu.ua](mailto:maevska@vntu.edu.ua)

Kolibaba Vadym Viktorovych — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Irina V. Mayevska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МСДА

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Багатокритеріальну чисельну оцінку потенціалу енергоефективності огороджувальних конструкцій проведено двома популярними методами – методом аналізу ієрархій (АHP) як суб'єктивним методом оцінювання та методом сірого реляційного аналізу (GRA) як об'єктивним методом. Обидва методи дозволяють упорядкувати альтернативи та можуть бути застосовані як інструменти підтримки прийняття рішень у процесі прийняття рішень при виборі найкращої альтернативи з точки зору багатокритеріальної оцінки. Для більш об'єктивного аналізу, прийнято до уваги різні фізичні та фізико-механічні параметри стінових огороджувальних конструкцій та запропоновано концепція узагальненого показника потенціалу енергоефективності оболонки. В якості критеріїв для дослідження були обрані час теплової інерції, внутрішня питома теплоємність, а також безрозмірний показник теплової інерції  $D$ , загальний термічний опір стін  $R_{tot}$ , маса стіни та вартість матеріалів її шарів.

Проведені дослідження показали, що найкращим типом огороджувальної конструкції стіни з точки зору узагальненого індексу потенціалу енергоефективності є стіна з арболіту та стіна арболіт + солома, майже втричі менший потенціал показала стіна із землєбиту. Стіни з саману(глинобит), чуркобетону та солом'яних панелей мають практично однакове значення узагальненого показника потенціалу енергоефективності. Характерним в аналізі результатів є те, що метод АHP показав більш неоднорідні результати, ніж GRA. Можливою причиною цього є різниця в техніках оцінювання - АHP позиціонується як суб'єктивний метод із парними матрицями порівняння, тоді як GRA вважається об'єктивним методом порівняння.

**Ключові слова:** метод аналізу ієрархій (АHP), сірий реляційний аналіз (GRA), TOPSIS, методи багатокритеріального аналізу (МСДА), оцінка потенціалу енергоефективності, багатошарові стінові конструкції.

### **Abstract**

The multi-criteria numerical assessment of envelope's energy efficiency potential was performed by two popular methods – Analytic Hierarchy Process (AHP) as the subjective weighting method and Grey Relation Analysis (GRA) as the objective weighting method. Both of methods allow to arrange the alternatives and could be applied as decision support tools in decision making (DM) process of choosing the best alternative in terms of multi-criteria assessment. For more objective analysis, by taking into account the variety of physical and physical-mechanical parameters of the wall assembly material, the concept of generalized index of the envelope energy efficiency potential is proposed. As the important criteria for the research were chosen thermal inertia time, internal areal heat capacity, as well dimensionless index of thermal inertia  $D$ , the total thermal resistance of the walls  $R_{tot}$ , mass of the wall assembly and costs of its materials.

Conducted research has shown that the best envelope type in terms of generalized index of energy efficiency potential has the hempcrete wall and hempcrete+straw wall, almost three times smaller has the wall of the earthbags. The walls from adobe, cordwood and strawbale panels have practically the equal value of generalized index of energy efficiency potential. It could be observed that AHP method shown more inhomogeneous results, than GRA. The possible reason for that is the difference in evaluation attitude in techniques - AHP is considered as the subjective method with pairwise comparison matrixes, while GRA is objective method of comparison.

**Keywords:** AHP, GRA, TOPSIS, MCDA methods, energy efficiency potential, assessment. wall assemblies.

## Вступ

Глобальна тенденція енергозбереження, з одного боку, та концепція сталого розвитку, з іншого, дедалі більше стимулює використання багатокритеріальних методів аналізу рішень (MCDA) при прийнятті рішень. Як зазначає Wang et al., [1] “методи MCDA стають все більш популярними ... через багатовимірність цілей сталого розвитку та складність соціально-економічних та біофізичних систем”. Також у цьому контексті використання будівельних матеріалів призводить до підвищеної всебічної відповідальності перед наступними поколіннями. Вибір огорожувальних конструкцій елементів стелі / покриття вимагає одночасного аналізу низки впливових факторів [1-6]. Слід зазначити, що різноманітність різнорозмірних критеріїв, які слід порівнювати, і що є “правильним” критерієм у процесі прийняття рішень, до сьогодні залишається великою проблемою. Оптимальний тип матеріалу стін, їх товщини та типу для сучасного будівництва, який є водночас енергоефективним, дешевим та екологічним, все ще залишається невирішеною проблемою та викликом [8]. Аналогічну думку має Stazi F. [2] "... ідентифікація найкращих рішень залишається відкритою проблемою". В тезах в основному розглянуто теплофізичні параметри огорожувальних конструкцій - при стаціонарному та нестаціонарному режимі: загальний термічний опір  $R_{tot}$  ( $m^2K/Wt$ ), час теплової інерції (годин) за [17], внутрішня поверхнева теплоємність ( $kJ/m^2K$ ) за ISO 13786: 2017 [3], безрозмірний показник теплової інерції  $D$  за ДБН В. 2.6-31 та деякі інші.

## Результати дослідження

Для проведення чисельного дослідження та аналізу авторами було запропоновано безрозмірний узагальнений індекс потенціалу енергоефективності, який дозволяє комплексно оцінити різнорозмірні значення характеристик, що входять до його складу. У даній роботі використовуються теплофізичні, економічні та фізичні параметри. Таким чином, трирівнева ієрархічна модель, згідно з АНР (Saaty, 2009), була побудована для визначення безрозмірного узагальненого індексу потенціалу енергоефективності огорожувальної конструкції (рис. 1).

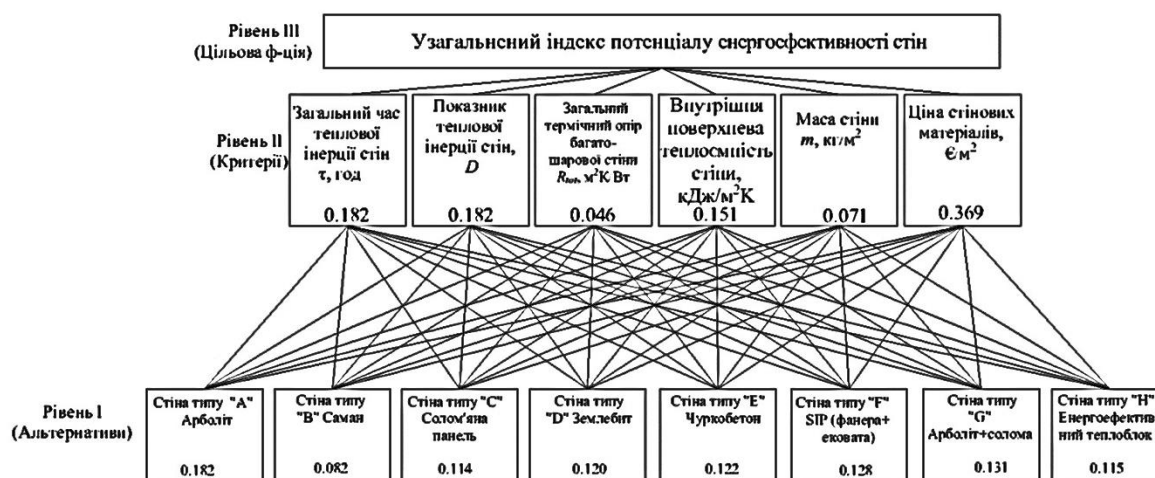


Рис. 1. Ієрархічна модель узагальненого індексу потенціалу енергоефективності огорожувальної конструкції

Порівняння отриманих значень узагальненого показника потенціалу енергоефективності стін, проведений за двома методами MCDA, наведено на рис. 2.

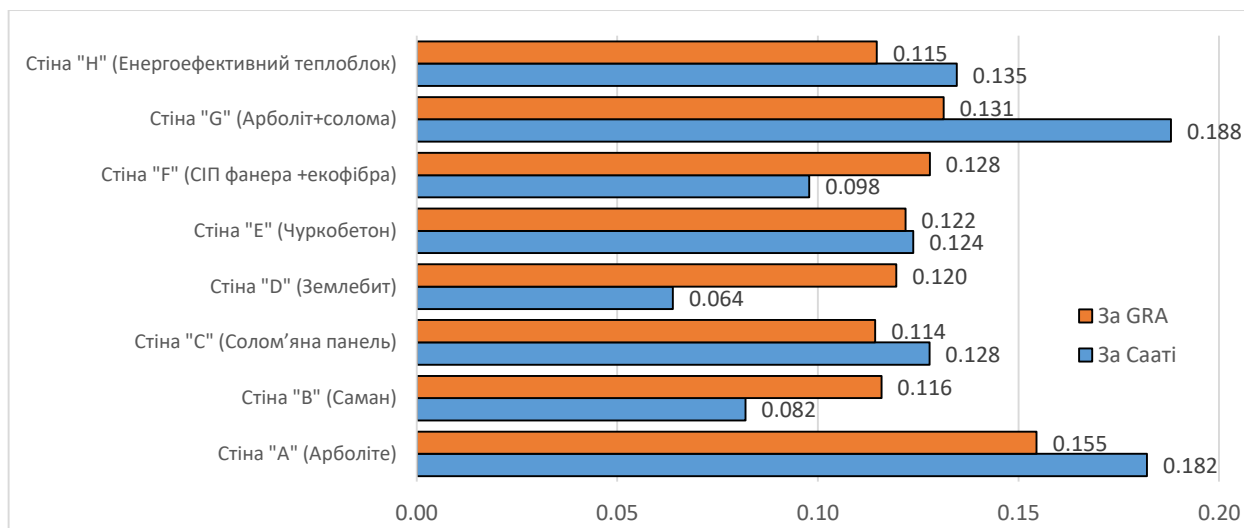


Рис. 2. Узагальнений індекс потенціалу енергоефективності огорожувальної конструкції за методами АНР та GRA

З рис. 2 можна зробити висновок, що метод АНР показав більш неоднорідні результати, ніж GRA. Можливою причиною цього є різниця в самих методах оцінювання - АНР розглядається як суб'єктивний метод, тоді як GRA є об'єктивним методом порівняння.

### Висновки

1. Застосування методів багатокритеріального аналізу (MCDA) є широко популярним у сучасних дослідженнях, що стосуються не до кінця визначених даних у галузі оцінки енергоефективності.

2. АНР-метод оцінки узагальненого індексу потенціалу енергоефективності огорожувальної конструкції показав більш неоднорідні результати, ніж GRA. Можливою причиною цього може бути різниця у ставленні до оцінки у конкретних методах - у АНР це може бути упереджена суб'єктивна оцінка, яка мала місце в матрицях попарного порівняння.

3. Згідно з аналізом результатів, обидві багатокритеріальні методи порівняння продемонстрували найкращі два типи альтернатив стін – арболіт (тип «А») та арболіт + солома (тип «Г»).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wang J. J., Jing Y. Y., Zhang C. F., Zhao J. H. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2009. Vol. 13. №9. P. 2263-2278. doi:10.1016/j.rser.2009.06.021.
2. Stazi F. *Thermal Inertia in Energy Efficient Building Envelopes*. Butterworth-Heinemann, 2017. doi: 10.1016/B978-0-12-813970-7.00001-7.
3. Bläsi W. *Bauphysik. Bibliothek des technischen Wissens*. 3 Auflage. Naan: Verlag Europa Lehrmittel, 2001. 536 p.
4. Табунчиков Ю. А., Бродяч М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий: монография. Москва: АВОК, 2012. 204 с.
5. Shimray B. A., Singh, K. M., Mehta, R. K. A survey of multi-criteria decision making technique used in renewable energy planning. *International Journal of Computer*. 2017. Vol. 4523. P. 124-140.
6. Фаренюк Г. П. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. Київ: Гамма-Принт, 2009. 137 с.
7. ISO 13786:2017. *Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods*. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65711.html> (дата звернення 20.09.2020).
8. Biks Y., Ratushnyak G., Ratushnyak, O. Energy performance assessment of envelopes from organic materials. *Architecture Civil Engineering Environment*. 2019. № 3: 55-67. doi: 0.21307/ACEE-2019-036.
9. Kheiri F. A review on optimization methods applied in energy-efficient building geometry and envelope design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 92. P. 897-920. doi: 10.1016/j.rser.2018.04.080
10. Liu S., Yang Y., Forrest J. *Grey data analysis*. Springer Singapore. Singapore, 2017. Vol. 10. №1007. P. 978-981.
11. Wang J. J., Jing Y. Y., Zhang C. F., Zhang X. T., Shi G. H. Integrated evaluation of distributed triple-generation systems using improved grey incidence approach. *Energy*. 2008. Vol. 33. № 9. P. 1427-1437. doi: 10.1016/j.energy.2008.04.008.
12. Hopfe C. J., Augenbroe G. L., Hensen J. L. Multi-criteria decision making under uncertainty in building performance assessment. *Building and environment*. 2013. № 69, P. 81-90. doi: 10.1016/j.buildenv.2013.07.019.
13. ДСТУ Б В.2.6. – 189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, Місрєгїон України, 2014. 55 с. (Державний стандарт України).
14. ДСТУ-Н. Б. В. 2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплзасвоєння огорожувальних конструкцій [Чинний від 2014-01-01]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 40 с. (Державний стандарт України).



15. Філоненко О.І., Юрін О.І. Будівельна теплофізика огорожувальних конструкцій будівель: навч. посібник. Полтава: Полтавський національний тех-нічний університет імені Юрія Кондратюка, 2015. 328 с.
16. ДБН В.6 – 31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. Офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 33 с. (Державні будівельні норми).
17. Коршунов О. В., Зуев В. И. Время тепловой инерции термическое сопротивление слоистых стен. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность. 2011. №4(40). С.23–26.
18. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. Москва: К. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.

**Ряполов Павло Сергійович** – магістрант групи Б-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [b15b.ryapolov@gmail.com](mailto:b15b.ryapolov@gmail.com)

Науковий керівник: **Бікс Юрій Семенович** – к.т.н., доцент, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Riapolov Pavlo S.** – B-19m group Master's student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [kostya\\_aleks@ro.ru](mailto:kostya_aleks@ro.ru)

Supervisor: **Biks Yuriy S.** – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

# THE SUSTAINABILITY OF THE BEST ALTERNATIVE WHEN CHANGING THE CRITERIA WEIGHTS IN MCDA ASSESSMENT OF ENVELOPES ENERGY EFFICIENCY POTENTIAL

Vinnitsia National Technical University

## **Abstract**

*The assessment of energy efficient potential of multilayered envelopes was performed by Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) techniques. There were compared eight types of wall assemblies from natural materials: hempcrete, adobe, strawbale panel, earthbag, cordwood, SIP (plywood+ecofiber), hempcrete+straw and energy efficient block. Validation of the best alternative sustainability was calculated by DECERNS MCDA software. Conducted research revealed that the most sensible criteria in weight range of [0.1-0.3] are «cost», «mass» and «u-value». Further analysis of the increasing/decreasing trends in wall assemblies should be conducted to discover the key role of specific criteria weight changing on the priority arrangement of the best wall alternative.*

**Keywords:** TOPSIS, MCDA methods, weighting method, wall assemblies

## **Introduction**

The huge amount of building materials in modern construction practice forces to make a choice using multi-criteria decision analysis (MCDA) methods [1, 2]. The problem of choice from variety of energy efficient envelope's alternatives is still the challenge [3, 4]. From the other hand, in case of uncertain input model data situation, the decision maker has to take into consideration opportunity to change own judgements about criteria weights that affects on the final decision of best alternative choice. Therefore, in this thesis is proposed the attempt of general influence evaluation of criteria weights on the goal function.

Such influence criteria have been taken into consideration as ISO 13786:2017 [5] decrement factor  $f$ , the internal area heat capacity ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ ), the thermal transmittance (u-value), mass and the cost of materials of the wall assembly.

## **Results of the research**

As multilayered envelopes such types of walls were considered into comparison assessment: hempcrete, adobe, strawbale panel, earthbag, cordwood, SIP (plywood+ecofiber), hempcrete+straw and energy efficient block. The MCDA assessment of envelopes energy efficiency potential was conducted by TOPSIS [2] method with predefined weights of criteria by Analytic Hierarchy Process (AHP) [7] and by Entropy method [2]. The cross sectional compositions of wall types shown below in Fig. 1.

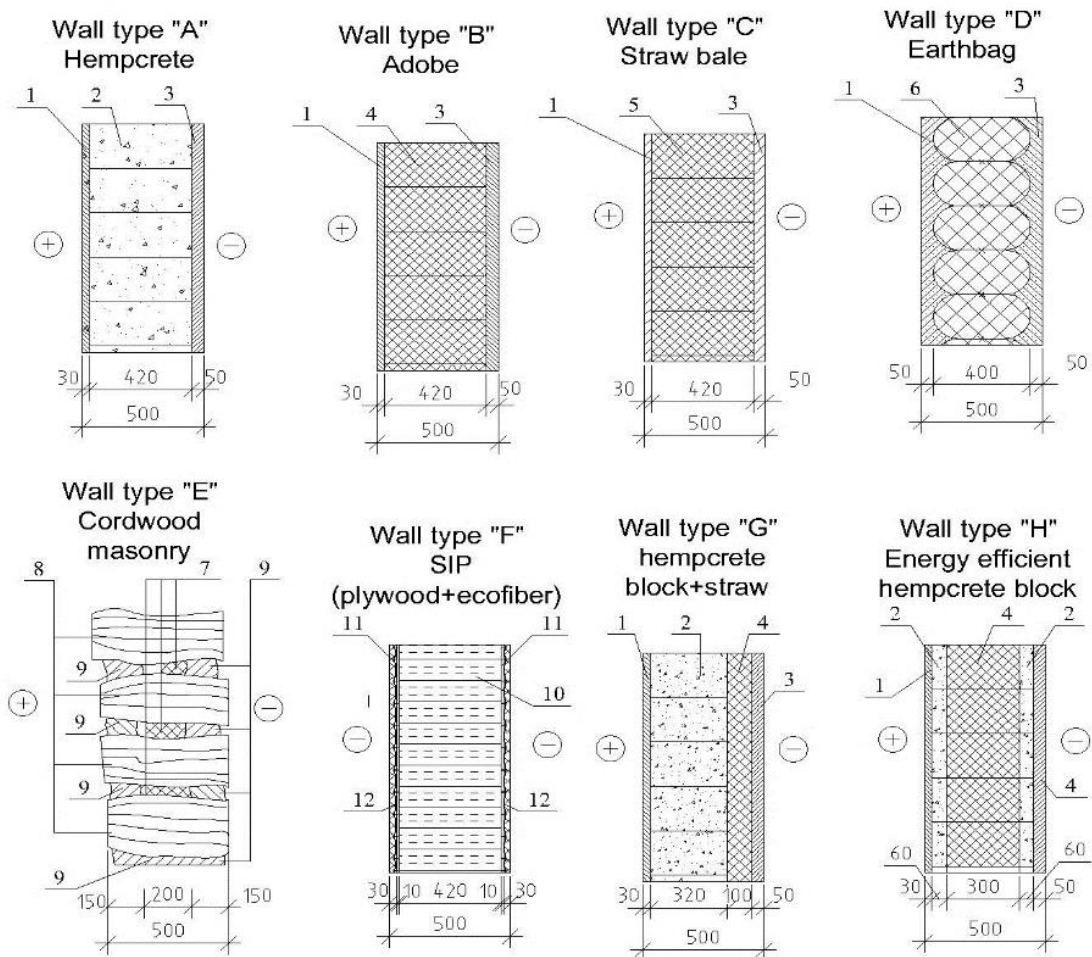


Fig. 1. Cross sectional scheme of considered wall types (1 – internal lime-sand plaster, 2 – hempcrete, 3 – external lime-sand plaster, 4 – adobe, 5 – strawbale panel, 6 – earthbag, 7 – chopped straw as insulator, 8 – cordwood, 9 – lime-sand plaster, 10 – ecofiber, 11 – lime-sand plaster, 12 – plywood)

The model for energy potential assessment by TOPSIS method was performed in DECERNS MSDA [8] software which is presented below (Fig. 2). The weights of criteria calculated according to Entropy method is presented in Fig. 3.

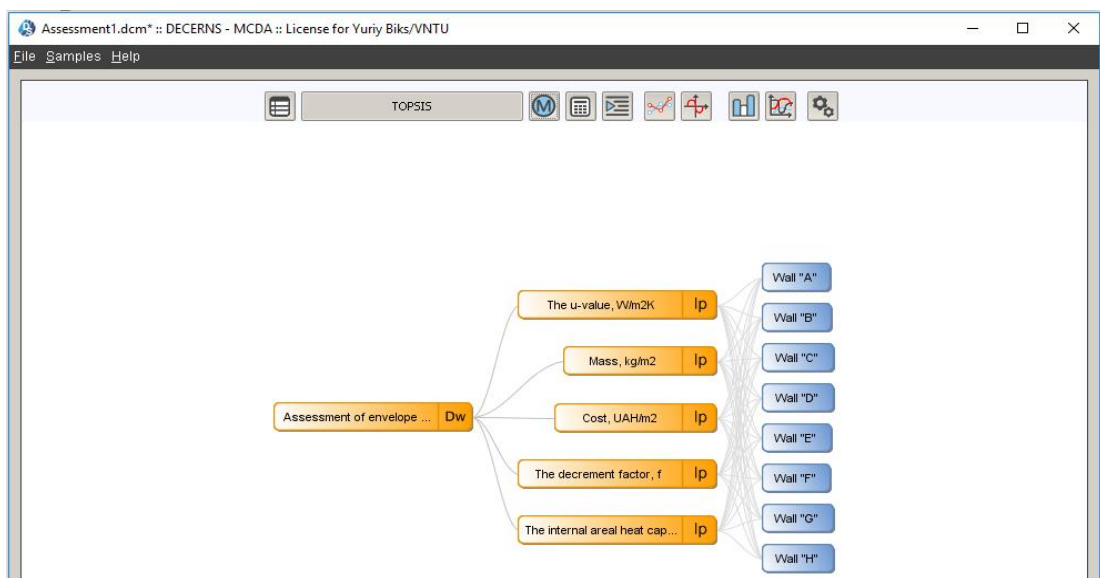


Fig. 2 Model for energy efficiency assessment of multilayered walls

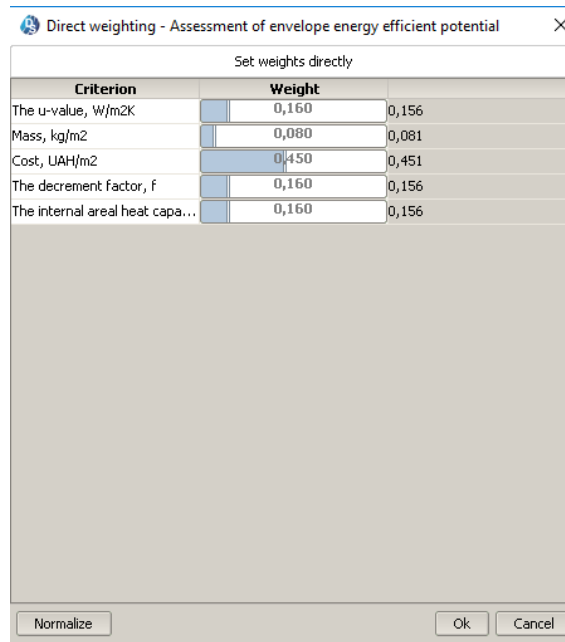


Fig. 3 Initial criteria weights calculated by Entropy method in the proposed model of energy efficiency assessment in DECERNS MCDA window [8]

After the all data been inputted the arrangement of alternatives were as follows in Fig. 4.

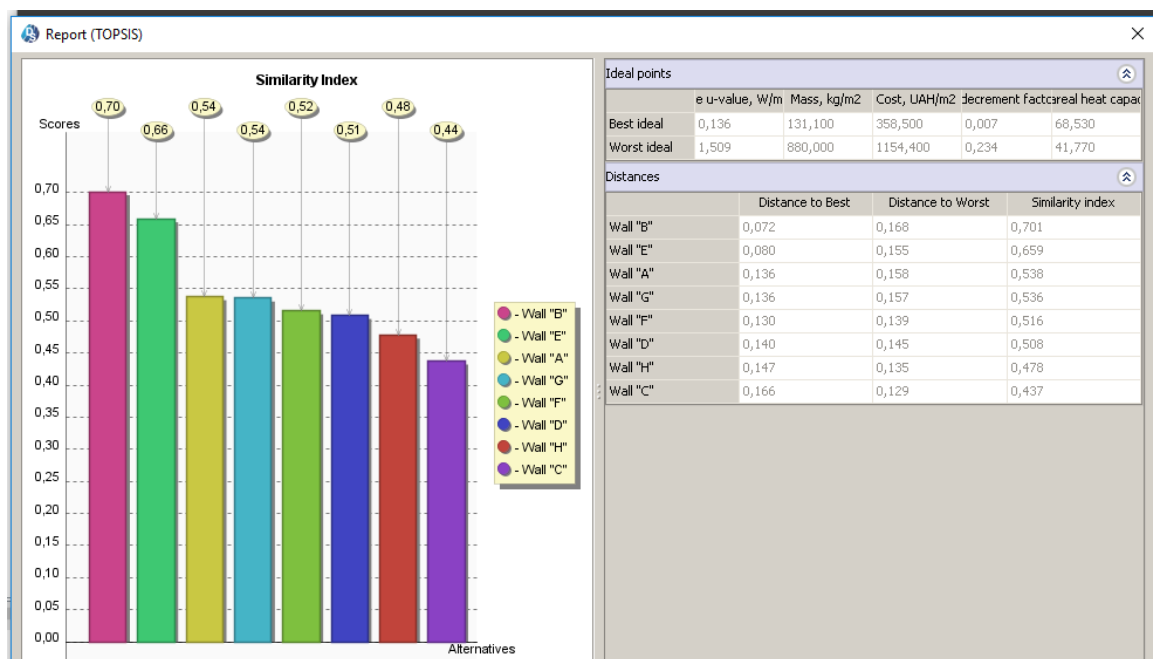


Fig. 3 Energy efficient potential assessment which was calculated by TOPSIS method in DECERNS MCDA [8]

The value of criteria weight can be changed by moving the button on the Weigh Sensitivity window of the program [8]. In the Fig. 4-6 are presented wall assemblies arrangement influenced by the «mass» criteria weights change.

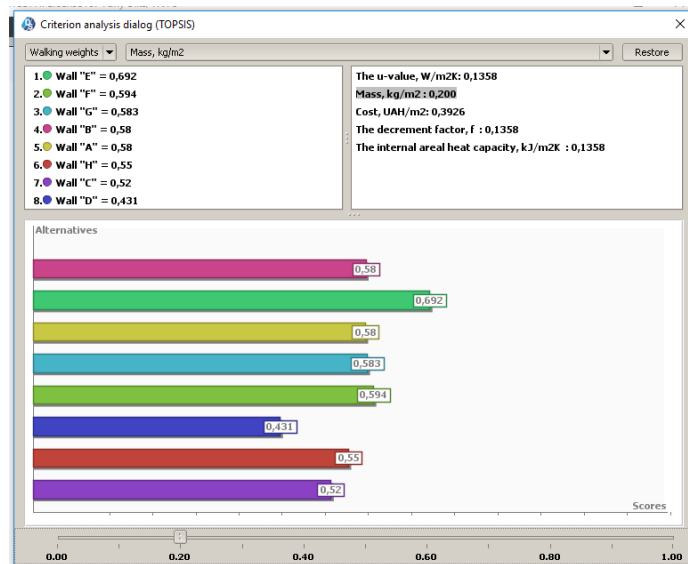


Fig. 4 Difference in priority order of walls due to «mass» criteria weight changed to 0.2 [8]

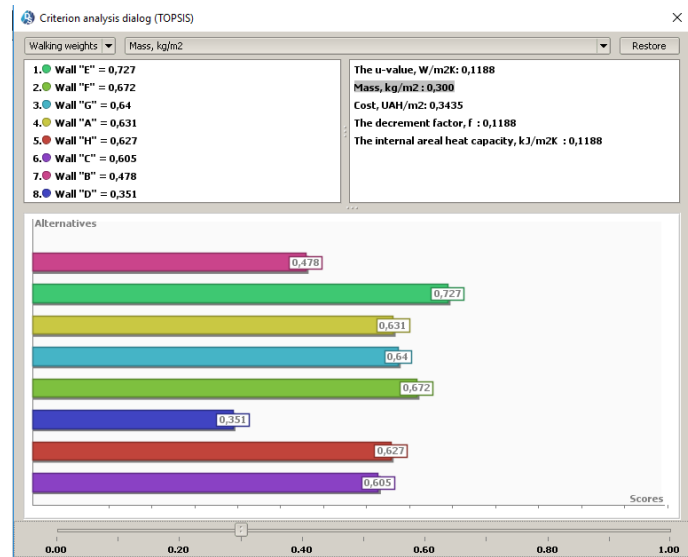


Fig. 5 Difference in priority order of walls due to «mass» criteria weight changed to 0.3 [8]

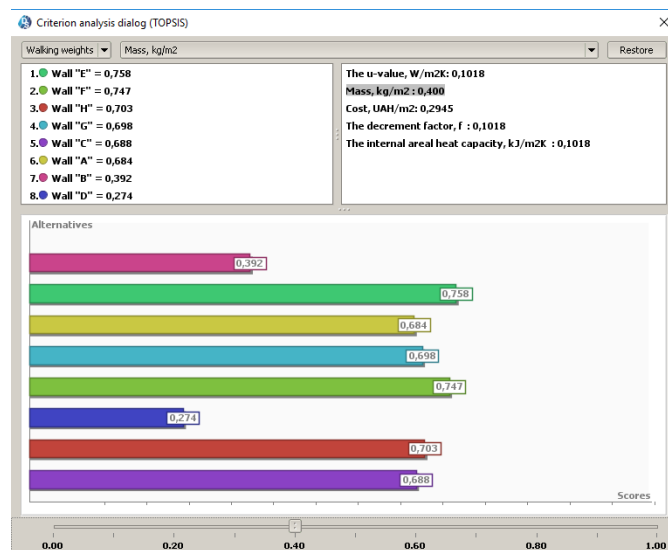


Fig. 6 Difference in priority order of walls due to «mass» criteria weight changed to 0.4 [8]

Conducted research has shown, that the most sensible criteria in range of [0.1-0.3] are «cost», «mass» and «u-value». Further analysis of the increasing/decreasing trends in wall assemblies should be conducted to reveal the key role of specific criteria weight changing on the priority arrangement of the best wall alternative.

### Conclusions

It can be noted that criteria weights play important role in the decision making by MCDA methods such as TOPSIS, AHP and others that use additive goal function. Numerical modelling analysis has shown that massive walls such as Adobe («B» type) and Earthbag («D» type) are strongly sensitive to the «mass» criteria changing.

### REFERENCES

1. Basińska M. The use of multi-criteria optimization to choose solutions for energy-efficient buildings. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences*. 2017. Vol. 65, №. 6. P. 815-826. DOI: 10.1515/bpasts-2017-0084.
2. Wang J. J., Jing Y. Y., Zhang C. F., Zhao J. H. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2009. Vol. 13. №9. P. 2263-2278. DOI: 10.1016/j.rser.2009.06.021.
3. Stazi F. Thermal Inertia in Energy Efficient Building Envelopes. Butterworth-Heinemann, 2017. DOI: 10.1016/B978-0-12-813970-7.00001-7.
4. Biks Y., Ratushnyak G., Ratushnyak, O. Energy performance assessment of envelopes from organic materials. *Architecture Civil Engineering Environment*. 2019. № 3: P. 55-67. DOI: 0.21307/ACEE-2019-036.
5. ISO 13786:2017. Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65711.html> (Last accessed: 10.10.2020).
6. Savin V. K. *Stroitel'naya fizika: energoprenos. energoye effektivnost. Energoberezheniye (Building Physics: Energy transfer. Energy efficiency. Energy Saving)*. Moscow: Lazur, 2005. 432 p. (in Russian).
7. Saaty T. L. (*Prinyatiye resheniy pri zavisimostyakh i obratnikh svyazyakh: Analiticheskiye seti: per. s angl*) (Decision-making with dependencies and inverse connections: Analytical networks: Translated from English). Moscow: LIBROCOM Book House 2009. 360 p. (in Russian).
8. DECERNS MCDA. URL: <http://decerns.com/mcda.html> (Last accessed: 18.10.2020).

**Biks Yuriy S.** — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [biksyuriy@gmail.com](mailto:biksyuriy@gmail.com)

**Ratushnyak Olga G.** – PhD, Associate Professor, Department Of Enterprise Economics and Production Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПАЛІ НА ЇЇ ОПІР ЗА МГЕ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація** Кошторисна вартість будівництва фундаментів сягає біля 40% загальної кошторисної вартості будівлі. В промисловому та цивільному будівництві України завдяки її геологічним умовам доцільно застосовування пірамідальних палей та особливості їх взаємодії з підвалинами та теоретичні методи розрахунку вивчені недостатньо. Тому тема дослідження НДС раціональних пірамідальних палей є актуальною.

**Ключові слова:** кошторисна вартість, фундамент, НДС, пірамідальна паля.

**Abstract** The estimated cost of construction of foundations reaches about 40% of the total estimated cost of the building. In the industrial and civil construction of Ukraine due to its geological conditions it is advisable to use pyramidal piles and the peculiarities of their interaction with the foundations and theoretical methods of calculation are insufficiently studied. Therefore, the topic of VAT research of rational pyramidal piles is relevant.

**Key words:** estimated cost, foundation, TDS, pyramidal pile.

### Вступ

В роботі проведені числові дослідження за МГЕ по визначенню НДС та несучої спроможності пірамідальних палей, яким властивий опір навантаженням при рівних осіданнях [3] в 1.6 раз більший ніж призматичним палям рівного об'єму. Пірамідальні палі в порівнянні з призматичними мають підвищену несучу спроможність обумовлену збільшенням ущільненої ділянки навколо пірамідальних палей в верхній її частині. Працюючи під навантаженням в розпір пірамідальні палі передають нормальний тиск від навантаження на цей ущільнений об'єм ґрунту лише боковими гранями [3], рис. 1.

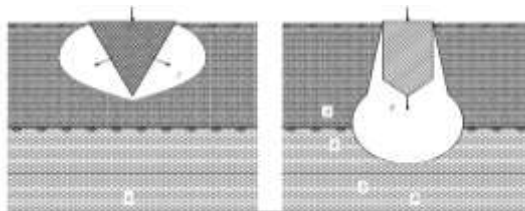


Рис. 1. Схема сумісної роботи пірамідальної (а) та призматичної (б) палей з їх основами: 1 – зона ущільнення і деформації; 2 – зона деформації; 3 – пісок; 4 – торф з мулом

Розміри пірамідальної палі – глибина заглиблення  $L=2$  м., розмір в голові палі –  $80 \times 80$  см., розміри в підшві –  $5 \times 5$  см.

Головною особливістю пірамідальних палей є те, що навантаження від палей не передається на ґрунт, що залягає нижче її підшви, а врівноважується в межах об'єму ущільненої зони ґрунту, що розташовується навколо бокових граней пірамідальної палі, а палі призматичної форми передають навантаження на ґрунт, який залягає нижче її підшви, рис. 1.

Фізико-механічні характеристики ґрунтової основи (пісок) [3]:

$$\rho = 1.88 \text{ т/м}^3, \quad \rho_{\text{dry}} = 1.49 \text{ т/м}^3, \quad w = 0.26, \quad w_p = 0.25, \quad w_L = 0.54, \quad e = 0.84,$$

$$S_r = 0.86, \quad E = 18 \text{ МПа}, \quad \varphi = 21^\circ, \quad c = 26 \text{ КПа}, \quad \varepsilon_{\text{sw}} = 0.08, \quad p_{\text{sw}} = 650 \text{ КПа},$$

$$\rho_s = 2.66 \text{ г/см}^3, \quad \nu = 0.3$$

Числові дослідження роботи пірамідальної палі проведено за числовим МГЕ.

МГЕ використовує лише поверхневу дискретизацію дослідного об'єкту, тому для тривимірних задач фундаментобудування цей метод більш ефективний.

Для розв'язання поставленої задачі використано класичні методи теорії пружності (при визначенні НДС основи), фундаментальні рішення Р. Міндліна для півпростору (для компоновки ядер розрахункового інтегрального рівняння МГЕ), прямий метод граничних елементів (для отримання числового розв'язку розрахункового інтегрального рівняння ()), двовимірні квадратури Гаусса (при інтегруванні дискретних трикутних осередків активної зони основи).

Схему дискретизації бокової поверхні, вістря пірамідальної палі, розміри та дискретизацію активної зони ґрунтової основи, в рамках якої розвиваються деформації ущільнення за розрахунок зменшення об'єму пор ґрунту під дією ефективного зовнішнього тиску, наведено на рис. 2.

В визначальному рівнянні МГЕ використано інтегральний синтез рівнянь рівноваги, геометричних та фізичних рівнянь. Таким чином, поведінка ґрунту під навантаженням описувалась інтегральним рівнянням, отриманим К. Бреббія:

$$c_{ij}u_j + \int_{\Gamma} p^*_{ij}u_{ij}d\Gamma = \int_{\Gamma} u^*_{ij}p_{ij}d\Gamma + \int_{\Omega} \sigma^*_{jk}\varepsilon^p_{jk}d\Omega \quad (1)$$

де  $u, p$  – шукані вектори переміщень та напружень на границі фундаментної конструкції; інтеграл по області  $\Omega$  ( $\Omega$  – активна зона навколо фундаментної основи) включає вектор пластичних деформацій  $\varepsilon_p$ ;  $\Gamma$  – границя досліджуваного об'єкта;  $u^*, p^*$  – сингулярні фундаментальні рішення Р. Міндліна, що відповідають одиничним взбурюючим впливам в півпросторі.

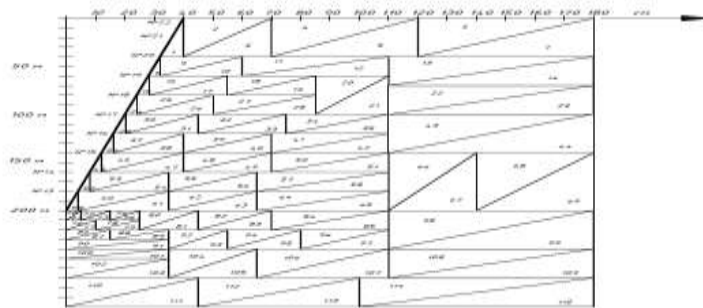


Рис. 2. Схема дискретизації бокової поверхні та активної зони пірамідальної палі

Для оцінки приходу граничного стану (початку порушення рівноваги між частинками ґрунту і його агрегатами, перехід ґрунту в стан пластичної течії) використано октаедричну теорію міцності та критерій текучості Мізера-Шлейхера-Боткіна:

$$\tau_{окт} = f(\sigma_{окт}); \quad f(\sigma_{окт}, \tau_{окт}) = 0 \quad (2)$$

Основою числової реалізації МГЕ є перехід від функціонального інтегрального співвідношення (1) до його алгебраїчного аналога - системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

В роботі замість вимоги ортогональності вектора приросту пластичних деформацій ґрунтової основи  $d\varepsilon_{ij}^p$  до поверхні пластичності  $f$  використано неасоційований закон пластичної течії:

$$d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{dF}{d\sigma_{ij}}, \quad F \neq f \quad (3)$$

та дилатансійні співвідношення В.М. Ніколаєвського, І.П. Бойка [2, 5, 4]:

$$d\varepsilon_{ij}^e = d\varepsilon_{шарове}^p + d\varepsilon_{девіаторне}^p, \quad d\varepsilon_{шарове}^p = \lambda(x)d\gamma^p \quad (4)$$

де  $d\gamma^p$  – скалярна характеристика формозміни, другий інваріант девіатора деформацій  $I_2(D\varepsilon)$ ;  $\lambda(x)$  – коефіцієнт дилатансії.

$$d\varepsilon_{девіаторне}^p = D_{ij}d\lambda \quad (5)$$

де  $D_{ij}$  – девіатор напруг;  $d\lambda$  – скалярний коефіцієнт простого навантаження. В роботі проаналізовано матрицю впливу МГЕ, яка з точки зору будівельної механіки є матрицею піддатливості ґрунтової основи. Як відомо, обернення матриці піддатливості дає матрицю жорсткості.

На рис. 3 показано динаміку розвитку деформацій ґрунту в ущільнені зоні від дії зовнішнього вертикального (гравітаційного) навантаження.



Залежність між  $S=f(P)$  на початку пропорційна і носить майже лінійний характер, потім при збільшенні навантаження деформацій ґрунту розвиваються в менш ущільненому ґрунті, близькому до границі зони ущільнення. Крива  $S=f(P)$  приймає криволінійний обрис і характеризує закінчення I стадії сумісної роботи пірамідальної палі з ущільненим ґрунтом її основи. Подальше збільшення навантаження викликає переміщення і за її межами, що обумовлює різке збільшення осідань.

Забивні фундаменти при дослідженнях в польових умовах показали, що гранична величина осідання, при якій деформації затухають в об'ємі ущільненої зони ґрунту, рівна 8-12 см.

При осіданні 8 см. величина навантаження (несуча спроможність пірамідальної палі за МГЕ) склала 800 кН.

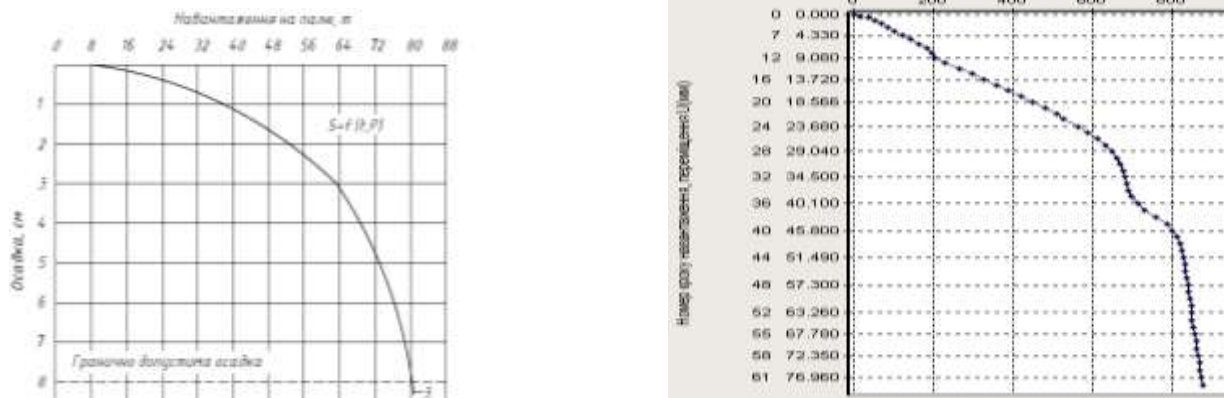


Рис. 3. Результати: а) – експериментальних досліджень [3] та б) – результати числового прогнозу за МГЕ роботи під навантаженням пірамідальної палі [3]

#### Висновки

- Виконано аналіз результатів числових досліджень, проведено співвідношення з експериментальними даними, які отримані безпосередні заміром тиску в ґрунті основи мездозами [3].
- Дістала подальший розвиток математична нелінійна модель прогнозування НДС та несучої спроможності пірамідальних паль від дії вертикальних навантажень шляхом числового моделювання задач пружного півпростору за МГЕ.
- Запропонована методика визначення НДС пірамідальних паль для конкретних ґрунтів і розмірів паль (їх довжини, кута збігу) з метою отримання ефективного проектного рішення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. М.: Мир, 1987.
- 2.Бойко И.П. Теоретические основы проектирования свайных фундаментов на упругопластическом основании / И.П. Бойко, Сб. КИСИ “Основания и фундаменты”. – 1985 – №18, С 11-18.
- 3.Матус Ю.В., Митюшев В.Н., Синявский С.Д., Натурные исследования пирамидальных свай в слое песка подстилаемого мощным слоем ила. Сб. основания и фундаменты ОИСИ, 1987 г. С 48-52.
- 4.Моргун А.С. Теорія пластичної течії в механіці ґрунтів./А.С. Моргун – Вінниця, ВНТУ. – 2013 – 108 С.
- 5.Николаевский В.Н. Современные проблемы механики грунтов // Определяющие механики грунтов // В.Н. Николаевский – М.: Стройиздат. 1975 г. – С. 210-227.

**Моргун Алла Серафимівна** – д.т.н., проф., каф. БМГА Вінницького національного технічного університету; [alla@morgun.com.ua](mailto:alla@morgun.com.ua);

**Меть Іван Миколайович** – к.т.н., доц. каф. БМГА, декан ФБТЕГП Вінницького національного технічного університету;

**Шевченко Ігор Ігорович** – аспірант каф. БМГА Вінницького національного технічного університету;

**Morgun Alla Serafimovna** – doctor of engineering, prof., dept. BMEA of Vinnytsia National Technical University;

**Met Ivan Nikolaevich** - Ph.D., assoc. dept. BMEA, Dean of FBHEGS Vinnytsia National Technical University;

**Shevchenko Ihor Ihorovich** – postgraduate dept. BMEA Vinnytsia National Technical University.

# ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ КОРОТКИМИ ПАЛЯМИ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*У науковій роботі виконано планування математичного моделювання підсилення фундаменту мілкового закладання короткими палями, для подальшого дослідження та розрахунку їх у програмному комплексі Plaxis. Також складено програму фізичного моделювання із подальшим його виконанням у лабораторних умовах.*

**Ключові слова:** короткі палі, підсилення, моделювання, ростверк.

## *Abstract*

*In the scientific work the planning of mathematical modeling of strengthening of the foundation of shallow laying by short piles is carried out, for the further research and their calculation in the Plaxis software complex. The program of physical modeling with its further performance in laboratory conditions is made.*

**Keywords:** short piles, strengthening, modeling, grillage.

## **Вступ**

Нормативами передбачено, що кожна будівля має свій встановлений термін експлуатації. На сьогоднішній день, досить багато будівель та споруд вже вичерпали цей термін і потребують аналізу та перевірки несучої здатності для подальшої безпечної експлуатації. Тому все частіше виникає потреба у підсиленні та реконструкції елементів основ та фундаментів.

У даній роботі передбачено запланувати математичне і фізичне моделювання підсилення фундаментів короткими палями у порівнянні з довгими, для подальшого дослідження та проектування їх у програмному комплексі Plaxis. При моделюванні передбачено запропонувати дослідження з підсилення фундаментів мілкового закладання з варіюванням кроку, довжини та розміщення паль, а також зміною ґрунтових умов, що дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при підсиленні фундаментів.

## **Планування математичного моделювання**

Доволі популярний та вартий подальшого дослідження є напружено-деформований стан системи «палля-ростверк-основа» та «існуючий фундамент – палі підсилення - основа», для дослідження застосовують метод математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим із яких є метод скінченних елементів, який закладено в основу доволі сучасного програмного комплексу «Plaxis 3D Foundation», який широко використовують для розрахунку основ та фундаментів.

Не дивлячись на широке застосування пальових фундаментів і велику кількість досліджень, недостатньо вивченими є ряд факторів, що впливають на несучу здатність і осідання при їх роботі в різних ґрунтових умовах. При математичному моделюванні передбачено дослідити ефективність використання у роботі з підсилення коротких та довгих паль з подальшим їх порівнянням.

Прийнятою початковою експериментальною моделлю є фундамент мілкового закладання висотою 300 мм, шириною 1 м, глибиною закладання 1 м та постійне навантаження, яке задаємо - 200 кН. Модель стрічкового фундаменту зображено на рис 1.

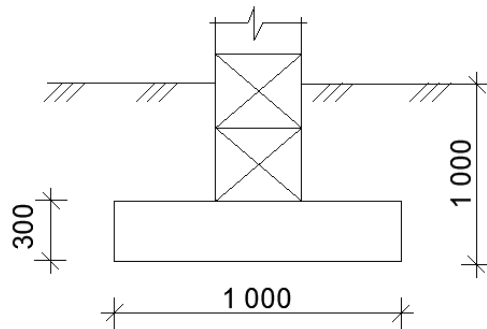


Рис. 1 – Модель стрічкового фундаменту

У першому варіанті плануємо підсилення існуючого фундаменту короткими палями у рівні підшви.

До розрахунку приймаємо такі параметри [1]:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- фундамент, що підсилюють – стрічковий мілкового закладання;
- палі довжиною 1,0 м з кроком 600 та 1200мм;
- палі довжиною 5,0 м з кроком 600 та 1200мм;
- поперечний переріз палі 0,2м x 0,2м;
- висота ростверку – 600 мм;
- ростверк – 2,4 м x 2,4 м;
- характеристики ґрунту: пісок дрібний, щільний  $\gamma = 19,2 \text{ кН/м}^3$ ,  $e = 0,59$ ,  $c = 4 \text{ кПа}$ ,  $\varphi = 31^\circ$ ,

$E = 28 \text{ МПа}$ ;

Графічна модель підсилення фундаменту у рівні підшви зображено на рис. 2.

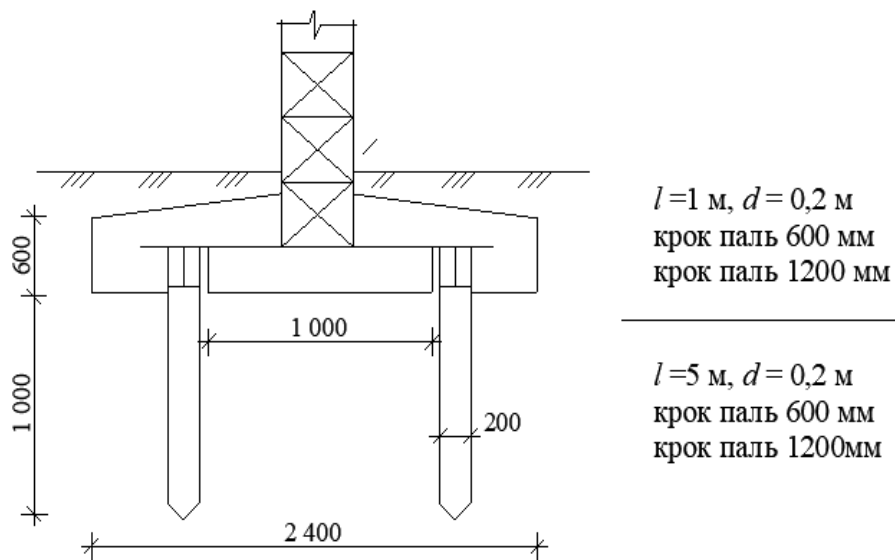


Рис. 2 – Модель підсилення фундаменту у рівні підшви

Також варто розглянути програму моделювання підсилення роботи фундаменту наведену у таблиці 1.

Таблиця 1 – Програма математичного моделювання підсилення роботи фундаменту у рівні підшви

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок паль
1	$L = 1 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	600 мм
2		1200 мм
3	$L = 5 \text{ м}, d = 0,2 \text{ м}$	600 мм
4		1200 мм

У другому варіанті виконуємо підсилення існуючого фундаменту короткими палями без викопування, заглиблюючи палю на 500 мм, такий спосіб доволі гарно мінімізує земляні роботи. Параметри всіх конструктивних та фізичних характеристик залишаємо як і у першому варіанті підсилення. Програма моделювання підсилення фундаменту методом заглиблення відповідна до варіанту моделі у рівні підшви. Модель підсилення фундаменту мілкого закладання із заглибленням на 500 мм зображено на рис. 3.

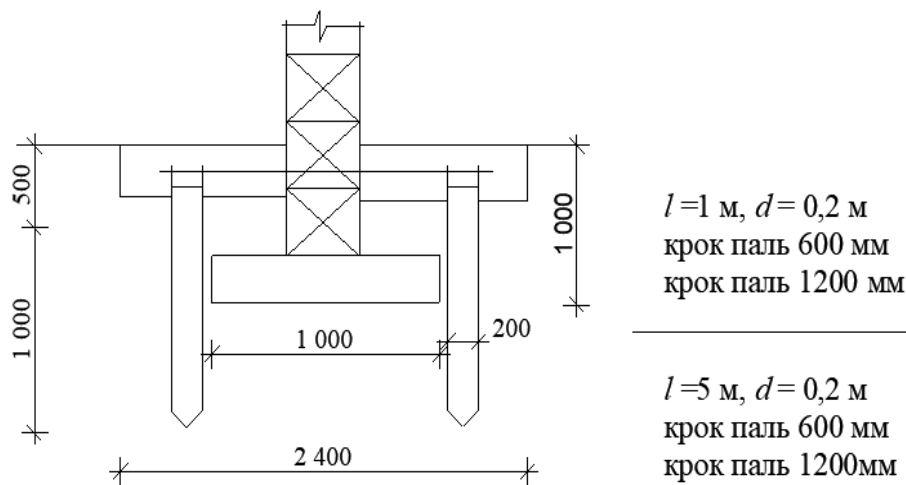


Рис. 3 - Модель підсилення фундаменту методом заглиблення

У третьому варіанті математичного моделювання планується виконати перевірку підсиленого фундаменту як умовного фундаменту мілкого закладання з глибиною закладання в рівні нижніх кінців паль (відповідно 2,0 м та 1,5 м). Ширина умовного фундаменту - 2,4 м, висота 500 мм. Фізико-механічні характеристики приймаємо як у попередніх варіантах. Схема фундаменту мілкого закладання, що моделює умовний фундамент, зображено на рис. 4.

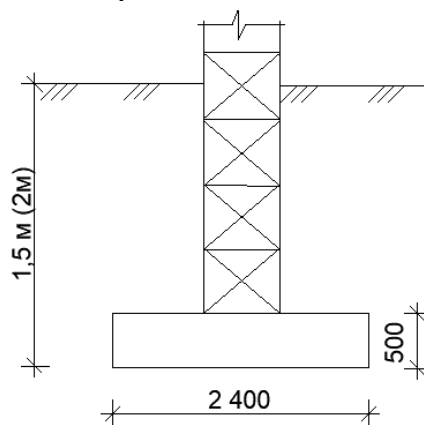


Рис. 4 - Модель підсилення фундаменту методом збільшення глибини закладання

У всіх трьох варіантах підсилення, за мету поставлено перевірити та порівняти чи збігатимуться результати випробувань при однаковому завантаженні.

## Планування фізичного моделювання

У даній роботі з дослідження ефективності використання коротких паль заплановано провести фізичне моделювання на мало масштабних моделях у лабораторних умовах. Фізичне моделювання роботи паливних фундаментів на мало масштабних моделях є найбільш оптимальним і дозволяє одержувати якісну картину, для оцінки сумісної роботи існуючого фундаменту будівлі і паль при його підсиленні, варіюючи при цьому довжиною та кроком паль у поперечному та поздовжньому напрямку[2].

Розмір експериментального лотка 1800x1200x1000 мм. В якості ґрунту для досліду будемо використовувати привозний пісок середньої крупності, щільністю 1,73 г/см<sup>3</sup>. Вологість будемо контролювати методом висушування до сталої ваги, щільність - за способом «ріжучого кільця» [3].

Моделі паль виконаємо з дерева квадратного перерізу 20x20 мм, довжиною 200, 400 мм, а моделі існуючого фундаменту – металеві жорсткі ростверки. Для визначення навантаження, що приходить на кожну палю, виготовимо спеціальні наголовники. В процесі досліджень будуть заміряти деформації і навантаження на кожну палю.

Заплановано виконати три серії дослідів при різному кроці паль у ростверку, а також при змінній довжині паль для кожної моделі підсиленого палями стрічкового фундаменту. В таблиці 2 наведено програму модельних випробувань.

Таблиця 2 – Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Крок паль у поперечений напрямку (а)	Крок паль у поздовжньому напрямку	Довжина паль, мм
1	3d	7d	200
			400
2	6d	7d	200
			400
3	Умовний фундамент мілкового закладання 2,35м x 4,5м, глибиною закладання 20 см	-	-

Для передачі і розподілення навантаження на плиту ростверку зверху встановлюється жорстка балка.

Всі модельні випробування будуть проводитись з наступною послідовністю [2]:

1) вкладання піску в лоток пошарово ( $\delta = 15$  см) з ущільненням кожного шару і контролем отриманої щільності;

2) встановлення ростверку у лотку і завантаження для моделювання роботи старого фундаменту мілкового закладання;

3) передача статичного навантаження на фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення;

4) занурення паль разом із тензOMETричними трубками у відповідності із прийнятою послідовністю;

5) закріплення паль у фундаменті-ростверку для забезпечення їх сумісної роботи;

6) продовження передачі статичного навантаження на паливий фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення для підсиленого фундаменту.

## Висновки

1. Проведення досліджень дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при підсиленні фундаментів.

2. Аналіз напружено-деформованого стану елементів підсилення буде сприяти уточненню методик їх розрахунку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
2. Маєвська І. В., Блащук Н.В. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових палювих та підсилених палями фундаментів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2013. 183 с.
3. Знаменский В. В. Взаимодействие низкого ростверка со сваями / В. В. Знаменский, А. М. Рузаев, И. Н. Польшков // Вестник МГСУ. – М., 2008 – №2. – с. 48-51 . – ISSN 1997-0935.

**Городнік Лілія Анатоліївна** — студентка групи Б-20м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: 1b.16b.zabashanska@gmail.com

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — к. т. н, доцент, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com maevska@vntu.edu.ua

**Horodnik Liliia** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: 1b.16b.zabashanska@gmail.com

Supervisor: **Irina V. Mayevska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: irina.mayevskaja@gmail.com maevska@vntu.edu.ua

## Вдосконалення методики розрахунку залізобетонних плит перекриття, сформованих за еструзійною технологією

Вінницький національний технічний університет

### Анонсація

Виконано дослідження плити перекриття на міцність, тріщиностійкість та максимальні прогини розрахунково-змодельованим методом та практичним

**Ключові слова:** фактичне руйнівне навантаження, еструзійна технологія, напружено-деформований стан

**Abstract:** The study of the floor slab for strength, crack resistance and maximum deflections by the calculated-simulated method and practical

**Keywords:** actual destructive load, extrusion technology, stress-strain state

### Вступ

Дуже великою перевагою збірних панелей є те, що вони повністю готові після складання. Також немає потреби в додатковій підготовці або обробці пізніше. Використання збірних залізобетонних плит дозволяє значно заощадити робочий час, що прискорить завершення відкритої оболонки. Збірні панелі зазвичай мають подібні розміри. Вони мають фіксовану ширину, і тільки їх довжина може змінюватися. Однак навіть мінімальна товщина підлоги плити передбачає велику загальну вагу. У плиті часто роблять довгасті отвори, щоб хоча б трохи її зменшити.

### Результати дослідження

Плита виготовлена методом еструзійного формування, армування в якого виконане попередньо напруженими канатами. Переваги такої методики складає в менших затратах часу на виготовлення таких плит, маншої трудомісткості порівняно з іншими видами варіантів перекриттів.

Як правило, стандартне середнє навантаження на перекриття в житловому будинку на квадратний метр підлоги становить від 100 до 200 кг/м<sup>2</sup>, так що плита перекриття з індексом 800 в 4 рази перевищує потреби звичайного житлового будинку. З іншого боку маючи такий запас по міцності з'являється можливість опори на сусідні плити ділянки моноліту, в ситуації, коли немає можливості покласти плиту

Плиту перекриття випробовували як вільно оберту по двом сторонам балки завантажені в прольоті рівномірно розподіленим навантаженням. Навантаження на плиту перекриття прикладались складеними заздалегідь зваженими блоками влаштованими за упорною схемою.

Розрахунок армування, поперечного перерізу та розміру пустот плити ПБ72-12-8-2 виконано за допомогою розрахункового комплексу «ЛІРА-САПР 2016». За результатами розрахунку було

Таблиця №1 результати розрахунку на міцність

Вид навантаження		Величинна навантаження, кПа	
		Плита з навантаженням 7,85 кПа (800кг/м <sup>2</sup> )	
		Без урахування власної маси	З урахуванням власної маси
Розрахунок по   групі граничних станів	Розрахункова	8,64	11,87
	Повна нормативна	7,85	10,79
Розрахунок про    групі граничних станів	Постійна і довго часова	5,89	8,84
	Тимчасова	1,96	1,96

Розрахунковий прогин плити за результатами розрахунку складає 16,56мм, припустимий прогин 24,0мм

Випробувану плиту ПБ72-12-8-2 з нижнім армуванням армуванням К7 1Ø6,9;4Ø12,5; та верхнього з К3 Ø6,9. Вік плити складав 72 доби результати випробувань наведенні в таблиці №2

Таблиця №2 результати випробувань на міцність

Зразок	Контрольне навантаження при перевірці міцності	Фактичне руйнівне навантаження кгс/м <sup>2</sup>	Фактичний коефіцієнт запасу міцності	Зміщення кінців арматури при контрольному навантаженні, мм	
				Нормативне	Фактичне
ПБ72-12-8-2	1520	1518,89	1,44	≤0,2	0,018

Таблиця №3 результати випробувань на тріщиностійкість

Зразок	Контрольне навантаження при перевірці тріщиностійкості, кгс/м <sup>2</sup>	Контрольна ширина розкриття тріщин, мм	Фактична ширина розкриття тріщин, мм
ПБ72-12-8-2	948	0,00	-

### Висновки

Плита з допустимим навантаженням 7,85кПа в результаті дослідного випробування показала міцність в 1,44 більше допустимої. При отриманих результатах можна зробити висновок що даний варіант перекриття з таких плит є не тільки економічно доцільним але й найбільш надійним.

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б В.2.6-7-95. Конструкції будинків і споруд ВИРОБИ БУДІВЕЛЬНІ БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ ЗБІРНІ. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ НАВАНТАЖУВАННЯМ. ПРАВИЛА ОЦІНКИ МІЦНОСТІ, ЖОРСТКОСТІ ТА ТРІЩИНО-СТІЙКОСТІ
2. ДСТУ Б В.2.6-53: 2008 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови

Стасюк Іван — студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [b15.stasyuk@gmail.com](mailto:b15.stasyuk@gmail.com)

Науковий керівник: Меть Іван Миколайович— кандидат технічних наук, доц. кафедри будівництва, міського будівництва та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Stasyuk Ivan - student of group B-19m, Faculty of Heat and Power Engineering and Gas Supply Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [b15.stasyuk@gmail.com](mailto:b15.stasyuk@gmail.com)

Supervisor: Met Ivan. Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Civil Engineering, Urban Economy and Architecture



## ОБҐРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВНИЦТВА СХОВИЩ-ХОЛОДИЛЬНИКІВ, ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто основні показники які впливають на довготривале зберігання біологічно активної продукції в холодильних приміщеннях, а також вибір раціональних параметрів систем охолодження.*

**Ключові слова :** охолодження, біологічно активна продукція, сховища, довготривале зберігання.

### *Abstract*

*The main indicators that influence the long-term storage of biologically active products in refrigeration rooms, as well as the choice of rational parameters of cooling systems.*

**Keywords :** refrigeration, biologically active products, storage facilities, long-term storage.

### **Вступ**

Широко розповсюдженим способом зберігання фруктів та овочів є зберігання у холодильниках. Цілий ряд факторів визначає тривалість зберігання продукції, починаючи з впливу ґрунтово-кліматичних умов вирощування культур, раціонального застосування добрив, сортових особливостей, агротехніки, зрошування, хвороб, бур'янів, системи захисту від шкідників, строків і способів збирання, товарної обробки і способів та умов зберігання.

Фрукти і овочі, призначені для тривалого зберігання, повинні бути здоровими та не мати механічних пошкоджень. Всі біохімічні процеси, що протікають в плодах, залежать від температури зберігання. При високій температурі виникає прискорений обмін речовин, втрата вітамінів та вологи, органічних речовин. Після збирання плодів і розміщення їх у холодильниках найважливішими процесами, що забезпечують тривале зберігання, є процеси дихання та транспірації. Тому для оптимального зберігання фруктів і овочів необхідно створити підтримання оптимального температурно-вологісного режиму, оптимальної концентрації кисню та вуглекислого газу, видалення етилену.

### **Результати дослідження**

Приміщення, де використовується штучний холод, повинно бути герметичним і мати підвищену теплоізоляцією. Тому на таке будівництво потрібно витратити більше, ніж на активно вентильовані сховища. Такі сховища будують у місцях вирощування плодоовочевої продукції у спеціалізованих овочевих чи плодоягідних господарствах з великим збором продукції. Окрім холодильних камер, сховища-холодильники мають відділення для товарної обробки з відповідними сортувально-калібрувальними лініями, відділення для машинного виробництва холоду та підсобні приміщення.

У холодильниках є спеціальні криті платформи (рампи) для завантаження й розвантаження продукції. Сучасне фруктосховище повинно бути забезпечене: холодильним обладнанням; засобами для приймання та товарної обробки, фасування та відвантаження продукції; засобами для переміщення її в сховищі; достатньою кількістю контейнерів. Порівняно із звичайними стаціонарними сховищами у холодильниках виникають труднощі при роботі в умовах низьких температур. Існують певні вимоги до холодильників: максимальне використання вантажної місткості камер; груповий метод робіт для швидкого та раціонального завантаження камер; рампи коректних розмірів, щоб шлях від камер зберігання продукції до вагонів-рефрижераторів був близьким; зручність роботи водіїв електромашин та вантажників

у камерах зберігання, тривалість перебування охолодженої продукції при температурах навколишнього середовища повинна бути мінімальною; кількість колон у камері виконана з розрахунком на їх найменшу кількість.

Від центрального проходу у камері, з кожного боку, при великому вантажообігу розміщують по 3 — 4 ряди пакетів, при малому — 7. Висотою один штабель 6 — 8 м. Шириною камери — не більше 35 м. Довжиною, у великих сховищах, камери 80 — 90 м, у невеликих — 20 м. Економічніше будувати більші камери, однак при їх довжині понад 90 м виникають незручності під час обробки вантажів, температура може бути не однаковою у різних місцях камери.

Для доцільнішої роботи електротранспорту сховище будують уздовж рампи, ширина якої визначається з урахуванням габаритів і радіуса розвороту електронавантажувачів, розміщення ваг, та різних засобів механізації. Шириною залізнична рампа від 7 — 8 до 12 м, автомобільна 8 — 9 метрів. Висотою залізнична рампа повинна відповідати висоті підлоги вантажного приміщення вагонів.

Висота автомобільної рампи повина відповідати висоті підлоги кузова автомобіля. Автомобільну рампу облаштовують трапом, котрий забезпечує допустимий нахил при в'їзді електронавантажувачів у будь-який автомобіль, та пандусним з'їздом з кутом нахилу не більше 7° для автокарів.

Для підвищення ефективності використання холоду в сховищах з інтенсивним вантажообігом, де використовується підлоговий електротранспорт, у камерах встановлюють автоматичні відкатні одиночні двостулкові двері з гідравлічним чи електричним приводом, який відкриває їх за 5 - 7 секунд. Каркас зовнішніх дверей роблять дерев'яним, утеплюють поліуретаном товщиною 75 — 150 мм та оббивають сталевим листом завтовшки 0,8 мм. Кромки дверей герметизують. Двері у низькотемпературних камерах повинні мати електрообігрів по периметру полотен для запобігання їх примерзанню та обладнані вентиляторами й обігрівачами повітряної зависи, котра вмикається при відчинених дверях. Обидва полотна дверей мають колеса з шарикопідшипниками у верхній частині, на яких вони підвішені і рухаються по направляючій рейці. Привод дверей обладнаний електродвигуном, редуктором та мають ланцюгову передачу. При натисканні на кнопку чи натягуванні троса, який звисає зі стелі - двері відкриваються. За допомогою реле часу — вони автоматично закриваються. Для захисту конструкції від пошкодження валковим навантажувачем біля дверей та дверної коробки з обох боків встановлюють стояки із сталевих труб.

Ширина дверного прорізу повинна бути — не менше 2,3 м для забезпечення вільного проїзду електронавантажувача з вантажем на піддоні розміром 800 x 1200 мм. Висота дверного прорізу на 50 — 100 мм більша за висоту вантажопідйомної рами навантажувача в транспортному стані. Найменша висота дверного прорізу може бути 2,5 м.

У місцях інтенсивного руху підлогового транспорту (на рампах, проїздах камер, у тамбурах, коридорах,) підлогу виконують з твердим покриттям. Крім того, для забезпечення стійкості піддонів при їх штабелюванні та нормальної роботи електротранспорту підлога у камерах повинна бути горизонтальною і не ковзкою. Для забезпечення необхідної герметичності та теплоізоляції камер застосовують гарячий бітум з клеючим матеріалом, на який ставлять плити з міцного, малооб'ємного теплоізоляційного матеріалу з низькою теплопровідністю (пробкові, мінераловатні, торфоплити, пінопласт, піноскло тощо). При монтуванні стін місця стикувань ретельно ущільнюють, покриваючи їх пароізолюючим матеріалом — алюмінієвою фольгою, цементним розчином з дротяною арматурою чи бітумом.

### **Висновок:**

Високу якість зберігання продукції в більшій мірі забезпечує правильна технологія та раціональні параметри мікроклімату сховища. Під час вибору найбільш ефективних способів зберігання продукції слід враховувати такі фактори як — економічна ефективність, наявність матеріально-технічної бази та

термін зберігання. Правильно організоване сховище з раціональними параметрами мікроклімату та необхідним обладнанням надає можливість в 2-3 рази зменшити втрати, зберегти товарний вигляд і вигідно продати продукцію в міжсезонне коливання цін, а тому виконання дослідно-конструкторських робіт у цьому напрямку є доцільним і актуальним.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Апопій В.В., Мішук І.П., Ребицький В.М. Організація торгівлі: Підручник; 2-ге видання, перероблене і доповнене /За ред. В.В. Апорія.— К.: ЦНЛ, 2005. — 616 с.
2. Холодильне обладнання [Електронний ресурс] : підручник / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко

*Любичанківська Ірина Олександрівна* – магістрантка групи Б-20м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця,  
e-mail : [iyna.stam@gmail.com](mailto:iyna.stam@gmail.com)

Науковий керівник: *Микола Миколайович Попович* — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

*Liubychankivska Iryna Oleksandrivna*- Master of the B-20m group, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,  
e-mail: [iyna.stam@gmail.com](mailto:iyna.stam@gmail.com)

*Supervisor: Mykola Popovych* — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya;

# ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЖИТТЯ МЕШКАНЦІВ МІСТ ЗА РАХУНОК ВЛАШТУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Розглянуто аспекти покращення рівня життя мешканців міст за рахунок влаштування вертикального озеленення*

**Ключові слова:** озеленення; вертикальний сад; оздоблення фасаду; екологічність;

## **Abstract**

*Aspects of improving the living standards of urban residents through the installation of vertical landscaping are considered*

**Keywords:** landscaping; vertical garden; facade decoration; environmental friendliness

## **Вступ**

Покращення атмосфери в місті відіграє значну роль в житті його мешканців. Ефект теплового острова (the Urban Heat Island - UHI) є серйозною проблемою для багатьох великих сучасних міст. Відомо, що температура повітря в містах завжди вище, ніж в селах або на периферії, оскільки в них значно більше джерел теплової енергії. Наприклад, транспорт, промислове виробництво, механічне обладнання, будівельні матеріали відбивають світло. Температура ж в сільській місцевості значно нижче через відсутність вищезазначених умов та наявності великих зелених масивів. За даними агентства США з охорони навколишнього середовища середньорічна температура в містах з населенням 1 млн чоловік і більше вище, ніж в його околицях приблизно на 1-3°C. Вечорами різниця температур може досягати 12°C. Крім усього цього збільшуються витрати будівель на кондиціонування, а також обсяг викидів парникових газів в атмосферу. Це може бути мінімізовано за рахунок організації в місті зелених територій - міських парків, зелених дахів, зелених стін.

## **Результати дослідження**

Здатність рослин покращувати якість повітря пояснюється процесами фотосинтезу, під час якого рослини перетворюють вуглекислий газ, воду і сонячну радіацію в кисень і глюкозу. У ситуації гострої нестачі зелених просторів в містах, кількість парникових газів, що надходять в атмосферу, перевершує кількість перетворених рослинами. Щорічно потреба в кисні для однієї людини може бути вироблена за рахунок одного дерева з кроною діаметром 5 м, що аналогічно 40 м<sup>2</sup> зеленої стіни. [1]

Під поліпшенням якості повітря мається на увазі зниження кількості ЛОС (англ. - VOC) - летючих органічних сполук. ЛОС - це хімічні субстанції, які піднімаються в атмосферу, з'єднуючись з окисом азоту і озоном.

Зелені стіни і фасади сприяють збільшенню біорізноманіття. Найбільш характерні види - мохи, папороті, очиток їдкий, печінковий мох, трави, ліани і навіть деякі хвойні (тис). Ці види рослин добре пристосовуються до життя на вертикальних поверхнях стін завдяки їх невибагливості і здатності виростати в щілинах і тріщинах стін. Густий шар рослинності на фасаді створює привабливе середовище для проживання комах і птахів.

Явною перевагою зелених стін є їх естетична привабливість. Різні види рослин з природним різноманіттям кольорів, відтінків і текстур можуть бути вдало використані в будівництві.

У сучасному місті зелені стіни можуть бути використані, як спосіб приховати візуально непривабливі поверхні стін. Як правило візуальний ефект від озеленення стін більше ніж від терас і балконів, оскільки вони краще проглядаються з вулиці.

У багатьох регіонах світу, урбанізовані території особливо неприємні для пішохода через переважання гомогенних бетонних поверхонь і транспорту. Зелені стіни не тільки розбавляють однорідний міський вигляд, також вони помітно впливають на зниження температур і мають позитивний психологічний ефект на мешканців міст.

Озеленення як засіб шумозахисту і звукоізоляції висотних будівель. У багатьох містах світу рівень

шуму перевищує нормативні показники, перешкоджаючи спокою і концентрації мешканців. Шум від руху транспорту, при виконанні будівельних та ремонтних робіт, сирени - звична частина міського життя. Рослинний покрив може знижувати рівень шумового забруднення і створювати ефект природного звукового середовища. Інтеграція систем внутрішнього і зовнішнього озеленення дозволяють знизити втрати енергії, поліпшити якість мікроклімату, має позитивний вплив на психологічний стан людини.

Озеленення як фактор зниження тепловтрат. Фасадна система озеленення позитивно відбивається на показниках рівня енергоспоживання - підвищуючи теплоізоляцію і знижуючи тепловтрати через огорожувальні конструкції, забезпечуючи сонцезахист, охолодження за рахунок випаровування вологи і зниження швидкості вітру.

Затінення рослинами знижує температурний градієнт на внутрішній і зовнішній поверхні огорожувальних конструкцій, що передбачає зменшення теплопровідності конструкцій і інфільтрації повітря всередину приміщень, і знижує споживання електроенергії будівлею. [2]

В Європі був проведений експеримент під назвою «PROGREENcity» (рис 1.1). Цей експеримент фінансували декілька австрійських і німецьких університетів, а також приватні організації, що створили громадські фонди, щоб просувати проект і показати перспективи розвитку озеленення фасадів в європейських містах. В ході наукового дослідження були зібрані дані про переваги зелених фасадів і будинків, покритих рослинністю, для жителів цих будинків і всього міського співтовариства [3].



Рисунок 1.1– Один з будинків PROGREENcity

Результати порівняльного експерименту призводять до чотирьох важливих висновків:

- По-перше, зелений екран захищає від холоду і спеки. Влітку тінь від листя зменшує вплив від сонячного випромінювання. Багато рослин піднімають листя до сонця, створюючи ефект вентиляції, - свіже повітря проникає всередину будинку, а гарячі потоки направляються вгору. У зимовий час листя ізолює будівлю від холоду і фільтрує повітря перш, ніж воно досягне фасаду, зменшуючи втрати тепла.

- По-друге, в місті таким чином можна наростити зелену масу, яка буде сприяти зменшенню кількості вуглекислого газу.

- По-третє, рослини привертають увагу птахів і тварин, даючи їм їжу і відпочинок - так в місті відновлюється екосистема.

- По-четверте, міський пейзаж поліпшується візуально, особливо якщо говорити про задні і бічні стіни будинків, про естетику яких зазвичай не піклуються [4].

## Висновки

Озеленення фасаду – це інноваційний спосіб влаштування оздоблення фасаду. За допомогою цієї технології можливо знизити кількість використовуваної енергії на кондиціонування будинку, поліпшити його зовнішній вигляд та покращити атмосферу в містах.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Князева В.П. Экологические аспекты выбора строительных материалов в архитектурном проектировании: учеб. пособие. М. – Архитектура-С – 2006
2. Bahrami P. Green Walls in High-Rise Buildings/ Bahrami P., Wood A., Safarik D.– НК: Everbest Printing Co Ltd – 2014
3. Green for cities: веб-сайт. URL: <https://www.green4cities.com/?p=649> (дата звернення 11.09.20)
4. GreenCityClimate – Green architecture for future cityscapes: веб-сайт. URL: <https://www.green4cities.com/?p=654> (дата звернення 11.09.20)

**Лемішко Катерина Костянтинівна** — студентка гр. Б-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [lemishko.katya@gmail.com](mailto:lemishko.katya@gmail.com)

**Попович Микола Миколайович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Lemishko Kateryna** - student gr. B-19m, Faculty of Civil Engineering, Heat Power and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [lemishko.katya@gmail.com](mailto:lemishko.katya@gmail.com)

**Mykola Popovych** — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya;

## ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ. РОЗРАХУНКОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглянуто різні види ідеалізації поведінки перекриттів каркасних будинків: лінійне, пружне, пластичне, нелінійне. Описано стадії напружено-деформованого стану збірно-монолітного перекриття з попередньо-напруженими залізобетонними елементами незнімної опалубки. Побудована система дозвільних рівнянь для розрахункової деформаційної моделі на стадії вичерпання міцності. Для отримання аналітичних залежностей, що описують діаграми деформування бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, прийняті енергетичні критерії руйнування бетону при стисненні і розтягуванні. також виконано облік процесу повзучості бетону при тривалому навантаженні за допомогою поліноміальної функції Лагранжа, що проходить через задані точки на діаграмі короточасного деформування бетону при неоднорідному стискуванні.

**Ключові слова:** Збірно-монолітне перекриття, залізобетонний елемент незнімної опалубки, напружено-деформований стан перерізу, нелінійна деформаційна модель, повзучість

### Abstract

The main idea of the article is to identify the most profitable option of sound insulation of enclosing structures, based on the analysis of the calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions from aerated concrete blocks, as well as the analysis of calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions. .

**Keywords:** Comfort of stay, sound insulation, insulation, aeration, microclimate, settlement territory

### Вступ

Визначення напруженнодеформованого стану конструкції плоского безбалковими перекриття, як для тонкої прямокутної пружної пластинки постійної товщини, проводиться на основі технічної теорії згину, приймаючи допущення про недеформіруемое нормалі до серединної площини при її повороті в результаті вигину і відсутності нормальних напружень на майданчиках, паралельних серединної площини (гіпотези Кирхгофа). Точне рішення для невеликого числа простих завдань можна отримати, визначивши функцію прогинів пластинки  $\omega(x, y)$ , шляхом інтегрування бігармонічного рівняння рівноваги згинається пластинки в переміщеннях, так зване рівняння Софі ЖерменЛагранжа, при заданому розподілі поперечної навантаження  $q(x, y)$  і граничних умовах на контурі [1, 2, 3, 4]:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{q(x, y)}{D}, \quad (1)$$

де  $D$  - циліндрична жорсткість пластинки.

Після цього можуть бути обчислені зусилля в перетинах, виражені через прогин пластинки, і напруги, виражені через інтенсивності відповідних моментів:

$$M_x = -D \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

$$M_y = -D \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right); \quad (3)$$

$$M_{x,y} = M_{y,x} = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \quad (4)$$

$$\sigma_x = \frac{12z}{h^3} M_x; \quad \sigma_y = \frac{12z}{h^3} M_y; \quad \tau_{x,y} = \frac{12z}{h^3} M_{x,y} \quad (5)$$

де  $\nu$  - коефіцієнт Пуассона.

Для складних схем перекриття через неможливість вирішення точними аналітичними методами в явному вигляді в інженерній практиці використовують наближені варіаційні методи розрахунку: Ритца-Тимошенко, Бубнова, Галеркіна, Конторовича-Власова і чисельні методи: метод кінцевих різниць (метод сіток) і найбільш популярний завдяки широкому розповсюдженню автоматизованого проектування будівельних конструкцій з використанням дискретних розрахункових моделей - метод кінцевих елементів.

Наближене рішення безбалковими перекриття каркасного будинку з регулярною сіткою колон під дією рівномірно розподіленого навантаження дано Б.Г. Гальоркіна [2] і зводиться до задачі про вигин однієї прямокутної панелі, опертої в вершинах, на достатньому видаленні від країв пружною пластинки.

Українськими і європейськими нормами проектування [5, 6] визначення дійсного розподілу зусиль в таких плитах допускається проводити як для пружних систем методом замінують (еквівалентних) рам, або з урахуванням пластичних деформацій – методом граничної рівноваги. При цьому для збірномонолітного перекриття розрахунок необхідно виробляти двічі: до і після придбання бетоном замонолічування заданої міцності, з урахуванням різного зниження жорсткості внаслідок повзучості збірного і монолітного шарів перекриття.

Закон розподілу напружень по висоті перетину без тріщин при пружному розрахунку відповідно до формул (1) - (5) лінійний і не дає правильної оцінки роботи перекриття (рис. 1).

Розрахунок виконується з великим запасом міцності, не дозволяючи виявити і реалізувати резерви конструкції.

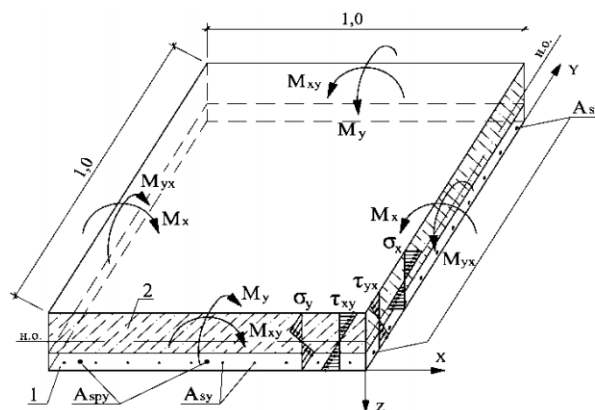


Рис.1 Схема зусиль і розподілу напруг у виділеному елементі збірно-монолітного перекриття для лінійно-пружної моделі 1 - попередньо-напружений елемент незнімної опалубки; 2 - монолітний бетон



Для обліку складного характеру перерозподілу напружень між бетоном і арматурою-рй в реальних умовах роботи конструкції, викликаного проявом непружних деформацій цих матеріалів (фізичної нелінійності), історії її завантаження, зменшення жорсткості перерізу внаслідок втрати попереднього напруження і утворення тріщин, віку бетону, нерівно-вєстность деформування необхідний розрахунок по нелінійної деформаційної моделі.

### Основна частина

В даний час є значна кількість діаграм стану бетону, що визначають зв'язок між напруженнями і відносними деформаціями у вигляді експоненційної залежності, полиномов, статечних, дрібних і інших функцій [7, 8, 9, 10]. Робоча прийнята діаграма бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, отримана шляхом трансформування еталонних діаграм на основі використання енергетичних співвідношень [11, 12]. Її застосування дозволяє встановити вид епюри розподілу нормальних напруг в поперечному перерізі згинаного елемента в умовах неоднорідного деформування, що відповідає фактичному характеру роботи. Для зниження кількості обчислювальних операцій, необхідних для опису напружено-деформованого стану перерізу з урахуванням повзучості бетону, використовується метод, заснований на представленні функції напружень в вигляді полінома Лагранжа. поперечні зв'язку збірної елемента і монолітного бетону за контактним швом вважаються абсолютно жорсткими.

Розглянемо послідовно можливі варіанти напруженнодеформірованого стану перетину Сборномонолітна перекриття з попередніми напругою залізобетонних елементів незнімної опалубки на різних стадіях його роботи. Технічний опис конструктивного рішення перекриття наведено в [13, 14]. На стадії придбання бетоном замонолічування заданої міцності в залежності від величини навантаження від його маси і кроку монтажних елементів опорної конструкції бетон і арматура елемента незнімної опалубки працюють пружно (Рис. 2, а), або з розвитком непружних деформацій в арматурі розтягнутої зони і початком процесу погашення попереднього напруження (рис. 2, б). Після придбання бетоном омонолічування заданої міцності і додатки експлуатаційних навантажень при повністю розтягнутому перерізі елемента незнімної опалубки можливі два варіанти початку тріщиноутворення: в самому елементі опалубки (рис. 2, в) або в розтягнутій зоні монолітного бетону при його відносно низьких значеннях опору розтягуванню в порівнянні з збірним бетоном (рис. 2, г). Епюра напружень двозначна з характерним стрибком в зоні контактного шва. Стадія вичерпання міцності характеризується повним погашенням попереднього напруги з утворенням наскрізних тріщин в елементі незнімної опалубки і тріщин невеликої інтенсивності в розтягнутій зоні монолітного бетону, досягненням напружень в стислому бетоні значень тимчасового опору стисненню (рис. 2, д).

Виконаємо побудову розрахункової фізичної моделі нормального перетину на стадії вичерпання міцності. Для цієї моделі два рівняння рівноваги внутрішніх і зовнішніх сил мають вигляд:

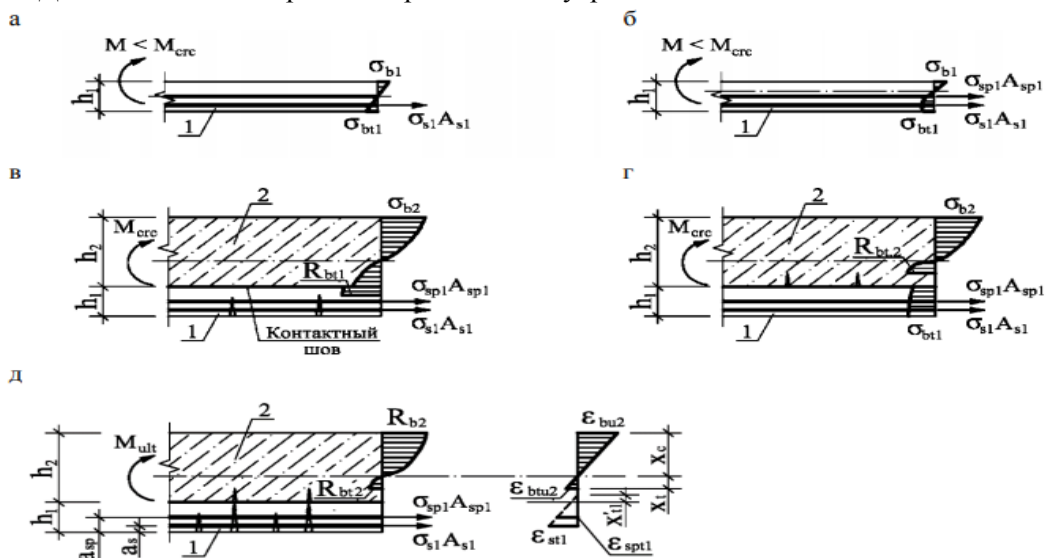


Рис.2 Схема розподілу напружень і деформацій в нормальному перетині збірно-монолітного перекриття для нелінійної моделі: а, б - стадія придбання бетоном замонолічування міцності; в, г, д - стадія експлуатації; 1 - попередньо-напружений елемент незнімної опалубки; 2 - монолітний бетон

## Висновок

Побудована система дозвільних рівнянь для розрахунку міцності нормальних перетинів прогонових зон збірно-монолітного перекриття каркасного будинку (без установки додаткового армування в шарі монолітного бетону) по нелінійній деформаційній моделі на основі діаграм стану бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, гіпотези плоских перетинів і гіпотези про збіг нейтральних осей деформації і напружень. Критерієм міцності є досягнення граничних відносних деформацій в бетоні стиснутої зони або арматурі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. розрахунок пластин. Київ: Будівельник, 1970. 436 с.
2. Погорелов В.І. Будівельна механіка тонкостінних конструкцій. СПб.: БХВПетербург, 2007. 528 с.
3. Алмазов В.О. проектування залізобетонних конструкцій по Євронорми. - М.: Изд-во АСВ, 2011. 216 с.
4. Кодиш Е.Н., Нікітін І.К., Трекіно М.М. Розрахунок залізобетонних конструкцій з важкого бетону по міцності, тріщиностійкості та деформацій. М.: Изд-во АСВ, 2010. 352 с.
5. Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. теорія розрахунку залізобетонних конструкцій на міцність і стійкість. сучасні норми і Євростандарти. М.: Изд-во АСВ, 2006. 221 с.
6. Карпенко Н.І. Загальні моделі механіки залізобетону. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.
7. Бондаренко В.М., Колчунов В.І. Розрахункові моделі силового опору залізобетону. М.: Изд-во АСВ, 2004. 472 с.
8. Міцність і деформативність залізобетонних конструкцій при запроектних впливах / Г.А. Геніїв [и др.]. М.: Изд-во АСВ, 2004. 216 с.
9. Нікулін А.І. До уточнення величин граничних відносних деформацій бетону в стислій зоні зігнутих залізобетонних елементів // Промислове та цивільне будівництво. 2014. №8. С. 12-15

**Танчук Олександр Іванович** — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,

**Науковий керівник: Андрухов Валерій Михайлович** – к.т.н., доцент кафедри ПЦБ, член-кореспондент академії будівництва України, заст. завідувача кафедри, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI».

**Tanchuk Alexander** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [boretskyiVL@vmr.gov.ua](mailto:boretskyiVL@vmr.gov.ua)

**Supervisor: Andrukhov Valery** Ph.D., Associate Professor, PCB Chair, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Assist. Head of the department, heads the work of SPKB "VINNYTSYA-XXI".

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ТИПУ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У статті головною думкою є виявлення найбільш вигідного варіанту звукоізоляції огороджувальних конструкцій, на основі аналізу розрахункових індексів ізоляції повітряного шуму для стін і перегородок з газобетонних блоків, а також аналізу розрахункових індексів ізоляції повітряного шуму для стін і перегородок з пористих бетонів.*

**Ключові слова:** Комфортність перебування, звукоізоляція, інсоляція, аерація, мікроклімат, сельбищна територія.

### Abstract

*The main idea of the article is to identify the most profitable option of sound insulation of enclosing structures, based on the analysis of the calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions from aerated concrete blocks, as well as the analysis of calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions.*

**Keywords:** Comfort of stay, sound insulation, insolation, aeration, microclimate, settlement territory

### Вступ

В даний час проблема звукоізоляції огороджувальних конструкцій коштує досить гостро в експлуатується житловому фонді і новозведених будинках. Сучасні матеріали для стін найчастіше використовуються в типових рішеннях огорожень без необхідної додаткової звукоізоляції. У будівництві житлових будинків підвищеної комфортності типові рішення стінових огороджувальних конструкцій слід переглядати з урахуванням додаткової звукоізоляції з метою забезпечення умов комфортності перебування.

### Основна частина

На сьогоднішній день в будівництві будівель житлового фонду слід враховувати ряд факторів, покликаних забезпечувати умови комфортності перебування. Відповідно до сучасних вимог [1, 2] умови забезпечення інсоляції, достатність природного освітлення, повітро-і паропроникність, теплоефективність огорож є основними факторами і розглядаються в першу чергу. Однак, не слід забувати і про звукоізоляцію, що особливо важливо для будинків підвищеної комфортності.

У місті Вінниці і області велику частку ринку збуту стінових матеріалів з пористих бетонів займають дрібні стінові камені з газобетону, піно-і керамзітопенобетонні дрібні блоки.

Захист від шуму в будівлі має велике значення, особливо слід відзначити роль звукоізоляції житлових приміщень. Нормованим параметром внутрішніх огороджувальних конструкцій (стін, міжкімнатних перегородок) житлових і громадських будівель є індекс ізоляції від повітряного шуму  $R_w$ , дБ. Розрахункові значення індексів ізоляції повітряного шуму внутрішніми огороджувальними конструкціями  $R_w$  наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Розрахункові індекси ізоляції повітряного шуму для стін і перегородок з газобетонних блоків

Марка газобетона по густині	Середня щільність кладки, яка приймається для розрахунку навантажень від власної ваги $\rho$ , кг / м <sup>3</sup>	Товщина стін або перегородок $h$ , м	Орієнтовний розрахунковий індекс ізоляції повітряного шуму $R_w$ , дБ
D500	570	0,08	31
		0,1	35
		0,12	38
		0,16	43
		0,2	46
		0,25	49
		0,3	52

Як показав аналіз значень звукоізоляції газобетонних блоків [5], область їх використання обмежується для стін товщиною 250 ... 300 мм; для перегородок 160 ... 200 мм. При використанні блоків інших товщини в конструкції перегородок рекомендовано передбачати ряд технічних заходів щодо поліпшення звукоізоляції, а саме, пристрій додаткової звукоізоляції на віднесенні. Такі заходи досить трудомісткі і не передбачаються на момент проектування.

Відповідно до методів расчёта [1, 2,], для забезпечення необхідної звукоізоляції акустично однорідна легкобетонна конструкція повинна мати таку ж поверхневу щільність, що і огорожа з важкого бетону. Це пов'язане зі значним збільшенням товщини легкобетонних елементів по порівнянню з товщиною конструкцій з важкого бетону, і різким зниженням їх ефективності. Разом з тим, є дані, що свідчили про підвищених звукоізоляційних якостях легкобетонних огорожень [6].

Користуючись встановленими на сьогоднішній день прийомами розрахунку [1,2, 8], були отримані наступні показники звукоізоляції для перегородок з пінобетону щільністю 800, 900 і 1000 кг / м<sup>3</sup>. До розгляду при цьому приймалася перегородка без дверей між кухнею і житловою кімнатою товщиною 100 мм.

Таблиця 2. Розрахункові індекси ізоляції повітряного шуму для перегородок з пористих бетонів

№	Вид використовуваного в огорожі одношарового однорідного матеріалу	Щільність використовуваного матеріалу, кг / м <sup>3</sup>	Товщина перегородки, мм	Розрахунковий індекс ізоляції від повітряного шуму, $R_w$ , дБ
1	Пінобетон, газобетон, керамзитопенобетон	500	100	34
2			190	38
3		600	100	34,6
4			190	38,8
5		800	100	36
6			190	43,5

$$m_e = \delta \cdot \rho \cdot K \quad (1)$$

де  $m_e$  - поверхнева щільність матеріалу огорожі, кг / м<sup>2</sup>;

$\delta$  – товщина огорожі, м;

$\rho$  - щільність, кг / м<sup>3</sup>;

$K$  - коефіцієнт, що враховує відносно збільшення згинальної жорсткості огорожі з бетонів на легких заповнювачах, поризованих бетонів і т.п. по відношенню до конструкцій з важкого бетону з тієї ж поверхневою щільністю [2, табл. 10].

Граничними умовами призначаємо необхідний індекс ізоляції від повітряного шуму в 60 дБ, що забезпечує ізоляцію від гучних звуків працюючого радіо або телевізора у сусідів. За діаграмою, представленою на рис. 1, користуючись кривою 4, уточнюємо передбачувану поверхневу щільність кон-

струкції огорожі, вона складе 800 - 820 кг / м<sup>2</sup>. Тоді для конструкцій з пінобетону, газобетону, керамзітопенобетона і інших ячеїстобетонних композитів при однаковій щільності в 500 кг / м<sup>3</sup> індекс ізоляції від повітряного шуму може бути розрахований наступним чином:

$$800 = \delta * 500 * 1.7$$

Тоді  $\delta = 0.94$  (м).

Розрахунки підтверджують, що для зазначених видів матеріалів мінімальна товщина перегородок повинна становити 0,94 метра, що є недоцільним.

Однак, відповідно до нормативних даними достатньою є ізоляція від повітряного шуму в 41 дБ [1, 2]; тоді, відповідно до рис. 1 досить забезпечити поверхневу щільність конструкції в 162-168 кг / м<sup>2</sup>.

$$170 = \delta * 500 * 1.7$$

Тоді  $\delta = 0.2$  (м).

Ніздрюватобетонні матеріали щільністю 600 кг / м<sup>3</sup> можуть бути використані в якості перегородок, тоді їх товщина повинна становити 0,166 м і більше. У цьому випадку індекс звукоізоляції становитиме 41 дБ і зі збільшенням товщини перегородки до 190 мм буде незначно підвищуватися.

### Висновок

Відповідно, можна зробити висновок про те, що все перегородки з піно, газобетону щільністю 800 кг / м<sup>3</sup> і більше задовольняють умовам сучасним вимогам по звукоізоляції і оштукатурювання перегородок дозволяє трохи підвищити їх індекс звукоізоляції за рахунок підвищення поверхневої густини конструкції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конструкційні пористі стінові матеріали зі зниженою теплопровідністю на основі активних гранульованих заповнювачів / В.В. Строкова, В.М. Воронцов, А.В. Мосьпан, А.В. Максаков // Вісник Білгородського державного технологічного університету ім. В.Г. Шухова. - 2010. - № 1. - С. 42-46.
2. Поробетон: керівництво. Системне проектування і будівництво / М. Гоманн; пер. з нім. під ред. А.С. Коломацького. Білгород: Издво ЛітКараВан, 2010. 272 с.
3. Крейтан В. Г. Забезпечення звукоізоляції при конструюванні житлових будинків. М.: Стройиздат, 1980. 171 с.
4. Довідник проектувальника. Захист від шуму. / Под ред. Є.Я. Юдіна. М., 1974. 259 с.
5. Довідник проектувальника. Будівельна фізика / В. Блазі; пер. з нім. під ред. і з доп. А.К. Соловйова. М.: Изд-во Техносфера, 2005. 536 с.
6. Кучеренко Л. В. Містобудівне планування реконструкції житлової забудови, що складалася [Текст] / Л. В. Кучеренко, В. В. Швець, Н.А. Мишишин // Містобудування та територіальне планування. - 2013.

**Стаднічук Максим Юрійович** — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, liliya13liliya13@gmail.com

**Stadniichuk Maksim** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, nataliapetrenko2306@gmail.com

**Kucherenko Lilia** – PhD Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, liliya13liliya13@gmail.com)

## **ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЛАШТУВАННЯ М'ЯКОГО ПОКРІВЕЛЬНОГО КИЛИМА**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У статті розглядаються найсучасніші будівельні матеріали які використовуються при будівництві житлових будівель на території України, особливості та способи їх застосування.*

**Ключові слова:** Комфортність, покрівля, покрівельні матеріали, дах.

### **Abstract**

*The article discusses the most modern building materials used in the construction of residential buildings on the territory of Ukraine, features and methods of their application.*

**Keywords:** Roofing, roofing materials, roof.

### **Вступ**

В процесі експлуатації будівель і споруд особлива увага необхідно приділяти технічному стану покрівель, техніко-економічні показники яких визначаються якістю застосовуваних матеріалів, конструкцією покриття, технологією пристрою і організацією виробництва робіт.

У загальному обсязі робіт по влаштуванню покрівель частка покриттів з використанням м'яких покрівельних матеріалів становить близько 60%, а в покриттях промислових будівель і споруд - 90%.

Існує широкий спектр матеріалів, з яких виконуються покрівельні покриття. Вони відрізняються як за експлуатаційними характеристиками, так і за вартістю. Вибір матеріалів обумовлює застосування тих чи інших конструкцій покриття. Застосовувані конструкції розрізняються як за термінами служби, так і за експлуатаційними витратами. Залежно від застосовуваних матеріалів і конструкцій підбираються технології пристрою покрівель. Технологічні процеси можуть бути виконані із застосуванням різних схем організації робіт. Оптимізація поєднання перерахованих вище факторів дозволяє підвищити ефективність покрівельних робіт, в контексті індивідуальних особливостей і умов кожного з об'єктів.

### **Основна частина**

Проблемам дослідження ефективності організації покрівельних робіт присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних вчених, серед яких: В.А. Бондар, С.В. Борисов, Г.І. Горшеніна, А.А. Гусаков, А.Л. Жолобов, А.М. Лівінський, Н. Мартінс, А.І. Менеїлюк, Н.В. Михайлов, А.В. Радкевич, С.Д. Сокова, В.Ф. Худенко і багатьох інших.

В останні роки в Українській економіці помітні позитивні зміни у зменшенні споживання всіх різновидів енергії, в тому числі, при будівництві та експлуатації житлового фонду та інших цивільних і промислових об'єктів. Одним з необхідних заходів в цьому напрямку є розробка і впровадження конкретних конструкційних, технологічних і організаційно-економічних рішень, що сприяють комплексному скорочення енергетичних, трудових і матеріальних ресурсів при будівництві і експлуатації цивільних будівель і споруд. В результаті аналізу наявних робіт, а також особливостей розвитку будівельної галузі в Україні, показана доцільність і кращі напрямки подальших наукових досліджень, і їх впровадження в практику будівництва. До одного з таких перспективних напрямів віднесено розвиток ефективних покрівельних систем.

Стан організаційно-технологічних рішень пристрою покрівель оцінюється видом застосовуваних матеріалів, конструкцією покрівельних покриттів і технологією виконання покрівельних робіт. Технічний стан покрівель в процесі експлуатації визначається поєднанням наступних складових: застосовуваними матеріалами, конструкцією покриття, технологією і організацією виробництва робіт. Найбільше застосування в будівництві знаходять так звані м'які типи покрівель, тобто рулонні і мастичні. Виконання м'яких покрівель виробляють відповідно до проектно-нормативною документацією на пристрій покрівель (ГОСТ, СНиП, СП, ТУ). У даних дослідженнях аналізуються найбільш поширені в даний час, а також перспективні конструкції покрівель. Технології влаштування покриттів залежать від виду застосовуваних матеріалів. В роботі розглядаються наступні матеріали для облаштування покрівель: бітумінозні рулонні покрівельні матеріали; бітумно-полімерні рулонні покрівельні матеріали; полімерні рулонні покрівельні матеріали; бітумні емульсійні мастики; бітумні полімерні мастики; мембрани покрівельні армовані на основі ПВХ і т.д. При виборі технології виконання покрівельних робіт необхідно враховувати, що технологічні процеси повинні забезпечувати задані проектом фізико-механічні властивості при мінімальній залежності від погодних умов.

Рулонна покрівля являє собою гнучкий гідроізоляційний килим, що складається з декількох шарів рулонного покрівельного матеріалу. Рулонні покрівельні матеріали представлені на вітчизняному ринку трьома основними групами [1]. До першої групи належать бітумні матеріали на картонній основі (руберойд, рубемаст і т.п.), які все ще становлять найбільшу частку за обсягом виробництва і реалізації, хоча здається дешевизна руберойду при детальному вивченні в процесі експлуатації обертається великими витратами. До негативних властивостей руберойду і аналогічних матеріалів на картонній основі відносяться: недовговічність, низька міцність, нестійкість до температурних перепадів, схильність до гниття, низька теплостійкість, необхідність укладання великої кількості шарів, погана морозостійкість, неможливість укладання при негативних температурах, підвищена трудомісткість при виконанні робіт, погані безпечні і екологічні характеристики (застосування гарячого бітуму при укладанні).

У більшості країн Західної Європи (Німеччина, Швейцарія, Нідерланди та ін.) Бітумні покрівельні матеріали на картонній основі заборонені до застосування для пристрою покрівель. До другої групи слід віднести бітумні матеріали на які не гниють засадах (склотканина, поліестер, стеклохолст). До них відносяться гідростеклоізол, стекломаст, лінокром, бікрост і ін. Всі ці матеріали схожі між собою і аж ніяк не володіють хорошими характеристиками (низька теплостійкість, погана адгезія бітумної покривної маси, нестійкість до температурних перепадів, невелике відносне подовження при розриві на розтягнення - все це сприяє утворенню різних дефектів, і як наслідок, до протікання покрівлі). Звідси невисока довговічність таких матеріалів - 2-4 роки.

До третьої групи відносяться бітумно-полімерні матеріали, на основі бітумів модифікованих атактичним поліпропіленом (АПП) або модифіковані стирол-бутадієн-стирольним каучуком (СБС). Бітумно-полімерні матеріали мають значні переваги в порівнянні з матеріалами на звичайному бітумі. Так, наприклад, в Росії деякий час вже застосовуються бітумно-полімерні матеріали на основі АПП (атаклон, ізопласт і ін.) і СБС (ізоеласт, бікроеласт і ін.). Досвід їх застосування показує, що найбільш застосовні матеріали на базі модифікаторів СБС, в основному завдяки підвищеній еластичності при низьких температурах [2,4]. Необхідно відзначити опір втоми, яке у СБС-компаунда виявляється вищим, ніж у матеріалів на основі АПП. Це доводить і досвід зарубіжних країн. У таких сонячних країнах як Італія, Франція, Іспанія виробляють і застосовують в основному матеріали на базі АПП модифікаторів, а в скандинавських країнах, в Канаді і на півночі США застосовуються матеріали, модифіковані СБС модифікаторами.

Отже, вже зараз можна зробити висновок, що найкращими з бітумінозних рулонних матеріалів, для експлуатації в вітчизняних умовах, є бітумно-полімерні матеріали, модифіковані СБС модифікаторами.

Основою під покрівлю і гідроізоляцію можуть служити: рівні поверхні залізобетонних плит, що несуть, або теплоізоляції без влаштування по них вирівнюючих стяжок; вирівнює стяжка з цементно-піщаного розчину і асфальтобетону.

Для визначення найбільш раціонального виду покрівельного покриття на плоскій покрівлі, була складена калькуляція на основні процеси по влаштуванню покрівель для розглянутих п'яти варіантів, складено графік виконання робіт і виконаний кошторисний розрахунок по всіх п'яти варіантів. Порівняння проводилося за такими показниками: трудомісткість пристрою різних варіантів покрівельних покриттів, тривалість виконання робіт, заробітна плата робітників, кошторисна вартість пристрою

різних варіантів покрівель, матеріаломісткість, машіноємкість, фонд оплати праці (ФОП), накладні витрати і кошторисний прибуток.

Тривалість виконання робіт по влаштуванню різних варіантів покрівель (рис. 1) була отримана побудовою графіків процесів по влаштуванню різних варіантів пристрою покрівель. Графіки були побудовані з урахуванням суміщення процесів (потоканий метод), для скорочення тривалості робіт. Кількість робочих для підрахунку тривалості виконання робіт приймалося згідно ЕНіР по відповідним процесам. Згідно з графіком, найменш тривалим по влаштуванню є варіант покрівлі з ПВХ мембран, а найбільш тривалий є варіант мастичної покрівлі з бітумно-гумової мастики.



Рис. 1. Тривалість пристрою різних варіантів плоскої покрівлі житлового будинку, дні

### Висновок

Основною думкою статті було виявлення найбільш вигідного варіанту пристрою покрівельного покриття на плоскому даху на конкретному об'єкті-представника, на основі аналізу організаційно-технологічних розрахунків і техніко-економічного порівняння різних варіантів з урахуванням системи теплоізоляції, представленої на ринку будівельних матеріалів України.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Одинцов, Д.Г. Аналіз організаційно-технологічних рішень м'яких покрівель [Текст] / Одинцов Д. Г., Косач А. Ф., Клопунов І. С. // Известия вищих навчальних закладів. Стrojітельство.- 2008.- №6.- С. 79-83.
2. Зельманович, Я.І. Довговічні покрівлі: АПП або СБС? [Текст] // Будівельні матеріали, обладнання, технології ХХІ века.- 2001.- №3.- С. 9-15.
3. Лівінський, А.М. Аналіз методів і обсягів виробництва покрівельних робіт і розробки пропозицій щодо їх вдосконалення [Текст] / Лівінський О.М., Євтушенко В.А. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - №1. - 2009. - С. 73-79
4. Кучеренко Л. В. Сучасні підходи підвищення ефективності виконання гідроізоляційного покриття [Текст] / Л. В. Кучеренко, І. І. Плазій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2014. - № 1. - С. 67-70.

**Ніколюк Вадім Григорович** — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, liliya13liliya13@gmail.com

**Nikoluik Vadim** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, nataliapetrenko2306@gmail.com

**Kucherenko Lilia** – PhD Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, liliya13liliya13@gmail.com



# РЕАЛІЗАЦІЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАБИВНИХ ПАЛЬ І РОСТВЕРКУ У СТОВПЧАСТОМУ ПАЛЬОВОМУ ФУНДАМЕНТІ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Виконане планування експерименту з математичного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту з забивних палей за допомогою програмного комплексу Plaxis. Передбачається дослідити реалізацію роботи ростверку і палей у складі пальового фундаменту у порівнянні з роботою одиночної палі і ростверку як фундаменту мілкового закладання в залежності від геометричних параметрів фундаменту і виду ґрунтів. Виконаний I етап досліджень і проаналізовані його результати.

**Ключові слова:** стовпчастий палевий фундамент, ростверк, паля, перерозподіл, несуча здатність.

## Abstract

The planning of the experiment on mathematical modeling of the columnar pile foundation from driven piles with the help of the Plaxis software package was performed. It is supposed to investigate the implementation of the grid and piles in the pile foundation in comparison with the work of a single pile and grid as a foundation of shallow laying depending on the geometric parameters of the foundation and the type of soil.

The first stage of research was performed and its results were analyzed.

**Keywords:** columnar pile foundation, grillage, pile, redistribution, bearing capacity.

## Вступ

Великою кількістю дослідів встановлено, що у складі стовпчастого пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нервномірно [3-8]. Чинні на території України нормативні документи [1] рекомендують або взагалі не враховувати роботу ростверку, або враховувати роботу ростверку як реакцію ґрунтової основи під подошвою, але і такий підхід не дозволяє адекватно врахувати роботу ростверку у складі пальового фундаменту.

В результаті врахування роботи елементів пальового фундаменту відбувається зменшення вартості фундаменту в цілому. Ці обставини зумовлюють доцільність та актуальність подальшого дослідження напружено-деформованого стану пальового фундаменту та його складових частин при роботі з ґрунтовою основою.

Створення достовірної розрахункової моделі ґрунтової основи, що забезпечує достатню відповідність між результатами розрахунку і роботою натурних палей – все ще одна із найважливіших проблем фундаментобудування.

Одним з програмних комплексів, в якому можна реально змоделювати ґрунтове середовище навколо палей є Plaxis, який розроблений на основі методів скінченних елементів та умов просторової задачі.

У цій роботі поставлена задача дослідити напружено-деформований стан (НДС) кушового пальового фундаменту з забивних палей шляхом математичного моделювання систем палевий фундамент-основа за допомогою програмного комплексу Plaxis.

## Результати дослідження

Попередньо були проведені модельні дослідження сумісної роботи елементів стовпчастого пальового фундаменту з забивних палей з основою шляхом фізичного моделювання магістрантами кафедри БМГА ВНТУ О.М. Малишевим та С.О. Цимбалом [7, 8].

Для моделювання натурних палей довжиною 3 м, 4,5 м та 6 м з поперечним перерізом 30x30 см виготовлені дерев'яні моделі з поперечним перерізом 20x20 мм, довжиною 200, 300 і 400 мм. Кількість палей в куші прийнята сталою (9 штук). З метою варіювання кроком палей було виготовлено три моделі ростверків, що дозволяють приймати крок палей  $3d$ ,  $5d$  та  $7d$ , де  $d$  – розмір поперечника палей. Моделі ростверків були виготовлені з залізобетону.

Авторами дослідження була проаналізована частка ростверку у загальному навантаженні на фундамент в залежності від довжини і кроку паль (рис. 1). Показано, що частка навантаження, яка сприймається плитою ростверку сягає до 50% від загального навантаження на пальовий фундамент. Навантаження, яке сприймає ростверк залежить від довжини паль і осьової відстані між палями. Із збільшенням відносної довжини паль ( $l/d$ ) несуча здатність ростверку зменшується, оскільки палі великої довжини сприймають більше навантаження за рахунок великої площі бокової поверхні. Із збільшенням осьової відстані між палями несуча здатність ростверку збільшується, оскільки площа плити ростверку також збільшується.

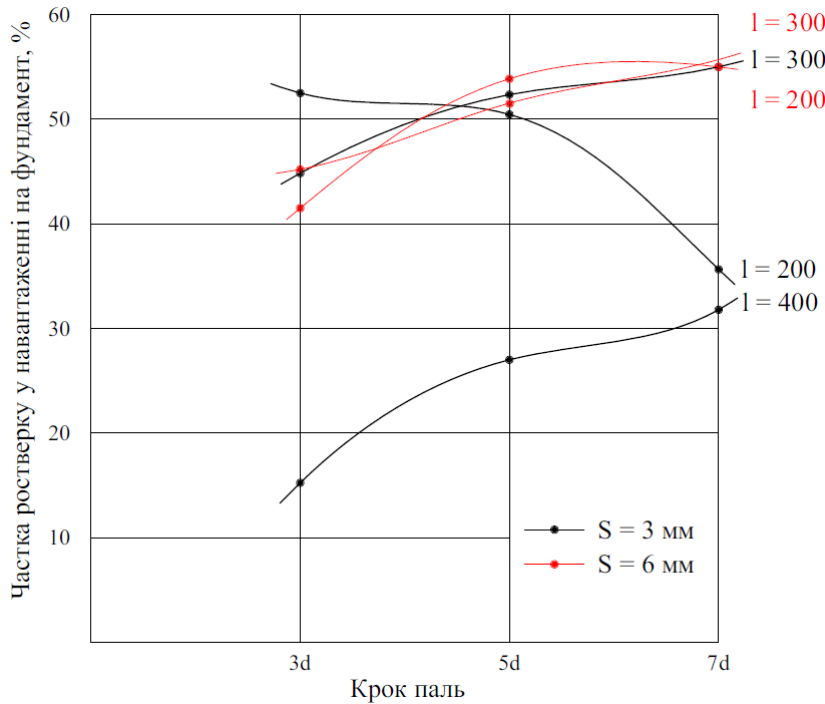


Рисунок 1 – Графік залежності частки ростверку – кроку паль при осіданні 3 мм, 6 мм та довжині паль 200 мм, 300 мм і 400 мм [7, 8]

Для продовження дослідження автором даної роботи була проаналізована реалізації несучої здатності палі у складі фундаменту у порівнянні з навантаженням, яке сприймає одиночна паля, а також залежність тиску під підшоною ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від довжини і кроку паль. Результати такого аналізу наведені у таблиці 1 та на рис. 2, 3.

Таблиця 1 – Результати експериментальних фізичних випробувань моделей стовпчастих пального фундаментів

Осідання, мм	Крок паль	Приведена довжина паль, (l/d)	Навантаження на модель фундаменту, кН	Навантаження, яке сприймають палі, кН	Несуча здатність одиночної палі при 0,2S, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палі	Навантаження, яке сприймає ростверк, кН	Тиск під підшоною ростверку, кПа	Частка ростверку, %
S = 2	3d	10	5,50	2,07	0,3	0,77	3,43	94,2	62,36
		15	6,00	2,40	0,3	0,89	3,60	98,9	60,00
		20	11,60	8,64	0,35	2,74	2,96	81,3	25,52
	5d	10	8,00	4,05	0,3	1,5	3,95	49,1	49,38
		15	9,50	4,23	0,3	1,57	5,27	65,5	55,47
		20	15,00	9,26	0,35	2,94	5,74	71,3	38,27
	7d	10	9,00	5,63	0,3	2,09	3,37	20,5	37,44
		15	11,00	4,58	0,3	1,70	6,42	39,0	58,36
		20	21,00	11,90	0,35	3,78	9,10	55,3	43,33

Продовження таблиці 1

Осідання, мм	Крок палів	Приведена довжина палів, (l/d)	Навантаження на модель фундаменту, кН	Навантаження, яке сприймають палі, кН	Несуча здатність одиночної палі при 0,2S, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палів	Навантаження, яке сприймає ростверк, кН	Тиск під дошвою ростверку, кПа	Частка ростверку, %
S = 3	3d	10	7,00	3,30	0,46	0,8	3,70	101,6	52,86
		15	8,00	4,35	0,49	0,99	3,65	100,2	45,63
		20	14,00	11,90	0,52	2,54	2,10	57,7	15,00
	5d	10	11,00	5,40	0,46	1,30	5,60	69,6	50,91
		15	11,50	5,32	0,49	1,21	6,18	76,8	53,74
		20	18,00	13,04	0,52	2,78	4,96	61,6	27,56
	7d	10	12,00	7,65	0,46	1,85	4,35	26,4	36,25
		15	13,00	5,78	0,49	1,31	7,22	43,9	55,50
		20	25,00	17,10	0,52	3,65	7,90	48,0	31,60
S = 4,5	3d	10	8,50	4,42	0,52	0,94	4,08	112,1	48,00
		15	9,50	5,20	0,53	1,09	4,30	118,1	45,26
	5d	10	13,00	6,07	0,52	1,30	6,93	86,1	53,31
		15	14,00	6,75	0,53	1,41	7,25	90,1	51,79
	7d	10	15,00	7,65	0,52	1,63	7,35	44,7	49,00
		15	15,00	5,18	0,53	1,09	9,82	59,7	65,47
S = 6,0	3d	10	9,50	5,47	0,55	1,105	4,03	110,7	42,42
		15	11,00	6,00	0,59	1,13	5,00	137,3	45,45
	5d	10	15,00	6,90	0,55	1,39	8,10	100,6	54,00
		15	15,00	7,20	0,59	1,36	7,80	96,9	52,00
	7d	10	17,00	7,65	0,55	1,55	9,35	56,8	55,00
		15	-	-	0,59	-	-	-	-
S=10,0	3d	10	11,50	7,20	0,56	1,43	4,30	118,1	37,39
		15	13,00	6,67	0,70	1,06	6,33	173,9	48,69
S=15,0	3d	10	13,00	8,17	0,56	1,62	4,83	132,7	37,15
		15	14,50	7,38	0,71	1,15	7,12	195,6	49,10

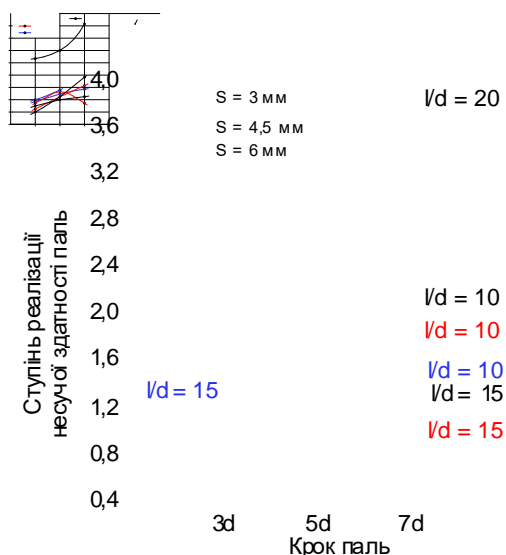


Рис. 2 – Залежність ступеню реалізації несучої здатності палі у складі фундаменту у порівнянні з навантаженням, яке сприймає одиночна палія

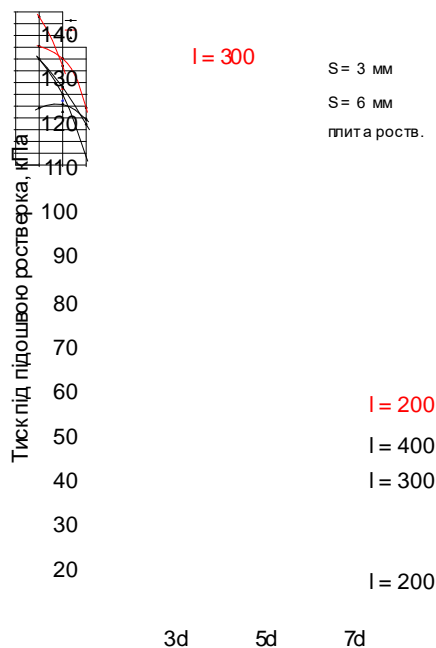


Рис. 3 – Залежність тиску під підшвою ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від довжини і кроку паль

З рисунків видно, що реалізація несучої здатності паль у складі фундаменту підвищується із збільшенням кроку паль. З рисунків також видно, що при більшій довжині несуча здатність паль реалізується менше.

Тиск під підшвою ростверку із збільшенням кроку паль зменшується, але він перевищує тиск, який сприймає плита ростверку як фундамент мілкового закладання, тобто ростверк також реалізує себе краще у складі пального фундаменту.

В подальшому на підставі результатів математичного моделювання планується дослідити реалізацію роботи ростверку і паль у складі пального фундаменту у порівнянні з роботою одиночної палі і ростверку як фундаменту мілкового закладання в залежності від геометричних параметрів фундаменту і виду ґрунтів.

*Програма моделювання НДС системи «фундамент – палі - основа» для стовпчастого пального фундаменту.*

Результатами експериментальних досліджень впливу низького ростверку на роботу пального фундаменту різних авторів, а також даними фізичного моделювання роботи пального фундаменту та паль на маломасштабних моделях встановлено, що факторами, які впливають на розподіл навантаження між елементами пального фундаменту, є:

- довжина паль ( $l_i$ ), м;
- розмір поперечного перерізу палі ( $d$ ), м;
- відстань між палями ( $a_i, b_i$ ), м;
- кількість паль у куці ( $n$ );
- фізико-механічні характеристики ґрунту;
- спосіб влаштування паль.

Для розв'язання поставленої задачі необхідно виконати моделювання методом скінчених елементів сумісної роботи ростверку і паль з ґрунтовою основою та окремо роботи палі і ростверку як фундаменту мілкового закладання у програмному комплексі «Plaxis 3D Foundation».

Програма визначення навантаження, яке сприймається окремими елементами у складі стовпчастого пального фундаменту передбачає:

- створення розрахункової схеми пального фундаменту під колону з коригуванням довжини і кроку паль;
- прикладання навантаження до розрахункової схеми стовпчастого пального фундаменту;
- побудова графіків для визначення навантаження, яке сприймає плита ростверку.

При чисельно-математичному моделюванні поведінки плити ростверку і паль під навантаженням були прийняті такі параметри:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель пального фундаменту під колону – ростверк товщиною 0,5 м та 1,0 м і палі поперечного перерізу 0,3 м х 0,3 м;
- палі довжиною 3,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- палі довжиною 6,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- палі довжиною 9,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- палі довжиною 12,0 м з кроком 3d, 5d і 7d;
- величина навантаження, яка сприймається плитою ростверку, розраховується як добуток реактивного опору ґрунту, який знаходиться під подошвою ростверку, на площу ростверку (без врахування площі паль);
- величина навантаження, яка сприймається палями, розраховується як різниця загального навантаження на стовпчастий паливий фундамент і величини навантаження, яка сприймається плитою ростверку.

Моделльні експерименти розділено на такі підгрупи:

I - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній піщаній основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, товщина ростверку 500 мм, програму моделювання наведено в табл. 2. Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний,  $\gamma = 18,6$  кН/м<sup>3</sup>,  $e = 0,67$ ,  $c = 2$  кПа,  $\varphi = 32^\circ$ ,  $E = 28$  МПа;

II - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній глинистій основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, товщина ростверку 500 мм, програму моделювання наведено в табл. 2. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок,  $\gamma = 18,7$  кН/м<sup>3</sup>,  $c = 23$ кПа,  $\varphi = 2^\circ$ ,  $\nu = 0,35$   $E = 14$ МПа;

III - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній глинистій основі при довжинах паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м та при осьовій відстані між ними 3d, 5d, 7d, товщина ростверку 1000 мм, програму моделювання наведено в табл. 2. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок,  $\gamma = 18,7$ кН/м<sup>3</sup>,  $c = 23$ кПа,  $\varphi = 2^\circ$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $E = 14$ МПа;

Таблиця 2 – Програма моделювання сумісної роботи ростверку і паль стовпчастого пального фундаменту для підгруп I – III (додатково варіюються вид ґрунту і жорсткість ростверку)

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	L = 3 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
2		5d, 9 шт.
3		7d, 9 шт.
4	L = 6 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
5		5d, 9 шт.
6		7d, 9 шт.
7	L = 9 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
8		5d, 9 шт.
9		7d, 9 шт.
10	L = 12 м, d = 0,3 м	3d, 9 шт.
11		5d, 9 шт.
12		7d, 9 шт.

IV - моделювання сумісної роботи фундаменту і паль зі сталим кроком 3d, довжиною 6 м в однакових ґрунтових умовах та різною кількістю паль. Характеристики однорідного ґрунту: глинистий,  $\gamma = 16,7$ кН/м<sup>3</sup>,  $c = 28$  кПа,  $\varphi = 28^\circ$ ,  $E = 19$ МПа.

Програму моделювання наведено в табл. 3.

V – моделювання роботи одиночних паль різної довжини в різних ґрунтових умовах підгруп I – II;

VI – моделювання роботи ростверку як фундаменту мілкого закладання в різних ґрунтових умовах підгруп I – II.

Таблиця 3 – Програма моделювання сумісної роботи ростверку і паль для підгрупи IV

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль (n)	Ґрунтові умови
1	L=6 м, d=0,3 м	3d, 9 шт	$\gamma = 16,7 \text{кН/м}^3$ , $c = 28 \text{кПа}$ , $\varphi = 28^\circ$ , $E = 19 \text{МПа}$
2	L=6 м, d=0,3 м	3d, 16 шт	
3	L=6 м, d=0,3 м	3d, 25 шт	

Результати моделювання НДС системи «фундамент – палі - основа» для стовпчастого пального фундаменту для підгрупи I.

При моделюванні роботи пального фундаменту були враховані наступні фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаментів (початкова фаза);
- влаштування стовпчастого пального фундаменту;
- робота стовпчастого пального фундаменту під дією вертикального навантаження.

Величина навантаження на моделі збільшувалась до тих пір, поки деформації знаходились в межах допустимих значень.

При чисельно-математичному моделюванні визначення частки ростверку і паль у навантаженні на стовпчастий паливий фундамент використовувалися повномасштабні моделі. При кількості паль 9 шт. (підгрупи I – III), кроці паль 3d ростверк мав габаритні розміри в плані 2,4 м x 2,4 м; при кроці паль 5d – 3,6 м x 3,6 м; при кроці паль 7d – 4,8 м x 4,8 м.

На рис. 4 для прикладу наведені розрахункові моделі стовпчастого пального фундаменту та ґрунтового масиву.

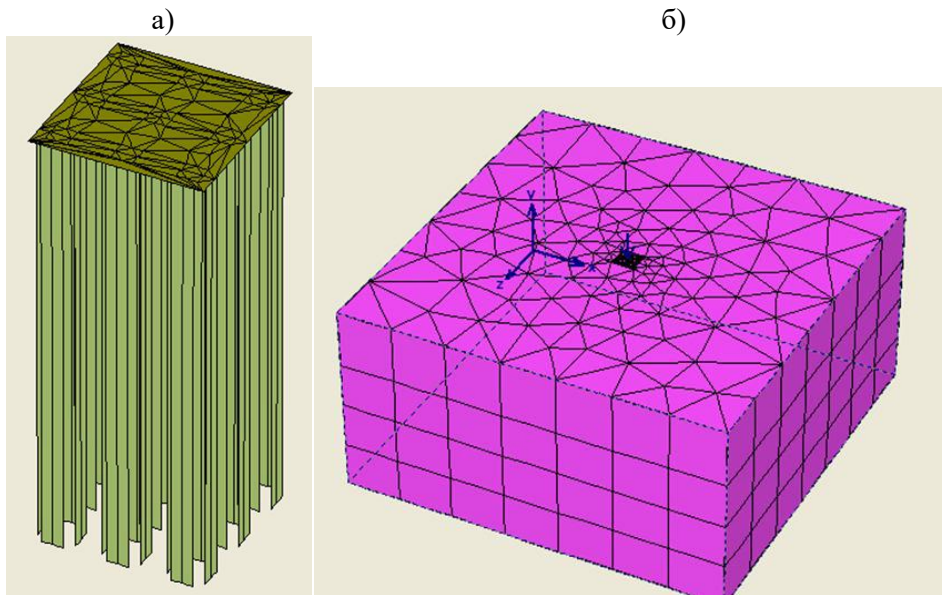


Рис. 4 – Розрахункові моделі стовпчастого пального фундаменту:  
а) паливий фундамент з ростверком 2,4 м x 2,4 м, палі довжиною 6 м; б) ґрунтовий масив

На рис. 5 – 7 наведено графіки залежності навантаження – осідання пального фундаменту з кроками паль 3d, 5d і 7d. На рис. 8, 9 наведено графіки залежності навантаження – осідання для одиночних паль та плит ростверків як фундаментів мілкого закладання.

На рис. 10 наведено графік залежності несучої здатності стовпчастого пального фундаменту в цілому при довжині паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м. Величина несучої здатності наведена при осіданні фундаменту 40 мм.

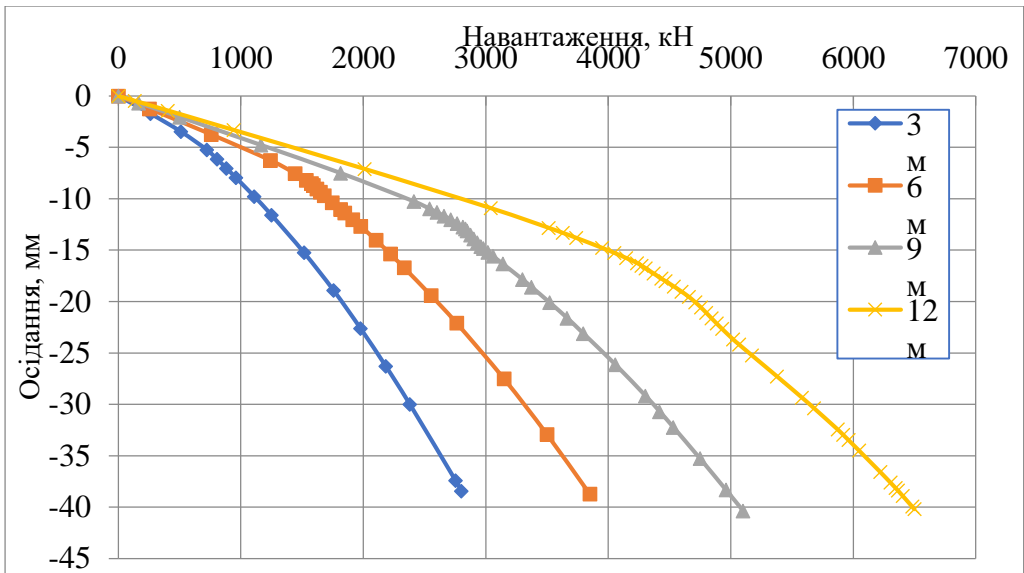


Рис. 5 – Графік залежності навантаження – осідання при кроці паль 3d

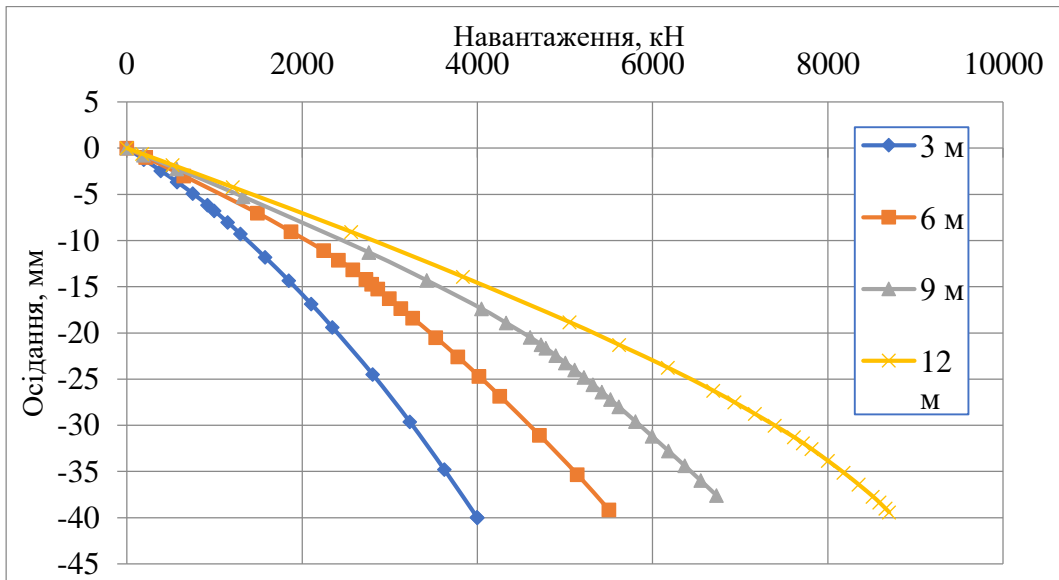


Рис. 6 – Графік залежності навантаження – осідання при кроці паль 5d

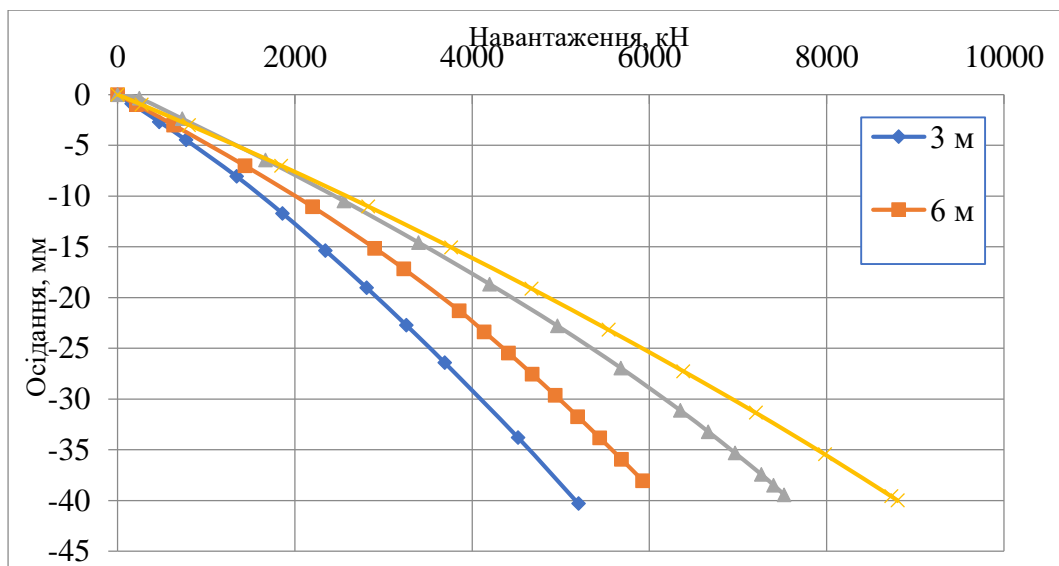


Рис. 7 – Графік залежності навантаження – осідання при кроці паль 7d

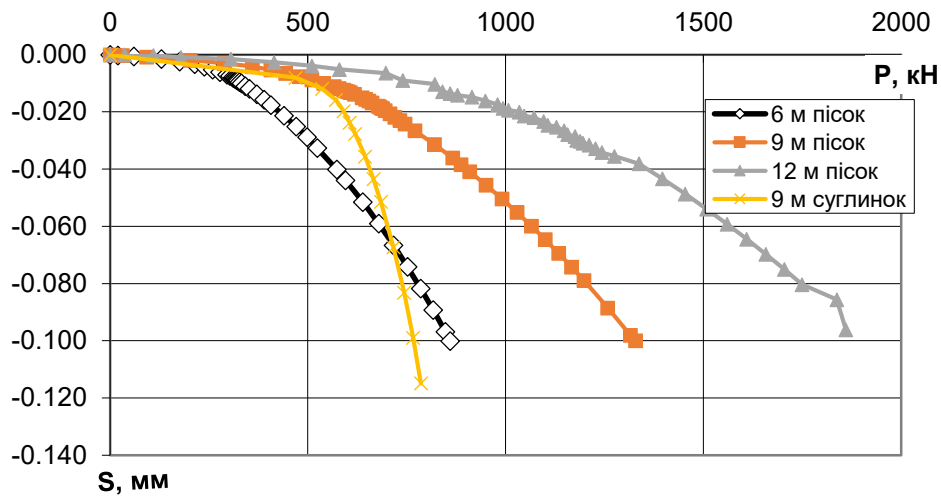


Рис. 8 – Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль різної довжини в різних ґрунтових умовах

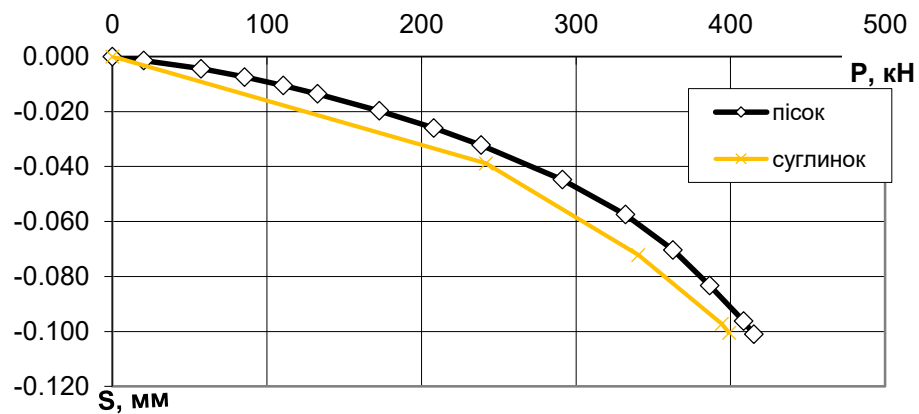


Рис. 9 – Графік залежності осідання – навантаження для ростверків як фундаментів мілко закладання в різних ґрунтових умовах

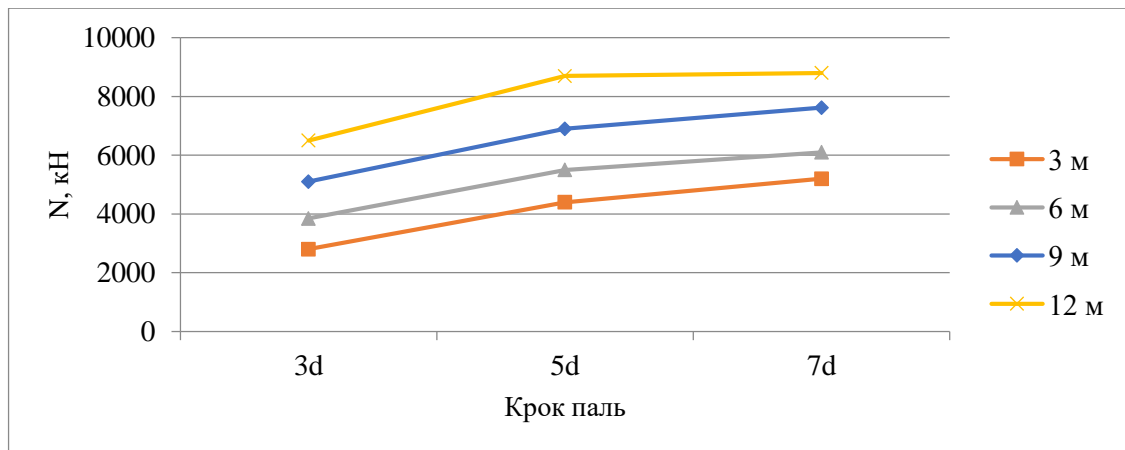


Рис. 10 – Графік залежності несуча здатність стовпчастого пального фундаменту – крок паль (пали забивні, ґрунт – пісок)

Результати моделювання наведено в таблиці 4. Несуча здатність одиночної палі визначена при осіданні 0,2 від осідання куща, тобто  $0,2 \cdot 40 = 8$  мм.

Тиск під підшовою ростверка, як фундаменту мілко закладання при осіданні  $s = 40$  мм (рис. 9), складає 170 кПа.



Таблиця 4 – Результати моделювання стовпчастого пального фундаменту за підгрупою І (9 палів, влаштованих без виймання ґрунту, товщина росту верку 500 мм, ґрунт однорідний – пісок дрібний)

Крок палів і розміри росту верку, м	L = 3 м				L = 6 м				L = 9 м				L = 12 м			
	Несуча здатність одиночної палі				Несуча здатність одиночної палі				Несуча здатність одиночної палі				Несуча здатність одиночної палі			
	N, кН	$\frac{N_p}{R_p}$ $\frac{кН}{кПа}$	L/b <sub>p</sub>	Середнє навантаження на палю, кН	N, кН	$\frac{N_p}{R_p}$ $\frac{кН}{кПа}$	L/b <sub>p</sub>	Середнє навантаження на палю, кН	N, кН	$\frac{N_p}{R_p}$ $\frac{кН}{кПа}$	L/b <sub>p</sub>	Середнє навантаження на палю, кН	N, кН	$\frac{N_p}{R_p}$ $\frac{кН}{кПа}$	L/b <sub>p</sub>	Середнє навантаження на палю, кН
3d 2,4 x 2,4 A <sub>p</sub> = 4,95	2800	$\frac{148,5}{30}$	1,25	294,6	3850	$\frac{232,65}{47}$	2,5	$\frac{401,9}{1,34}$	510 0	$\frac{260,37}{52,6}$	3,75	$\frac{537,7}{1,08}$	6500	$\frac{255,42}{51,6}$	5	$\frac{693,8}{0,99}$
5d 3,6 x 3,6 A <sub>p</sub> = 12,15	4400	$\frac{895,5}{73,7}$	0,83	389,4	5500	$\frac{1047,3}{86,2}$	1,67	$\frac{494,7}{1,65}$	690 0	$\frac{1132,3}{93,2}$	2,5	$\frac{640,8}{1,28}$	8700	$\frac{1225,9}{100,9}$	3,33	$\frac{830,5}{1,19}$
7d 4,8 x 4,8 A <sub>p</sub> = 22,23	5200	$\frac{2194,1}{98,7}$	0,625	334,4	6100	$\frac{2623,1}{118}$	1,25	$\frac{386,3}{1,29}$	762 0	$\frac{2911,7}{0}$ 131	1,87 5	$\frac{523,2}{1,05}$	8800	$\frac{2848,1}{128,1}$	2,5	$\frac{661,3}{0,95}$

На рис. 11 наведений графік залежності частки плити ростверку у навантаженні на фундамент від кроку паль при довжині паль 3 м, 6 м, 9 м, 12 м.

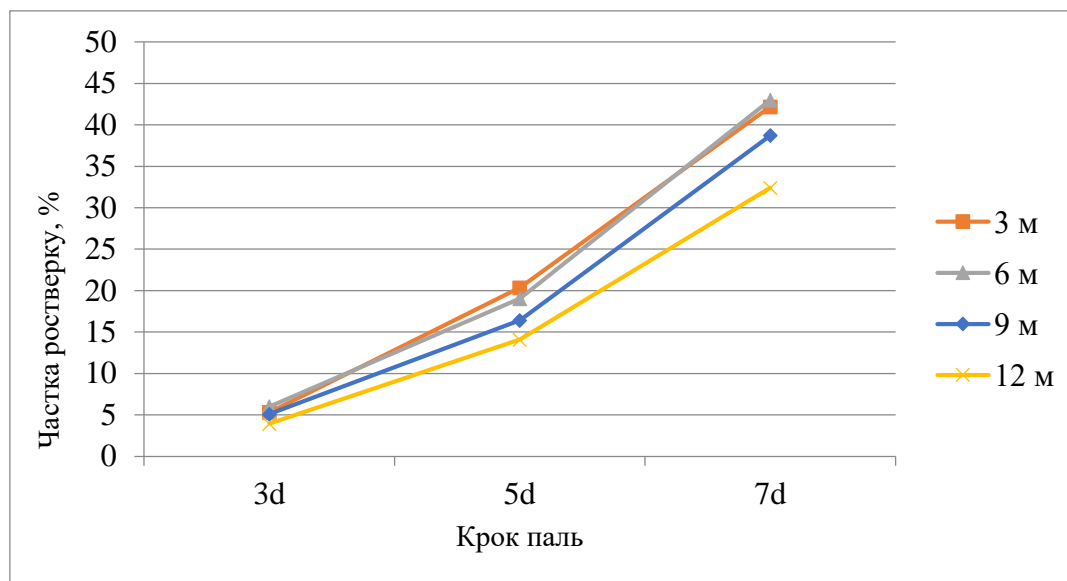


Рис. 11 – Графік залежності частки ростверку у навантаженні на стовпчастий пальовий фундамент від кроку паль

**За результатами чисельно-математичного моделювання, наведеними у табл. 4 та на рис. 11 можна зробити такі висновки.**

- частка ростверку залежить від довжини паль та осьової відстані між палями. При палях більшої довжини частка ростверку у навантаженні на фундамент знижується, оскільки площа по боковій поверхні паль досягає значної величини, тобто більшу частку навантаження сприймають палі. А при палях меншої довжини – навпаки збільшується.

- при збільшенні осьової відстані між палями частка ростверку у навантаженні на фундамент збільшується, оскільки площа плити ростверку збільшилась. А при мінімальній осьовій відстані між палями – зменшується.

- При малому кроці паль фундамент працює з основою як єдиний масив (умовний фундамент), при збільшенні відстані між палями ґрунт під подошвою ростверку в міжпальовому просторі краще реалізує свою несучу здатність.

- ступінь реалізації несучої здатності палі у складі пального фундаменту залежить від відносної довжини і кроку паль. Реалізація несучої здатності паль у складі фундаменту підвищується із збільшенням їх відносної довжини до 20, а далі починає знижуватись. Крок паль впливає на реалізацію несучої здатності палі неоднозначно. Найкращу реалізацію несучої здатності паль спостерігаємо при кроці 5d.

- реактивний опір основи під подошвою ростверка, як фундамента мілкового закладання 170 кПа. Навантаження, що припадає на ростверк пального фундаменту менше у порівнянні з навантаженням на ростверк, як фундамент мілкового закладання (табл. 4).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).

3. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками: Р 5.01.015.05 – [Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011г.]. – Минск: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24с.

4. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку в куцшовому пальному фундаменті / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2(15). – С.40-47.

5. Бартоломей А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А. А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б. С. Юшков – М., Стройиздат, 1994. – 377 с. – Библиогр.: с. 374.
6. Цимбал С.Й., Карцева С.Л. Методика розрахунку пальових фундаментів з урахуванням роботи ростверку // Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 28, с. 121-130.
7. Малишев О.М. Сумісна робота паль і ростверку у стовпчастому пальовому фундаменті/ О.М. Малишев, С.О. Цимбал, І.В. Маєвська, Н.В. Блащук // Тези регіональної науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців ВНТУ, м. Вінниця, ВНТУ, 2017 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/viewFile/3694/31033103>.
8. Блащук Н.В. Маєвська І.В., Попович М.М. Перерозподіл зусиль між елементами стовпчастого пальового фундаменту/„Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві”, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. – 2018. – №1(24). – С.36-44.

Кримняк Ярослав Миколайович — студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопо-стачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет. E-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com) [maevska@vntu.edu.ua](mailto:maevska@vntu.edu.ua)

**Krumnyak Yaroslav Mykolayovych** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Irina V. Mayevska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ ДО ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ

Вінницький національний технічний університете

**Анотація:** визначено вплив прийнятих конструктивно-планувальних рішень для забезпеченню стійкості будівлі від прогресуючих руйнувань. Запропоновано рекомендації конструктивно-планувальних рішень.

**Ключові слова:** прогресуюче руйнування, стійкість, заходи, блок жорсткості, більш міцніші матеріали, коефіцієнт армування.

**Annotation:** it is intended to pour in the adopted architectural and planuval solutions for securing the stiffness of the future from progressive ruynuvan. The recommendations of architectural and planning solutions have been analyzed.

**Key words:** progresuyuche ruynuvannya, style, come in, block of zhorstkost, more technical materials, functional armoring.

В останні роки в закордонні та вітчизняні будівельні норми [1,2] введено поняття ризику, пропонуються підходи для визначення рівня ризику та наслідків для житлових будинків, оцінки проектних заходів щодо попередження прогресуючого обвалення, які враховують цінність та вразливість споруди.

Поняття «прогресуюче обвалення» було започатковано (англ. Progressive Collapse) після трагічних подій 10 травня 1968 року коли у м. Лондон обвалився житловий будинок висотою 22 поверхи Ronan Point. В результаті вибуху газу у квартирі на 18-му поверсі призвели до часткового обвалу кута будівлі по всій висоті, постраждало 4 людини.

Тому окрім звичайних розрахункових ситуацій, що повинні передбачатися під час проектування, слід аналізувати можливість виникнення і наслідки аварійних ситуацій, що можуть виникнути за рахунок позапроектних впливів вказаних у додатку В [1].

Питанням розробки методів запобігання прогресуючого обвалення описано в працях Алмазова В. О. [3], Мутоко Кяло, Плотникова А. І., Расторгуєва Б. С. [4], роботи співробітників МНІТЕП Шапіро Г. І., Гур'єва В. В., Ейсмана Ю. А. [5], зарубіжних вчених Powell G. [6], Gilmour J. R. і Viridi K. S. [7], Kaewkulchai G. і Williamson E. B. [8], Pretlove A.J., Ramsden M. і Atkins A.G. [9], Izzudin B. A., Vlassis A. G., Elghazouli A. Y., Nethercot D. A. [10] та інших вчених.

Ніякими, звичайно, економічно виправданими заходами не вдасться в повній мірі виключити ризик виведення із роботи несучого елемента в конструкції будівлі. Жодна споруда не застрахована від ймовірного руйнування. Але спроба зменшити ймовірність виникнення прогресуючих руйнувань до нуля має також негативний вплив, в результаті чого вартість споруди значно зростає. Проте, споруду абсолютно не можливо захистити від ризику обвалення, так як, у вимогах є невизначеність до адекватного моделювання системи, поведінки, технічні властивості будівельних матеріалів, навіть при наявності сучасних програмних комплексів не можливо усе врахувати. У першу чергу розглядаються варіанти в яких захист будівель (споруд) при аварійних ситуаціях повинні бути орієнтований не просто на попередження руйнувань, а має спрямовуватися на те щоб люди були у безпеці і мали необхідну кількість запасу часу на можливість евакуації та ін.

Фахівці різних країн сходяться на думці, що стійкість будівлі проти прогресуючого обвалення слід забезпечувати комплексом засобів:

- ✓ превентивними заходами безпеки;
- ✓ раціональними конструктивно-планувальними рішеннями будівлі з урахуванням можливості виникнення аварійної ситуації;

- ✓ заходами, що забезпечують нерозривність конструктивної системи будівлі;
- ✓ застосуванням матеріалів і конструктивних рішень, що забезпечують розвиток в елементах конструкцій і їх з'єднаннях пластичних деформацій;
- ✓ заходами, аналогічними захисту будівель від сейсмічних впливів.

Об'єкт дослідження в роботі являє собою дев'яти поверховий каркасно-монолітний житловий будинок. В підвальному приміщенні розташований автопаркінг, тому в дослідженні розглядається руйнування несучої конструкції (пілону) який постраждав від зіткнення з автомобілем.

Для захисту будівлі від прогресуючого руйнування можна розглянути такі конструктивно-планувальні рішення:

- за проектування каркасу будівлі із більш міцніших матеріалів а ніж то прийнято традиційно, збільшити коефіцієнт армування;
- влаштування в багатоповерховій будівлі жорстких міжповерхових блоків встановлених із кроком 9 поверхів, а можливо і частіше;
- зменшення кроку несучих конструкцій для зменшення вантажної площі.

В даній роботі розглядаються три варіанти реалізації конструктивної схеми каркасу 9-ти поверхової житлової будівлі, в таблиця 1 описано їх особливості.

Таблиця 1 – Конструктивних схем для розрахунку

№	Найменування схеми	Позначення
1	Звичайна схема	Схема №1
2	Схема із використанням більш міцніших матеріалів	Схема №2
3	Схема із використанням технічного поверху з жорстким блоком	Схема №3

Розрахунок виконувався в ПК «ЛІРА-САПР» 2016.

Технологічний стан конструкцій схем в цілому та окремих її елементів оцінювати отриманими результатами після дії руйнування є параметри напруження і переміщення. Наслідками отриманих в результаті числового моделювання таблиця 2, записані максимальні переміщення над місцем руйнування, значення зусиль у пілонах, які більш завантажено і які менш завантажено після виходу із ладу несучого елемента. Найбільш перевантаженими є розташовані поблизу місця руйнування, найменш перевантажені більш віддалені несучі елементи.

Таблиця 2 – Значення переміщень та зусиль у схемах

Найменування	Схема №1	Схема №2	Схема №3
Переміщення в, мм	207	54,1	61,1
Максимальні значення зусиль в, т			
Елемент 1	605	588	486
Елемент 2	576	639	471
Мінімальні значення зусиль в, т			
Елемент 3	154	164	228
Елемент 4	151	167	323
max-min в, т	451	472	258
Відношення різниці %	74	74	53

Аналізуючи різницю maxпереміщень констатує дієвість призначених інженерних рішень. Значення зменшилися порівняно із схемо №1 що найменше у три рази. Зусилля в запропонованих схемах №2 і №3 різні, не зважаючи на зменшення переміщень. Різниця значень зусиль max і min у відсотках в схемах №1 та №2 співвідносяться однаково, а от у схемі №3 значення на 21% менші. Жорсткий блок виявився більш раціональним завдяки розподіленню навантажень після руйнування.

#### Висновки

За результатами числового моделювання можна стверджувати, що ефективність протидії прогресуючому руйнуванню і при використанні більш міцніших матеріалів, і при використанні жорсткого блоку на 9-у поверсі будівлі дієві.

Завдяки більш міцнішим матеріалам і збільшенню коефіцієнта армування, будівля набуває більшої стійкості завдяки якій прогресуюче руйнування значно менше. Недоліки перевантаження сусідніх несучих елементів, але даний спосіб протидії дієвий і це підтверджується дослідженням.

Жорсткий блок перерозподіляє навантаження на несучі конструкції, які розташовані в нижній частині будівлі. При виході із ладу одного з вертикальних несучих елементів, навантаження на себе беруть не тільки сусідні, але і віддалені елементи. Жорсткий блок перерозподіляє навантаження і зменшує руйнування, несучі елементи не перевантажуються так як у випадку із використанням більш міцніших матеріалів, що дає даному методу певну перевагу.

Слідуючи із результатів розрахунку можна свідчити, що розраховані чисельно заходи можуть збільшити стійкість до прогресуючого руйнування, зменшити переміщення над місцем руйнування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: Мінрегіонбуд України, 2018. – 30 с.
2. ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 110 с.
3. Leyendecker, E. V. and Ellingwood, B. R., 1977, "Design Methods for Reducing the Risk of Progressive Collapse in Buildings," NBS Building Science Series 98, National Bureau of Standards, Washington, DC.
4. McGuire, W., 1974, "Prevention of Progressive Collapse," Proceedings of the regional Conference on Tall Buildings, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
5. Fintel, M. and Schultz, DM., 1976, "Philosophy for Structural Integrity of Large Panel Buildings," Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol.21, No.3, pp.46-69.
6. Алмазов В.О. Сопротивление прогрессирующему разрушению: расчетные и конструктивные мероприятия. Доклад ЦНИИСК, 2009.
7. Расторгуев, Б. С., Мутко К. Н. Деформирование конструкций перекрытий каркасных зданий после внезапного разрушения одной колонны.//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2006/1, с.12-15.
8. Шапиро Г. И., Гурьев В. В., Эйман Ю. А.. Методика расчета монолитных жилых зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения. - М.: МНИИТЭП, 2004. - 40 с.
9. Powell, Graham. Progressive Collapse: Case Studies Using Nonlinear Analysis. SEAOC Annual Convention, Monterey, August 2004.
10. Gilmour J.R. and Viridi K.S. Numerical modelling of the progressive collapse of a framed structures as a result of impact or explosion. 2nd int. PhD. Symposium in civil engineering, Budapest 1998 Kaewkulchai G. and Williamson E. B. Beam element formulation and solution procedure for dynamic progressive collapse analysis, Journal "Computer and Structures" 82 (2004), Pp. 639-651.

Басистий Віталій Олександрович, маг. гр. Б-19м, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, e-mail: [vital.bass1@gmail.com](mailto:vital.bass1@gmail.com).

Керівник: Андрухов Валерій Михайлович, к.т.н., доцент кафедри ПЦБ, член-кореспондент академії будівництва України, заст. завідувача кафедри, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI».

Basistiy Vitaliy Oleksandrovych, Art. gr. B-19m, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Building Heat and Power Engineering, gas supply, e-mail: [vital.bass1@gmail.com](mailto:vital.bass1@gmail.com).

Kerivnik: Andrukhov Valeriy Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of PCB, Corresponding Member of the Academy of Budgetary Ukraine, St. Head of the department, ocholye to the work of SPKB "VINNITSYA-XXI".

## Планування експерименту досліджень нового пальового фундаменту з коротких паль

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В даній роботі приведено дослідження ефективності використання коротких паль для нового будівництва. Розглянуто план фізичного та математичного моделювання для подальшого дослідження та проектування їх у програмному комплексі Plaxis. Подано порівняння коротких паль із довгими у різних варіантах.*

**Ключові слова:** новий пальовий фундамент, короткі палі, довгі палі, ростверк, планування фундаменту.

### *Abstract*

*In this work presents study of the effectiveness of the use of short piles for new construction. The plan of physical and mathematical modeling for their further research and design in the Plaxis software package is considered. The comparison of short piles with long ones in different variants is given.*

**Keywords:** new pile foundation, short piles, long piles, grillage, foundation planning.

### **Вступ**

При проектуванні нового пальового фундаменту є багато суперечливих питань. Одне із них це перерозподіл навантаження між палями в кущі. Дослідами встановлено, що навантаження, яке сприймає пальовий фундамент від усієї будівлі розподіляється між його елементами, частина навантаження передається на ростверк, а частина - на палі і не завжди несуча здатність паль у складі пальового фундаменту відповідає несучій здатності поодинокій палі [2-7]. Діючі норми України пропонують не враховувати роботу ростверку або ж враховувати її як реакцію ґрунтової основи під подошвою без конкретних кількісних рекомендацій, тому це не дозволяє повністю врахувати роботу ростверку [1].

На сьогоднішній день питання створення достовірної розрахункової моделі ґрунтової основи, що забезпечує достатню відповідність між результатами розрахунку і роботою натурних паль – все ще одна із найважливіших проблем фундаментобудування.

У програмному комплексі Plaxis можемо реально змоделювати ґрунтове середовище навколо пальового куща, програма розроблена на основі методів скінченних елементів та умов просторової задачі.

У цій роботі поставлена задача розглянути план фізичного та математичного моделювання для подальшого дослідження пальового фундаменту з коротких забивних паль для нового будівництва.

### **План експерименту математичного моделювання**

На підставі результатів математичного моделювання, які будуть отримані за допомогою програмного комплексу «Plaxis 3D Foundation» планується дослідити реалізацію роботи пальового фундаменту з ґрунтовою основою в залежності від довжини, кількості, розміщення паль та ґрунтових умов.

Програма моделювання НДС системи «фундамент – палі - основа» для пальового фундаменту.

Експериментальними дослідженнями різних авторів були встановлені такі фактори, які впливають на розподіл навантаження між елементами пальового фундаменту, а саме:

- довжина паль ( $l_i$ ), м;
- розмір поперечного перерізу палі ( $d$ ), м;
- відстань між палями ( $a_i, b_i$ ), м;
- кількість паль у кущі ( $n$ );
- фізико-механічні характеристики ґрунту [2-7].

Програма визначення навантаження, яке сприймається окремими елементами у складі стовпчастого пальового фундаменту передбачає:

- створення розрахункової схеми пальового фундаменту під колону з коригуванням довжини і кроку паль;
- прикладання навантаження до розрахункової схеми пальового фундаменту;
- побудова графіків для визначення навантаження, яке сприймає плита ростверку.

При математичному моделюванні за початкову експериментальну модель нового пальового фундаменту були прийняті такі параметри:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель пальового фундаменту під колону – ростверк розміром в плані 2,4x2,4 м, товщиною 0,9 м і палі поперечного перерізу 0,3 x 0,3 м;
- палі довжиною 3,0 м з кроком 3d, 4,2 d і 6d;
- палі довжиною 10,0 м з кроком 3d, 4,2d і 6d;
- величина навантаження, яка сприймається плитою ростверку, розраховується як добуток реактивного опору ґрунту, який знаходиться під подошвою ростверку, на площу ростверку (без врахування площі паль);
- величина навантаження, яка сприймається палями, розраховується як різниця загального навантаження на стовпчастий паловий фундамент і величини навантаження, яка сприймається плитою ростверку.

Модельні експерименти розділено на такі підгрупи:

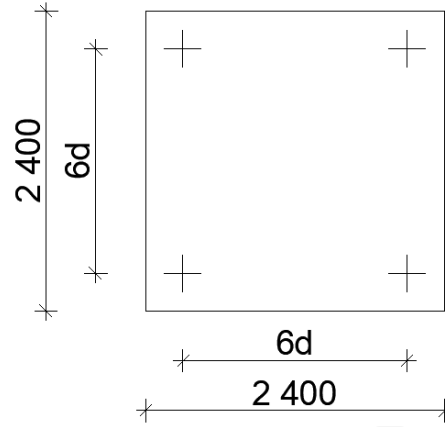
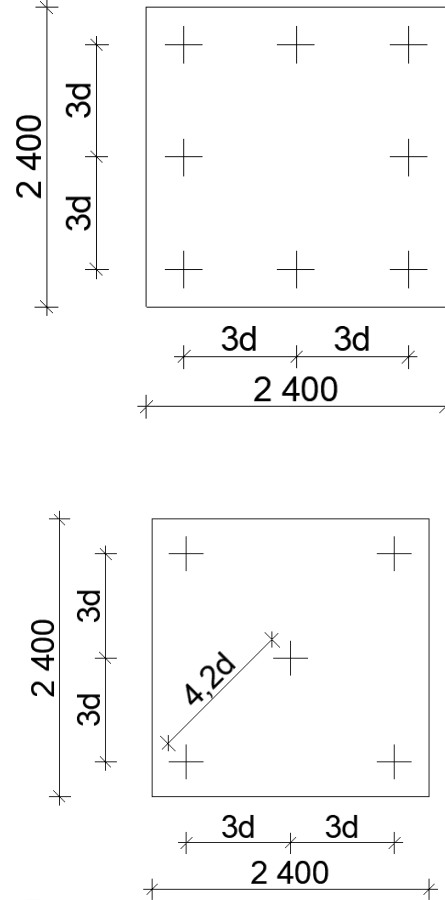
I - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній піщаній основі при довжинах паль 3 м та 10 м, та при осьовій відстані між ними 3d, 4,2 d та 6d, товщина ростверку 900 мм. Варіюємось кількістю паль та їх розміщенням в ростверку. Програму моделювання наведено в табл.1. Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний,  $\gamma = 18,6 \text{ кН/м}^3$ ,  $e = 0,67$ ,  $c = 2 \text{ кПа}$ ,  $\phi = 32^\circ$ ,  $E = 28 \text{ МПа}$ ;

II - моделювання сумісної роботи ростверку і паль на однорідній глинистій основі при довжинах паль 3 м та 10 м та при осьовій відстані між ними 3d, 4,2 d та 6d, товщина ростверку 900 мм. Варіюємось кількістю паль та їх розміщенням в ростверку. Програму моделювання наведено в табл.1. Характеристики глинистого ґрунту: суглинок,  $\gamma = 18,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $c = 23 \text{ кПа}$ ,  $\phi = 21^\circ$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $E = 14 \text{ МПа}$ ;

Таблиця 1 – Програма математичного моделювання роботи пальового фундаменту

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
2	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
3	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	



	$L = 3 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	
4	$L = 10 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	

### План експерименту фізичного моделювання

Для того щоб побачити якісну картину сумісної роботи забивних паль і ростверку в складі нового пальового фундаменту заплановано провести фізичне маломасштабне моделювання в лабораторних умовах.

Розглянемо подальший план наших дій для дослідження нового пальового фундаменту з коротких паль. Для моделювання натурних коротких і довгих паль довжиною 3 м та 6 м, поперечним перерізом 300x300 мм, потрібно виготовити дерев'яні моделі довжиною 200 мм і 400 мм з поперечним перерізом

20x20 мм. Товщина моделей плит ростверків прийнята 50 мм. Кількість коротких паль у куці прийемо 9 штук (рис.1).

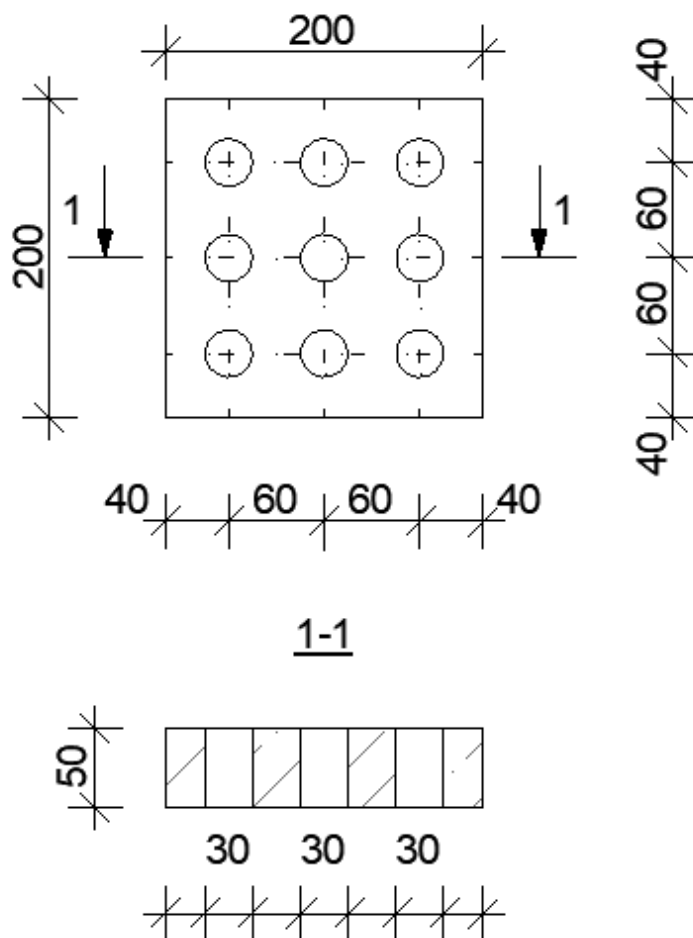


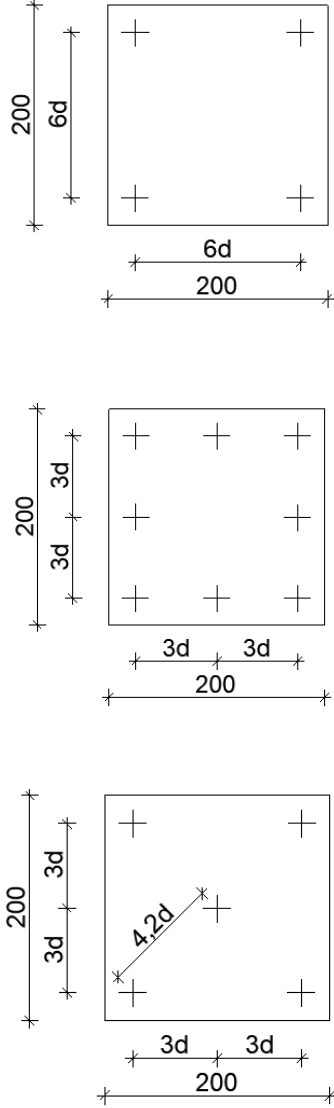
Рис. 1 – Модель ростверку 200x200 мм

Випробування пального фундаменту проведемо у лабораторному лотку розміром 1800×1200×1000 мм. В якості ґрунту буде використовуватись пісок середньої крупності із заданою щільністю та вологістю. Врахувавши геометричні розміри лотка з піском та обмежені можливості упорної системи прийемо масштаб фізичного моделювання 1:15.

Для аналізу відмінності поведінки пального фундаменту буде виконуватись три види дослідів, два досліди при довжині паль у ростверку 200 мм та 400 мм, а також дослід плити ростверку без паль. У досліді один та два варіюємось чотирма схемами розміщення паль у ростверку. В таблиці 2 наведено програму модельних випробувань.

Таблиця 2 – Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль
1	$L = 0,2 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	

2	$L = 0,4 \text{ м}, d = 0,02 \text{ м}$	
3	Плита ростверку без паль з розмірами у плані 200x200 мм, висотою 50 мм, глибина закладання 200 мм	-

### Висновки

1. Проведення досліджень дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при улаштуванні пальових фундаментів.
2. Аналіз напружено-деформованого стану пальових фундаментів з коротких паль буде сприяти уточненню методики їх розрахунку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 161 с. - (Національні стандарти України).

2. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками: Р 5.01.015.05 – [Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011г.]. – Минск: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24с.
3. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверку в кущовому пальовому фундаменті / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2(15). – С.40-47.
4. Бартоломей А. А. Прогноз осадок свайних фундаментов / А. А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б. С. Юшков – М., Стройиздат, 1994. – 377 с. – Библиогр.: с. 374.
5. Цимбал С.Й., Карцева С.Л. Методика розрахунку пальових фундаментів з урахуванням роботи ростверку // Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 28, с. 121-130.
6. Малишев О.М. Сумісна робота паль і ростверку у стовпчастому пальовому фундаменті/ О.М. Малишев, С.О. Цимбал, І.В. Маєвська, Н.В. Блащук // Тези регіональної науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців ВНТУ, м. Вінниця, ВНТУ, 2017 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/viewFile/3694/31033103>.
7. Блащук Н.В. Маєвська І.В., Попович М.М. Перерозподіл зусиль між елементами стовпчастого пальового фундаменту/„Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві”, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. – 2018. – №1(24). – С.36-44.

**Кремінська Юлія Олександрівна** — студентка групи Б-20м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: 1b16b.[kreminska@gmail.com](mailto:kreminska@gmail.com)

Науковий керівник: **Маєвська Ірина Вікторівна** — к. т. н, доцент, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com) [maevska@vntu.edu.ua](mailto:maevska@vntu.edu.ua)

**Kreminska Yuliia** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: 1b16b.[kreminska@gmail.com](mailto:kreminska@gmail.com)

Supervisor: **Irina V. Mayevska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: [irina.mayevskaja@gmail.com](mailto:irina.mayevskaja@gmail.com) [maevska@vntu.edu.ua](mailto:maevska@vntu.edu.ua)

## Особливості просторової роботи монолітних залізобетонних перекриттів, армованих попередньо напруженими канатами

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглядається застосування технології попереднього напруження залізобетону в умовах будівельного майданчика, як метод конструктивного удосконалення залізобетонних монолітних перекриттів офісних будівель.

**Ключові слова:** попередньо напружений залізобетон, постнапруження, великопрольотні балки та плити, матеріало заощаджуючий ефект.

### Abstract

Have been considered the technology of prestressing of reinforced concrete which are completed at the construction site, as a method of constructive improvement of reinforced concrete monolithic floors of office buildings.

**Keywords:** prestressing reinforced concrete, posttension, long-span beams and slabs, material saving effect.

### Вступ

Використання технології попереднього напруження скорочує витрати бетону відносно технології звичайного залізобетону та економія збільшується зі збільшенням прольотів будівлі [1, 2].

Технологія улаштування попереднього напруження у монолітних залізобетонних конструкціях суттєво відрізняється від технології обтиску збірних конструкцій, адже в умовах будівельного майданчику важко створити ефект надійної анкеровки напружуваної арматури на бетон. Напруження, в основному, здійснюється канатами, прокладеними у заздалегідь створених порожнинах в бетонних конструкціях (каналах). Такий метод улаштування попереднього напруження називають постнапруженням. При цьому, відмінність пост напруження від класичного попереднього напруження, яке виконується в заводських умовах, полягає в тому, що арматурні канати напружуються після набору бетоном достатньої передатної міцності. Передавання зусиль на бетон здійснюється за допомогою встановлених на кінці напружуваного елемента анкерних пристроїв.

За останнє десятиліття запатентовано різноманітні методи та пристрої кріплення канатів. В їх числі гільзи з різьбою, закріплення випусків кінців канату через отвір товстої металеві пластини з встановленням клину, встановлення конусоподібних клинів та інші. В даний час застосування конусних анкерів з клинами чи матрицями є найбільш поширеним для попереднього напруження в плитах (рис. 1).

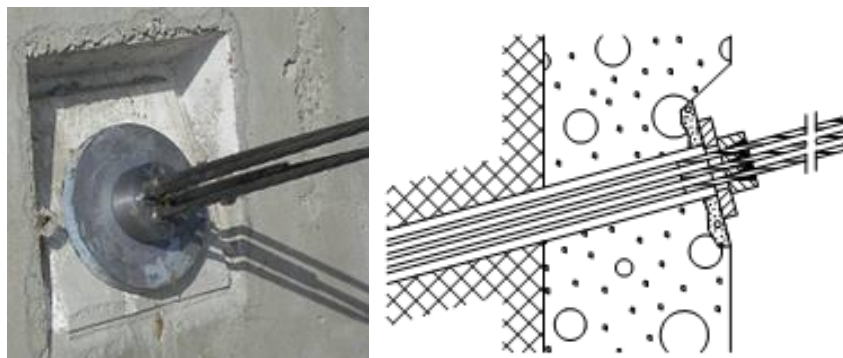


Рис. 1. Спосіб анкерування попередньо напружених канатів з використанням гільзи.

## Основна частина

Загалом, використання попереднього напруження в перекриттях, збільшує їх тріщиностійкість, зменшує прогини, тобто, покращує роботу зігнутої великопролітної конструкції за другою групою граничних станів. Як результат, для створення конструкції рівномірної аналогічній монолітній конструкції, але без попереднього напруження витрачається менше матеріалів (арматури і бетону). На основі теоретичних і експериментальних даних отримано функціональні залежності витрат бетону і арматури, дивись рис. 2 і рис. 3.

Переваги у вигляді економія матеріальних ресурсів, які надає попередне напруження при створенні монолітних прогонових будов, досягаються дорогою ціною. В першу чергу, така технологія вимагає більш високої кваліфікації будівельників, наявності на будмайданчику спеціальних технологічних приладь для напруження канатів та контролю попереднього напруження, постійний моніторинг величини напружень в канатах та їх технічного стану під час експлуатації будівель.

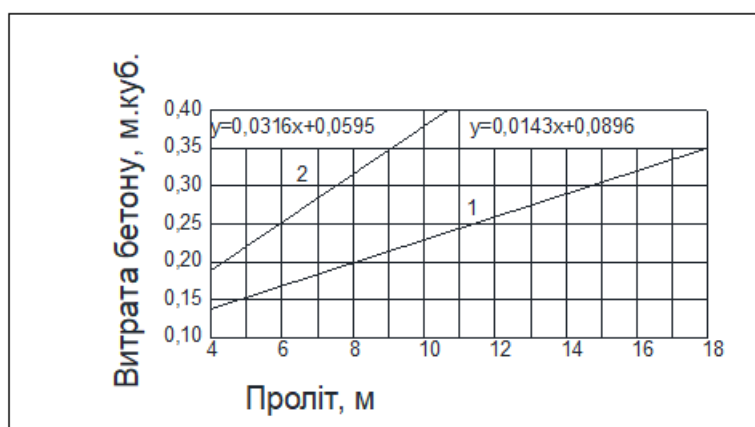


Рис.2. Витрата бетону на перекриття будівлі в залежності від прольоту при застосуванні попередньо напруженого (1) і звичайного (2) залізобетону.

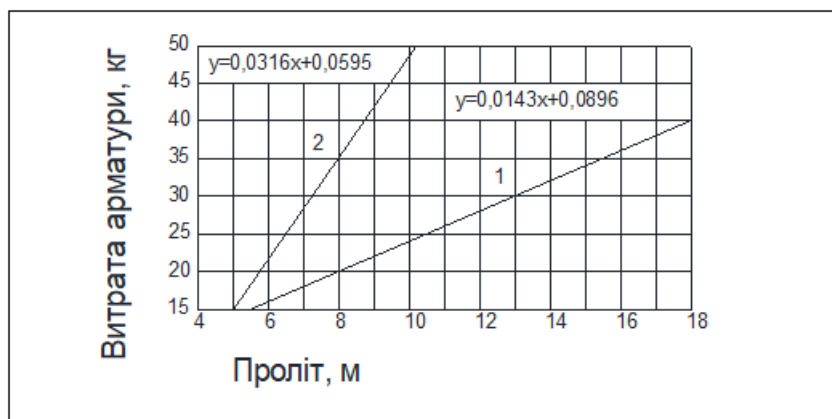


Рис.3. Витрата арматури на перекриття будівлі в залежності від прольоту при застосуванні попередньо напруженого (1) і звичайного (2) залізобетону.

## Висновки

В результаті виконаного ґрунтовного аналізу літературних джерел, на основі досліджень розроблених скінчено-елементних моделей напружено-деформованого стану перекриттів офісних будівель під навантаженням, доведено ефективність та економічність використання методу постнапруження для оптимізації їх конструкції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асатрян Л.В., Звездов А.И. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона./Строительные материалы, оборудование, технологии века — М., 2008.— 55с.
2. Дрозд Я.И. Предварительно напряженные железобетонные конструкции. — М., 1984. — 208с.

**Сімаков Юрій Ярославович** — студент групи Б-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [Simakov1000@gamil.com](mailto:Simakov1000@gamil.com)

Науковий керівник: **Попов Володимир Олексійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [v.a.popov.vntu@gmail.com](mailto:v.a.popov.vntu@gmail.com)

**Simakov Yurii** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [Simakov1000@gamil.com](mailto:Simakov1000@gamil.com)

Supervisor: **Popov Volodymyr** — Ph.D. docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [v.a.popov.vntu@gmail.com](mailto:v.a.popov.vntu@gmail.com)

## ГАЗОБЕТОН, ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СУЧАСНИЙ СТІНОВИЙ МАТЕРІАЛ

ТОВ «Аерос»

### Анотація

Проаналізовано характеристики основних стінових матеріалів та критерії оцінювання їх енергоефективності. Показано, що найбільш оптимальним стіновим матеріалом являється газобетон автоклавного тверднення. Газобетон витіснив з будівельного ринку традиційні стінові матеріали – цеглу глиняну, силікатну, керамзитобетон, які являються високо енергозатратними при виробництві і не енергоефективними на стадії експлуатації.

**Ключові слова:** стінові матеріали, газобетон, тенденції використання, енергоефективність.

### Abstract

The characteristics of the main wall materials and the criteria for evaluating their energy efficiency are analyzed. It is shown that the most optimal wall material is autoclaved aerated concrete. Aerated concrete has supplanted from the construction market traditional wall materials - clay, silicate, expanded clay concrete, which are highly energy-intensive in production and not energy efficient at the stage of operation.

**Keywords:** wall materials, aerated concrete, usage trends, energy efficiency

### Вступ

В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв жоден із сучасних конструкційних будівельних матеріалів, не знав таких високих темпів приросту обсягів виробництва, як газобетон автоклавного тверднення (далі автоклавний газобетон). Після розвалу СРСР в Україні залишились діючими більше 10 заводів загальною річною потужністю виробів близько 1,2 млн.м<sup>3</sup>. В результаті занепаду і руйнації галузі виробництва будівельних матеріалів обсяг виробництва газобетону до 2000 року в Україні скоротився в 12 раз. Застарілі заводи були елементарно знищені і порізані на металобрухт, хоча вони були прив'язані до ресурсної бази, зокрема доступу до кремнеземистого компоненту. Європейська практика виробників газобетону підтверджує економічну доцільність модернізації обладнання на існуючих заводах з максимальним збереженням та використанням існуючої інфраструктури підприємства, шляхом монтажу нових більш продуктивних технологічних ліній. З 2000 року по 2016 рік обсяг виробництва автоклавного газобетону в Україні зріс в 36 раз. В 2019 році питома вага газобетону в структурі стінових матеріалах становила до 53%.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними офіційної статистики в Україні відносні обсяги будівництва житла (м<sup>2</sup>/люди в рік) протягом останніх 20 років в 2,5-3 рази стабільно нижчі ніж в інших пострадянських країн (Білорусія, РФ, Казахстан). Разом з тим в Україні постійно зростає питома вага малоповерхового житла (до 3-х поверхів), вона в останні роки практично наблизилась до 50%, що відповідає сучасним світовим тенденціям США, Канади, країн ЄС, де доля малоповерхового житла становить 75% і більше.

Цілком логічним є те, що зростання обсягів будівництва малоповерхового житла потребує в рази більше стінових будівельних матеріалів. Крім того, при цьому суттєво зростають втрати теплової енергії через зовнішню «оболонку» малоповерхової будівлі. **Збільшення обсягів** житлового будівництва на душу населення в рік до рівня пострадянських країн і особливо розвинених країн (приблизно 1м<sup>2</sup>/люди в рік) може бути вирішено шляхом суттєвого зростання, у тому числі, і обсягів виробництва енергоефективних будівельних матеріалів.

В самому будівельному матеріалі енергетична складова може становити 50% і більше. В роботі [1] наведені порівняльні дані основних будівельних матеріалів за енергоємністю виробництва. Самим енергоємним будівельним матеріалом є сталь, для виробництва 1 т якої



потрібно 32290 МДж теплової енергії. Для виробництва 1 т портландцементу потрібно енергії в 8 раз менше, цегли - в 12, залізобетону - в 16, важкого бетону - в 23, ніздрюватого бетону в 25 разів.

Багаторічний досвід виробництва стінових матеріалів показав, що на виробництво повнотілої цегли необхідно 900 кВт • год / м<sup>3</sup>, пустотілого - 600 кВт • год / м<sup>3</sup>, а автоклавного газобетону - 320 кВт • год / м<sup>3</sup>.

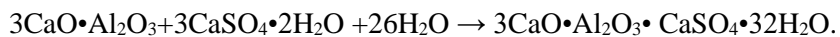
Ще в колишньому СРСР оцінили ефективність автоклавного газобетону. В кінці 80-х років для реалізації житлової програми було прийнято рішення довести обсяг виробництва автоклавного газобетону до показника 40 млн. м<sup>3</sup> / рік. Довідково слід зазначити, що максимальний обсяг виробництва автоклавного газобетону в колишньому СРСР разом з країнами Прибалтики становив 6,6 млн м<sup>3</sup>.

В Україні в рамках всесоюзної програми республіканською програмою передбачалося будівництво та реконструкція 24 заводів по виробництву автоклавного газобетону. Загальна річна потужність підприємств повинна була зрости до 2,7 млн. м<sup>3</sup> рік. Був розроблений кадастр природної і техногенної сировини, яка могла бути використана в якості кремнеземистого компонента для виробництва автоклавного газобетону.

Стрімке зростання цін на енергетичні ресурси, через їх вичерпність, привело до перегляду нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій[2], які були введені лише в 2016 році.

Враховуючи ціновий фактор конструкційного і конструкційно - теплоізоляційного газобетону та інші переваги, його виробництво почало швидко зростати. Білорусія в 2014 році вийшла на рівень виробництва 3,2 млн м<sup>3</sup>, зайняла місце світового лідера по відносним обсягам виробництва газобетону на душу населення і по сьогодні являється експортером цього матеріалу, РФ наростила обсяги виробництва до 13...14 млн. м<sup>3</sup> в рік за наявності встановленої потужності 73 заводів в 17,42 млн. м<sup>3</sup> газобетону [3]. В Україні, за даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону обсяг виробництва автоклавного в останні роки становить 3,9 млн м<sup>3</sup> газобетону, а виробничі потужності країни наблизились до 4,9 млн. м<sup>3</sup>

Автоклавний газобетон виготовляється шляхом штучного синтезу гідросилікатів кальцію (переважно тоберморіту) при температурі 200 ° С і тиску пари 1,2...1,4 МПа. Молотий кварцевий пісок в умовах автоклавної обробки газобетону виконує функцію реакційно активного компоненту мінерального вяжучого. При цьому базовою складовою вяжучого газобетонної суміші можуть виступати не тільки цемент, вапно, але і доменні гранульовані шлаки, зола-винос з високим вмістом СаО та інші техногенні мінеральні продукти[4]. Основними гідросилікатами кальцію що забезпечують міцність газобетонних виробів є тоберморіт (11,3 Å) і ксонотліт. Їх рівноважна розчинність по гідроксиду кальцію знаходиться в межах 0,1-0,3 г / л [5]. З підвищенням вмістом алюмінатних фази (С<sub>3</sub>А) в цементі цей мінерал характеризується найбільшою швидкістю гідратації з утворенням гідроалюмінатів кальцію, які миттєво заповнюють поровий простір. Додавка гіпсового каменя уповільнює його гідратацію і на поверхні зерен С<sub>3</sub>А утворюється оболонка етрінгіта:



Додавка гіпсового каменя являється поліфункціональним компонентом – вона гальмує швидкість гідратації вапна, виконує важливу функцію на стадії формування макроструктури газобетонного сирця, забезпечуючи відповідність процесу тужавіння суміші з закінченням заовиділення, що являється найбільш вагомим чинником отримання газобетону, особливо низької густини. Крім того, як було вставлено відносно недавно виступає інтенсифікатором утворення низькоосновних гідросилікатів кальцію – основних носіїв міцності автоклавного газобетону.

Сама енергоємність виробництва газобетону є досить енергозатратною, оскільки автоклавна обробка виробів відбувається при температурі 200 °С в середовищі перегрітої пари при надлишковому тиску 1,2-1,4 МПа, а для його виробництва використовуються цемент та вапно. Як відомо, в собівартості будівельного об'єкту 55-60% витрат приходиться на вартість будівельних матеріалів і виробів. В свою чергу виробництво всіх випалювальних будівельних матеріалів являється досить енергомістким процесом.

Сучасний газобетон - це матеріал значно високого рівня в порівнянні з газобетоном, що вироблявся раніше. Основними його виробниками в Україні являється ТОВ «Аерос», ТОВ «Орієнтир-Буделемент», ТОВ «ЮДК», ТОВ «Енержи Продакт» та інші. Нове технологічне

обладнання, вдосконалення нормативної бази виробництва автоклавного газобетону суттєво сприяли зростанню коефіцієнта конструктивної якості матеріалу. На сьогодні якість продукції кращих виробників вітчизняного газобетону можна порівняти з якістю європейських виробників[6].

Якщо раніше стінові блоки, панелі мали густину 650-700 кг/м<sup>3</sup>, а для теплоізоляції виготовлявся теплоізоляційний газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> з міцністю на стиск 9-12 кгс/см<sup>2</sup>. На сьогодні автоклавний газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> це конструктивно-теплоізоляційний газобетон з класом міцністю С1,5 - С2,5 який використовується, як несучий конструкційно-теплоізоляційний стіновий матеріал для малоповерхових будинків (до 3-х поверхів).

Застосування стінових матеріалів з автоклавних газобетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%.[7]. Для фінішної обробки газобетонних стін переважно використовують облицювання стін паропроникними покриттями, штукатуркою, декоративною цеглою, створенням вентиляованого фасаду з великим терміном експлуатації та декоративною різноманітністю облицювальних матеріалів.

Стіна з газобетонних блоків D300 Aeroc EcoTerm Super Plus товщиною 300 мм не потребує додаткового утеплення і забезпечує нормативні вимоги термічного опору огорожувальної конструкції ( R = 3,3 м<sup>2</sup>·°C/Вт). На стінових блоках передбачена систем «паз-гребінь», яка спрощує процес кладки та виконує функцію «теплового замка», що виключає промерзання стіни по вертикальному шву. Теплопровідність газобетону у сухому стані менше 0,08 Вт/м·°C, а в умовах експлуатації з урахуванням рівноважної вологості — 0,095 Вт/м·°C. І що важливо, через низьку щільність і теплопровідність стінові огорожувальні конструкції не потребують додаткового утеплення для території першої найбільш холодної кліматичної зони України.

В табл.1 приведені порівняльні характеристики сучасних найбільш поширених стінових матеріалів[8].

Таблиця 1. – Порівняльні показники стінових матеріалів.

Показник	Од. вим.	Цегла		Керамзитобетон	Газобетон
		глиняна	сілікатна		
Щільність	кг/м <sup>3</sup>	1550-1700	1700-1950	900-1200	300-1200
Маса 1м <sup>2</sup> стіни	кг	1200-1800	1450-2000	500-900	90-900
Теплопровідність	Вт/м·°C	0,6-0,95	0,85-1,15	0,75-0,95	0,07-0,38
Морозостійкість	цикл	25	25	25	35-100
Питомі витрати ум. палива	кг.ум.п./тис. шт. ум. цегли	246	60-80	35	65
Пит. витрати електроенергії	кВт·год/тис шт ум. цегли	80-82	36-38	30-32	35
Водопоглинання	%, по масі	2,5-25	5-30	3,5-7,5	0,25-12,5

Як видно з таб. 1 за теплофізичними показниками та енергоємністю виробництва автоклавний газобетон значно перевищує традиційні стінові матеріали.

ТОВ «Аерос» являється першою компанією на посрадянському просторі, яка відмовилась від виробництва «важкого» автоклавного газобетону D600. При виготовленні газобетонних блоків меншої густини значно знижується (наприклад, з 568,3 кг на 1 м<sup>3</sup> газобетону при щільності 600 кг / м<sup>3</sup> до 276,7 кг при щільності 300 кг / м<sup>3</sup>, тобто витрата сировини скорочується на 51%). Крім того, виробництво таких блоків менш енергоємне. При автоклавній обробці виробів тривалість їх витримки в автоклаві може бути скорочено на 1,5-2 години. Це пояснюється більш пористою структурою газобетонної суміші, що дозволяє насичені парі швидше проникати вглиб масиву і прогріти виріб[9].

У зв'язку з необхідністю підвищення вимог енергозбереження та прогнозованим потенційним вдосконаленням технології виробництва ніздрюватого бетону в ДСТУ Б В.2.7- 45:2010 «Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови» внесені зміни - в підрозділ 4.1 перед маркою D200 додані марки D100 та D150, як ефективної мінеральної теплоізоляції (табл. 2). Такі зміни мотивують науковців та виробників автоклавного газобетону до вдосконалення технології його виробництва. Єдиним в Європі виробником газобетону D100 є німецька компанія «Xella», яка виготовляє його під маркою «Multipor», склад якого запатентований.

Таблиця 2. Розширення марки теплоізоляційного автоклавного газобетону відповідно до ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови».

Марка за середньою густиною	Середня густина, кг/м <sup>3</sup>
D100	понад 70 до 120 вкюч.
D150	» 120 » 170 »
D200	» 170 » 220 »
D250	» 220 » 270 »

Теплоізоляційні панелі з ніздрюватого бетону «Multiprog» густиною марки D100 ( $\geq 70-150$  кг/м<sup>3</sup>), являються найлегшою відомою в Європі мінеральною теплоізоляцією[10].

Аналогом високопористому мінеральному утеплювачу «Masa-LithoPore®» є продукція ТОВ «Аерос», яка першою і єдиною в Європі розпочала масштабне виробництво теплоізоляційного газобетону D150. За рахунок постійного вдосконалення технології виробництва газобетону компанія наблизилась до виробництва теплоізоляційного газобетону марки D100.

До інших переваг автоклавного газобетону, як будівельного матеріалу слід віднести: довговічність і міцність, високі теплоізоляційні властивості, легкість і швидкість укладання, екологічність, вогнестійкість, морозостійкість, легкість обробки.

### Висновки

Перед будівельною галуззю та країною стоїть важлива проблема наростити обсяги виробництва енергоефективних стінових будівельних матеріалів та скоротити існуюче відставання відносних обсягів будівництва житла, яке в 2,5-3 рази нижче ніж в сусідніх пострадянських країнах і в 4-5 раз нижче ніж в розвинених країнах.

За рахунок меншої енергоємності виробництва та перевагою в теплоізоляційних і конструкційних властивостях автоклавний газобетон потіснив традиційні стінові матеріали, які є енергозатратними при виробництві та не енергоефективними при використанні.

Автоклавний газобетон в найближчій перспективі буде зберігати верднення на сьогодні на будівельному ринку потісним традиційні стінові матеріали і його доля в структурі стінових матеріалів зростає до 53%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2017, №1 .-С.9-16.
2. ДБН В.2.6-31 2016 Теплова ізоляція будівель. - Київ, Мінрегіонбуд України. - 2017.- 37с.
3. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Текущее состояние производства автоклавного газобетона в России. НПК «Современный автоклавный газобетон», Екатеринбург. ноябрь 2017 г. -С.10-12.
4. СН-277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. - М.: Стройиздат, 1981. - 47 с.
- 5.Тейлор Х. Химия цемента. М.: Мир, 1996. 560 с.
- 6 Рудченко Д.Г. О повышении коэффициента конструктивного качества газобетона автоклавного твердения / Д.Г. Рудченко// Строительные материалы и изделия. – 2011, № 4. – С.13-16.
7. Ухова Т.А. Ячеистый бетон - эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий/ Т.А.Ухова, Л.А.Тарасова Л.А. // Строительные материалы. - TECHNOLOGY. - 2003. - №11. - С.19-20.
8. Воробьев Х.С. Проблемы производства и применения изделий из ячеистого бетона в строительстве/Х.С. Воробьев, В.С. Балацкий, А.А. Франивский А.А. //Строительные материалы и изделия. 2002. №2. – С.7-11.
- 9 Клаус Бонеманн. WENRHANN в странах СНГ и Балтии: более 35 заводов за десять лет./ Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №8, 2014.- С.41-43.
10. Олвер Штрототте, Матиас Кларе, А.К. Иванов Производство минерального теплоизоляционного строительного материала низкой плотности.//Современный автоклавный газобетон: сборник докладов НПК. Краснодар, 15-17 мая 2013.- С.140-146.

## ANALYSIS OF FOAMING AGENTS IN THE PRODUCTION OF FOAM CONCRETE

Vinnitsia National Technical University

### *Анотація*

*Проведено аналіз сучасних піноутворювачів для приготування пінобетону, що дозволило оцінити вплив розглянутих піноутворювачів, залежно від характеристик технічної піни, на властивості пінобетону.*

**Ключові слова:** піноутворювач, пінобетон, густина, технічної піни, теплоізоляційні властивості.

### *Abstract*

*The method for determining the quantitative content mixing liquefied petroleum gas, thus improving the overall accuracy by of temperature on the measurement results of quantitative content components of liquefied petroleum gas.*

**Keywords:** propane, butane, density, liquefied petroleum gas, the quantitative content of the components.

### **Introduction**

Today, the topic of thermal insulation of the house, which includes many factors: protective, economic, durable and others, is becoming very relevant. Increasing the requirements for thermal insulation of buildings contributes to the creation of new and more efficient materials [1-3].

The purpose of technical foam in the manufacture of foam concrete is to keep the particles of minerals in a dispersed system with a certain degree of volumetric filling. The "cold" foaming method includes the operations of separate preparation of foam from aqueous solutions of surfactants and a suspension from fine particles of the mineral composition. The suspension is mixed with foam in special mixers equipped with devices for additional air entrainment into the molding mixture, and in the one-stage method of preparing aerated concrete mixture, processing is carried out in high-speed foam generators.

By means of robots  $\epsilon$  carrying out an analysis of the vicious food preparation and preparation of the preparation of the concrete with the planned physical and mechanical and thermal insulating powers.

### **Research results**

The introduction of additives-porousants, pinturatives and surface-active speeches allows you to reject new highly effective mineral dry sums, as may be reduced heat the sound-insulating power of the hardened gap for the opening of the root of the porous structure with the equal growth of the aging pores [1-4].

As a foaming agent in the production of foam concrete, you can use: resin-caponin, glue rosin, casein rosin foaming agents, as well as synthetic detergents or sulfonated hydrocarbons. In the manufacture of foam concrete by one-stage technology, amino-active synthetic surfactants are used as foaming agents. To ensure uniform distribution of gas bubbles, an agent for increasing the viscosity, an accelerator of foaming (alkali), an agent for stabilizing and dispersing air bubbles are introduced into concrete [5-8]. Methyl cellulose and other water-soluble high-molecular compounds are used as stabilizers.

To stabilize the foam, synthetic substances based on a modified starch binder are also used, which regulate the viscosity of the porous solution. The activity of foaming agents is strongly influenced by the concentration of ions and the pH of the medium, and an increase in this indicator to pH = 8-10 promotes foaming. The temperature of the mixing water is of great importance, since at a lower temperature the foam is poorly porous, and at a higher temperature, the foam breaks down and the foam concrete mass settles. For most of the listed organic foaming agents, the water temperature can be increased to 60 ° C.

The use of natural organic foaming agents is considered ineffective, since the technical foams obtained from them are characterized by a short pot life, instability and a negative effect on cements and have a very limited raw material base. Such foaming agents slightly reduce the surface tension of water, which entails a

lack of strength of materials.

Liquid glass, sulphate iron, saponified wood resin, and also in the form of solid particles - lime, finely dispersed Portland cement, microsilica, highly dispersed ash, granulated blast furnace slag are used as foam stabilizers. When the SAS solution comes into contact with air, an adsorption layer is formed on the surface of the air bubble. The chains of aliphatic hydrocarbons in the dissolved SAS are directed towards the interior of the air bubble, while the hydrophilic groups are directed towards the aqueous phase.

With a decrease in the thickness of the film, the outflow of liquid from it, which occurs as a result of the action of capillary forces, slows down, and the stability of the foam increases. Low surface tension, high surface viscosity and gradual reduction in surface tension increase foam stability [9-11]. For aerated concrete, it is preferable to use neutral SAS with a stable foaming effect.

The use of synthetic SAS - products of petrochemical synthesis as foaming agents makes it possible to reduce the surface tensions of water by 2.5-2.8 times (up to 27-30 N / m), which predetermines their significant foaming ability and the stability of the resulting foams.

Various synthetic and natural substances are used as foaming agents in the generation of air-mechanical foams (obtained by mechanical mixing of air and an aqueous solution of a foaming agent) in fire fighting. To stabilize such foams, proteins are used, obtained from various waste products - blood, fish scales, meal from horns, hooves and bones, etc. The concentration of such foaming agents in fire-fighting foams reaches 6%. Higher alcohols, organic compounds, and some polysiloxanes are used as stabilizers. Hardening foams are produced from hydrolyzed animal products.

Saponified wood sap is a black surface active substance obtained by saponification of soluble wood resins with alkali, collected during the heat treatment of wood species in gas generators. Soluble resins contain 25-30% hexose anhydride hydrocarbons, up to 30% hydroxyacid lactanes, 10-20% volatile acids and 10-20% phenols.

Calcium and sodium salts of oxy-, phenolic and carbonate acids contribute to air entrainment into solutions and the formation of polydisperse closed pores in the volume, separated by thin and dense partitions.

## Conclusions

The analysis of the modern pineconcrete products for preparing the foam concrete, which allowed the assessment of the flow of the developed pineconcrete products, based on the characteristics of technical products, on the power of the foam concrete. Methyl cellulose and other water-soluble high-molecular compounds are used as stabilizers. In pure form synthetic foaming agents are not used due to the low stability of the foams.

In order to increase the structural viscosity, thickening additives (liquid glass, bone glue) are introduced into the composition of the dispersion medium, which form colloidal solutions.

## REFERENCES

1. Бондарь А. В. Использование отходов для производства строительных материалов [Текст] / А. В. Бондарь, В. П. Ковальский // Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира», 22–23 ноября 2018 г. – Санкт-Петербург : НИЦЭБ РАН, 2018. – С. 148-151.
2. Бондарь А. В. Использование отходов для производства строительных материалов [Текст] / А. В. Бондарь, В. П. Ковальский // Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира», 22–23 ноября 2018 г. – Санкт-Петербург : НИЦЭБ РАН, 2018. – С. 148-151.
3. Ковальський В. П. Використання відходів промисловості для виробництва легких бетонів [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, І. М. Вознюк, Д. О. Войтюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7576>.
4. Використання відходів промисловості для виробництва ефективних будівельних матеріалів [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, А. Ф. Діденко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 53-55.

5. Очеретный В. П. Поризованные сухие строительные смеси: эффективность получения сухого пенообразователя методом сорбции и выпаривания [Текст] / В. П. Очеретный, В. П. Ковальский, А. В. Бондарь // Приволжский научный вестник. – 2013. - № 10(26). – С. 36-40.
6. Бондар А. В. Ефективність використання карбонатних наповнювачів з відходів виробництва для сухих будівельних сумішей та поризованих розчинів на їх основі [Текст] / А. В. Бондар // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – 2020. – С. 235 – 237
7. Ковальский В. П. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей. [Текст] / В. П. Ковальский, В. П. Очеретный, А. В. Бондар // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 44-47.
8. Сердюк В. Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів без автоклавного твердіння [Текст] / В. Р. Сердюк, О. В. Христюк, М. С. Лемешев // Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. - 2011. - № 40. - С. 166-170.
9. Ковальский В. П. Звукоизоляционные сухие строительные смеси на основании отходов производства [Текст] / В. П. Ковальский, В. П. Очеретный, А. В. Бондарь // Инновационное развитие территорий: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец, 2016. – С. 73–78.
10. Очеретный В. П. Використання поверхнево-активних речовин як поризуючої добавки до сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Очеретный, В. П. Ковальский, А. В. Бондар // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2011. - № 1. - С. 33-40.
11. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 209.
11. А. В. Бондарь, В. П. Ковальский, и В. П. Очеретный, «Использование карбонатных пород как микронаполнителей в сухих строительных смесях пористой структуры», на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016», Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2016, с. 207-213.
12. Бондар А. В. Використання глиняного порошку для виготовлення сухих будівельних сумішей [Текст] / А. В. Бондар, В. П. Ковальський // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 151.
13. Очеретный В. П. Технологічні особливості введення піноутворювачів при виготовленні ніздрюватих бетонів / В. П. Очеретный, В. П. Ковальський, А. В. Бондар, А. Ф. Діденко // IV Міжнародна конференція молодих вчених GAC-2011 «Геодезія, архітектура та будівництво». – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2011. – С. 126-129.
14. Очеретный В. П. Поризованные сухие строительные смеси: эффективность получения сухого пенообразователя методом сорбции и выпаривания [Текст] / В. П. Очеретный, В. П. Ковальский, А. В. Бондарь // Приволжский научный вестник. – 2013. - № 10(26). – С. 36-40.
15. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modern-construction-technologies-417/29815-417-015>.

**Бурлаков Віктор Петрович** — аспірант факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету. Email: [viktorburlakov9@gmail.com](mailto:viktorburlakov9@gmail.com)

Го Мінцзюнь — аспірант кафедри містобудування та архітектури ВНТУ. e-mail: [guo19920408@hotmail.com](mailto:guo19920408@hotmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Viktor Burlakov** - post-graduate faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University Email: [viktorburlakov9@gmail.com](mailto:viktorburlakov9@gmail.com)

**Guo Mingjun** — Postgraduate Department of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [guo19920408@hotmail.com](mailto:guo19920408@hotmail.com)

**Kovalskiy Viktor P** — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ОДНОКІМНАТНИХ КВАРТИР

Вінницький національний технічний університет<sup>1</sup>;  
ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»<sup>2</sup>

### Анотація

*Розглянуто різновиди об'ємно-планувальних рішень, їх основні недоліки та переваги. Проаналізовано та визначено найбільш ефективні та актуальні варіанти сучасних помешкань.*

**Ключові слова:** об'ємно-планувальні рішення, енергозбереження, ефективність, економічність.

### Abstract

*The types of spatial planning decisions, their main disadvantages and advantages are considered. The most effective and actual variants of modern dwellings are analyzed and determined.*

**Keywords:** space-planning solutions, energy saving, cost-effectiveness, affordable price.

### Вступ

Будівництво – одна з найважливіших і найбільших галузей. Продуктом функціонування будівельної галузі є створення цивільних, промислових, житлових та інших будівель. Архітектурно - будівельна діяльність пов'язана з величезними матеріальними витратами, скорочення яких досягається раціональними об'ємно - планувальними рішеннями будівель. Завдяки цьому вирішується актуальна проблема доступності житла та як наслідок підвищуються попит і темпи зведення будівель.

### Основна частина

Основу об'ємно-планувального рішення громадських будинків становить так званий житловий осередок - квартира в житловому будинку, номер у готелі або кімната в гуртожитку.

Розробка об'ємно-планувальних рішень громадських будівель є першим етапом проектування, що ґрунтується на комплексному врахуванні різнобічних вимог – функціональних, фізико-технічних, конструктивних, архітектурно-художніх і економічних. Формування об'ємно-планувальних рішень будівель визначають за основними чинниками: функціональним процесом, містобудівними і природнокліматичними умовами, архітектурно-художніми задачами, конструктивними особливостями, особливостями функціональної і технічної експлуатації та економічністю. [1, 2]

Квартири в багатоквартирному житловому будинку слід проектувати згідно з діючими нормами проектування, виходячи з умови їх заселення однією сім'єю. У квартирах передбачаються наступні приміщення: житлові кімнати та підсобні приміщення – кухня, передпокій, санвузли коридори, вбудовані комори, антресолі, літні приміщення.

Одним із провідних і ефективних об'ємно-планувальних рішень є енергозбереження, яке дає змогу значно скоротити обсяги енергоносіїв, що використовуються в енергоємних галузях країни. До таких галузей відноситься житлово-комунальне господарство і будівництво житлових, громадських будівель, а також промисловість будівельних матеріалів. Будинки, побудовані в ті часи, коли паливні ресурси здавались необмеженими, сьогодні потребують так багато енергії, що їх експлуатація лягає важким тягарем на паливно-енергетичний комплекс, а будівництво частини нових будівель ще ускладнює проблему. Досвід економічно розвинутих країн доводить, що на сучасному рівні розвитку техніки витрати тепла в будівлях можуть бути зменшені більш, ніж на 35 % [3]



На даний час в Україні прийнято багато законодавчих актів щодо енергозбереження житла, таких як Закон України «Про енергозбереження», Комплексна державна програма енергозбереження, Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики та інші. Але, не дивлячись на існування цих законів та програм, втілення їх в життя майже не відбувається, а ситуації в наші дні вже досягла свого критичного піку [4].

Для того, щоб знизити витрати на енергозбереження необхідні рішучі та невідкладні дії з боку влади, а саме:

- капітально відремонтувати і частково замінити теплові і водопостачальні системи і мережі.
- провести в стислі терміни утеплення існуючих будинків, а в тих, що реконструюються або будуються, підвищити якість теплозахисних властивостей огорожуючи конструкцій.
- переобладнати ТЕЦ і котельні, відремонтувати або замінити застаріле обладнання з низьким ККД на більш сучасне і ефективне [5-6].

Також за даними багатьох джерел і досвідом сучасних будівельних компаній вважається, що для громадських потреб будівництво багатоповерхових будинків доцільніше одноповерхових. Це дозволить скоротити площу забудови, збільшити доступність та зменшити вартість. Сучасна квартира – це філософія, яку сповідують провідні фахівці у сфері архітектури та дизайну. Невимушеність і простота, гармонія і функціональність, комфорт і затишок у кожній деталі планування сучасного простору. Головним завданням сучасного помешкання є відображення внутрішнього світу людини, її характеру, ритму життя. [7-10]

Найчастіше в новобудовах зустрічаються такі види однокімнатних квартир:

1. Квартира-студія – головною особливістю цієї квартири є мінімальна кількість внутрішніх перегородок, зазвичай кімната суміщена із гостинною зоною та кухнею. Простір відокремлюють предметами меблів або декоративними не опорними перегородками. Квартира студія може бути економ класу і мати площу 20-40 м<sup>2</sup>, а також середнього та елітного класу із площею 50-70 м<sup>2</sup>.

2. Смарт-квартира – це квартира із невеликою площею яка може бути 18-30 м<sup>2</sup>, в ній також може бути мінімальна кількість перегородок і суміщена кімната із кухнею, але її особливістю є наявність високих стель (до 4 м.), що дає можливість оснащати її 2-гим додатковим рівнем для кімнати.

3. Повногабаритна однокімнатна квартира – це квартира і достатньою площею, яка коливається від 35 до 50 м<sup>2</sup>. У такій квартирі можуть бути передбачені перегородки від забудовника, а також можливість планування за власними побажаннями [11-12].

### Висновок

На сьогоднішній день багатоповерхові будинки стають все більш популярними. За рахунок нових ідей планування та використання простору, при раціональному використанні ресурсів та можливостей, при правильному підборі об'ємно-планувальних рішень держава буде в змозі забезпечити громадян вигідним та комфортним житлом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Архітектура будівель і споруд. Конспект лекцій навчальної дисципліни для студентів 2 і 3 курсів денної і заочної форм навчання та другої вищої освіти за напрямом підготовки (0921) 6.060101 «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство», спеціалізації «Технічне обслуговування, ремонт та реконструкція будівель» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І. І. Романенко. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 167 с.
2. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки [Текст] : навчальний посібник / В. В. Смоляк, В. П. Ковальський, Н. В. Козинюк [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с.
3. Дамаскін Б. С. Енергозбереження при реконструкції житла / Б. С. Дамаскін // Реконструкція житла: наук.-виробн. вид. – К.: НДІпроектреконструкція, 2006. – Вип. 7. – С. 146-149.
4. Габриель И. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома / И. Габриель, Х. Ладенер; пер. с нем. – СПб : БХВ-Петербург, 2011. – 480 с., ил. – (Строительство и архитектура).
5. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.
6. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 28-29. березня 2019 р. – Северодонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14.



7. Гурман Я. В. Особливості об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків [Текст] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 209-211.
8. Ковальський В. П. Підвищення ефективності в житлово-комунальному господарстві [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 2-3.
9. Ковальський В. П. Особливості проектування багатоповерхових енергозберігаючих будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський, Д. В. Смашнюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2019/paper/view/7523>.
10. Загоруйко А. О. Аналіз об'ємно-планувальних рішень однокімнатних квартир багатоповерхових будинків у місті Вінниця [Текст] / А. О. Загоруйко, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 236-239.
11. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
12. Постолатій М. О. Об'ємно-планувальні рішення багатоповерхових будівель [Текст] / М. О. Постолатій, А. В. Ковальський, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. –2020. – С. 219-221.

**Постолатій Маріанна Олександрівна** – студентка групи Б-17, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [postolatiu@gmail.com](mailto:postolatiu@gmail.com).

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Вознюк Ігор Михайлович** – викладач ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»

**Postolatii Marianna O.** - student of B-17m group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya [postolatiu@gmail.com](mailto:postolatiu@gmail.com).

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Voznyuk Igor M** – teacher of State Vocational and Technical Educational Establishment “ Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education”

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуті методи обчислення вагових коефіцієнтів в галузі енергоефективності. Порівняння різних методів показало, що метод аналізу ієрархій найбільш оптимальний. Дозволяє встановлювати зв'язки між рівнями критеріїв і перевагами експертів по кожній альтернативі. Застосування власної шкали оцінок дозволяє вести обробку. Застосування власної шкали оцінок дозволяє вести обробку даних, що важко вимірити.*

**Ключові слова:** багатокритеріальний вибір, альтернатива, прийняття рішень, ваговий коефіцієнт.

### **Abstract**

Methods for calculating weight coefficients in the field of energy efficiency are considered. Comparison of various methods showed that the hierarchy analysis method is the most optimal. Allows you to establish links between the levels of criteria and the benefits of experts for each alternative. Applying your own rating scale allows you to process data that is difficult to measure.

**Key words:** multicriteria choice, alternative, decision making, weighting factor

Прийняття рішення при виборі енергозберігаючого проекту з урахуванням впливу усіх факторів етапів життєвого циклу проекту і регламентованих параметрів – це інструмент прогнозування розвитку складної системи [1]. Параметри впливу техніко-економічних показників порівняльних альтернатив не завжди можливо порівняти. Це ускладнює задачу для людини, що приймає рішення. В результаті виникає об'єктивна необхідність розробки чи порівняння математичних методів та методів прийняття рішень для системи підтримки прийняття рішень, що використовують методи багатокритеріального аналізу [2].

**Метою роботи** є аналіз методик, які використовуються для багатокритеріального аналізу в галузі енергоефективності.

При виборі кращого варіанту енергозберігаючого проекту (Альтернативи) користуються багатьма критеріями, тому таке завдання називається багатокритеріальним. Критерій - один з елементів завдання прийняття рішень, відповідно до якого особа, приймає рішення, вибирає ту чи іншу альтернативу. Зведення багатокритеріального завдання до однокритерійним може бути виконано, наприклад, методом «згортки», реалізація якого вимагає оцінки впливу окремого критерію на загальну функцію корисності. Роль критеріїв неоднакова, тому для оцінки їх впливу використовують вагові коефіцієнти, які, в більшості випадків, встановлюються експертами в цій галузі.

Для приведення декількох критеріїв до глобального критерію користуємося формулою[3]:

$$C_{\text{гл}} = \sum_{i=1}^n W_i C_i, \quad (1)$$

де  $C_i$  – приватний критерій;

$w_i$  – вага критерія або ваговий коефіцієнт.

Для визначення вагових коефіцієнтів можна використовувати різні методи:

1. АНП (Analytical Hierarchy Process) - метод аналізу ієрархій Саати;
2. GRA (Grey Relational Analysis) - сірий реляційний аналіз;
3. TOPSIS (Technique of Order Preference by Similarity to Ideal Solution);
4. Метод для визначення вагових коефіцієнтів Entropy (Ентропійний);
5. Метод визначення усереднених експертних оцінок.

**Метод визначення усереднених експертних оцінок** – найбільш простий. При використанні експертами однієї шкали значення визначається шляхом ділення суми оцінок на кількість експертів. Недоліком є різна компетентність експертів [4].

**Метод ранжування критеріїв за ступенем їх важливості** - кожний експерт розташовує приватні критерії в порядку їх важливості. Переваги: отримання впорядкованої послідовності критеріїв. Недолік: експертам необхідно одночасно оцінювати ряд критеріїв, привласнюючи кожному певний ранг [5].

**Метод аналізу ієрархій** - побудований на основі представлення задачі у вигляді ієрархічної структури цілей, під цілей, варіантів рішень[6].

Етапи даного методу:

- формалізація задачі у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями [1];
- виконання операції попарного порівняння елементів кожного рівня експертами. Результати представляються у вигляді совокупності матриць парних порівнянь;
- обчислення вагових коефіцієнтів для кожного рівня на основі отриманих матриць парних порівнянь;
- підрахунок глобальних критеріїв для кожної альтернативи і визначення кращого.

Порівняння виконується таким чином, що кожний критерій оцінюється відносно всіх інших.

Для порівняння експерту дається шкала оцінювання:

- 1 – рівна важливість;
- 5 – помірна перевага;
- 7 – значна перевага;
- 9 – дуже сильна перевага;
- 2,4,6,8 – проміжні значення.

Переваги: простота розрахунків, наочність моделей, можливість застосування методу в тих випадках, коли експерти не можуть дати абсолютні оцінки критеріїв, а користуються більш слабкими порівняльними вимірами.

Недоліки: введення нового критерію може, в загальному випадку, привести до зміни переваг між двома раніше заданими критеріями.

**Висновки:** В результаті проведеного аналізу методів визначення вагових коефіцієнтів значущості для системи оцінки рівня соціально-економічного розвитку підприємства обраний метод аналізу ієрархій, так як він стійкий до порушень узгодженості оцінок експертів, застосовуємо в тих випадках, коли експерти не можуть дати абсолютну оцінку критеріїв, що можливо в даній системі. Метод простий в розрахунках і в інтерпретації результатів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лялюк О.Г. Управління факторами, які впливають на вибір фінансового механізму енергозберігаючого проекту./О.Г. Лялюк, О. Г. Ратушняк, А. О. Лялюк, В. В. Панкевич// Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві”. - Вінниця: Універсам - Вінниця, № 1, 2018. – С.87-95.
2. Матях И. В. Корреляционный анализ методов определения весовых коэффициентов значимости для системы оценки социально-экономических показателей развития предприятия /И. В. Матях, Е.О. Савкова//Информатика и кибернетика. – Донецк ДонДНТУ. - № 2, 2015. – С.71-75.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах: Учебник. - М.: Логос, 2000. – 296 с.: ил.
4. Колпакова Т.А. Определение компетентности экспертов при принятии групповых решений //Радиоэлектроника, информатика, управление – 2011 - No1 (24)– с. 40-43.
5. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. –278 с.

**Лялюк Олена Георгіївна** – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [Lyalyuk74@gmail.com](mailto:Lyalyuk74@gmail.com).

**Бікс Юрій Семенович** - к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [byman12@yandex.ua](mailto:byman12@yandex.ua)

**Лялюк Андрій Олександрович** – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання .

**Lyalyuk Elena** - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

**Biks Yuriy** - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

**Lyalyuk Andrey** – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЖИТЛОВОГО СЕКТОРУ

Вінницький національний технічний університет;

### **Анотація**

*Розглянуто сучасний стан та основні проблеми пожежної безпеки житлового сектору, що дозволило оцінити рівень небезпеки при пожежі в житлових будівлях.*

**Ключові слова:** пожежна безпека, порушення вимог, евакуація.

### **Abstract**

*The current state and main problems of fire safety of the residential sector are considered, which allowed to assess the level of fire danger in residential buildings.*

**Keywords:** fire safety, violation of requirements, evacuation

### **Вступ**

В останнє десятиліття в Україні зростає потреба в житлі підвищеної комфортності. Усі учасники житлового будівництва зацікавлені в збільшенні кількості квартир в кожному будинку, ефективному використанні території і вкладених коштів. Висотні будівлі в технічному відношенні є складними архітектурними та інженерними багатофункціональними комплексами, при зведенні яких важливим завданням є пожежна безпека будівель, яка потребує значного підвищення вогнестійкості несучих конструкцій, опоряджувальних матеріалів, збільшення кількості евакуаційних шляхів, використання ефективних протипожежних систем і засобів, нової протипожежної техніки [1-5].

Метою роботи є аналіз сучасного стану та основних проблем пожежної безпеки житлового сектору.

### **Результати дослідження**

Наразі в основному у містах (особливо великих) будуються житлові будинки понад 9 поверхів. Для таких будинків, враховуючи збільшення часу евакуації людей, кількості проживаючих мешканців, складності гасіння пожежі на висоті передбачаються улаштування незадимлюваних сходових кліток, систем внутрішнього протипожежного водопроводу (пожежні кран-комплекти), систем протипожежного захисту (автоматичної сигналізації, димовидалення, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей) [6-10].

Порушення вимог пожежної безпеки у житловому секторі можна поділити на три види: під час проектування будинків, на етапі будівництва житлових будинків, на етапі експлуатації житлових будинків.

Порушення під час проектування будинків. Дані порушення проектувальниками допускаються несвідомо через недостатнє розуміння вимог будівельних норм, або свідомо під «тиском» забудовника.

Наприклад, з метою економії «неприбуткової» площі поверхів у висотних житлових будинках виходи на зовнішню повітряну зону сходової клітки типу Н1 роблять за схемою, що приведена на рисунку 1.

Відповідно до пункту 7.3.30 [10] двері входу на відкритий назовні перехід сходової клітки типу Н1 та двері виходу з цього переходу слід, як правило, розташовувати паралельно фасаду будинку в одній або паралельних площинах. На рисунку 1 двері і входу і виходу розташовуються перпендикулярно фасаду, а не паралельно.

На рис.2 наведено правильну схему розташування зовнішньої повітряної зони незадимлюваної сходової клітки типу Н1 та попередню схему із зазначенням основних напрямків рухів диму.

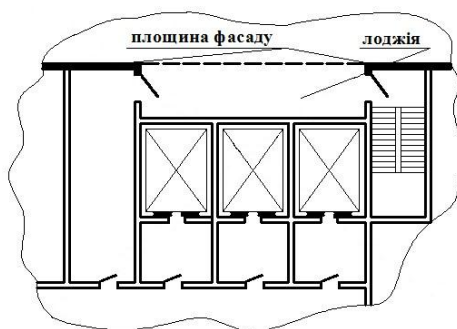


Рис.1. – Схема виходу на зовнішню повітряну зону незадимлюваної сходової клітки типу Н1.

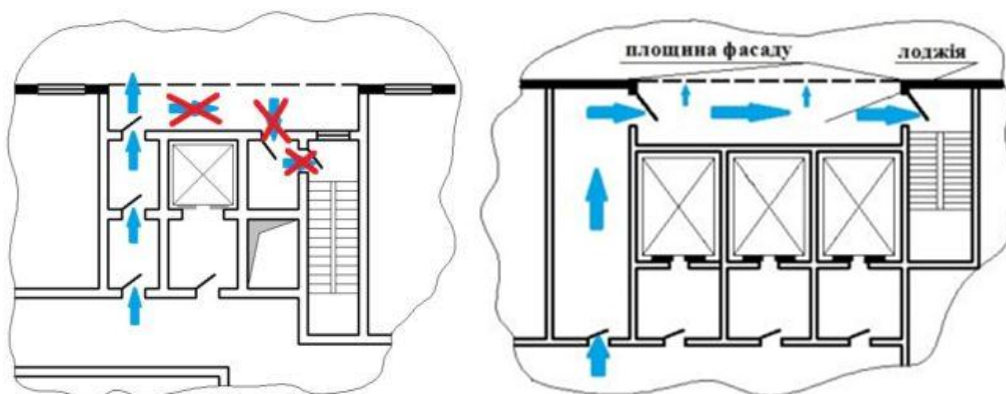


Рис.2. – Схеми руху диму по коридорах та зовнішній повітряній зоні незадимлюваної сходової клітки типу Н1

На рисунку 2 можна побачити, як дим, який може рухатись за людьми, що евакууються, проходить по коридору, виходить на зовнішню повітряну зону незадимлюваної сходової клітки типу Н1 та розсіюється у навколишнє середовище. Для того щоб дим потрапив безпосередньо у сходову клітку йому необхідно двічі змінити напрямок руху (праворуч та вниз). А для зміни руху диму йому потрібно дати імпульс (поштовх тощо), який йому отримати ні від чого.

Порушення на етапі будівництва житлових будинків. Яскравим прикладом із наведених порушень є заміни мінеральної або базальтової вати (негорючого утеплювача) на пінополістерол (пінопласт). При цьому пінопласти відносяться до горючих матеріалів (від помірної до підвищеної горючості), які здатні самостійно горіти, а також можуть утворювати краплі розплаву, що буде капати донизу та поширювати горіння. Відповідно до будівельних норм для утеплення будинків з умовною висотою понад 26,5 м мають застосовуватись виключно негорючі матеріали.

На рисунку 3 наведені фотографії в'їзду до підземного паркінгу під одним з висотних будинків.



Рис. 3. – Утеплення висотного житлового будинку

Помітно, що матеріал використаний для утеплення, відноситься до горючих, і в разі пожежі сприятиме її швидкому поширенню з виділенням значної кількості диму, отруйних речовин. При цьому також можливо утворення крапель розплавленого утеплювача, який буде падати на людей, що евакуватимуться по цьому проході.

Порушень на етапі експлуатації житлових будинків. До них можна віднести такі: не підтримання у працездатному стані систем протипожежного захисту самовільне втручання в будівельні конструкції

будинку (зміна розмірів, товщини захисного шару бетону тощо), в тому числі в несучі конструкції, улаштування перегородок, стін, приміщень, що не були передбачені проектом, заміну протипожежних дверей на двері з невизначеними класами вогнестійкості.

### Висновки

Встановлено, що досліджений сучасний стан та основні проблеми пожежної безпеки житлового сектору потребують їх вирішення та уваги з боку уряду, забудовників та споживачів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Табачишина М. Ю. Планувальні схеми та об'ємно-планувальні рішення висотних будівель [Електронний ресурс] / М. Ю. Табачишина, В. П. Ковальський // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5349>.
2. Моніторинг пожежної безпеки об'єктів висотного будівництва, Львів 2019. /<https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/vseukrainskij-konkurs-studencheskikh-nauchnikh-rabot-s-oblastej-znaniy-i-spetsial-nostej/cz/2.pdf> /
3. Бурлаков В. П. Жаростойкое смешанное вяжущее [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 8-10.
4. Постолатій М. О. Об'ємно-планувальні рішення багатопверхових будівель [Текст] / М. О. Постолатій, А. В. Ковальський, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. –2020. – С. 219-221.
5. Зузяк С. Ю. Жаростійкий будівельний матеріал на основі комплексного в'язучого [Текст] / С. Ю. Зузяк, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 25-26.
6. Постолатій М. О. Пожежна та техногенна безпека [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 42-43.
7. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності [Текст] : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. - 204 с.
8. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
9. Трофанюк Р. В. Транкінговий зв'язок для попередження та усунення наслідків пожеж [Текст] / Р. В. Трофанюк, О. В. Березюк // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Пожежна та техногенна безпека: наука і практика", 15-16 травня 2018 р. – Черкаси : ЧПБ, 2018. – С. 189-191.
10. Державні будівельні норми ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – чинні від 2017-06-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 35 с.

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Мартинюк Юлія Олександрівна** — студентка групи БМ-19б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yuliamartik@gmail.com](mailto:yuliamartik@gmail.com)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Martyniuk Yulia** - student of BM-19b group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya



## МЕТОДИ ТА СПОСОБИ УТЕПЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет;

### **Анотація**

*Розглянуто методи та сучасні способи утеплення житлових будинків, що дозволяє оцінити вплив утеплювача, на ефективність будинку за рахунок зменшення втрати тепла. Проаналізовано використання матеріала утеплювача залежно від конструкційних матеріалів огорожувальної конструкції.*

**Ключові слова:** утеплення, теплоізоляція

### **Abstract**

*Methods and modern methods of insulation of residential buildings are considered, which allows to assess the impact of insulation on the efficiency of the house by reducing heat loss. The use of insulation material depending on the structural materials of the enclosing structure is analyzed.*

**Keywords:** warming, thermal insulation.

### **Вступ**

Один з найбільш ефективних способів захистити будинок та запобігти втратам тепла – утеплити будинок. Теплоізоляція – один з найбільш простих та ефективних інструментів енергозбереження. Завдяки грамотному застосуванню теплоізоляційних матеріалів втрати тепла можна знизити до 70%, а отже, істотно заощадити на опаленні[1-3].

Для того, щоб ефект від застосування теплоізоляційних матеріалів був максимальним, необхідно грамотно підбирати матеріали для утеплення тих чи інших конструкцій, а також слідувати рекомендаціям з монтажу, які пропонують виробники теплоізоляції. Утеплення здійснюють шляхом додавання до існуючої стіни додаткового шару матеріалу з високими теплоізоляційними властивостями[4-8].

В результаті утеплення зменшуються теплові втрати, а також підвищується температура внутрішньої поверхні стіни, що позитивно впливає на тепловий комфорт та усуває можливість утворення конденсату та виникнення цвілі.

### **Результати дослідження**

Забезпечення енергетичної ефективності та впровадження енергоресурсозберігаючих технологій є стратегічною задачею для економіки України. Будь-який проект з підвищення енергоефективності багатоквартирного будинку передбачає впровадження енергозберігаючих заходів, які забезпечують суттєве скорочення споживання енергоресурсів[9-15].

Утеплення будинку допускається проводити, як зсередини, так і зовні. Однак утеплення зсередини не рекомендовано з наступних причин:

- площа кімнат стає менше;
- руйнування інтер'єру. Без доступу до потрібної ділянки стіни, утеплення провести неможливо;
- після утеплення зсередини будинку, істотно підвищується кількість вологи, що утворюється, через зсув точки роси стін;
- термін служби будинку скорочується, оскільки внутрішнє утеплення не забезпечує достатні захисні функції для утеплених поверхонь.

Утеплювати приватний будинок рекомендується зовні, для забезпечення захисту його стін від негативного впливу навколишнього середовища і від передчасного їх руйнування. Зсередини будівлю

утеплюють тільки, якщо існує заборона на проведення фасадних робіт або з яких-небудь причин їх неможливо здійснити.

Способів для проведення робіт з утеплення будинку існує декілька:

- мокрий фасад. Являє собою утеплення з використанням штукатурки. Для нього характерна укладання утеплювача на поверхню стін, зверху якого наносять шар штукатурного розчину. Між утеплювачем і штукатуркою роблять шару не для надійного з'єднання базових шарів між собою;
- метод вентиляованого фасаду. Для нього характерне створення дерев'яної або металевої обрешітки, в простір якої укладають утеплювач. Обов'язкове використання «Ветробар'єр». Також необхідно зведення контробрешітка, яке служить підставою для обшивки фасаду, тим самим створюється вентиляований зазор для відводу вологи від утеплювача;
- колодязна кладка являє собою тришарову систему, в якій матеріал для утеплення знаходиться всередині конструкції. З двох сторін по поверхні стін потрібно нанесення захисного шару;
- утеплення способом напилення вважається одним з найпростіших, тому що утеплювач розпилюють безпосередньо на очищену стіну. У разі, якщо планується виробляти обшивку фасаду, спочатку споруджують каркас, після чого в його порожнини наносять утеплювач.

Для кожного із способів утеплення рекомендовані відповідні утеплювачі, а саме:

- мокрий спосіб передбачає використання пінопласту, або ж його похідних таких як Піноплекс, пінополістирол;
- для вентиляованого фасаду характерне використання мінеральної вати, пінополіуретану, піноізолу та ековати;
- метод колодцевої кладки, вимагає використання утеплювача стійкого до деформації, до таких відносяться: скловата, рідкий пінопласт і Піноплекс;
- для методу напилення використовують пінополіуретан.

Утеплювач підбирають відповідно до матеріалу стін. Наприклад, дерев'яні стіни, які мають високу паропроникність неприпустимо утеплювати матеріалом з низьким ступенем пропускання повітря і вологи.

Створення комфортного мікроклімату в приміщеннях будинку можливо лише при комплексному підході до спорудження теплоізоляційної системи. Комплексне утеплення включає в себе утеплення не тільки стін, але і покрівлі, підлог і фундаменту.

Якщо не забезпечити теплоізоляцію для зазначених поверхонь, то це призводить істотним тепловтрат, які дорівнюють:

- для покрівлі - близько 20%;
- для підлоги - 5-10%;
- для фундаменту - 5-10%.

## Висновки

Встановлено, що сучасні способи утеплення є ефективні, вони значно знижують витрат тепла та створюють комфортний мікроклімат в приміщеннях будинку, при комплексному утепленні. Проаналізовано тепловтрати через основні конструктивні елементи житлових будівель.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 199-201.
2. Варчук Р. В. Сухі будівельні суміші на пористих заповнювачах [Електронний ресурс] / Р. В. Варчук, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3203>.
3. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.



4. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1. Том 13. – С. 111-114
5. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6
6. Очеретний В. П. Використання поверхнево-активних речовин як поризуючої добавки до сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2011. - № 1. - С. 33-40.
7. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Будівництво». 2014. Випуск 10 (18). С. 44-47.
8. Юзькова Є. П. Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам [Електронний ресурс] / Є. П. Юзькова, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9556>.
9. Ковальський В. П. Підвищення ефективності в житлово-комунальному господарстві [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 2-3.
10. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.
11. Ковальський В. П. Реконструкція житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 74-77.
12. Панкевич В. В. Термомодернізація будівель шкіл та дошкільних установ в м. Вінниці [Електронний ресурс] / В. В. Панкевич, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2017/paper/view/3019>.
13. Вознюк І.М. Застосування енергозберігаючих заходів у багатоквартирних житлових будинках [Текст] / І.М. Вознюк, В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Енергоефективність в галузях економіки України. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 12-14 листопада : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 137-140.
14. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.uazakon.com>.
15. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.

**Кушнір Марина Михайлівна** — студентка групи БМ-19б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [marinakushnir627@gmail.com](mailto:marinakushnir627@gmail.com)

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Kushnir Marina** — student of BM-19b group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

**Bondar Alena V.** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## Благоустрій відпочинкової зони біля водойм у сучасних містах

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто сучасний підхід до вирішення питання благоустрою відпочинкової зони біля водойм в міському середовищі. Наведено приклади проектів різноманітного використання водойм з метою створення там рекреаційних зон, які враховують природний навколишній простір та використовують зелені зони при плануванні..*

**Ключові слова:** водойми, місто, міське середовище, зона відпочинку.

### **Abstract**

*The modern approach to the decision of a question of improvement of a recreation zone near reservoirs in the city environment is considered. Examples of projects of various use of reservoirs for the purpose of creation there of recreational zones which take into account natural environment and use green zones at planning are resulted.*

**Key words:** reservoirs, city, urban environment, recreation area

### **Вступ**

У XXI столітті все гостріше постає питання про створення рекреаційних зон на березі річок та озер. Наразі міста стрімко розширюються і тим самим збільшуючи власне населення і щільність забудови. Процес урбанізації поглинає все більше “зелених зон”, і перед містобудівельниками постала проблема, як забезпечити міста, які постійно збільшують чисельність населення, рекреаційними зонами. Одним з виходів став благоустрій прибережної території водойм. В значній кількості міст водойми знаходяться в досить занедбаному стані. Будівництво житлової інфраструктури на таких територіях часто недоцільна, тому що дані території мають винятково високий рівень ґрунтових вод і великі уклони на рельєфі, що може суттєво збільшити вартість будівництва. А от створення нових цікавих містобудівних просторів біля водойм в умовах скорочення зон відпочинку у районах міст з густою офісною і житловою забудовою, могло б стати непоганою альтернативою.

### **Основна частина**

Головним завданням благоустрою водних зон у сучасних містах є як найефективніше використання даних територій. Також слід привести ці території у належний стан і провести озеленення для зменшення забруднення, а також забезпечувати екологічні показники вод і прибережної зони в належному стані. Розглянемо проектні рішення відпочинкових зон у сучасних містах. Так, на рис. 1 наведено один з прикладів сучасного благоустрою прибережної території – NDSM в Амстердамі [1].

Раніше на цьому місці були склади і цехи, які спорожніли в 1986 році, коли збанкрутувала нідерландська корабельня *Nederlansche Droogdok En Scheepsbouw Maatschappij* (NDSM). Тепер на цьому місці у контейнерах живуть студенти і працюють митці. Спочатку це були засквотовані приміщення, а зараз – законні малі архітектурні форми. Конкурс на реорганізацію промислової зони виграла мистецька організація «Кінетична Північ» у 2000 році. Вона об'єднувала людей, які вже використовували покинуті склади в гавані Амстердама, починаючи з 90-х.

Тепер 86 тисяч квадратних метрів гавані стали сучасним фестивалним районом. Художникам вдалося здійснити свою мрію і перетворити покинуту корабельню на *Kunststad* – місто мистецтв. Дешева оренда дала змогу зняти контейнери під офіси, галереї, театральні майданчики і майстерні. Тут є готелі: один з них зроблений з будівельного крана, а інший – розташований на старому кораблі. До цього району Амстердама можна дістатись поромом, який по п'ятницях і суботах ходить до третьої ранку.



Рис. 1. NDSM в Амстердамі

На рис. 2 наведено проект «Місто біля фіорда» в Осло [2]. Це – амбітний проект місцевої адміністрації Осло, яка в 2000 році вирішила перетворити стару корабельню на живий район. Тепер тут можна купатись у басейнах, рибалити, гуляти пішки і їздити на велосипеді. Адже метою реновації було створення великого місця для відпочинку і прогулянок.

Проект Міста Фіорда складався з 12 частин, кожна мала виконувати окрему функцію. Наприклад, Філіпстад став житловим районом з новою школою і садочками. Не забули і про культуру: у Місті Фіорда є місце для Музея Мюнка і бібліотеки. Ця територія зв'язала між собою різні частини міста, що перетворило берегову лінію Осло на жваві публічні простори.

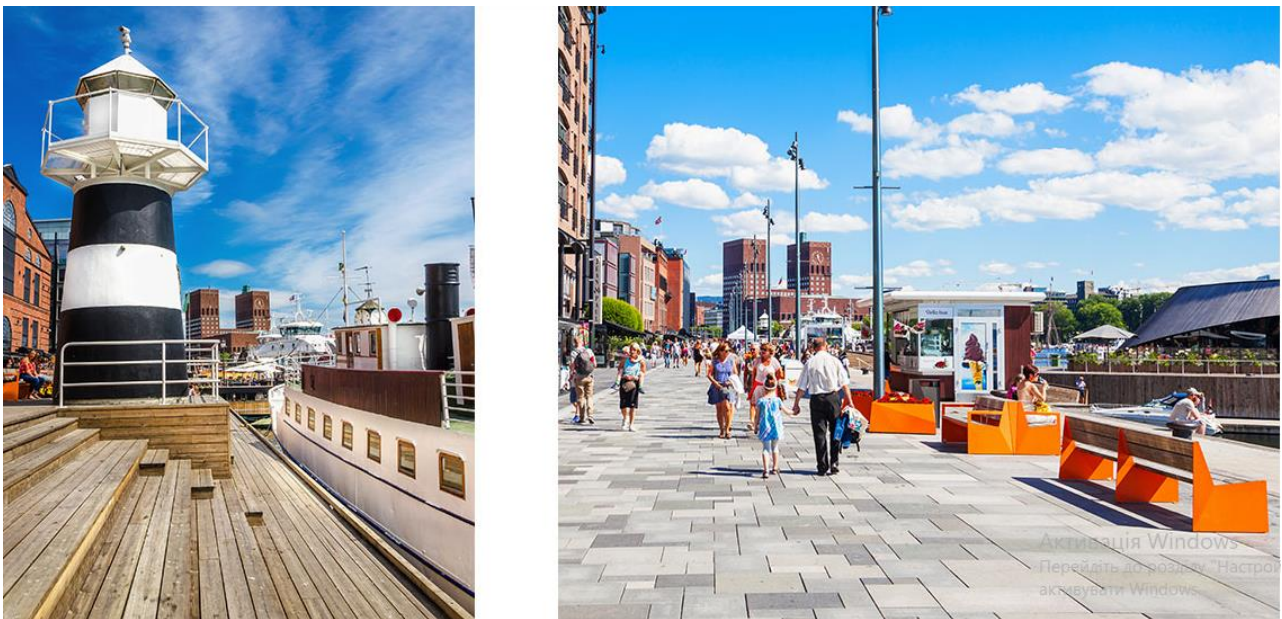


Рис. 2. «Місто біля фіорда» в Осло

Проект Беттері-Парк-Сіті у місті Нью-Йорк наведено на рис. 3 [3]. До середини минулого століття на південному березі Мангеттена розташовувався порт, який обслуговував контейнерні перевезення. Однак згодом їх почали приймати інші порти регіону, а цей – став занепадати.

У 1962 році муніципалітет вирішив відродити простір та ухвалив план ревіталізації портової зони площею 54 гектари. Старі пірси знесли заради розширення берегової лінії, а у 1983 році тут збудували перший житловий комплекс. Зараз уздовж всього узбережжя проходить набережна з причалами для яхт та паромними переправами. Завдяки близькості до Волл-стріт, житло в районі стало популярним серед банкірів, що дозволило швидко заселити район. Зараз населення району складає 13 тисяч чоловік, а оренда житла коштує у середньому 2800 доларів, що вдвічі більше ніж у середньому по місту.





Рис. 3. Проект Беттері-Парк-Сіті, Нью-Йорк

Проект Центральної набережної в Торонто (рис. 4) знаходиться в діловому центрі міста. До набуття сучасного вигляду набережна зазнала багато перебудов. У 60-х роках ХХ століття вздовж набережної проклали швидкісну трасу, а промисловість, яка розташовувалася на узбережжі, перемістилася за місто. Офісні центри, які почали з'являтися наприкінці століття, розбили її на багато непов'язаних одна з одною частин. Аби виправити це у 1999 році була створена громадська організація Waterfront Toronto, яка мала керувати ревіталізацією простору. Уряд Канади, провінції Онтаріо та муніципалітет міста Торонто зібрали на проект 1,5 мільярди доларів. У 2003 Waterfront Toronto представила план розвитку території, а у 2011 році закінчили облаштування центральної ділянки довжиною 3,5 кілометри.



Рис. 4. Центральна набережна в м. Торонто



Уздовж набережної створили пішохідну зону та місце відпочинку з дерев'яного настилу з виходом до води. Частини набережної поєднали дерев'яними мостами у вигляді хвиль. Крім того, біля набережної планують побудувати перший так званий розумний район, в якому все – від заповнення смітєвих баків до заселення у квартири – буде керуватися через інтернет. Будівництвом займеться компанія Alphabet, якій належить Google [4].

Простір навколо музею сучасного мистецтва у м. Більбао зображений на рис. 5. Більбао – місто на півночі Іспанії у Країні Басків, розташоване біля узбережжя Атлантичного океану. Завдяки вигідному розміщенню, Більбао був одним із центрів судноплавства. Однак у постіндустріальну епоху обсяги перевезення впали, а портова верф занепадала. У 1991 році музей Гуггенхайма в Нью-Йорку вирішив відкрити філіал в Європі. Уряд Країни Басків запропонував профінансувати будівництво музею в одному з міст регіону, натомість засновники музею брали на себе витрати з його обслуговування. Майданчиком для будівництва обрали саме закинуту верф у Більбао. На місці портових складів з'явилася деконструктивістська будівля авторства Френка Генрі та пішохідна зона з парком. Навколо музею встановили скульптури сучасних митців, а також стенди з історичними фотографіями верфі. Після відкриття музею у 1997 році кількість туристів у місті з кожним роком зростає, а явище, коли один простір задає розвиток всьому місту, назвали на честь міста «ефектом Більбао» [4].



Рис. 5. Простір навколо музею сучасного мистецтва у м. Більбао

### Висновки

Розвиток відпочинкових зон біля існуючих водних просторів міст допомагає відновити або створити якісно нові простори різного функціонального призначення – від зон пасивного відпочинку біля води до архітектурно виразних незвичних будівель музеїв, торговельних площ, від дешевого варіанту житла для студентів до елітних житлових мікрорайонів поблизу білових центрів великих міст.

Під час влаштування благоустрою водних зон у містах широко відбувається ревіталізація промислових об'єктів. Завдяки чому вдається не тільки пожвавити існуючі прибережні простори, надати доступ жителям міст до різноманітних природних активностей, але і отримати економічну користь для міста від закинутих територій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Офіційний сайт NDSM. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.booking.com/landmark/nl/ndsm.ru.html> Дата звернення: Травень 05, 2020.
- [2] Проект ««Місто біля фіорда»». [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.midoriarchitects.com/portfolio/aero-hive/>. Дата звернення: Листопад 03, 2020.
- [3] Проект «Беттері-Парк-Сіті». [Електронний ресурс]. Доступно: <https://thisamerica.net/battery-park-city/>. Дата звернення: Листопад 03, 2020.

[4] Як облаштовують береги водойм у містах – кращі світові кейси. [Електронний ресурс].  
Доступно: <https://hmarochos.kiev.ua/2019/05/06/yak-oblashtovuyut-beregy-vodojm-u-mistah-krashhi-svitovi-kejsy/>. Дата звернення: Листопад 03, 2020.

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Осаулко Дмитро Євгенович** – студент групи БМ-17б кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [osaulkodimambg17b@gmail.com](mailto:osaulkodimambg17b@gmail.com)

**Bondar Alena V.** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Osaulko Dmytro Y.** – student of group BM-17b of the Department of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [osaulkodimambg17b@gmail.com](mailto:osaulkodimambg17b@gmail.com)

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ПІН ТА ПОРИЗОВАНИХ РОЗЧИНІВ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі наведені теоретичні передумови та експериментальні дослідження щодо визначення впливу мінеральних добавок на підвищення технічних характеристик піни і на властивості поризованого розчину.*

*Подано теоретичне обґрунтування механізму взаємодії поверхнево-активних речовин і мінеральної складової суміші.*

*В роботі встановлено, що введення мінеральних добавок дозволяє підвищити технічні характеристики піни. Це пояснюється тим, що тонкодисперсні частки наповнювачів насичують пінний розчин, утворюючи піннодисперсну систему та збільшуючи густину рідини.*

**Ключові слова:** мінеральні добавки, поризований розчин, поверхнево-активні речовини, технічні характеристики піни.

### **Abstract**

*The deals with theoretical prerequisites and presents experimental studies to determine the effect of mineral additives on the increase of foam technical characteristics, on the preparation parameters of the mixture, and properties of the porous solution.*

*The theoretical substantiation of the mechanism of interaction of surfactants and mineral constituent mixture.*

*In the work it is established that the introduction of mineral additives allows to increase the technical characteristics of foam. This is because the fine particles of the fillers saturate the foam solution, forming a foam system and increasing the native density.*

**Key words:** mineral additives , porous solution, porous solution, surfaceactive substances, technical characteristics of foam.

### **Вступ та теоретичні передумови досліджень**

Для вирішення ряду проблем у технології отримання поризованих розчинів із стабільними та/або заданими фізико-механічними властивостями важливим аспектом є вивчення впливу мінеральних добавок на властивості технічних пін, отриманих із поверхнево-активних речовин та піноутворюючих добавок.

Поверхневу енергію та поверхневий натяг рідини на межі поділу фаз «вода – повітря» та «вода – тверді частки» можна знизити шляхом адсорбції (концентрації) іонів або молекул ПАР та піноутворюючих добавок біля поверхні цих фаз [1], [2], [3] та стабілізують дрібні бульбашки повітря в цементному тісті [4]. Для забезпечення стабільних параметрів середньої густини і міцності затверділого розчину необхідним є забезпечення міцності неорганічної матриці, що досягається шляхом виконання механічної та/або хімічної активації компонентів суміші [4]. Питання утворення рівномірної пористої структури з оптимальними показниками якості вирішується направленою регуляцією кратності й стійкості піни у високомінералізованих цементних пастах [5], [6], [7], [8], що вирішується спеціальними технологічними прийомами.

Відомо, що мінеральні добавки мають високу питому поверхню і в разі їхньої активації можлива взаємодія з іншими активними центрами розподілу фаз поризованої суміші, яка твердне [9]. Активацію поверхонь зазвичай проводять відомими методами – фізико-механічним (зміна питомої поверхні, вплив електричних та магнітних полів і т.п.) та хімічним (застосування різних добавок та їх комплексів) [4].

### **Основна частина**

Досліджено вплив введення мінеральних тонкодисперсних порошків ( $M_k < 0,14$ ), отриманих подрібненням у бігунах, на технічні характеристики піноутворювачів різної природи [4]. Для досліджень було обрано [4]:

- високопластичні глини, які здатні при зволоженні утримувати на своїй поверхні найтонші шари адсорбованої води, зв'язані силами поверхневого натягу. Введення глиняного порошку (ГП) у піну

дозволяє отримати стабільну дрібнопористу структуру з рівномірним розподілом пор по всьому об'єму;

- карбонатні відходи вапняків у вигляді вапнякового порошку (ВП);
- крейда (вводилась для порівняння із вапняковим порошком);
- зола-винесення теплоелектростанцій;
- пісок кварцовий.

Оптимальні значення стійкості піни отримані за умови вмісту:

- глиняного порошку 12-15 % для піноутворювачів різної природи. За умови збільшення вмісту ГП до 18-25 % відбувається падіння показників технічної піни, що демонструє межу переходу піннодисперсної системи «ГП – піна» у глиняний розчин [4], [8];

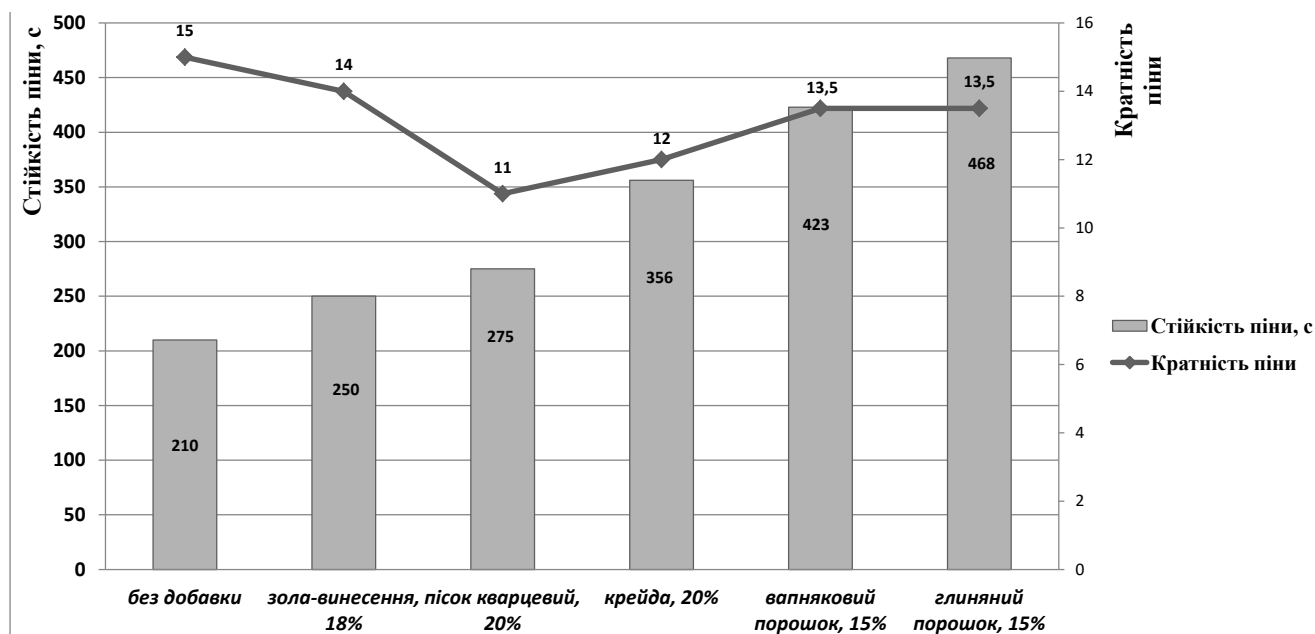
- золи-винесення 18 % і не залежали від природи піноутворювача;
- кварцового піску 18-20 % для піноутворювачів різної природи;
- крейди 20-25 % для піноутворювачів різної природи;
- вапнякового порошку 15-20 % для піноутворювачів різної природи.

Порівняльний вплив різних мінеральних добавок за умови їхнього оптимальному вмісту на підвищення технічних характеристик піни наведено в таблиці 1 [4], [10], [11].

**Таблиця 1 – Значення технічних параметрів піни при введенні різних видів мінеральних добавок (оптимальні значення)**

Показник	без добавки	зола-винесення	пісок кварцовий	крейда	вапняковий порошок	глиняний порошок
Кратність піни	15,0	14,0	11,0	12,0	<b>13,5</b>	<b>13,5</b>
Стійкість піни, с	210	250	275	356	<b>423</b>	<b>468</b>
Вміст добавки, %	-	18%	20%	20%	<b>15%</b>	<b>15%</b>

Глиняний та вапняковий порошки виявились найоптимальнішим стабілізатором технічної піни в порівнянні з іншими мінеральними добавками, що видно на рисунку 1 [4].



**Рисунок 1 – Залежність технічних параметрів піни від типу мінеральної добавки при її оптимальному вмісті**

Було встановлено, що введення мінеральних добавок дозволяє підвищити технічні характеристики піни:

- кратність піни до введення мінеральної добавки складає 15,0, а при її додаванні знижується до 13,5;



- стійкість піни до введення мінеральної добавки складає 210 с, а при додаванні мінеральних порошків зростає до 468 с.

Дані процеси пояснюються утворенням піннодисперсної системи завдяки насиченню пінного розчину тонкодисперсними частками мінеральних порошків [10], [11]. Таким чином зростає густина рідини, а, отже, падає висота стовпа піни. Проте водні оболонки чи плівки піноутворювача, утворені навколо бульбашок повітря набувають більшої міцності за рахунок дисоціації мінеральної речовини на їхній поверхні, що призводить до підвищення сил поверхневого натягу і, як наслідок, стійкості піни [4]. Одночасно навколо позитивно заряджених часток з адсорбованим рядом іонів утворюються водні оболонки хімічно зв'язаної води, які відрізняються підвищеною густиною та орієнтацією молекул [12].

Подальші експериментально-теоретичні дослідження з підбору складу СБС показали, що оптимальні реологічні та фізико-механічні властивості будуть у поризованих розчинах, які отримані шляхом додавання аніонного піноутворювача невисокої кратності до цементних СБС. Використання таких піноутворюючих добавок дозволяє отримувати полегшені розчини із СБС з мінімальними показниками усадки та без використання додаткового піногенеруючого обладнання [10], [11], [13].

### Висновки

1. Досліджено вплив введення мінеральних тонкодисперсних порошків високопластичних глин, кварцового піску, вапнякового піску ( $M_k < 0,14$ ), отриманих подрібненням у бігунах, а також крейди та золи-винесення ТЕС на технічні характеристики піноутворювачів різної природи. З'ясовано, що найоптимальнішим стабілізатором технічної піни є глиняний та вапняковий порошки. Так, стійкість піни зростає у 2,23 рази при падінні кратності у 1,1 рази. Це пояснюється тим, що тонкодисперсні частки цих мінеральних порошків насичують пінний розчин, піднімаючи густину рідини, регулюють сили поверхневого натягу та підвищують товщину водних плівок у системі «рідина+ПАР», «ПАР+тверда частка», завдяки протилежному поверхневому заряду своїх часток та залишковій хімічній активності після помелу, як наслідок, зростає і стійкість піни при незначному зниженні її кратності [4].

2. Встановлено, що введення поверхнево-активних речовин сумісно з мінеральними наповнювачами з позитивним поверхневим зарядом своїх часток (високопластичні глини, вапняки) у кількості до 15% підвищує стійкість пін у 2-2,2 рази порівняно з контролем. Наявність таких пінодисперсних систем забезпечує одержання пористого розчину з середньою густиною від 860 до 1210 кг/м<sup>3</sup> та міцністю при стиску 1,54...8,87 МПа (залежно від витрат цементу і гранулометрії мінеральних наповнювачів) [4].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В. Г. Батраков, *Модифицированные бетоны. Теория и практика*. Москва, РФ, 1998.
- [2] В. Н. Моргун, «Теоретическое обоснование закономерностей конструирования структуры пенобетонов» на *Международном конгрессе «Наука и инновации в строительстве SIB-2008». Современные проблемы строительного материаловедения и технологии*, Воронежский ГАСУ, 2008, Т. 1, с. 29-35.
- [3] К. В. Томилин, и Н. С. Сторчай, «Ячеистый бетон – перспективы развития», *Бетон и железобетон в Украине*, № 3, с. 2006.
- [4] А. В. Бондар, «Ефективні сухі будівельні суміші для елементів підлог цивільних будівель», автореф. дис. канд. наук., ВНТУ, Вінниця, Україна, 2019.
- [5] Г. Б. Гірштель, та С. В. Глазкова, «Додавання поліфункціональної дії для цементних розчинів та сухих будівельних сумішей», *Будівництво України*, № 4, с. 19-22, 2009.
- [6] В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, та А. В. Бондар, «Залежність теплотехнічних та фізико-механічних властивостей ніздрюватих бетонів від параметрів виготовлення», *Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві»*, № 2, с. 34-39, 2009.
- [7] М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, и В. П. Юстратов, *Коллоидная химия*. Москва, РФ: Лань, 2008.
- [8] А. П. Морозов, *Пенобетоны и другие теплоизоляционные материалы*. Магнитогорск, РФ, 2008. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://elima.ru/books/index.php?id=1589>. Дата обращения: Янв. 20, 2019.

[9] С. П. Сивков, «Особенности процессов гидратации цементов в сухих строительных смесях», *Строительные материалы*, № 2, с. 4-5, 2008.

[10] В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, та А. В. Бондар, «Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей», *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Будівництво»*, Випуск 10 (18), с. 44-47, 2014.

[11] В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондар, та А. С. Кузьмич, «Використання глиняного порошку як мінерального мікронаповнювача у сухих будівельних сумішах», *Международное периодическое научное издание «Научные труды SWorld»*, Випуск 2 (43). Том 7, с. 86-92, 2016.

[12] И. С. Семириков, *Физическая химия строительных материалов: Учебное пособие*. Екатеринбург, РФ: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002.

[13] В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, В. В. Смоляк, та А. В. Бондар, «Проектування складів сухих будівельних сумішей з мінеральними добавками», *Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві»*, № 1, с. 48-54, 2010.

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Bondar Alena V.** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), senior lecturer of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДИНКІВ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто сучасний стан застарілого житлового фонду України. Проведений аналіз відносних обсягів будівництва житла в окремих країнах СНД. Наведені зміни структури стінових матеріалів. Показані особливості внутрішнього утеплення стін та перспективи використання інноваційної сучасних вікон. Обґрунтовані перспективи виробництва та використання газобетону автоклавного тверднення.*

**Ключові слова:** застарілий житловий фонд, термічний опір, термомодернізація

### **Annotation**

The current state of the obsolete housing stock of Ukraine is considered. An analysis of the relative volume of housing construction in some CIS countries. Changes in the structure of wall materials are given. Features of internal warming of walls and perspectives of use of innovative modern windows are shown. The prospects of production and use of aerated concrete of autoclave hardening are substantiated.

**Key words:** obsolete housing stock, thermal resistance, thermal modernization

### **Вступ**

В звіті, який щорічно публікує Всесвітній економічний форумом, «Доповідь про індекс ефективності глобальної енергетичної системи», зазначено, що в 2017 році за співвідношенням витрат на імпорт енергоносіїв і ВВП Україна посіла 122 місце серед 127 країн, а за витратами енергії на одиницю ВВП – 119 місце.

Для України питання економії і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів надзвичайно актуальні. Впровадження заходів енергозбереження допоможе скоротити споживання енергоресурсів і енергетичну залежність країни, що в свою чергу сприятиме зменшенню шкідливих викидів парникових газів, які є причиною змін клімату.

Стан будівельної галузі багато в чому визначає рівень розвитку суспільства і його виробничих сил. Будівництво покликане здійснювати оновлення основних виробничих фондів, сприяти розвитку, вдосконаленню соціальної сфери. Людина, яка отримала квартиру, наповнює її меблями, телевізором, посудом та іншою уварю, а це забезпечує роботою працівників багатьох суміжних галузей економіки. В літературі зустрічаються дані, що одне робоче місце в будівельній галузі створює 7...11 робочих місць в інших галузях економіки.

Недооцінка вирішення проблеми житла за рахунок будівництва нового та модернізації існуючого житлового фонду у майбутньому може привести до ще більшого зростання міграційних потоків з України. На фоні депопуляції населення, міграції молоді Україна поступово може перетворитися в країну пенсіонерів. За всі роки незалежності Україна не спромоглась вийти на стабільний рівень показника в 50% обсягів будівництва житла 90-х років, хоча сусідні країни СНД давно його перевищили.

### **Основна частина**

Згідно з даними Державної служби статистики України, на 1 січня 2018 житловий фонд країни становив 984,8 млн. м<sup>2</sup> загальної площі, при цьому кількість старих і аварійних будинків склав 44,9 тисяч одиниць, в яких проживало 62,7 тисяч осіб. Загальна кількість квартир станом на початок 2018 року склала 17 млн. При цьому слід зазначити, що в Україні в останні роки зростає питома вага приватних малоповерхових будинків (до 3-х поверхів), яка наближається до 50% в структурі введеного житла. Це відповідає світовим тенденціям розвинених країн світу, де в малоповерхових будинках проживає 75% і більше населення, а багатоповерхові будинки в обмежуються 7 поверхами.

Технічний стан більшості житлових будинків – незадовільний, морально і фізично зношеними, це складає 30...50% житлового фонду. В структурі існуючого житлового фонду загальна кількість

об'єктів, побудованих індустріальними методами в 60-і роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25 тисяч загальною площею майже 72 млн. м<sup>2</sup>, з них 47% складають будівлі панельного типу, 50% – будівлі з цегляними стінами, 3% – будинки зведені з використанням збірних крупноблочних елементів. Проблемні питання їх подальшої експлуатації з роками загострюються, як через втрати експлуатаційної надійності окремих несучих елементів будівель, через високі показники експлуатаційних енергетичних витрат на опалення та незадовільні обсяги будівництва нового житла.

За даними комітетів статистики в 2018 році в РФ на одну людину побудовано 0,54 м<sup>2</sup> в Білорусії - 0,4 м<sup>2</sup>, в Казахстані – 0,68 м<sup>2</sup>, в Україні - більше 0,2 м<sup>2</sup> (відповідно до статистичних даних: чисельність населення 42 млн чол., введено житла 8,6 млн м<sup>2</sup>), при чому, відносні обсяги 0,17- 0,24 м<sup>2</sup>/люд в рік не зростають, а утримуються приблизно 20 останніх років. При цьому міжнародні стандарти становлять приблизно 1 м<sup>2</sup>/люд в рік, тоді попит і пропозиція житла є збалансованими і за рахунок зменшення корупційної складової доступність житла зростає.

За даними Держенергоефективності, для утеплення застарілого житлового фонду необхідно понад 800 млрд. грн. Ця сума співрозмірна з 80% дохідної частини Держбюджету - 2020 України. Враховуючи те, що дохідна частина Бюджету - 2020 становить 1,14 трлн грн і 430 млрд грн потрібно повернути, як отримані кредити та відсотки по них в 2020 році, тому цілком очевидно, що від термінувати проблему енергозбереження та утеплення країна просто не можливо.

Житловий фонд України, що сформований з житлових будинків, побудованих за проектами перших масових серій в період 1957-1970 років загальною площею більше 71 млн м<sup>2</sup> передбачав економію будівельних матеріалів (метал, цемент, цегла). Проблема енергозбереження в той час не переймалися, оскільки вартість природного газу становила приблизно 7% від світових цін. В Україні налічується більше 77 тис житлових будинків, які мають 5 і більше поверхів, зокрема 25 тис. 5-поверхових будинків. На рис 1 приведена структура житлового фонду за роками його будівництва.

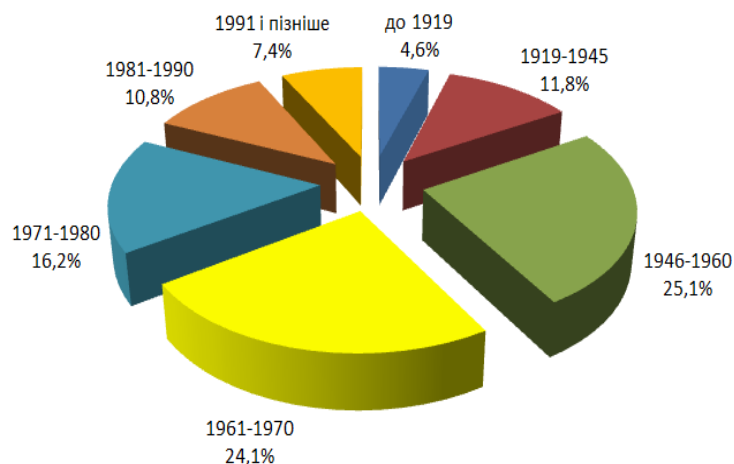


Рисунок 1. Розподіл житлових будинків за роками побудови на 01.01.20

З грудня 2018 року введена в дію оновлена редакція ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією». Теплоізоляція зовнішніх стін обов'язково повинна виконуватися з зовнішньої сторони стіни будинку за виключення окремих будівель.

В табл. 1 приведені порівняння показників опору теплопередачі огорожувальних конструкцій зовнішніх стін, раніше побудованих будинків, і нормативними вимогами відповідно до вимог чинних на сьогодні ДБН [1] з термічним опором стін першої і другої кліматичної зони ( $R=3,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$  для першої кліматичної зони і  $R=2,8 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$  для другої). Порівняння свідчить про необхідність підвищення термічного опору існуючих стін в середньому в 4...5 раз.

До інших втрат теплової енергії, крім «оболонки будівлі», слід віднести: незадовільний стан існуючих ТЕС, теплових мереж, котельень, відсутність обліку спожитої енергії, як мотивації до її економного витрачання. Щорічно житловий сектор споживає близько 10 млрд. кВт/год електроенергії, 1,5 млн тонн вугілля. При цьому втрати теплової енергії впродовж року складають понад 13 млрд Гкал, що становить 11 % обсягів відпущеної теплової енергії.

Таблиця 1. Опори теплопередачі огорожувальних конструкцій зовнішніх стін житлових будинків 1960 – 1990 років побудови

№пп	Тип огорожувальної конструкції стіни	Товщина стіни, мм	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
1	З легкого бетону	300...350	0,74...0,83
2	Тришарові панелі з ефективним утеплювачем	300...350	0,8...0,9
3	Двошарові панелі	350	0,7
4	Ніздрюватий бетон	300...350	0,74...0,84
5	Цегла керамічна, силікатна густиною 1400-1650 кг/м <sup>3</sup>	380...510	0,78...1
6	Цегла керамічна, силікатна густиною більше 1650 кг/м <sup>3</sup>	380...510	0,63...0,79
7	Полегшене цегляне мурування густиною менше 1400 кг/м <sup>3</sup>	380	0,89

. Профільне будівельне міністерство України систематично відстає в оновленні нормативної бази. В табл. 2 наведені порівняльні дані термічного опору огорожувальних конструкцій України відповідно до ДБН Б В.2.6-31:2016 і Фінляндії.

Таблиця 2. Порівняльні показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій Фінляндії і України, (м<sup>2</sup> · К) / Вт.

№пп	Вид огорожувальної конструкції	Термічний опір, м <sup>2</sup> /К·Вт	
		I зона	II зона
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	3,5
3	Покриття опалювальних горищ(технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Вікно	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5
<b>Фінляндія</b>			
1	Зовнішня стіна	5,88	
2	Покриття, горищні перекриття	11,1	
3	Нижнє перекриття	5,88/6,25	
4	Вікно в зовнішні стіні, вікно мансардне, зовнішні двері	1	

Як видно з табл. 2 нормативні показники термічного опору по всім видам огорожувальних конструкцій в Україні значно поступаються аналогічним показникам, близької за кліматичними умовами, Фінляндії. При цьому, слід зазначити, що українські ДБН були прийняті практично нещодавно, тоді як в європейських країнах відбувається постійне поступове зростання нормативних вимог.

За даними офіційної статистики, загалом в Україні у майже 45% житла жодного разу не проводили капітальний ремонт. За даними Міністерства розвитку громад та територій, в Україні на січень 2020 року кількість аварійних і, за офіційною термінологією, "ветхих" або зношених будинків не перевищує 1% від загальної кількості будинків як багатоповерхових, так і приватних, як в містах, так і в селах. Житловий фонд України, сформований з житлових будинків, побудованих за проектами перших масових серій передбачав тільки жорстку економію будівельних матеріалів (метал, цемент, цеглина) і не передбачав мінімізацію енерговитрат в період їх експлуатації.

В останні роки проводиться «клаптикове» утеплення застарілих серій житлових будинків за рахунок самих жильців, підтримки місцевих бюджетів та Фонду енергозбереження через об'єднання співвласників багатоквартирних будинків. Головні пріоритети енергозбереження це утеплення стін

та заміна вікон, оскільки на ці дві позиції їх приходиться найбільше витрат і втрат енергії. Таке утеплення портить облік окремих вулиць і сучасних міст. Найбільші втрати теплової енергії, близько 30 % - у житловому фонді та до 25 % - у зовнішніх теплових мережах. Тепловтрати з будинків складають: через зовнішні стіни 30...40 %, через вікна і балконні двері – 20...30 %, конструкції перекриття – 4...6 %, підвальні перекриття і цоколи – 3...5 % і до 50 % при теплообміні в квартирах.

Мінрегіоном було розроблено та оприлюднено 29 квітня 2020 року новий проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду». В Україні велика кількість об'єктів житлового фонду, граничний строк експлуатації яких закінчився або збігає. Загальна площа застарілого житлового фонду за даними Державної служби статистики (станом на 01.01.2017) складає 4,33 млн. м<sup>2</sup>. В деяких районах міст існують будинки, які збудовані ще у 30-ті роки минулого століття. Продовження експлуатації таких будинків несе в собі не тільки надмірно високі витрати енергії на їх утримання, некомфортне існування мешканців таких об'єктів, а й пряму загрозу для їх життєвого середовища. Саме такі квартали (мікрорайони) є об'єктом реконструкції і інвестування.

Прийняття Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» в 2017 році, передбачає перегляд мінімальних вимог до енергоефективності будівель один раз в 5 років. Сертифікація енергетичної ефективності будівель[2] з терміном дії сертифіката 10 років максимально наблизить приватного забудовника до вирішення проблем енергозбереження.

**Стінові матеріали.** Через зростання вартості енергоносіїв, необхідність зменшення викидів парникових газів всі країни суттєво підвищили нормативні вимоги термічного опору огорожувальних конструкцій. Це привело до кардинальної зміни структури стінових матеріалів сучасних будинків. Газобетон автоклавного тверднення суттєво потіснив на будівельному ринку традиційні високо енергозатратні на стадії виробництва і не енергоефективні на стадії експлуатації стінові матеріали (цеглу глиняну, силікатну, керамзитобетон). Єдиним стіновим матеріалом з якого може бути виготовлена одношарова стіна є автоклавний газобетон.

В роботі [3] зазначено, що застосування стінових матеріалів з автоклавних газобетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%.

Питома вага газобетону в структурі стінових матеріалів в країнах СНД і окремих країн ЄС становить 40-60%. В 2016 році доля газобетону в структурі стінових матеріалів України перевищила 50%, а в 2019 році зросла 53% [4].

Будівництво в Україні нових сучасних заводів по виробництву автоклавного газобетону забезпечило зростання його якості до показників якості європейських виробників. При густині 300 кг/м<sup>3</sup> і класу міцності на стиск С1,5 і С2,5 він використовується для будівництва малоповерхових житлових будинків висотою до 3-х поверхів і при висотному каркасно-монолітному будівництві житла та інших об'єктів. В радянські часи газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> виготовлявся, як утеплювач для суміщених покрівель і мав міцність на стиск 9...12 кгс/см<sup>2</sup>. За рахунок зростання коефіцієнта конструктивної якості за ініціативи ТОВ «Аегос» в нормативну базу внесені зміни і газобетон густиною 300 кг/м<sup>3</sup> отримав статус конструкційно-теплоізоляційного матеріалу.

Світові тенденції виробництва та використання автоклавного газобетону, як стінового матеріалу, спрямовані на зменшення його густини при збереженні і навіть при зростанні міцності. Європейська практика виробництва і використання автоклавного газобетону свідчить про переважне використання газобетону марки D400 і D500, а в останні роки D300. Виробництво і використання «важкого» газобетону в D600 і вище економічно не доцільно, хоча на заводах пострадянських країн окремі виробники випускають газобетон густиною і 700 кг/м<sup>3</sup>.

Автоклавний газобетон використовується не тільки для зведення нових теплих будинків, але і при модернізації застарілого житлового фонду. Низька густина газобетону дозволяє використовувати його для збільшення поверховості будинків без додаткового підсилення фундаментів.

**Мінеральна теплоізоляція.** Традиційні системи зовнішнього утеплення будинків передбачають використанням дешевого пінополістиролу, мінеральної вати, базальтової вати, пінополіуретану стали найбільш поширеними і загально прийнятими. Проте використання пінополістиролу та інших утеплювачів, що містять органічні речовини для внутрішнього утеплення стін є дещо проблематичним, навіть при вирішенні проблеми точки роси і наявності сертифікатів екологічної безпеки. Не дивлячись на багаторічний досвід використання, економічну і енергетичну ефективність пінополістиролу науковці мають дві протилежні думки щодо безпечності його використання для внутрішнього утеплення. Технологія виробництва не дає 100% гарантії

полімеризації вихідної сировини, тому пінополістирол може виділяти стирол та інші шкідливі речовини.

Внутрішнє утеплення виконують лише у кількох випадках, коли немає іншого вибору, можна піти на ризик та утеплити стіни зсередини: заборона фасаду будівлі (історична цінність, лицьова сторона будівлі, що виходить на центральні вулиці тощо); за стіною знаходиться деформаційний шов між будинками; за стіною знаходиться шахта ліфта або приміщення, що не опалюється та в якому немає можливості змонтувати утеплення.

В країнах ЄС для внутрішнього утеплення наряду з традиційними теплоізоляційними матеріалами використовують теплоізоляційні панелі з ніздрюватого бетону «Multirog» густиною марки D100 ( $\geq 70-150 \text{ кг/м}^3$ ). Така теплоізоляція являються найлегшою мінеральною теплоізоляцією, що відомою в Європі [5].

Компанія «Аегос» стала першою в Європі, яка розпочала масштабне виробництво теплоізоляційного газобетону D150. За рахунок постійного вдосконалення технології виробництва газобетону компанія наблизилась до виробництва теплоізоляційного газобетону марки D100.

**Заміна вікон.** Особливе важливе місце в тепло модернізації застарілого житлового фонду займає використання екнергоєфективних вікон.

На сьогодні новизною у виробництві скла є антибактеріальне скло, вироблене компанією AGC Flat Glass Europe, його протимікробна дія усуває 99,9% бактерій, що утворюються на поверхні, також запобігає поширенню цвілі і грибка. Антибактеріальний ефект скла безперервний і незворотній, особливо в теплих і вологих умовах, сприятливих для розвитку бактерій і цвілі [6].

Виробники вікон повторно повернулись до склопакетів з вакуумною ізоляцією або вакуумних склопакетів (vacuum insulating glazing - VIG), які були винайдені більше 20 років тому, вони як і раніше залишаються новинкою на ринку вікон [7]. Володіючи такими функціями як шумоізоляція, енергозбереження і теплоізоляція, вони незабаром можуть знайти широке застосування в різних галузях промисловості в якості вікон, дверей, структурних елементів сучасних будівель.

Для захисту приміщень від яскравого сонячного світла і від перегріву використовуються матеріали з мінливою світлопрозорістю. Одним з новітніх матеріалів цього роду є гель TALD, розроблений в інституті будівельної фізики в Штутгарті. Залежно від температури нагрівання скла під впливом сонячних променів матеріал переходить з прозорого стану в непрозорий: чим вище температура, тим більше у матеріалі вибудовується молекулярних ланцюжків, розмір яких більше довжини світлової хвилі, які не пропускають світло. При зменшенні температури матеріал повертається знову в прозоре стан. У прозорому стані TALD пропускає 80% сонячної радіації, в непрозорому ця величина знижується до 10-40% [8]. Цілком очевидно, що впровадження ряду інноваційних рішень, які намітились в технології виробництва сучасних стекол і самих віконних конструкцій приведуть до суттєвого зростання їх термічного опору до  $1,2-1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

## Висновки

В умовах зростання вартості енергетичних ресурсів на світових ринках питання раціонального використання енергетичних ресурсів набуває надзвичайно важливого значення для економіки країни. Суттєва частина цих ресурсів витрачається на опалення будівель і особливо застарілого житлового фонду. Для приведення термічного опору стінових огорожувальних конструкцій застарілого житлового фонду до чинних нормативних вимог ДБН необхідно збільшити їх в 4-5 раз.

Проведення термомодернізації житлового фонду матиме соціально-економічний ефект, як для держави так і для населення. Підвищення енергоєфективності в будівельному секторі економіки призведе до покращення показників енергетичної безпеки країни, сприятиме зменшенню витрат на закупівлю енергоресурсів, виплату житлових субсидій і в цілому забезпечить зменшення викидів парникових газів.

Низька густина газобетону D300 D400, та відносно висока міцність і теплофізичні властивості дозволяють використовувати його в стінових конструкціях малоповерхових будинків без додаткового їх утеплення. В рамках розробленого та оприлюдненого в квітні 2020 року нового проекту Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» утеплення застарілого житлового фонду має відбуватись з реконструкцією та надбудовою, що забезпечить одночасно отримання додаткових приміщень та приведення у відповідність в окремих серіях будинків термічного опору покрівлі.

## Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. - Київ, Мінрегіонбуд України. – 2017. – 37 с.
2. Білоус В.В., Колісніченко В.В. Актуальність енергетичної сертифікації в будівельному секторі України / Ефективні технології в будівництві: IV Міжнародна науково-технічна конференція (27-28 березня 2019 р., м. Київ). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2019.– С.170-172.
3. Ухова Т.А. Ячеистый бетон - эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий/ Т.А.Ухова, Л.А.Тарасова Л.А. // Строительные материалы. - TECHNOLOGY. - 2003. - №11. - С.19-20ю
4. Сердюк В.Р., Рудченко Д.Г. Порівняльні показники енергоємності виробництва автоклавного газобетону та інших стінових матеріалів. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» Том 28 №1 (2020). –С.41-48.
5. Олвер Штрототте, Матиас Кларе, А.К. Иванов Производство минерального теплоизоляционного строительного материала низкой плотности.//Современный автоклавный газобетон: сборник докладов НПК. Краснодар, 15-17 мая 2013.- С.140-146.
6. Мир оконных технологий. Антибактериальное стекло. Инновации на службе гигиены. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://oknograd.com.ua/articles/734>
7. Вакуумні склопакети. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://nimetski-vikna.ua/uk/vakuumni-sklopaketi/>
8. Будівельні технології ХХІ століття. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://dengivoda.at.ua/blog/2013-09-12-458>.

**Сердюк Василь Романович** – д.т.н., професор кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [modser@i.ua](mailto:modser@i.ua)

**Vaciliy Serdyuk** – d.t.c., professor, head of department of Urban Planning and Architecture of the Vinnytsya national technical university

**Колісніченко Віталій Валерійович** — студент групи БМ-15, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)

**Kolisnichenko Vitalii V.** – student, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: [kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)



## Дослідження ефективності системи благоустрою при різних методах реконструкції території

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет,  
<sup>2</sup>Хмельницький національний університет

### Анотація

*Предметом дослідження статті є вплив методів реконструкції території на систему благоустрою. Розглянуто різні методи реконструкції територій та їх вплив на елементи системи благоустрою. Висвітлено переваги та недоліки основних методів реконструкції території. Показано, що найбільш ефективним для системи благоустрою є комбінування декількох методів реконструкції території.*

**Ключові слова:** реконструкція території, система благоустрою, методи реконструкції, озеленення, вулично-дорожня мережа.

### Abstract

*The subject that is being analyzed in the article is influence of territory reconstruction methods on urban land improvement system. Different methods of territory reconstruction and their influence on urban land improvement were envisaged. Advantages and disadvantages of different territory reconstruction methods are highlighted. It is shown that the most effective for urban land improvement method is a combination of several methods of territory reconstruction.*

**Keywords:** territory reconstruction, urban land improvement, reconstruction methods, soft landscaping, network of streets.

### Вступ

В останні роки все більше приділяється уваги до стану сфери благоустрою населених пунктів. Це пов'язано з тим, що благоустрій населених пунктів безпосередньо пов'язаний із життєдіяльністю населення і включає в себе утримання територій населених пунктів у належному стані, їх санітарного очищення, збереження об'єктів загального користування, а також природних ландшафтів, інших природних комплексів і об'єктів, організацію належного утримання та раціонального використання територій, будівель, інженерних споруд та об'єктів рекреаційного, природоохоронного, оздоровчого, історико-культурного та іншого призначення, створення умов для реалізації прав суб'єктами у цій сфері [1].

Проведення реконструкції території має вагомий вплив на різні елементи системи благоустрою, до яких відносяться підсистема утримання вулично-дорожньої мережі, підсистема зовнішнього освітлення, підсистема озеленення території, підсистема комунального обслуговування території, підсистема інженерного захисту території, підсистема утримання прибудинкових територій. В такому розрізі набуває актуальності вирішення питання впливу різних методів реконструкції територій на об'єкти системи благоустрою.

### Результати дослідження

Реконструкція міського середовища спрямована на зміну спочатку сформованої міської системи та її частин, що обумовлено потребами цієї системи [2]. Можна виділити наступні основні причини, що диктують необхідність реконструкції: невідповідність сформованої планувальної структури зростаючим вимогам, новим функціям та екологічним навантаженням на міське середовище; недостатня ефективність використання житлового фонду та міських територій; моральний і фізичний знос забудови; різночасність термінів служби окремих елементів міського середовища; втрата в процесі розвитку цінних історичних архітектурних якостей міського середовища.

Суцільна реконструкція включає в себе задачу перетворення того чи іншого фрагменту міської території зі зміною чи збереженням її функціонального типу. Даний вид реконструкції дозволяє врівноважити всі елементи системи благоустрою, забезпечити достатній рівень озеленення території, забезпечити автомобільні проїзди та підходи до житлових будівель, місця для організації зберігання

автомобілів, тощо. Але виникає основна складність здійснення тотальної реконструкції великих територій – це необхідність мобілізації великих фінансових ресурсів в короткий термін.

Реконструкція ущільненням, яка полягає у підвищенні цілісних показників використання та забудови території (щільність вартості основних фондів, щільність забудови, тощо), є одним із найбільш поширених методів реконструкції території [3]. В якості реалізації такого реконструктивного прийому може виступати: нове будівництво окремо розташованих будівель і споруд на вільних ділянках територій; вбудова нових частин (секцій) будинків у вільні проміжки між сусідніми будинками; прибудова окремих блоків; надбудова окремих об'єктів додатковими поверхами в умовах історичних частин міста.

Серед впливів даного методу реконструкції території на систему благоустрою можна виділити основну перевагу – підвищення щільності забудови території дозволяє збільшити житловий фонд до 40%. В свою чергу, збільшення житлового фонду потребує підвищення якості благоустрою житлової території шляхом збільшення території озеленення, покращення стану та площі житлових територій, збільшення навантаження на транспортну систему території, необхідність побудови автомобільних проїздів та пішохідних підходів до житлових будівель, необхідність виділення території для місця організації зберігання автомобілів, збільшення площі накопичення твердих побутових відходів.

Реконструкція розущільненням забудови, шляхом зменшення щільнісних показників використання та забудови території, виконується шляхом: знесення малоцінного фонду (гаражі, сараї, тощо), знесення аварійного фонду (непридатний стан будівлі), знесення нефункціональних об'єктів з метою поліпшення екологічних і санітарно-технічних показників середовища, знесення конкретних будівель для розбудови оновленого будівництва.

Даний вид реконструкції забезпечує вивільнення території, на якій можливе облаштування елементів системи благоустрою, а саме: місць зберігання автомобілів, збільшення площі накопичення твердих побутових відходів, організація проїздів та пішохідних підходів до житлових будівель, збільшення території озеленення (парки, сквери, бульвари) та інш. Але, при такому методі реконструкції території не забезпечується збільшення житлового фонду.

#### Висновки

При порівнянні реконструкції території методами ущільнення та розущільнення можна зробити висновок, що найбільш сприятливим для системи благоустрою є саме поєднання цих двох методів. При такому поєднанні метод ущільнення дозволяє збільшити щільність забудови території, що дозволяє збільшувати житловий фонд до 40%, а метод розущільнення вирішує проблеми, які виникають в результаті використання методу ущільнення та забезпечує розвиток системи благоустрою з метою покращення рівня життя населення на певній території.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ігнатенко О.П. Державне регулювання сфери благоустрою населених пунктів: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора наук з державного управління. 25.00.02 / О.П. Ігнатенко. – Київ, 2016. – 471 с.
2. Дудар І.Н. Розвиток модернізації та перетворення міського середовища / І.Н. Дудар, Т.Е. Потапова, А.С. Татаровська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: науково-технічний збірник / ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – № 1 (16). – С. 110-115.
3. Yang Yua. A review of historical reconstruction methods of land use / Yua. Yang, Sh. Zhang, J. Yang, L. Chang, K. Bu, X. Xing // Journal of Geographical Sciences. – № 24(4), 2014. – p. 746-766

**Соколан Юлія Сергіївна** – студентка групи БМ-19міз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний університет; канд. техн. наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності, Хмельницький національний університет, м. Хмельницький. e-mail: [sokolan.julia@gmail.com](mailto:sokolan.julia@gmail.com).

**Кучеренко Лілія Василівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Лялюк Олена Георгіївна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Sokolan Iuliia Sergiivna** – student, group БМ-19міз, Faculty of Building, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsya National Technical University; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Occupational safety and life safety, Khmelniitskiy National University, Khmelniitskiy. e-mail: [sokolan.julia@gmail.com](mailto:sokolan.julia@gmail.com).

**Lialiuk Olena Georgiivna** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Engineering and Architecture, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya.

## РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ У ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА НА ПРИКЛАДІ РЕСТОРАНУ «NEON»

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто питання покращення розвитку міста за рахунок ревіталізації колишніх промислових об'єктів центральної частини міста. Зміна функціонального призначення промислових об'єктів сфери обслуговування містян дозволяє отримати додаткові простори для роботи, відпочинку, активної життєдіяльності містян, об'єкти туристичної сфери.*

*У роботі наведено приклад ревіталізації колишнього промислового цеху пекарні у центральній частині міста Вінниці шляхом створення ресторану «Neon».*

**Ключові слова:** ревіталізація, відновлення, місто, ресторан, промисловий об'єкт, громадський простір.

### *Abstract*

*The issue of improving the development of the city due to the revitalization of the former industrial facilities of the central part of the city is considered. Changing the functional purpose of industrial facilities in the field of service of citizens allows you to get additional space for work, recreation, active life of citizens, objects of tourism.*

*The paper presents an example of revitalization of the former industrial shop of the bakery in the central part of Vinnytsia by creating a restaurant "Neon".*

**Key words:** revitalization, restoration, city, restaurant, industrial object, public space.

### **Вступ**

Велика доля будівель чи окремих їх частин (перші та технічні поверхи, підвальні приміщення, дворові простори тощо) у містах у часи індустріальної радянської економіки, а також у перехідні кризові 90-2000-і роки були відведені, а швидше переобладнані під підприємства кустарного виробництва чи промислові цехи малих потужностей [1]. Призначенням таких промислових об'єктів була сфера обслуговування населення міст, а місце розміщення тяготило до цінних центральних територій міст із їх важливими транспортними розв'язками, районами активного руху, роботи та проживання населення. Велика доля таких підприємств перестала функціонувати із тих чи інших причин, а залишені приміщення довгий час використовувались лише як складські приміщення чи пустували. Нове життя таким промисловим об'єктам, особливо у центрі міста, може дати їх ревіталізація, яка дозволить зберегти архітектурний вигляд будівлі і відродити життєдіяльність існуючого міського простору та/або створити нові простори для роботи, відпочинку, активної життєдіяльності містян, об'єкти туристичної сфери [2, 3]. При цьому у колишніх промислових цехах створюється новий внутрішній інтер'єр, відбувається наповнення простору відповідно до нового призначення будівлі чи її частини, а часто вимоги сучасних норм вимагають заміну існуючого інженерно-технологічного обладнання та комунікацій. Також, якщо будівлі промислових об'єктів відносяться до архітектурних чи історичних пам'яток, як правило, намагаються повністю зберегти або відновити їх зовнішню автентичність та виразність [1-3].

### **Основна частина**

Дослідження питання ревіталізації та сучасного стану промислових об'єктів міста Вінниці показало, що особливої уваги потребує питання відновлення територій та будівель там, де у радянські часи були споруджені промислові підприємства різної потужності [4-5]. Ревіталізація промислових об'єктів, особливо у центральній частині міста, яка багата на архітектурні пам'ятки, житлові та офісні будівлі, має привабливі паркові зони та транспортні зв'язки із усіма частинами міста, а також одну із основних транзитних магістралей через вулицю Соборну до найбільших житлових масивів міста, дозволить доповнити просторові та змістові пріоритети розвитку Вінниці на найближчі десятиліття [6].

Обстеження центральної частини міста Вінниці виявило, що багато будівель по вулиці Соборній та вулицях, які тяжіють до неї, довготривалий час містили певні промислові підприємства, що пояснюється вигідним місцем розташуванням. Після закриття більшості із них частини будівель були повернуті у житловий фонд, частина передана під офісні приміщення, а майже в усіх будівлях на перших поверхах розмістились магазини, аптеки, перукарні, кафетерії, пекарні та інші об'єкти сфери обслуговування. Водночас актуальним залишається використання підвальних приміщень, які мають капітальні стіни, окремі виходи на вулицю, підведені комунікації тощо.

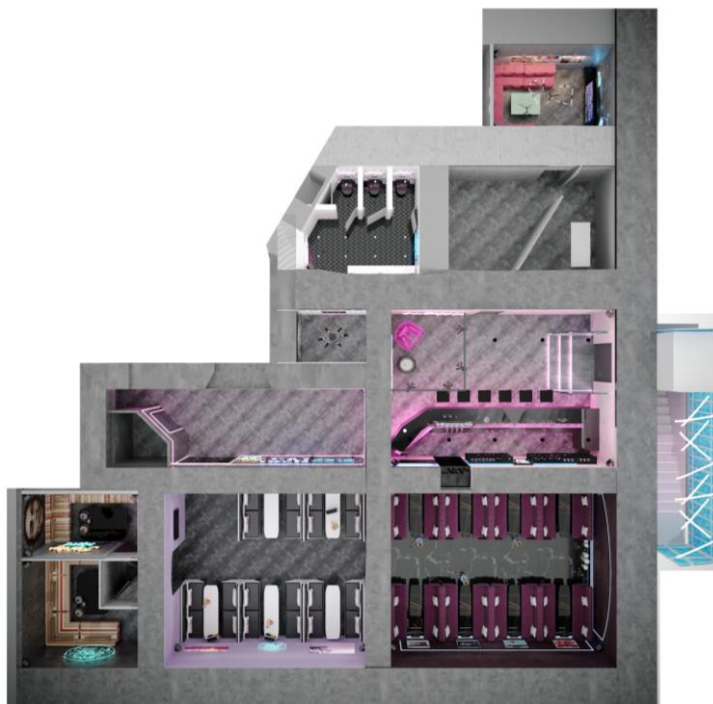
Так, у підвальному приміщенні будівлі на розі вулиць Соборна, 35 та Кропивницького, 1 тривалий час у 90-тих роках розміщувались потужності пекарні. Після її закриття приміщення більше не експлуатувалось, не зважаючи на свої переваги стосовно місця розміщення, підведені каналізацію, водо- та електропостачання, а також належний стан несучих конструкцій будівлі та архітектурну виразність завдяки арокним перекриттям окремих приміщень, їх розміщенням у різних рівнях, що забезпечило наявності вікон і денного освітлення у одній залі, наявності двох виходів (один на вулицю Соборна, другий – у двір будівлі). На рис. 1 наведено фотофіксацію стану приміщень колишньої пекарні, яка розміщувалась у підвалі будівлі.



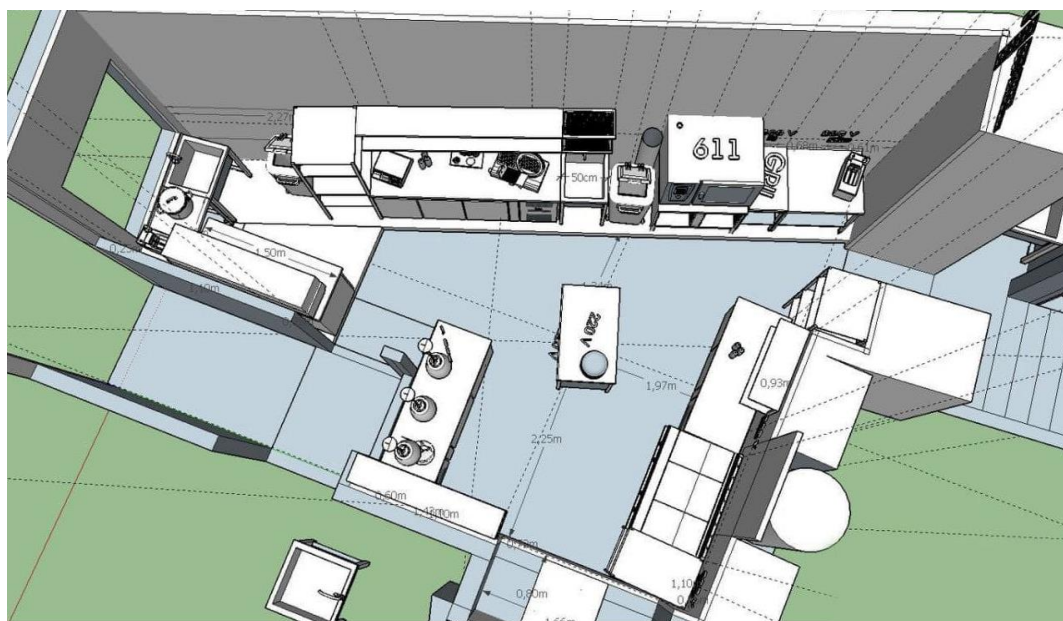
**Рисунок 1 – Фотофіксація стану підвального приміщення колишньої пекарні до ревіталізації**



Загальна площа всіх приміщень становить 250 м<sup>2</sup>, висота приміщень становить від 2,7 м (санвузли) до 3,0 м (приміщення з арокними перекриттями) та 3,5 м (зали з плоским перекриттям), товщина зовнішніх несучих стін доходить до 1,1-1,5 м, внутрішніх – 0,76-0,86 м. При обстеженні було виявлено, що підсилення потребує лише одна несуча стіна залу із арокним перекриттям, однак для створення комфортного сучасного простору була необхідність у повній заміні систем водопостачання, електропостачання, вентиляції, встановлення освітлення рівня громадського простору та системи опалення, яка була взагалі відсутня. Також зміна функціонального призначення об'єкту ревіталізації із промислового об'єкту на ресторан потребувала перепланування внутрішнього простору, створення відповідних дизайнерських рішень по інтер'єру (рис. 2), планування кухні (рис. 3) згідно вимог діючих нормативів [7]. Так, кухню було розміщено у тій частині підвалу, яка має вікна з денним освітленням, а також вихід у двір будівлі.

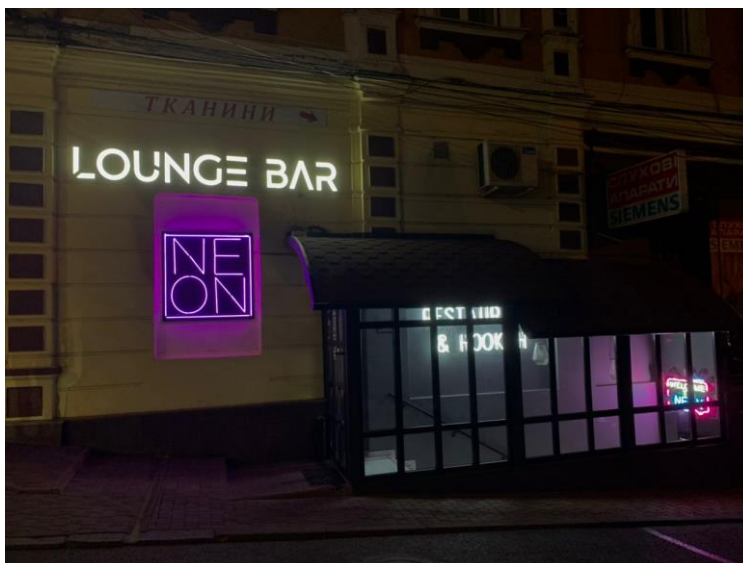


**Рисунок 2 – 3-D Візуалізація приміщень ресторану з новим інтер'єром після ревіталізації**



**Рисунок 3 – Ескіз планувальної організації кухні ресторану**

Оскільки будівля знаходиться в історичному центрі міста і має архітектурну цінність, то було проведено реконструкцію входу та дотримано вимог щодо розміщення реклами та вивісок [8] (рис. 4.).



**Рисунок 4 – Візуальна організація розміщення вивісок ресторану на фасаді будівлі та реконструкція входу при проведенні ревіталізації**

#### **Висновки**

Отже, ревіталізацію залишених та не функціонуючих промислових об'єктів у нові громадські міські простори у жвавих районах міст можна розширити шляхом використання тих частин будівель, які раніше були малопривабливі через їх розташування у підвальних приміщеннях. Місто, яке активно розвивається, може розширюватись актуальними за потребою містян просторами зі збереженням «старих будівель», які володіють історичною та/або архітектурною цінністю, та без конфлікту із сформованим міським середовищем.

Позитивними сторонами ревіталізації промислового об'єкту, розміщеного у функціонуючій будівлі у центрі міста, у ресторанний комплекс (або інший актуальний простір) є:

- покращення екологічної ситуації поблизу та у зоні житлової забудови;
- інтенсифікація використання територіальних ресурсів;
- покращення благоустрою;
- адаптація виробничих приміщень до сучасних потреб містян та їх повторне використання у вигляді громадського простору;
- проведення ремонтних, реставраційних робіт або реконструкції окремих конструкцій, фасаду та тієї частини будівлі, яка зазвичай не належить жителям, а її власники малозацікавлені у підтриманні не функціонуючих та неприбуткових об'єктів.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

[1] Ю. О. Супрунович, «Об'ємно-просторова організація торговельних комплексів на основі реновації промислових будівель», автореф. дис. канд. наук., КНУБА, Київ, Україна, 2013.

[2] А. П. Броневицький, «Особливості ревіталізації промислових будівель», *Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво*, Вип. 2 (44), с. 65-69, 2015.

[3] У. І. Іваночко, та М. Л. Засадній, «Особливості архітектурно-просторової організації громадської забудови на реструктуризованих промислових територіях», *Містобудування та територіальне планування*, Вип. 50, с. 245-254, 2013

[4] В. П. Ковальський, та Д. Г. Рапава, «Вплив ревіталізації на розвиток міста», на *XLVII науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (Вінниця, 21-23 березня 2018 р.)*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5047>. Дата звернення: Жовтень 02, 2020.

[5] В. П. Ковальський, та А. І. Куртак, «Ревіталізація заводу тракторних агрегатів м. Вінниця», на *XLVII науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (Вінниця, 21-23 березня 2018 р.)*.

[Електронний ресурс]. Доступно: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5283/4479>. Дата звернення: Жовтень 02, 2020.

[6] В. П. Ковальський, та К. О. Трофименко, «Містобудівна концепція Вінниці до 2040 року», на XLVIII науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ (Вінниця, 22 березня 2019 р.). [Електронний ресурс]. Доступно: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7327/6139>. Дата звернення: Жовтень 02, 2020.

[7] ДБН В.2.2-25:2009. *Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)*. [Чинний від 01-09-2010]. Вид. офіц. К: Мінрегіонбуд України, 2010. 83 с.

[8] Рішення виконавчого комітету Вінницької міської ради від 18.06.2015 р. № 1369 «Про затвердження Положення про встановлення вивісок у м. Вінниці». [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.vmr.gov.ua/ContentLibrary/Forms/AllItems.aspx>. Дата звернення: Листопад 08, 2020.

**Дмитрів Олег Вікторович** – магістр кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [grandlogol@gmail.com](mailto:grandlogol@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Oleg Dmitriv** – master of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [grandlogol@gmail.com](mailto:grandlogol@gmail.com)

**Kowalski Victor** – Ph.D., assistant professor of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Bondar Alena** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), senior lecturer of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

## МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У статті розповідається про можливості, що з'являються при використанні BIM-технологій, і проблеми, які можна вирішити за допомогою даної технології. Крім цього, авторами аналізується ефективність застосування даної технології на прикладі досвіду інших країн. Технологія BIM (Інформаційне Моделювання Будівель) – це новий підхід до проектування, будівництва, експлуатації. За результатами досліджень з'ясувалося, що застосування BIM-технологій сприяє зростанню прибутку і показників рентабельності, зниження витрат, підвищення продуктивності, зниження загальної вартості проекту.

**Ключові слова:** BIM-технології, інформаційне моделювання, проектування, будівництво.

### Abstract

The article describes the opportunities that appear when using BIM technologies, and the problems that can be solved with the help of this technology. In addition, the authors analyze the effectiveness of this technology on the example of the experience of other countries. BIM (building Information Modeling) is a new approach to the design, construction, upkeep of buildings. According to the results of the research it was found that the use of BIM-technologies contributes to the increase in profits and profitability, reduce costs, increase productivity, reduce the total cost of the project.

**Keywords:** Energy strategy, energy management, energy audit, energy saving, energy efficiency. BIM technologies, information modeling, design, construction.

### Вступ

На сьогоднішній день у багатьох країнах світу (США, Великобританія, Франція, країни Північної Європи, Сінгапур, Південна Корея, Китай та ін.) в сфері будівництва активно впроваджуються технології інформаційного моделювання [1]. Масштаб впровадження BIM в перерахованих вище країнах залежить від вигод в результаті застосування цієї технології. Вони можуть бути отримані на різних етапах реалізації проекту або різних рівнях (як на рівні окремого підприємства, так і галузі або держави в цілому).

Результат від застосування BIM-технологій проявляється у вигляді високої якості створюваної проектною документації, зниження витрат на етапі будівництва, налагодженні інформаційного обміну, зберігання інформації в єдиному місці і спрощення взаємодії учасників, що входять до складу будівельних проектів і т. д. Все це в свою чергу призводить до поліпшення економічної ефективності від реалізації проекту будівництва будівель та споруд, а головне - зниження собівартості. Такий позитивний ефект у вигляді підвищення рівня прибутку і рентабельності проявляється як на рівні окремо взятої будівельної організації, так і на державному рівні за рахунок зниження вартості об'єктів, споруджуваних за державним замовленням, що дозволяє економити і ефективно використовувати кошти державного бюджету.

### Основна частина

Сформульовано велике безліч визначень BIM (від англ. Building Information Modeling - інформаційне моделювання будівель і споруд), загальний зміст яких в основному зводиться до того, що є процесом створення і управління інформацією на всіх стадіях життєвого циклу об'єкта будівництва [2]. Одне з найбільш часто зустрічаються визначень розуміє BIM як процес колективного створення і використання інформації про будівлю або споруду, що є основою для ухвалення рішень на протязі всього



життєвого циклу (починаючи з етапу планування і закінчуючи випуском проектної, робочої документації, будівництвом, експлуатацією та знесенням).

Відмітною перевагою використання інструментів BIM-технології є той факт, що модель об'єкта будівництва є динамічною (змінною). Після додавання змін до геометрії або дані BIM-моделі відбувається автоматичне оновлення всіх взаємопов'язаних видів, даних, параметрів і документів. Також, інформаційна модель дозволяє всім учасникам інвестиційно-будівельного процесу (Замовник, проєктувальник, будівельник, підрядні організації, постачальники та ін.) бути втягнутими в командний процес створення об'єкта, мати можливість обговорювати, коментувати і погоджувати свої дії, відслідковувати зміни, що також підвищує ефективність роботи над проєктом.

Виділені переваги BIM-технології призводять до її широкому поширенню і повсюдного впровадження в світову проєктну практику і практику управління будівництвом. В Україні на даний момент спостерігається деяке відставання від розвинених країн, де BIM-технології вже широко поширені, що впливає на збільшення обсягів, підвищення якості будівництва в поєднанні зі збільшенням економічної ефективності.

У зв'язку зі значними перевагами використання BIM-технологій в ряді країн на державному рівні вжито умови обов'язкового застосування технології при проєктуванні і будівництві об'єктів за рахунок коштів державного бюджету. Такі вимоги вводилися держ. замовниками в США починаючи з 2003 року, а в ряді країн Європи і Азії - з 2007 року. У 2011 році про нову програму в галузі будівництва, орієнтованої на досягнення конкурентних переваг на світовій арені, оголосила Великобританія [3]. Спираючись на цю стратегію була розроблена єдина послідовна програма переходу на технології інформаційного моделювання. Це рішення, прийняте і схвалене на державному рівні, забезпечило прискорені темпи впровадження BIM-технологій.

У 2012 році в США близько 70% учасників ринку будівництва оголосили про застосування BIM-технологій в своїх проєктах, в Великобританії в 2016 році - 54% [4]. У Сінгапурі з 2015 року більше 80% всіх будівельних проєктів виконуються тільки з застосуванням BIM-технологій. До теперішнього часу всі проєктні організації та близько 70% будівельних підрядників Сінгапуру застосовують BIM на своїх проєктах.

На сьогоднішній момент успішно існує і отримує фінансування від Єврокомісії робоча група по BIM (EU BIM Task Group). В неї входять представники держзамовників країн, які перебувають в Євросоюзі. Головною метою роботи є створення єдиних для всіх країн Євросоюзу правил планування та реалізації держзамовлень на проєктні та будівельні підряди. Розглянемо підходи, які застосовують дослідники в різних країнах для оцінки ефективності реалізації інвестиційно-будівельних проєктів з застосуванням BIM.

У Великобританії необхідність впровадження BIM-технологій була усвідомлена і реалізована на державному рівні для підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств на міжнародній арені і можливого досягнення глобального лідерства в області цифрового будівництва. У 2014 р була прийнята оновлена редакція стратегії розвитку будівельної галузі Великобританії до 2025 р Головною метою цієї стратегії стало зниження витрат на реалізацію інвестиційних проєктів на 33% і скорочення тривалості процесу будівництва на 50%.

Сінгапур зараз є одним з лідерів застосування інформаційних технологій не тільки в Азії, але і у всьому світі. Уряд Сінгапуру дуже швидко усвідомило переваги застосування BIM-технологій в будівництві, тому своєчасно розвернуло державну політику щодо підтримки її впровадження, включаючи і фінансову підтримку організацій галузі, які впроваджують у себе BIM.

У 2010 році Building and Construction Authority Сінгапуру, яке відповідає за управління будівельною галуззю і виконує функції міністерства, розробило дорожню карту по BIM (Singapore BIM Roadmap).

Її метою є підвищення до 2021 року ефективності будівництва на 25% за рахунок використання технологій інформаційного моделювання і цифрового виробництва. На додаток до цього планується за допомогою інноваційних технологій скоротити число низькокваліфікованих робітників (мігрантів) на будмайданчиках. Ще одна особлива мета Сінгапуру - стати світовим лідером за швидкістю здійснення експертизи проєктів і видачі дозволів на будівництво.

Згідно з результатами дослідження, проведеного в Європі серед інженерів, архітекторів та інших представників суміжних спеціальностей, 41% респондентів вважає, що після впровадження BIM їх прибуток збільшився; 55% говорять про зниження вартості проєкту; 21% заявляє про підвищення продуктивності праці, що призводить до зниження кількості задіяного персоналу.

## Висновок

Проведені дослідження показують, що застосування BIM-підходів сприяє зростанню прибутку і показників рентабельності, скорочення витрат на етапі проектування, підвищення продуктивності і зниження загальної вартості проекту.

Одним з позитивних моментів від впровадження інформаційного моделювання, є намічається тенденція зниження кількості змін в проекті та інформаційних запитів, а також переробок на об'єкті, що приводить до зменшення витрат.

До того ж, застосування BIM-технологій призводить до появи безлічі якісних вигод, які впливають на зростання конкурентоспроможності підприємства:

- автоматизація процесів;
- зниження ризиків проекту;
- підвищення безпеки на об'єкті;
- підвищення якості проекту;
- підвищення ефективності комунікацій між учасниками проекту [5].

Досягнення таких високих позитивних результатів впровадження BIM-технологій і їх широкого поширення в країнах-лідерах зобов'язана, перш за все, державну підтримку і проводиться державною політиці з чітко визначеними цілями і розроблених заходів по їх досягненню.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Купріяновській В.П., Сінягов С.А., Добринін А.П. BIM - Цифрова економіка. Як досягли успіху? Практичний підхід до теоретичної концепції. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://injoit.org/index.php/j1/article/view/275> (дата звернення 15.02.2018).
2. BIM - Building Information Modeling. Електронний ресурс. Режим доступу:
3. Qian A.Y. Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management, National University of Singapore. Електронний ресурс. Режим доступу:
4. <http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-for-MultiDisciplinary-Project-Management.pdf> (дата звернення 22.02.2018).
5. Талапи В.В. Інформаційна модель будівлі - досвід архітектурного застосування. Архітектура і сучасні інформаційні технології // АМІТ: електронний журнал. 2008. № 4 (5). URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2008/4kvart08 / Talapov / article.php> (дата звернення 25.02.2018).
6. Незалежний інформаційний портал САДобзор. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://cadobzor.ru> (дата звернення 14.02.2018).

**Возний Вадим Сергійович**— студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Смоляк Володимир Вікторович** – кандидат архітектури., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету,  
e-mail: smolyak48@ukr.net

**Vozny Vadim** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city

**Smolyak Volodymyr Viktoroich** - Candidate of Architect, Associate Professor, Vinnitsa National Technical University, e-mail: smolyak48@ukr.net

## КРИТЕРІЇ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація** Проаналізовані основні критерії що, повинні бути враховані при формуванні архітектурно-планувальних рішень при реконструкції дошкільних навчальних закладів.

**Ключові слова:** дошкільний навчальний заклад, реконструкція, критерії.

**Abstract** The main rules, which should be taken into account of formation of architectural and planning decisions in the reconstruction of preschool educational institutions, are analyzed.

**Keywords:** pre-school institutions, a reconstruction, main rules

### Вступ

Наша країна стала на шлях розбудови європейської, вільної, демократичної держави і однією із головних задач є, на наш погляд, виховання освіченого, інтелектуального покоління молоді, яке треба починати з дошкільного віку, коли закладається основа майбутньої особистості.

Дослідження рівня забезпеченості населення дошкільними навчальними закладами, яке повинно згідно з [1] бути в межах на 1000 мешканців - 38 місць у дитсадках та рівня наповненості груп, яке нормується згідно [1], доводить наявність проблеми нестачі місць у дитячих садках, переповненість наявних груп і певну диспропорцію між будівництвом житла та соціальної інфраструктури в населених пунктах.

Для вирішення даної проблеми необхідно приділити значну увагу як будівництву нових, так і модернізації вже існуючих дошкільних навчальних закладів, з дотриманням всіх сучасних вимог.

Розробці проектів сучасних дитячих виховних комплексів європейського рівня треба приділяти особливу увагу. Діти дуже чутливі до оточуючого середовища, тому простір, в якому вони знаходяться, починаючи з народження і закінчуючи початковою школою повинен бути зручним, безпечним і допомагати всебічному розвитку дитини. Тому при розробці проектів важливо враховувати вимоги педагогів і психологів особливо при організації приміщень для відпочинку в денні години, приміщень для ігор, місць для творчої роботи і для прогулянок на вулиці: це і кольорове вирішення інтер'єрів, і створення різних мобільних компонентів в ігрових кімнатах.

В умовах ущільненої забудови та з метою приведення до відповідних сучасних норм та європейських стандартів наявний фонд дошкільної освіти питання реконструкції дитячих садочків є актуальним.

Метою роботи є дослідження рівня відповідності сучасним вимогам наявних дошкільних навчальних закладів та розробка архітектурно-планувальних рішень при їх реконструкції.

### Результати дослідження

Дослідження показали, що дошкільні навчальні заклади - це не просто зменшені версії початкової школи або просто відкриті ігрові приміщення. Дошкільні навчальні заклади мають володіти особливим дизайном для досягнення безпечного, приємного освітнього середовища.

Умовно при формуванні архітектурно-планувальних рішень будівництва та реконструкції дошкільних навчальних закладів необхідно враховувати наступні критерії: створення комфортного середовища для дітей даної вікової групи, естетичного середовища, що дозволяє формувати творчі здібності та смаки, забезпечення приміщень та засобів для виховних та навчальних цілей закладу та гарантоване забезпечення вимог безпеки вихованців дошкільного навчального закладу. До всіх цих критеріїв необхідно ще додати "екологічність проектування", що включає розробку низки заходів для покращання загальної екологічної ситуації, забезпечення здоров'я дитини, а також передбачати економне використання енергоресурсів.

Відомо, що різні вікові групи вихованців ДНЗ мають різну психологічну зрілість, проблема адаптації дитину у новому середовищі та ідентифікації дитини з дитячим закладом можна вирішити наближенням просторово-планувальної організації дитячого закладу до “домашньої”, врахуванням потреби дитини в “інтимних” просторах. Даний критерій забезпечується створенням достатнього рівня простору групової кімнати, рівня простору присадибної ділянки [1]. Окрім того, не менш важливим є оформлення оточуючого середовища: кольорова гамма, архітектурні форми, оформлення приміщень, зокрема наближенням до так званого “дитячого масштабу”, що, окрім того, впливає також на естетичне формування особистості [2, 4].

Забезпечення організації навчального простору і фізичного розвитку та набуття певних передбачених ДНЗ навичок є одним з першочергових завдань даних закладів. У сучасному ДНЗ працюють не тільки вихователі, але й інші фахівці – музичні керівники, інструктори з плавання та фізичної культури, вчителі-логопеди, практичний психолог, вчитель з іноземної мови. Для кожного з цих напрямків розвитку має бути створене своє середовище, яке максимально допоможе в освітньому процесі для дітей [3].

“Екологічність проектування” ДНЗ досягається за допомогою: її оптимальної орієнтації будівлі; врахування переваг і недоліків природно-ландшафтного оточення; компактності форми та теплоізоляційності зовнішньої оболонки будівлі; застосування екологічно чистих матеріалів та пасивного використання енергії сонця.

З точки зору створення здорового клімату в приміщеннях дитячого закладу необхідно використовувати лише ті опоряджувальні матеріали, котрі забезпечують підтримання комфортного для дитини клімату (тобто 50 % вологість повітря та постійну комфортну температуру), а також такі, які не засмічують навколишнє середовище під час свого виробництва, експлуатації, утилізації та потребують якомога менше енергії для виробництва.

Екологічна система життєзабезпечення означає використання енергетично вигідних та екологічно чистих опалювальних і вентиляційних систем, а саме: опалювальні системи на основі енергоносіїв, що мають здатність до відновлення (сонячні батареї та колектори, теплові насоси) із невисокою температурою енергоносія та “випромінюючими” тепло поверхнями; спеціальні вентиляційні системи (які забезпечують контрольованість провітрювання та дозволяють “повертати” назад тепло використаного повітря).

Забезпечення “екологічності” при реконструкції дошкільних навчальних закладів не можлива без термомодернізації будівлі - комплексу робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будівлі, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні не нижчому ніж встановлено мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального ремонту [5].

### Висновки

Сформульовані основні критерії формування архітектурно-планувальних рішень при реконструкції дошкільних навчальних закладів, дотримання яких забезпечить створення безпечного, освітнього простору, що відповідає сучасним вимогам європейського рівня.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Заклади освіти. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 46 с.
2. Ковальський В.П., Лисій Г. І. Особливості планувальних рішень дитячих дошкільних закладів // Науково-технічний збірник №2-Вінниця 2016.-С.85-88.
3. Лінда С. М. «Архітектурне просторове проектування громадських будівель і споруд»: Навч. посібник . – Львів, Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2013. – 644с.
4. Кадурина А.О. Проблемы и перспективы проектирования детских дошкольных учреждений в крупных городах на примере г. Одессы // Проблемы теории та історії архітектури України: Зб. наук. пр. АІ ОДАБА. Випуск 3. – Одеса: Астропринт, 2002. – С. 134-136.
5. Панкевич В. В. Термомодернізація будівель шкіл та дошкільних установ в м. Вінниця [Електронний ресурс] / В. В. Панкевич, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3019>.

**Гарбар Юрій Сергійович** — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: garbaryoura@gmail.com

**Бауман Катерина Володимирівна** — к.т.н., старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. e-mail: bauman@vntu.edu.ua

**Garbar Yuriy S.** — student of gr. Bm-19m, Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: garbaryoura@gmail.com

**Bauman Katerina V.** — Ph.D., senior lecturer of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. e-mail: bauman@vntu.edu.ua

## ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗАНЕДБАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДИТЯЧИХ ТАБОРІВ ТА САНАТОРІЇВ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Запропоновано методи ефективного, доцільного використання занедбаних територій дитячих таборів, санаторіїв в Україні та світі. Наведено приклади ефективного перевлаштування дитячих таборів в сучасні установи.*

**Ключові слова:** занедбані території, заклади, табори, санаторії, інвестори.

### **Abstract**

*Methods of effective, expedient use of abandoned territories of children's camps, sanatoriums in Ukraine and the world are offered. Examples of effective reorganization of children's camps into modern institutions are given.*

**Key words:** abandoned areas, camps, sanatoriums, investors, projects

### **Вступ**

В нашій країні є багато об'єктів які по тим чи іншим причинам були покинуті чи залишені на призволяще. Зокрема до таких територій належать і дитячі табори, санаторії, профілакторії, що були збудовані, переважно, за часів Радянського союзу.

В Україні ведеться Державний реєстр дитячих закладів оздоровлення та відпочинку, санаторіїв, профілакторіїв. Вони підлягають контролю з боку держави, їхня кількість більше 2000 і десь 30% з них є покинутими. Тому на сьогоднішній день постає питання доцільного використання таких територій в майбутньому.

### **Результати дослідження**

В СРСР було збудовано багато дитячих піонерських таборів, баз відпочинку, санаторіїв і пансіонатів. Розташовували їх у великих лісових масивах навколо великих міст і в курортних містечках, на берегах річок і морів. Щоправда, діючих залишилось небагато. А недіючим бізнесмени знаходять застосування — або зносять і забудовують котеджі, або перетворюють у приватні резиденції, або просто розкрадають. Деякі табори відпочинку заселили переселенцями з Донбасу і Криму. Так що закинутих таборів відпочинку мало, а доступних для дослідження ще менше. За статистичними даними майже всі покинуті санаторії і піонерські табори в межах України охороняються.

Найдоцільніше використовувати дані території під будівництво різноманітних парків, скверів, прогулянкових алей, тобто робити всі заходи задля комфортного відпочинку людей. Авжеж потрібно проводити низку аналітики, щодо доцільності побудови в тому чи іншому місці парку чи скверу. Також є варіанти з повною реставрацією дитячих таборів, для цього треба також виконати певні роботи, щоб дізнатись чи варто взагалі щось там будувати чи реставрувати.[1].

На сьогоднішній день в Україні створюються спеціальні фонди та програми по відновленню занедбаних територій, такі як : " ЛОР Програми розвитку мережі дитячих таборів", яка передбачає модернізацію та реконструкцію 11 дитячих оздоровчих закладів.

Мета програми: визначення стратегічних напрямів розвитку закладів оздоровлення та відпочинку, впровадження новітніх технологій виховання дітей та виконання програм особистісного розвитку з урахуванням строку оздоровчої зміни з подальшим використанням позитивного досвіду і у позашкільних навчальних закладах; покращення матеріально-технічного стану дитячих закладів оздоровлення та відпочинку, відновлення їх функціонування (тих, які не працювали), збільшення

кількості оздоровчих місць для дітей соціально незахищених категорій, створення належних умов для їх оздоровлення та відпочинку, проведення на базі закладу наукових семінарів, конференцій, навчань для молоді та молодіжних громадських організацій, наметового таборування [2].

Головні завдання даної програми:

- забезпечення закладів оздоровлення та відпочинку необхідними засобами з метою покращення матеріально-технічної бази;
- підтримка дитячих закладів оздоровлення та відпочинку шляхом встановлення пільг із землекористування, оплати комунально-побутових послуг, придбання продуктів харчування, сплати місцевих податків і зборів;
- сприяння цілорічної діяльності дитячих закладів оздоровлення та відпочинку;
- створення сприятливих умов для оздоровлення та змістовного дозвілля дітей, учнівської та студентської молоді;
- відновлення морального та психологічного стану дітей та підлітків;
- організація проведення семінарів, конференцій, навчань.

Одним із прикладів ефективного використання територій є створення на місці закинутого дитячого табору, парку Никанорівський в м. Кропивницький. Його пропонують благоустроїти, створити затишні, комфортні умови задля сімейного (рис.1).



Рис. 1 - Благоустрій території парку Никанорівський

Ця територія табору є досить закинута і є осередком для існування безпритульних тварин та криміногенного контингенту. На території парку є велика кількість кущів та сухих дерев, стихійні сміттєзвалища та руїни, що залишилися від дитячого табору. Ці фактори несуть загрозу життю та здоров'ю мешканцям, які прогуляються територією. Турбота про відтворення і збереження природи допоможе, зокрема, у вирішенні проблеми виховання екологічної культури" – повідомляють місцеві органи влади [3].

У Закарпатській області у рамках проекту «Діти – наше майбутнє: нова хвиля у дошкільній освіті Карпатського регіону» колишній піонерський табір у с. Рахів переобладнали у сучасний дитячий садок [4].

Фінансування проекту забезпечив Європейський Союз в рамках Програми транскордонного співробітництва Європейського Інструменту Сусідства і Партнерства Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2007-2013 рр., Рахівської районної ради та адміністрації, Великобичківської селищної ради, а також співвиконавців проекту і місцевих підприємців – ТОВ «ВГСМ» (рис. 2).



Рис. 2 - Дитячий садок с. Рахів

У Рівненській області занедбаний дитячий табір переобладнають на центр комплексної реабілітації інвалідів. [5].

На сьогоднішній день в Україні є багато закритих територій як таборів так і санаторіїв, які можна було б використовувати як об'єкти туристичної сфери так і змінювати їх цільове призначення. Але наша держава недостатньо уваги приділяє питанню туристичного бізнесу, хоча в цій сфері в Україні величезна маса чудових курортних зон і об'єктів, здатних приваблювати туристів зі всього світу.

В країнах колишнього СРСР, де є закинуті дитячі табори та санаторії, реалізуються проекти по залученню територій покинутих піонерських таборів і баз відпочинку в господарсько-економічний оборот для розвитку санаторно-курортної діяльності регіонів. Що дозволяє проводити активну



роботу щодо забезпечення збереження і цільового, ефективного, використання таких територій, а також залучення інвестицій в процес розвитку санаторно-курортної діяльності, супутнього їй готельного бізнесу, спорту і туризму.

Для ефективного використання занедбаних територій дитячих таборів та санаторіїв, як в нашій країні так і інших, ефективним буде залучення приватних інвестицій, шляхом створення пільгових умов для потенційних інвесторів. Що дозволить надавати території колишніх піонерських таборів і баз відпочинку за пільговою ставкою в оренду з метою розміщення рекреаційних ресурсів. При цьому важливо, що зазначені території можуть бути використані для розвитку в регіоні готельного бізнесу, який необхідний при організації санаторно-курортної діяльності і медичного туризму.

На жаль в Україні одним із методів використання територій закинутих дитячих таборів та санаторіїв - це повне руйнування таких об'єктів. Наче б то держава не спроможна утримувати на своєму балансі такі території, тому їх продають на аукціонах, після яких замість повного відновлення чи раціонального використання, всі об'єкти зносять, а рослини знищують та будують котеджі.

.....

### Висновки

Визначені найефективніші способи використання занедбаних територій дитячих таборів та санаторіїв. Багато ще таких об'єктів пустують, зазвичай їх розкрадають або вони самі з часом руйнуються.

Наведенні приклади - це лише мала доля всіх занедбаних територій нашої держави. Ефективне використання територій колишніх дитячих таборів повинна проводитись згідно з потреб людей в майбутньому, тобто щоб дані території були доцільними у подальшому їх використанні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Экономические и социальные аспекты развития детских лагерей отдыха / И.А. Томакова, Ю.А. Хорохордина. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.xn--21-flcmz.xn--80aa3akelis.xn--c1avg/assets/ehkonomicheskie\\_i\\_socialnye\\_aspekty\\_tomakova\\_khorokhordina.pdf](http://www.xn--21-flcmz.xn--80aa3akelis.xn--c1avg/assets/ehkonomicheskie_i_socialnye_aspekty_tomakova_khorokhordina.pdf)
2. На Львівщині до 2020 року модернізують 11 дитячих таборів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://zik.ua/news/2013/12/23/na\\_lvivshchyni\\_do\\_2020\\_roku\\_modernizuyut\\_11\\_dytyachyh\\_taboriv\\_449274](https://zik.ua/news/2013/12/23/na_lvivshchyni_do_2020_roku_modernizuyut_11_dytyachyh_taboriv_449274)
3. Проект благоустрою території. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rk.kr.ua/na-mistsi-zakinutogo-kropivnitskogo-ditjachogo-taboru-mozhe-z-javitisja-park>
4. Колишній піонерський табір переобладнали у сучасний дитячий садок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pmg.ua/life/20007-kolyshniy-pionerskyu-tabir-pereobladnaly-u-suchasnyy-dytyachyy-sadok>
5. Занедбаний дитячий табір переобладнають на центр комплексної реабілітації інвалідів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://invak.info/reabilitatsiya/zanedbanij-dityachij-tabir-pereobladnayut-na-centr-kompleksnoyi-reabilitaciyi-invalidiv.html>

**Остапчук Дмитро Олександрович** — студент групи БМ-17б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [dimaostapchuk00@gmail.com](mailto:dimaostapchuk00@gmail.com)

**Рундюк Світлана Володимирівна** — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)

**Ostapchuk Dmytro** — student of BM-17b group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [dimaostapchuk00@gmail.com](mailto:dimaostapchuk00@gmail.com)

**Svitlana Ryndiuk** — PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)

## ІСТОРИЧНИЙ ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ВИДОВИЩНИХ БУДИНКІВ ЗАЛЬНОГО ТИПА

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У статті розглядається історичний досвід проектування громадських видовищних будівель. Наведені приклади театральних-концертних будівель, кінотеатрів, клубів. Перераховано типологічні варіанти. Автор торкнувся норми проектування видовищно клубних будівель. Піднято питання сучасної організації центрів дозвілля, їх багатофункціональності.*

**Ключові слова:** Види дозвільної діяльності, планувальна організація дозвілля, багатофункціональність

### Abstract

*The article considers the historical experience of designing public entertainment buildings. Examples of theater and concert buildings, cinemas, clubs are given. The typological variants are listed. The author touched upon the norms of designing spectacular club buildings. The question of modern organization of leisure centers, their multifunctionality is raised.*

**Keywords:** types of leisure activities, planning organization of leisure, multifunctionality

### Вступ

Під час будівництва розвинутого соціалізму проектування та будівництва громадських будівель в Радянському Союзі приділялася особлива увага. З'явилося багато перспективних пропозицій, що стосуються розвитку та організації архітектури громадських будівель для поліпшення умов праці, побуту і відпочинку населення. В основних напрямках було намічено розвивати (поряд з об'єктами освіти, торгівлі, побутового обслуговування, охорони здоров'я) культуру і мистецтво, розширювати мережу масових бібліотек і клубів; всіляко розвивати і вдосконалювати організацію відпочинку трудящих. В цей період часу особлива увага приділяється принципам архітектурного проектування громадських будівель різноманітних видів і типів, з використанням комплексного підходу, що охоплює: містобудівні, архітектурно художні, функціонально планувальні, технічні сторони і аспекти [1].

В умовах розвитку сучасного суспільства - цей історичний досвід може служити опорою і відповідною точкою в напрямку архітектурно планувальної організації дозвілля і відпочинку. В нині соціокультурна ситуація характеризується низкою негативних процесів, що намітилися в сфері духовного життя - втратою духовно моральних орієнтирів, відчуження від культури і мистецтва дітей, молоді та дорослих, скороченням фінансової забезпеченості дозвільно-культурного життя суспільства. Проблеми організації різноманітних форм дозвілля, розвитку творчого та інтелектуального потенціалу людини, розширення сфери діяльності науково-просвітніх установ диктують свої вимоги і принципи, необхідні для гармонійного розвитку суспільства [2].

### Основна частина

Архітектурний простір становить основу штучного середовища життєдіяльності сучасної людини. У суспільстві назріла потреба створення спеціалізованих центрів для дозвілля для різних груп населення. На жаль, у вітчизняній архітектурній теорії і практиці цьому питанню не приділяється належної уваги.



Вивчення та аналіз принципів планувальної організації громадських видовищних закладів дозволяло будівель; передумови для появи нових, що відповідають сучасним потребам і дозволяє вирішувати проблеми соціальної адаптації, архітектурного простору.

Одними з найпопулярніших видовищних будівель того часу сміливо можна назвати - кінотеатри. Існували певні норми їх проектування. Залежно від місткості передбачалися:

- габарити екрану (що впливало на репертуар, експлуатаційні особливості);
- місця будівництва;
- склад приміщень;
- архітектурно-будівельні особливості (однозальні, двозальний, трьох і чотирьохзальний, дитячі, кооперовані з кафе і клубними приміщеннями).

Відповідно до прийнятої системою обслуговування того часу кінотеатри належали, як і зараз, до установ періодичного користування і розміщувалися в центрах житлових районів, а також в громадських центрах, що і впливало на їх спеціалізацію. Передбачалися нормами і кінотеатри з залами універсального використання (кіно концерт збори) - це окрема група, що сформувалась в самостійний тип будівлі. У композиції кінотеатру найважливіша роль належить залу для глядачів - функціональному і композиційному ядру будівлі. побудова залу в значній мірі визначає об'ємно-планувальне рішення в цілому. при проектуванні кінотеатрів враховувався вплив урбанізації на зміну міського середовища, що призвело до їх укрупнення або кооперування з родинними установами обслуговування. розвиток типів кінотеатрів, різноманітність їх архітектурно планувальної структури і конструктивних рішень - зробили будівлі більш виразними і монументальними.

Театри - найдавніші громадські споруди чи не у всіх народів світу. І в процесі еволюції створено велику кількість різноманітних композиційно образних рішень. Концертні зали не мають таких давніх традицій, адже концерти давалися в залах палацу, церковна музика виконувалася в храмах. Але з розвитком театральної концертної діяльності, яка, ускладнюючи, розпалася на безліч жанрів - стали виразними відмінності театрів драматичних, оперно балетних, дитячих, лялькових, естрадно танцювальних і т. д. Однак для невеликих міст виникла необхідність в універсальних, різножанрових залах. Приміщення цього типу будівель діляться на два взаємопов'язаних складних комплексу: демонстраційний (сценічний) і глядацький. Ядро демонстраційного комплексу - сцена; ядро глядацької частини - зал для глядачів. Разом вони складають основний сценографічний вузол, обидві частини якого взаємопов'язані і визначають основу композиції всієї будівлі. Композиція також залежить і від місткості (для малої більш бажаний - зал у вигляді амфітеатру, а для великої - зал балконного або ярусного типу). Об'ємно планувальна структура естрадних і концертних залів обумовлена особливостями концертного уявлення. Різниця театральних і концертних залів визначається, головним чином, відсутністю порталного отвору і можливістю обзору всієї площі естради з будь-яких місць залу. Так, прагнення до підвищення рентабельності та експлуатації приміщень призвело до виникнення і широкого поширення залів багатоцільового призначення, при цьому найбільшого поширення набуло будівництво будівель кіноконцертних залів на базі великих широкоформатних кінотеатрів. Крім кіноконцертних залів, іноді будувалися банкетно концертні і танцювально концертні зали, призначені для концертів, банкетів, танців, зборів, театралізованих вистав.

Великого поширення набули двозальний, іноді навіть тризальних театральних видовищні будівлі.

У містах же створюються передумови для формування спеціалізованих типів клубних будівель, розрахованих на творчу діяльність (будинку народної творчості, клуби художньої самодіяльності), спілкування за інтересами і просто нерегламентоване спілкування, яке здійснюється переважно в однорідних за соціальними ознаками (статтю, віком та ін.) колективах (жіночі та чоловічі клуби, клуби пенсіонерів і вдома молоді, клуби людей однієї професії та ін.). Все це створило можливості широкої типологічної варіативності: від клубу-кімнати до розвиненого центру дозвілля. Найбільш поширеним типом клубного будинку були двочастинні клуби з двома різними видами діяльності: масової, розважальної (видовищна частина) і камерної, гурткової (клубна частина). Ці дві частини клубного будинку могли мати різне архітектурне рішення. Поєднання двох контрастних по архітектурній пластичності частин будівлі давало різноманітні композиційні можливості, при яких блок видовищною частини був домінантою [3].

## Висновок

В основі планувальної організації сучасних центрів дозвілля необхідна поліфункціональність, в якій потрібно виділити такі блоки:

- творчі захоплення та хобі;
- видовищно-розвиваючі;
- фізкультурно-оздоровчий;
- виховно-психологічний.

Важливо усвідомлювати, що підходи до визначення сутності дозвілля зазнають змін, але головні принципи зберігаються. Актуальна соціальна задача ефективного проведення вільного часу непрофесійної діяльності, це безсумнівна проблема підліткової групи населення і людей пенсійного віку.

Грамотний підхід в організації центрів дозвілля може сприяти вирішенню деяких проблем:

- соціальної (забезпечення організованого відпочинку різних верств населення, різноманітність варіантів життєдіяльності);
- культурної (підвищення культурного і творчого потенціалу, популяризація інтелектуального саморозвитку);
- охорони здоров'я (поліпшення психологічного, фізичного, морального стану людини).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд [Текст]: Підручник для вузів / В. В. Адамович, Б. Г. Бархин, В. А. Варезкін і ін.; За заг. ред. І. Е. Рожин, А. І. Урбаха. - 2\_е вид., Перераб. і доп. - М.: Стройиздат, 1984. - 543 с. : Ил.
2. Шамраєвський, В. В. Обґрунтування необхідності активного розвитку ландшафт-но\_рекреаційних територій донецького району [Текст] / В. В. Шамраєвський // Вісник Донба-ської нац. академії будівництва і архітектури: зб. наук. праць. - Макіївки, 2008. - Вип. 2008\_6 (74). - С. 105-109.
3. Кім, Н. Н. Архітектура цивільних і промислових будівель [Текст]. Спец. курс: Навч. посібник для вузів / Н. Н. Кім, Т. Г. Маклакова. - М.: Стройиздат, 1987. - 287 с.
4. Архітектура [Текст]: Короткий словник\_довідник / А. П. Мардер, Ю. М. Євреїнов, О. А. Пламеніцька та ін. ; За заг. ред. А. П. Мардера. - К.: Будівельник, 1995. - 335 с. : Ил. - ISBN 5\_7705\_0634\_4.
5. Кільпе, Т. Л. Основи архітектури [Текст]: Учеб. для СПТУ / Т. Л. Кільпе. - 2\_е вид., Перераб. і доп. - М.: Вища. шк., 1989. - 175 с. : Ил. - ISBN 5\_06\_000420\_1.

**Манзюк Андрій Андрійович**— студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Науковий керівник: Дудар Ігор Никифорович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

**Manziuk Andriy** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city

Supervisor: **Igor Dudar** – d.t.n, professor, head by department of town-planning and architecture of the Vinnytsya national technical university.

## ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗОШ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проведено дослідження термо ефективності навчального закладу №32 у м. Львові. Сформовано характеристики опалювальної будівлі, а також термомодернізаційні заходи для зменшення тепловтрат.*

**Ключові слова:** Термомодернізація, ЗОШ, поліпшення, заміна, утеплення, муніципальні заклади, модернізація, ДБН, теплов-трати.

### Abstract

*The study of thermo efficiency of the educational institution №10 in Vinnitsa was conducted. Characteristics of the heating building as well as thermo-modernization measures to reduce heat losses have been formed.*

**Keywords:** Thermo-modernization, secondary school, improvement, replacement, insulation, municipal institutions, modernization, DBN, heat-waste

### Вступ

При виконанні енергозберігаючих проектів ставилося завдання створити стандарт сучасного освітнього закладу і надалі перейти до будівництва саме таких енергоефективних об'єктів. Крім того, планується привести в порядок всі наявні дитячі садки і школи. Фінансування проектів здійснюється з коштів місцевого бюджету, а джерелом додаткових доходів служить приватизація і продаж міського майна. Повний капітальний ремонт однієї школи з урахуванням енергозберігаючих технологій зажадав вкладення понад 100 млн руб. Витрати на впровадження енергоефективних технологій становлять близько 30 млн руб. на одну будівлю.

При існуючих цінах на енергоносії термін окупності вкладень складе 5-7 років. Якщо збережеться тенденція зростання тарифів на ЖКГ, роботи окупляться ще швидше.

У пошуках найбільш оптимальних рішень був вивчений досвід країн Прибалтики, які після вступу в Євросоюз зіткнулися з проблемами модернізації об'єктів соціальної сфери, а також Німеччини, Канади та інших країн, аналогічних по природно-кліматичних умов, наприклад Скандинавії. В результаті розроблено кілька проектів, що реалізуються і в школах, і в дитячих садах. У будівлях, які увійшли в число пілотних, були замінені дахи, утеплені дахи, вікна та стіни, в кожній школі встановлено електронний регулятор подачі теплової енергії.

Розглянемо докладніше досвід впровадження енергозберігаючих технологій на прикладі загальноосвітньої школи № 32, яка взяла участь в проекті модернізації.

### Основна частина

До ремонту зовнішні стіни будівлі школи були виконані із силікатної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині. На внутрішню сторону стін був нанесений шар штукатурки.

В ході ремонту виконано утеплення стін. Теплоізоляційний шар являє собою гідрофобізовані мінераловатні плити, на поверхню яких нанесено шар декоративної штукатурки (рис. 1).

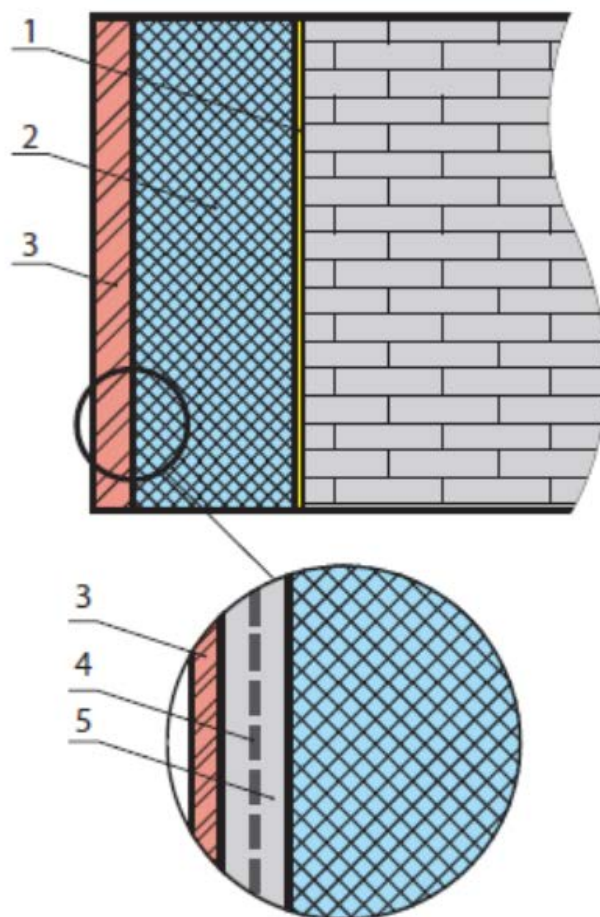


Рис. 1 – Схема зовнішньої стіни школи після ремонту  
 1 Клейовий розчин, 2 утеплювач, 3 штукатурка, 4 полімерний розчин, 5 склотканева сітка

Очікуване зниження тепловтрат через зовнішні стіни - 68,45%.

До проведення ремонтних відновних робіт вікна школи були виконані в дерев'яних палітурках з подвійним склінням. Їх теплотехнічні характеристики не відповідали діючим будівельним нормам (табл. 1).

Таблиця 1 – Теплотехнічні характеристики віконних конструкцій школи

Тип вікна	Розхід		
	Розміри, м	Опір теплопередачі, °С*м²/Вт	Середнє значення тепловтрат, кВт
ВК-1	2,05*1,95	0,56	0,4
ВК-2	1,55*2,3	0,56	0,357
ВК-1	2,7*2,25	0,47	0,725
ВК-2	3,25*1,95	0,47	0,756

В результаті ремонту проведена заміна всіх віконних конструкцій.

Очікуване зниження тепловтрат через вікна - 23,7%.

Також слід врахувати, що повітропроникність вікон в пластикових палітурках зі склопакетами нижче, ніж вікон в дерев'яних палітурках, завдяки чому заміна дозволяє знизити приплив холодного інфільтрують повітря і витрати енергії на його нагрівання.

Очікуване зниження витрат енергії на нагрів інфільтрують повітря - 19,2%.

Ремонт системи опалення школи включав такі заходи:

У тепловому пункті передбачена установка системи погодного регулювання, що дозволяє якісно і кількісно регулювати відпустку теплоти в систему опалення за рахунок встановлення необхідної температури теплоносія електронним регулятором по заданому температурному графіку шляхом впливу на двоходовий клапан регулятора теплового потоку.

Проведено заміну опалювальних приладів.

Радіатори опалення оснащені терморегуляторами.

Реалізована замкнена система ГВП, через теплообмінники по двухконтурной схемою.

## Висновок

Енергоефективність в масштабах країни - одна з цільових завдань держави. Перші результати переконують, що вкладення в енергоефективність дають суттєвий ефект економії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС: досвід для України // <http://old.niss.gov.ua/Monitor/March2010/19.htm>
2. ДБН В.2.6-31:2006. «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».
3. Нечепорчук А.А. Нормирование утепления зданий в Украине. Достижения и проблемы // Жилищное строительство. 2007. № 12. С. 2-4.
4. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 "Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків"
5. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією – К. : Мінрегіонбуд України, 2018. – 19 с.
6. Панкевич В. В. Термомодернізація будівель шкіл та дошкільних установ в м. Вінниці [Електронний ресурс] / В. В. Панкевич, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3019>.
7. [https://radnuk.com.ua/publications/articles/articles-1\\_11042.html](https://radnuk.com.ua/publications/articles/articles-1_11042.html)
8. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.
9. Ратушняк, О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010.–128 с.
10. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118. <http://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/viewFile/315/313>

**Попіль Ілона Олександрівна** — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [ilonkaropil15@gmail.com](mailto:ilonkaropil15@gmail.com)

**Науковий керівник: Дудар Ігор Никифорович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

**Popil Iлона** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [slavikderevitskiy@gmail.com](mailto:slavikderevitskiy@gmail.com)

Supervisor: **Igor Dudar** – d.t.n, professor, head by department of town-planning and architecture of the Vinnytsya national technical university.

# ІНТЕГРОВАНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗУПИНОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В МІСТАХ УКРАЇНИ ТА ЗАКОРДОННОМ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Розглянуто методи вирішення проблеми комфортності зупинок громадського транспорту. Наведено приклади розумних зупинок громадського транспорту в Барселоні та Сингапурі.*

**Ключові слова:** зупинки громадського транспорту, розумні зупинки, комфортність

## *Abstract*

*Methods of solving the problem of comfort of public transport stops are considered. Examples of smart public transport stops in Barcelona and Singapore are given.*

**Keywords:** public transport stops, reasonable stops, comfort.

## Вступ

Міська інфраструктура, а особливо все, що пов'язано з транспортом, зручністю і комфортом пасажирів, є візитною карткою будь-якого міста. Тому зупинки громадського транспорту це невід'ємна складова життєдіяльності людей, вони повинні виконувати функціональні міські острівці, які залучають не лише тих, хто чекає свого автобуса, але і всіх, хто хоче зігрітися гарячою кавою, оплатити рахунки, підзарядити телефон або перечекати дощ.

Зупинка громадського транспорту — спеціально відведене громадське місце, призначене для посадки /висадки пасажирів рейсового наземного громадського транспорту (автобус, тролейбус, трамвай, маршрутне таксі) [1]. Зупинки громадського транспорту повинні бути максимально комфортними для перебування людей та під час очікування транспорту.

## Результат досліджень

При проектуванні зупинок громадського транспорту в Україні існують певні правила та норми для їх розміщення. Під час їх розміщення на вулично-дорожній мережі повинно забезпечуватись виконання таких основних умов:

- якнайзручнішого і безпечного підходу до основних об'єктів масового відвідування;
- якнайменшого зниження пропускної здатності міської вулиці (дороги);
- якнайменших взаємних перешкод між різними видами міського транспорту;
- зручності пересадки з одного виду міського транспорту або маршруту на інший.

Посадочні площадки повинні мати удосконалене покриття, яке легко піддається очищенню.

Не допускається застій води на покритті після миття зупинки або дощу. Окрім того, на посадочних площадках не повинно бути зелених насаджень, кіосків, рекламоносіїв та інших об'єктів і споруд (крім кіосків для продажу проїзних квитків та лав з навісом або павільйонів для пасажирів, які б спричинювали перешкоди нормальному функціонуванню зупинки). Винятком є посадочні площадки, де вже ростуть дерева.

На зупинках міського транспорту обов'язково повинна бути розміщена маршрутна інформація для всіх видів транспорту, що рухається по відповідному маршруту.

Зупинки міського транспорту також обов'язково повинні бути обладнані пішохідними огорожами та іншими відповідними технічними засобами для забезпечення безпеки дорожнього руху, а посадочні площадки, крім того повинні бути обладнані ще і транспортними огорожами.

Освітленість зупинок міського транспорту та підходів до них в темний час доби повинна бути не менше 15 лк.

На кожній зупинці повинні бути установлені урни для сміття, які розміщують на початку і в кінці посадочної площадки так, щоб вони не заважали пасажиром здійснювати посадку і висадку з транспортних засобів, а також біля лави з навісом (павільйону).

Кіоски для продажу проїзних квитків необхідно розміщувати на відстані не менше 1,5 м від проїзної частини або на початку посадочної площадки фасадом, орієнтованим у бік посадочної площадки або тротуару.

Лави з навісом (павільйони) на зупинках слід установлювати на відстані не менше 2 м від проїзної частини. Довжина лави (з навісом або у павільйоні) визначається пасажирооборотом зупинки, частотою руху маршрутних транспортних засобів і повинна становити не менше 3 м.

Кіоски для продажу проїзних квитків, урни, лави з навісом і павільйони забороняється розміщувати на пішохідній частині тротуару, якщо її ширина становить менше 3 м або якщо між тротуаром і забудовою є розподільвальні смуги [2].

На сьогоднішній день для вдосконалення зупинок громадського транспорту одним із видів інтегрованих рішень почали створювати так звані "розумні зупинки", які можна налаштувати за допомогою різноманітних зручностей.

Сюди входять скриньки екстрених викликів, дефібрилятори, вогнегасники, доставка посилок, оплата рахунків та послуги поповнення мобільних послуг, а також прямі телефонні зв'язки з таксі. Вони також оснащені системами моніторингу дорожнього руху для поліпшення планування та пристроями для вимірювання кількості пилку та рівня шуму.

Поліпшивши досвід громадського транспорту для пасажирів, ці нові зупинки можуть закласти основи для розумніших, екологічно чистіших міст [3].

Не всі розумні зупинки однакові: деякі з них мають інноваційні функції, а інші - ні. Однак загалом розумні автобусні зупинки характеризуються наступними чотирма ознаками:

- Покращене спілкування: більшість розумних автобусних зупинок інтегровані з системами зв'язку в режимі реального часу, які дозволяють клієнтам натискати кнопку дзвінка, щоб або почути автоматичне повідомлення, що надає інформацію про наступні автобуси, або поговорити з оперативним працівником.
- Творчість: художня робота, мініатюрні бібліотеки, що надають у користування, безкоштовний Wi-Fi та інтерактивні ігри - це лише декілька творчих доповнень до розумних автобусних зупинок, впроваджених у всьому світі. Ці креативні штрихи допомагають клієнтам, які чекають на автобусній зупинці, почуватися менш нудно та розчаровано, очікуючи прибуття свого автобуса.
- Реагування у реальному часі на зміни розкладу руху автобусів: електронні дисплеї, що містять деталі найближчих автобусних подорожей, є загальною особливістю розумних автобусних зупинок, і ці цифрові дисплеї, як правило, здатні автоматично змінюватися, якщо автобус прибуватиме швидше, ніж очікувалося, автобус затримується, або якщо маршрут потрібно змінити в найкоротші терміни (наприклад, через несподіваний рух в районі).
- Привабливий та екологічний дизайн: розумні автобусні зупинки все ще забезпечують притулок тих, хто чекає на автобуси, і вони, як правило, розроблені для максимального комфорту завдяки ширшим сидінням, склу, що захищає від сонячних відблисків, широким екранам від дощу та платформам, виготовленим із міцних та екологічно чистих матеріалів (наприклад, перероблений вуглець та метали). Багато розумних автобусних зупинок також використовують сонячні батареї на своїх дахах, щоб генерувати безкоштовний Wi-Fi або жити ігри та цифрові розклади руху автобусів.

В Україні почали маленькими кроками рухатися до поліпшення та створення комфортних умов зупинок громадського транспорту. А саме почали створювати електронні табло з графіком руху громадського транспорту, створювати додатки з розкладом руху транспорту, розширюють торці для того щоб усі, хто перебуває на автобусній зупинці, навіть із велосипедом чи коляскою могли захватитись від опадів, та не намокаючи дійти до автобуса. Але як бачимо, це досить замало. Натомість закордоном практика створення таких зупинок досить велика, зокрема яскравим прикладом є створення розумних зупинок в Сінгапурі та Барселоні.

У Сінгапурі розумні автобусні зупинки пропонують безкоштовний Wi-Fi, безкоштовні пункти заряджання електронних пристроїв та інтерактивний дисплей на стіні, який надає безліч місцевої інформації, включаючи заголовки новин та погодні звіти. Ці автобусні зупинки також обладнані полицями для книг, що містять заголовки, які замовники просять прочитати та обміняти на інші

книги, які вони вже прочитали. Панелі сонячних батарей, встановлені на даху, використовуються для харчування автобусних зупинок, і, звичайно, є всі основні функції, які ви очікуєте, включаючи сидіння, захист від негоди та дисплей, що відображає відповідний час автобусів.

Барселона все більше продає себе як розумне місто, і встановлення розумних автобусних зупинок є подальшим кроком у цьому напрямку. Ці автобусні зупинки пропонують бездротове підключення, безкоштовні точки зарядки через USB та регулярно оновлювану місцеву інформацію, включаючи новини про дорожній рух та заголовки. Розумні автобусні зупинки Барселони використовуються не лише громадянами та туристами, які чекають автобусів: ними користуються також усі, хто шукає безкоштовний wifi-пункт, місце для зарядки телефону чи туристичний інформаційний пункт (оскільки ці автобусні зупинки майже всі комплексні путівники по місту) [4].

## Висновки

Як бачимо, в Україні зупинки громадського транспорту є інформаційно бідними, та не відображають жодної корисної інформації для людей, які очікують на транспорт. Зважаючи на ритм життя сучасного пересічного громадянина, даремно витрачена така кількість часу є недопустимою. Для того, щоб вирішити цю проблему необхідно використовувати інтегровані рішення, один із них є створення "розумних" зупинок. Їх досвід будівництва в інших країнах повинен бути стимулом для розвитку України. Заміна зупинок які побудовані за всіма правилами потрібно замінити на більш комфортні та ті є інноваційними в інших країнах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зупинка громадського транспорту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%BF%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%BF%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83)
2. Розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту: URL : [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%D1%82%D0%B0\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%D0%B7%D1%83%D0%BF%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA\\_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE-%D1%82%D0%B0\\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%B%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B7%D1%83%D0%BF%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE-%D1%82%D0%B0_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%B%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83)
3. A smart bus stop: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL [https://europa.eu/investeu/projects/smart-bus-stop\\_en](https://europa.eu/investeu/projects/smart-bus-stop_en)
4. Smart bus stops. What is it and why is it so important.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL <https://www.zicla.com/en/blog/smart-bus-stops/>

*Жук Світлана Павлівна* — студентка групи БМ-20м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [spzhuk@gmail.com](mailto:spzhuk@gmail.com)

*Риднюк Світлана Володимирівна* — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)

*Svitlana Zhuk* - student of BM-20m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [spzhuk@gmail.com](mailto:spzhuk@gmail.com)

*Svitlana Ryndiuk* - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)



## ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Проведено дослідження поняття «адаптивна архітектура». З'ясовано актуальність та причини виникнення даного напрямку, його основне завдання та приклади застосування принципів адаптивного будівництва у світі. Проаналізовано переваги та недоліки даного стилю при проведенні ревіталізації. Для встановлення можливості введення адаптивної архітектури в процес ревіталізації проведено пошук існуючого світового досвіду.*

**Ключові слова:** адаптивна архітектура, раціональне будівництво, ревіталізація, сучасні технології.

### *Abstract*

*A study of the concept of "adaptive architecture". The relevance and causes of this direction, its main tasks and examples of application of the principles of adaptive construction in the world are clarified. The advantages and disadvantages of this style during revitalization are analyzed. To establish the possibility of introducing adaptive architecture in the process of revitalization, a search for existing world experience was conducted.*

**Keywords:** adaptive architecture, rational construction, revitalization, modern technologies.

### **Вступ**

В сучасному світі міста перетворились напевно динамічну систему, яка постійно змінюється розвивається та рухається. Певною стабільністю відрізняються лише архітектура, яка нас оточує, і будівлі, в яких ми живемо, працюємо та тимчасово перебуваємо.

Всі елементи забудови населених пунктів мають певний термін експлуатації. При закінченні цього терміну будівля піддається реконструкції або зносу, не говорячи про те, що до того часу вона вже вважається застарілою і не приваблює людей. Але сучасна архітектура прагне до видозміни цих процесів і розширенню майбутнього будинку після закінчення терміну його експлуатації.

Архітектори в своїх роботах шукають відповідь на постійно змінюючі запити часу і людей, на вимоги екології, щодо нульового вуглецевого сліду, на необхідність підлаштовування будівлі до погодних умов, які переважають на місці забудови і т.д. Відповіддю на всі ці питання може стати адаптована архітектура.

### **Основна частина**

Адаптивна архітектура – це прогресивний напрямок практичної і дослідницької архітектури, що покладений на створення будівель, елементів споруди або міських просторів, які здатні змінювати свою форму, адаптувати свої функції до цілей, які найбільше відповідають вимогам експлуатації, на основі проаналізованих факторів навколишнього середовища або дій людей.

Концепція «адаптивної архітектури» була розроблена Ніколасом Негропonte, засновником широко відомої лабораторії Media Lab при Массачусетському технологічному інституті (MIT). Він був першим, хто припустив, що архітектура може бути переосмислена і представлена у вигляді обчислювальної машини, здатної реагувати на користувача і взаємодіяти з ним. Ще на початку 1970-х Негропonte передбачив можливість об'єднання комп'ютерних технологій з будівельними матеріалами таким чином, щоб будівля могло реагувати на події, що відбуваються всередині і навколо нього [1].

Тобто, адаптивна архітектура – це споруди, які можуть підлаштовуватися інтуїтивно під навколишнє середовище і потреби людей. Дані процеси та ідеї забезпечуються високими технічними і технологічними принципами будівництва та програмування. Також до адаптованої архітектури

відносять будинки, які можна частково розбирати та замінити, рухати та пересувати як повноцінну будову, так і її внутрішні частини.

Основне завдання адаптивної архітектури - це комплексний підхід до проектування будівель, споруд та будь-яких архітектурних об'єктів, з урахуванням зміни специфічних факторів соціального і природного середовища, а також техніко-економічних можливостей суспільства. Незважаючи на порівняно невеликий період часу, протягом якого велися розробки і різні дослідження адаптивної архітектури, розкид областей застосування ідей і підходів настільки різнохарактерні і різноаспектні, що часто виникають труднощі як у знаходженні відмінностей між ними, так і об'єднання за певними ознаками [2].

Адапована архітектура досить часто включає в себе або поєднується з динамічною, мобільною, гнучкою, енергоефективною, високотехнологічною і навіть біонічною архітектурою. Всі ці напрямки будівництва об'єднує один фактор – сучасне, прогресивне проектування, яке відповідає потребам нинішнього суспільства і покладене на вирішення проблем екологічності, економічності, мультифункціонування, інтерактивності та технологічності навколишнього середовища [3].

Вежі Al Bahar в Абу-Дабі (рис. 1,а) та будівля Центру дизайну Мельбурнського королівського технологічного інституту (рис.1, б) мають у своїй будові рухомі елементи фасаду, які автоматично повертаються в напрямку сонячного випромінювання, і служать сонцезахисним екраном. Це дозволяє значно знизити енерговитрати на охолодження приміщень. В майбутньому, Центри дизайну МКТІ може оснастити сонцезахисні диски сонячними батареями і отримувати зелену енергію для власних потреб. Такі модифікації закладені в технічному оснащенні фасаду.

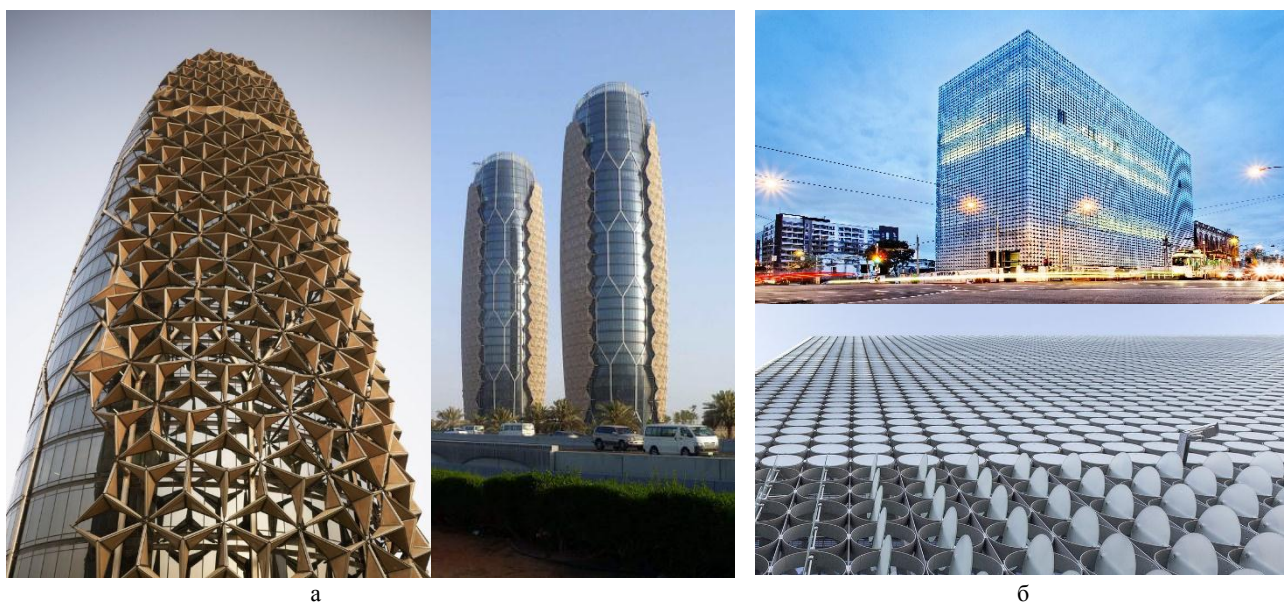


Рисунок 1 – а) Вежі Al Bahar, Абу-Дабі, Об'єднані Арабські Емірати; б) Центр дизайну Мельбурнського королівського технічного інституту (RMIT Design Hub), Мельбурн, Австралія.

Північний дім (Norðurlandahúsið) (рис. 2) з зеленим дахом і сталевими розпірками, щоб забезпечити стійкість до деформації, яку можуть спричинити ураганні вітри, що створюють небезпеку для покритого дерном даху площею 2000 м<sup>2</sup>. Всі кімнати мають денне освітлення, крім залу площею 800 м<sup>2</sup>, який можна відкрити до амфітеатру та вестибюлю, оскільки західна торцева стіна складається з рухомих елементів.

Театр Бенгт-Шестром (рис. 3) став проектом реконструкції театру "Зоряне світло" Бенгта Сьострома в 2001 році. Особливістю став моторизований висувний дах, технології, якого зазвичай використовуються для покриття над масивними стадіонами. Дах складається з шести трикутних панелей завширшки 11 м та завдовжки 13 м загальною вагою 86 тонн. Дах може відкриватись, щоб забезпечити глядачам відкритим простором, або його можна закрити, щоб повністю прихистити аудиторію від погодних кліматичних умов.

Такими ж системами користується багато сучасних стадіонів: Мерседес-Бенц Стэдиум (Атланта, США), Лукас Ойл (Індіанополіс, США), Роджерс центр (Торонто, Канада), Фішт (Сочі, Росія) тощо.

Використовувати динамічні об'єкти архітектури з врахуванням мікроклімату можливо і в міських просторах. Модулі, зображені на рис. 4, були розроблені архітектурною лабораторією SA lab. Такі конструкції здатні розкриватися для створення тіні, збирати дощову воду, накопичувати сонячну енергію. Дані елементи середовища дозволяють підвищити гнучкість міського простору, створити сприятливі умови для перебування, незалежно від погодних умов.



Рисунок 2 – Північний дім (Norðurlandahúsið), Торсхавн, Фарерські острови.

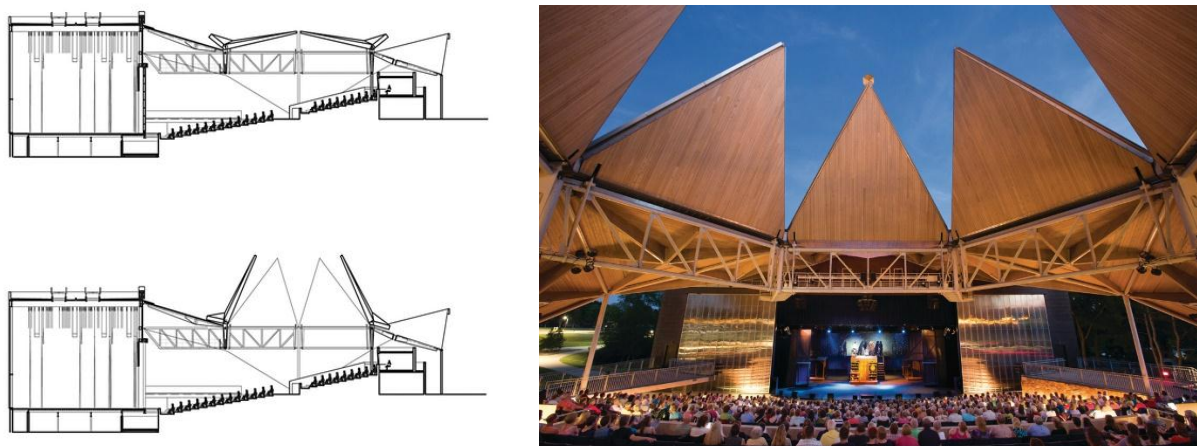


Рисунок 3 – Театр Бенгт-Шестром, Рокфорд, Іллінойс, США.

Такими ж системами користується багато сучасних стадіонів: Мерседес-Бенц Стэдиум (Атланта, США), Лукас Ойл (Індіанаполіс, США), Роджерс центр (Торонто, Канада), Фішт (Сочі, Росія) тощо.

Використовувати динамічні об'єкти архітектури з врахуванням мікроклімату можливо і в міських просторах. Модулі, зображені на рис. 4, були розроблені архітектурною лабораторією SA lab. Такі конструкції здатні розкриватися для створення тіні, збирати дощову воду, накопичувати сонячну енергію. Дані елементи середовища дозволяють підвищити гнучкість міського простору, створити сприятливі умови для перебування, незалежно від погодних умов.

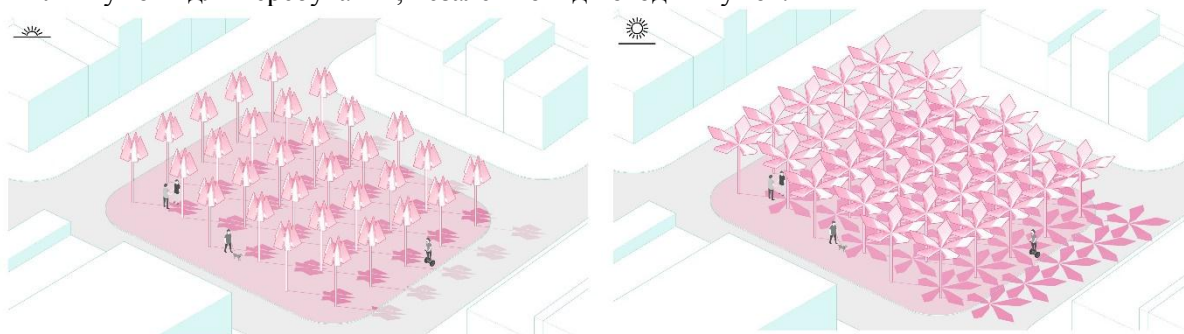


Рисунок 4 – Адаптивна конструкція громадських просторів.



При безлічі переваг адаптованої архітектури головною проблемою є висока вартість будівництва. Тому досить доречно застосовувати принципи адаптивної архітектури на уже існуючих будівлях або при проведенні ревіталізації споруд або комплексних територій [4-8].

Досить потужно розвивається адаптована архітектура для старих будівель, які отримують шанс на друге життя. Так було оновлено оглядовий майданчик на вежі Ореон, шляхом прибудови новаторської 178-метрової гірки-труби [9].

Ще один приклад ревіталізації з застосуванням адаптивної архітектури – одна із старих лондонських водонапірних веж. Сама башня була побудована ще в 1867 році, перестала експлуатуватися приблизно на початку ХХ ст. У 2012 році забудовник нерухомості Лі Осборн та його партнер Грехем Вос закінчили процес ревіталізації: провели реконструкцію вежі та добудували двоповерховий скляний куб та вітальню на вершині будівлі. Прибудова має відкриту терасу нагорі та великі розсувні скляні двері, площею 5 м<sup>2</sup>, що є найбільшими у Великобританії [10-15].

## Висновок

Ревіталізація існуючих будівель та споруд із використанням принципів і технологій адаптивної архітектури забезпечить сучасний вигляд, енергоефективність, екологічність та довгий термін експлуатації, що, безперечно, є актуальними напрямками розвитку міст. Крім вище зазначених позитивних факторів, ревіталізація просторів забезпечує високий рівень економічності, порівняно із новим будівництвом таких інноваційних об'єктів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Эллард Колин Среда обитания: Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие. - М.: Альпина Паблишер 2019. - 288 с.
2. Рогожина Т. Г. Адаптивная архитектура / Т. Г. Рогожина // НАУКА – ОБРАЗОВАНИЕ – ПРОИЗВОДСТВО : Опыт и перспективы развития : сборник материалов XIV Международной научно-технической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Е. Г. Зудова (8–9 февраля 2018 г.) : в 2-х т. — Т. 2: Автоматизация, мехатроника и IT. Гуманитарные науки. Строительство и архитектура. — Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2018. — С. 258-264.
3. Гайдученя А.А. Динамическая архитектура (основные направления развития, принципы, методы). – К.: Будівельник, 1983. – 96 с.
4. Абрамович В. С. Дослідження актуальності ревіталізації в Україні [Електронний ресурс] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Матеріали XIII Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Сталий розвиток міст», м. Харків. – 2020. – 348-349 с. Режим доступу: [https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2020konf/1-----2020\\_2.pdf#page=349](https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2020konf/1-----2020_2.pdf#page=349)
5. Варчук, Р. В. Модернізація роботи культурно-побутових закладів у ході джентрифікації міста [Електронний ресурс] / Р. В. Варчук, В. П. Ковальський // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7584>.
6. Ковальський В. П. Вплив ревіталізації на розвиток міста [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Д. Г. Рапава // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5047>.
7. Куртак А. І. Ревіталізація заводу тракторних агрегатів [Електронний ресурс] / А. І. Куртак, В. П. Ковальський // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5017>.
8. Трофименко К.О. Ревіталізація індустріальних об'єктів [Електронний ресурс] / К.О. Трофименко, В.П. Ковальський, І. М. Вознюк // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/view/8660>.
9. Design for deconstruction и адаптивная архитектура как способы продлить жизнь зданиям [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.berlogos.ru/article/design-deconstruction-i-adaptivnaya-arhitektura-kak-sposoby-prodlit-zhizn-zdaniyam/>
10. Ковальський В. П. Сучасні стилі архітектури [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, Д. О. Войтюк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 136-138.

11. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.
12. Gallery in the sky:Grand Designs water tower in Kennington converted into 10-storey home with space for art gallery [Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://www.homesandproperty.co.uk/luxury/grand-designs-water-tower-in-kennington-converted-into-10storey-home-with-space-for-art-gallery-all17516.html>
13. Трофименко, К. О. Містобудівна концепція Вінниці до 2040 року [Електронний ресурс] / К. О. Трофименко, В. П. Ковальський // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7327>.
14. Абрамович В. С. Енергоефективність при плануванні міст [Електронний ресурс] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2019», м. Вінниця, 12-14 листопада 2019 р. : електронне мережне наукове видання. – Електрон. текст. дані. – 2019. – С. 133–136. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/index/pages/view/zbirn2019>.
15. Ісаєнко О. С. Освітлення будівель в історичній забудові міста [Електронний ресурс] / О. С. Ісаєнко, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2019), м. Вінниця, 11-30 травня 2019 р. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/paper/view/8033>.

**Абрамович Віта Сергіївна** — студентка групи БМ-16б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Бондар Альона Василівна** — асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Vita S. Abramovych** — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

**Victor P. Kovalskiy** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Alena V. Bondar** — assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

## АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ ТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто архітектурні та об'ємно-планувальні рішення при проектуванні пасивного будинку, що дозволило оцінити їх вплив на енергозбереження.*

**Ключові слова:** пасивний будинок, планування, енергозбереження.

### *Abstract*

*Architectural and spatial planning solutions in the design of a passive house were developed, which allowed to assess their impact on energy saving.*

**Keywords:** passive house, planning, energy saving

### Вступ

Останнім часом підвищення енергетичної ефективності будівель стало одним із пріоритетних напрямів будівельної індустрії [1-3]. Тому прогресивним напрямком у сфері малоповерхового будівництва є зведення так званих “пасивних будинків”. Пасивний будинок проектується таким чином, щоб активно (за допомогою інженерного обладнання та використання альтернативних енергоресурсів), та пасивно (тобто за рахунок об'ємно-планувального рішення) поглинати, акумулювати та зберігати максимальну кількість тепла (а влітку — холоду) з навколишнього середовища [4-7].

Метою роботи є проведення аналізу архітектурних та об'ємно-планувальних рішень при проектуванні пасивного будинку.

### Результати дослідження

Проект пасивного будинку забезпечує попадання всередину будівлі максимальної кількості променів низького зимового сонця, захист від перегрівання високим літнім сонцем, максимально довге збереження існуючого і отриманого тепла (холоду) за допомогою якісної теплоізоляції, вентиляції з рекуперацією і відповідного просторово-планувального рішення (що базується на принципі компактності і чіткого зонування простору) [8].

Для забезпечення вище перерахованих принципів пасивного будинку варто враховувати:

1. Орієнтацію будівлі по сторонам світу. Правильна орієнтація будівлі залежить від рельєфу місцевості, від сезонних вітрів, наявності або запланованої посадки зелених насаджень, дерев. Вимога до відкритості південного фасаду має ключове значення для надходження сонячної енергії. Захищеність північній частині будівлі теж не менш важлива – чим краще прикрита північна сторона, тим менше втрат буде в цьому напрямку. Виграшно виглядають в цьому відношенні будинки на південних схилах пагорбів, а так само будинки, прикриті з півночі не житловими спорудами, садом, лісом, посадкою.
2. Компактність будівлі. Компактність – це співвідношення огорожуючих конструкцій і всього об'єму будівлі. Для максимальної компактності варто забезпечити повну відсутність еркерів та балконів. Ідеальною формою будівлі вважається її наближення до півсфери [9]. Данне рішення можна зустріти дуже рідко, в експериментальних проектах. Найчастіше використовується форма будинку, що в розрізі з півночі на південь нагадує неправильний багатокутник, з великим південним фасадом і зменшеною площею північного боку. У плані пасивний будинок може бути так само багатокутним, з південно-східним і південно-західним фасадами, але найбільшою популярністю користується план з подовженням по осі захід-схід.

3. Зонування та розташування кімнат. Будинок доцільно розділити на буферні та житлові зони. В північній частині варто розташувати нежитлові приміщення – ванні кімнати та санвузли, кухню, комори. Спальні, дитячі, вітальні – розташовують в південно-східних, південних частинах будинку. Також варто звернути увагу на планування типу «відкритий простір» для полегшення термосифонного ефекту в пререміщенні сонячного тепла від південного фасаду через весь будинок [10].
4. Наявність зовнішнього літнього сонцезахисту у вигляді виступаючих архітектурних елементів: еркери, карнізи, балкони, тераси (даний пункт не повинен протиречити вимозі про компактність, оскільки данні елементи мають мати власну несучу конструкцію та окремий фундамент, так як являються «холодними» та знаходяться ззовні від утепленої оболонки будівлі) (рис. 1)

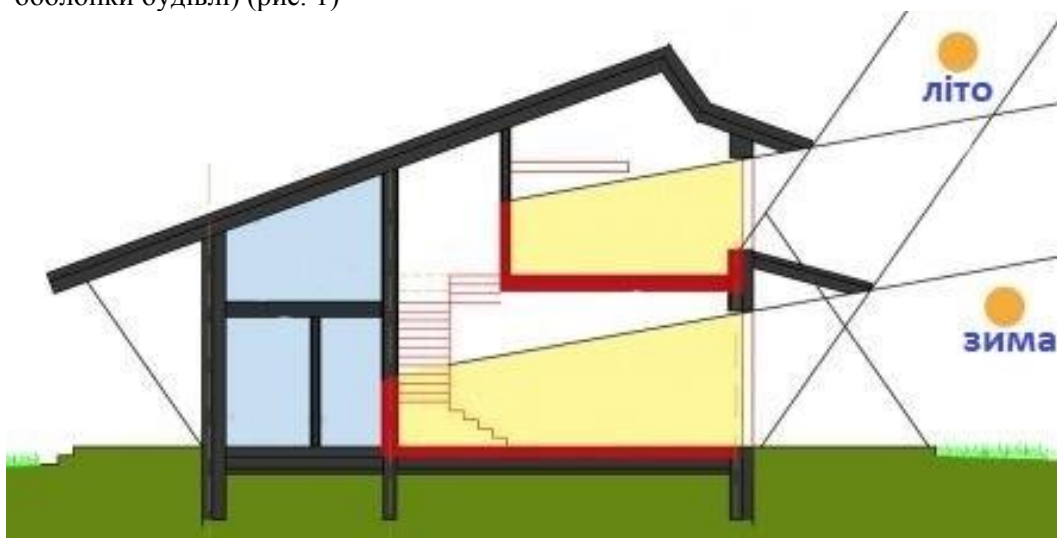


Рис. 1 Зовнішній сонцезахист

5. Правильному розташуванню вікон. Варто максимально прибрати вікна з північної сторони (рис. 2), а з півдня навпаки збільшити їх кількість так, щоб промені низького зимнього сонця максимально глибоко проникали в будівлю (рис. 3). У відсотковому співвідношенні 70-80% всіх вікон розташовується з південної сторони, 20-30% з східної, 0-10% з західної та їх повна відсутність на півночі [11, 12].



Рис. 2 Приклад глухого фасаду з північної сторони (пасивний будинок Чернігівська обл.)





Рис. 3 Приклад південного фасаду (пасивний будинок м. Київ)

6. Наявності масивних акумулюючих елементів всередині приміщення для забезпечення прийому, збереження та віддачі ними енергії в місцях, куди попадають прямі сонячні промені від низького зимового сонця. [13-15]. Такими елементами можуть бути стіни з матеріалів високої щільності: бетону, цегли, каменю, саману, бажано, аби стіни були оздоблені глиняною штукатуркою. Ці матеріали, через ефект теплової інерції – здатності поглинати енергію і віддавати її через якийсь час, можуть запасати теплову енергію для подальшої повільної її віддачі, знижуючи температурні коливання в будівлі.

### Висновки

Встановлено, що досліджені архітектурні та об'ємно-просторові рішення є доцільними при проектуванні пасивного будинку, адже якнайкраще сприяють енергозбереженню.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гурман Я. В. Особливості об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків [Текст] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 209-211.
2. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29. березня 2019 р., – Северодонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14.
3. Вознюк І.М. Застосування енергозберігаючих заходів у багатоквартирних житлових будинках [Текст] / І.М. Вознюк, В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Енергоефективність в галузях економіки України. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 12-14 листопада : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 137-140.



4. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.
5. Коваль О.О. Енергоефективність малоповерхових будівель в залежності від їх об'ємно-планувальних, архітектурних та конструктивних особливостей/ Коваль О.О., Савицький М.В., Юрченко Є.Л., Ковтун-Горбачова Т.А., Луценко Ю.О // Строительство, материаловедение, машиностроение. Дн-вск: ПГАСА, 2011.- Вип. №58 – С.395-400
6. Гурман Я. В. Вплив об'ємно-планувальних рішень на підвищення енергоефективності при будівництві зблокованих будинків [Текст] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Енергоефективність в галузях економіки України. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 12-14 листопада : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 127-129.
7. Акімов Н. А.Сучасні об'ємно-планувальні рішення при будівництві малоповерхових житлових будинків [Текст] / Н. А. Акімов, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 202-204.
8. Эрнст Т.О Концепции пассивного дома / [www.sintsolar.com.ua/info.php?type=passive\\_house](http://www.sintsolar.com.ua/info.php?type=passive_house).
9. Напрямки підвищення енергоефективності сучасних готелів [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський, Я. В. Гурман, Є. Р. Матвійчук // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7495>.
10. Денисюк В. Е. Концепція створення екологічних житлових будинків.
11. Березюк Л. Л. Биологические методы обращения с твердыми бытовыми отходами [Текст] / Л. Л. Березюк, О. В. Березюк // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень : ФГБОУВО “Тюменский индустриальный университет”, 2017. – С. 16-19.
12. Эрнст Т.О Пассивный дом. Понятие и основные принципы проектирования пассивного дома/<http://www.builderclub.com/statia/passivny-dom-ponyatiye-i-osnovnye-principy-proyektirovaniya-passivnogo-doma>
13. Сердюк Т. В. Особливості реалізації політики енерозбереження в Україні: досягнення та шляхи вдосконалення [Текст] / Т. В. Сердюк, С. Ю. Франишина // Вісник Хмельницького національного університету. Серія "Економічні науки". - 2009. - № 1(125). - С. 52-57.
14. Сердюк Т. В. Економічні аспекти енергозбереження в будівництві та житловому фонді [Текст] / Т. В. Сердюк, Т. В. Лавровська // Тези конференції. - 2015. - С.
15. Друкований М. Ф. Переваги застосування теплових насосів в Україні [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський // Екологічна безпека та відновлювальні джерела енергії, 24-25 травня 2017 р. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - С. 58-62. - ISBN 978-966-641-694-3.

**Медведь Ярослава Олегівна** — студентка групи БМ-19б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yaroslava.sun3@gmail.com](mailto:yaroslava.sun3@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Medved Yaroslava** - student of BM-19b group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya

**Kovalskiy Viktor P** — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com).

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗЕЛЕНОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Проаналізовано та розглянуто пріоритетні напрямки розвитку сільської місцевості за рахунок впровадження зеленого туризму, як одного із найактуальніших метод розвитку місцевості. Наведено один із перших прикладів перспективної діяльності зеленого туризму в сільській місцевості.

**Ключові слова:** зелений туризм, сільське населення, відпочинок, розвиток.

### *Abstract*

*The priority directions of rural development due to the introduction of green tourism as one of the most relevant methods of local development are analyzed and considered. One of the first examples of perspective activity of green tourism in a countryside is resulted.*

**Keywords:** green tourism, rural population, recreation, development.

### Вступ

На сьогоднішній день в світі із пришвидшеним темпом розвитку індустріалізації та промисловості, що не втішно впливає на стан екології, як ніколи актуальні дослідження науковців щодо раціонального використання природних ресурсів. Окрім їх традиційного використання, вагомим значення набуває рекреаційне використання, яке включає в себе: відпочинок, туризм, лікувально-оздоровчі заходи, а також робиться великий акцент на природоохоронну діяльність. Природні рекреаційні ресурси відіграють важливу роль в процесі суспільного виробництва для задоволення культурних, матеріальних, естетичних та інших інтересів суспільства.

Наявність природних рекреаційних ресурсів впливає на розвиток усіх сфер життя тої місцевості, де вони зосереджені та країни в цілому. Одним із напрямків використання ресурсів є сільський зелений туризм, який останнім часом стає не менш важливим напрямком розвитку сільської місцевості. За рахунок туризму прискорюються темпи індустріалізації, підвищується рівень життєзабезпеченості населення, зменшується рівень безробіття та міграції, відроджується та популяризується культурно-історична спадщина, народні ремесла та промисли, які притаманні країні.

Тому постає вирішення питання у розвитку сільського зеленого туризму, що дасть змогу Україні покращити екологічну ситуацію, зменшивши шкідливий вплив агротуристичного бізнесу на природні ресурси, привчити людей до екологічного туризму, що покращить фізичний, емоційний стан та їх здоров'я загалом, популяризує українську культуру та історію серед населення, а також дасть можливість покращити економічний стан за допомогою конкурентоспроможності цього виду туризму на всесвітньому ринку [1].

### Основна частина

В останні роки в Україні спостерігається загострення питання охорони навколишнього середовища та охорони здоров'я у зв'язку із різким погіршенням екологічного становища. На державному рівні ці проблеми постійно обговорюються та приймаються рішення щодо рекультиватії земель, встановлення очисних споруд водних ресурсів, розроблення рішень щодо зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу. Не рідко проблема охорони природи та здоров'я об'єднуються разом із питанням щодо розвитку зеленого туризму.

Туристична галузь в Україні – п'ята за значенням складова частина поповнення бюджету країни, що говорить про те, що цей напрям розвитку є перспективним. В Україні для туризму є велика низка

передумов, таких як наприклад: велика кількість різновидностей флори та фауни, миловидні краєвиди, природні та культурно-історичні рекреаційні ресурси, колоритна культурна спадщина держави, сприятливий клімат, наявність річок, лісів, озер, морів, каньйонів, вигідне географічне розташування, так як Україна є центром Європи. Зелений сільський туризм сприяє розвитку в екологічній, соціальній та економічній сфері сільських місцевостей.

Сільський зелений вид туризму зародився в Європі. На початку 18-го століття в Швейцарії та на території Франції у гірських місцевостях з'явилися перші будиночки гостьового типу для зупинки експедиторів. В другій половині 20-го століття сільський туризм набрав обертів більш глобально в різних куточках світу. Це зумовлено втратою сільського господарства своїх позицій. За таких обставин зелений сільський туризм стає однією із форм альтернативного використання природних ресурсів сільських місцевостей та поштовхом до підтримки рівня життя селян. В нашій країні такий вид туризму почав з'являтися в 19-20 столітті і був актуальний серед молоді. з 1960-х років почали з'являтися такі туристично-оздоровчі комплекси, як Моршин, Свалява та Трускавець.

Такий вид туризму, як зелений туризм, слід розглядати як комплексну галузь, яка представляє собою сектор на ринку вітчизняного та закордонного туризму, чіпляє різні види підприємницької діяльності, наявність різноманітних послуг, пов'язаних із місцевими рекреаційними ресурсами. Розвиток сільського зеленого туризму передбачає також ряд проблем: економічні, екологічні, соціальні[2].

Дослідження стану та розвитку сільського зеленого туризму висвітлювались в наукових роботах таких вчених, як: В. Россоха, М. Плотніков, С. Кузик, М. Рутинський, М. Костриця, Л. Івашина та ін.

Одним із пріоритетних шляхів розвитку села є активізація сільського населення через те, що гострою проблемою багатьох сіл є зростаючий надлишок робочої сили. Враховуючи відсутність капіталовкладень на створення нових робочих місць у сільській місцевості України, на загальнодержавному рівні більше уваги варто приділяти тим галузям, які не потребують для свого розвитку великих коштів. До таких галузей належить сільський туризм, який варто впроваджувати з врахуванням сучасних умов розвитку держави.

Сільський зелений туризм відіграє важливу роль не тільки в організації дозвілля та відпочинку, але й може бути досить конкурентоспроможною серед інших сфер туризму.

Сільський зелений туризм сприяє економічному розвитку та процвітання країни, вирішуючи ряд питань пов'язаних з:

- збільшенням робочих місць у селах
- створенням/покращенням благоустрою садиб та сіл в цілому, розвиток інфраструктури сільської місцевості
- збільшенням доходів при невисоких затратах, та підвищенням рівня життя населення за рахунок збільшення розміру середньої заробітної плати
- можливістю реалізувати місцеву продукцію та продукцію народного промислу туристам
- організацією та стимулюванням щодо охорони місцевих історичних пам'яток, збереження місцевих традицій, культури, фольклору, народних промислів;
- підвищення культурного, соціального та освітнього рівня сільського населення тощо [3].

Варто відзначити, що позитивний соціально-економічний вплив сільського зеленого туризму гальмується за рахунок не сприйняття селянами цього виду туризму через його новизну. Вирішення такої проблеми потребує підтримки з боку державної влади та громадськості. Сільський туризм існує за рахунок використання природних, культурно-історичних рекреаційних ресурсів та особливостей даної місцевості.

Одним із перших прикладів перспективної діяльності сільського туризму продемонстрували Сполучені штати Америки та Великобританія на початку 20-го століття із концепцією «Bed&Breakfast», що перекладається як «Нічліг та сніданок». Такий вид туризму передбачає фермерські та гостьові будиночки, що надають спальне місце та сніданок вранці. Такий від нічлігу має зазвичай від 3 до 5 зірок та комфортний мінімум послуг. Однак більшість таких готелів не мають взагалі ніякого статусу. На сьогоднішній день, система «В&В» передбачає тимчасовий вид проживання в міських або заміських будинках, де сніданок входить у вартість за одну ніч. Кімната в такому будинку не обладнана телевизором та без окремої ванної кімнати, туалет та душові являється загальними. Управління такого готелю завжди ведеться господарем будинку або членами сім'ї. Зазвичай відпочиваючим пропонується безліч додаткових послуг, як наприклад екскурсії по місцевості, навчання народним ремеслам, традиціям та обрядам, проведення майстер класів із

приготування народних страв, вишивки, гончарства та багато іншого. В більшому випадку такий вид туризму має сезонний характер через особливості місцевостей в дану пору року.

З опису такого виду туризму, видно, що зі своєю колоритною спадщиною та усіма ресурсами, як природними, так і культурними, історичними, гастрономічними, Україна має усі можливості у напрямку «В&В», що дасть змогу вийти на ще вищий рівень туристичної діяльності на іноземному ринку.

На сьогоднішній день усі організації сільського туризму країн ЄС об'єднані в «Європейську федерацію сільського та фермерського туризму», що сприяє розвитку напрямку зеленого туризму та розвиває попит серед інвесторів.

В Україні, починаючи з 1999 року, почала діяти та розвиватись ГО «Спілка сільського зеленого туризму України», яка спрямована на об'єднання господарів садиб та туристів найпотужніших комунікаційних та маркетингових платформах, створення привабливої та якісної альтернативи туристам при виборі відпочинку у вигляді сільського зеленого туризму і допомогти господарям садиб досягти сталого розвитку [4].

### Висновки

Таким чином, зелений сільський туризм – новий напрям діяльності і досліджень, де є тісна взаємодія напрямків як економічного, так і неекономічного характеру, як світового, так і національного рівнів. Цей вид туризму дасть змогу підвищити рівень життєзабезпечення населення та розвинути інфраструктуру сільської місцевості.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Костриця М. М. Сільський туризм: теорія, методологія, практика : монографія / М.М. Костриця. - Житомир: ЖДТУ, 2006. – 196 с.
2. Биркович В.І. Сільський зелений туризм – пріоритет розвитку туристичної галузі України / В.І. Биркович / Стратегічні пріоритети. Науково-аналітичний щоквартальний збірник. – 2011. – № 1(6). – С. 138–143.
3. Гук Н.А. Перспективи розвитку туризму у світі та в Україні / Н.А. Гук // Культура народів Причорномор'я. - 2005. - № 59. - С. 99-100
4. Талалай В.В. Сучасний стан та перспективи розвитку туристичної галузі в Україні /В.В. Талалай. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інновації та науковий потенціал світу». – Вінниця: Видавництво друкарня «Діло». – 2015. – С.18-20.

**Вознюк Катерина Андріївна** — студентка групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [kateinaavoznyuk@gmail.com](mailto:kateinaavoznyuk@gmail.com)

**Риднюк Світлана Володимирівна** — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)

**Vozniuk Kateryna** - student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kateinaavoznyuk@gmail.com](mailto:kateinaavoznyuk@gmail.com)

**Svitlana Ryndiuk** - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [rundyksv@gmail.com](mailto:rundyksv@gmail.com)

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЄРОПЕЙСЬКОГО ПІДХОДУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКІВ

*Вінницький національний технічний університет*

**Анотація.** В статті розкриті проблеми енергетичного забезпечення економіки країни. Приведені результати аналітичних досліджень щодо актуальності енергозбереження в будівельному комплексі країни. Показана динаміка та розкрита сутність ключових європейських Директив країн ЄС. З прив'язкою в часі показано запізнення введення в дію енергетичну сертифікацію будівель в порівнянні з країнами членами ЄС.

**Ключові слова:** енергозбереження в будівництві, директиви країн ЄС, нормативні вимоги теплоізоляції оболонки будівлі.

**Abstract.** In this article the problems of energy efficiency of the domestic economy are discussed. The results of analytical research of energy saving in the construction industry are presented. The needs of European EU Directive implementation in Ukraine is shown.

**Keywords:** energy saving in construction, EU directives, regulatory requirements for thermal insulation of building envelopes.

Більше 80% енергії в світі генерується шляхом спалювання викопного палива на ТЕС, при цьому розподіл основних енергоносіїв виглядає наступним чином: 37% - нафта, 24% - газ, 24% - вугілля. Серед розвинених країн існують і виключення. Наприклад, у Франції частка атомної енергетики становить близько 85%, а Норвегія майже 97% енергії отримує на гідроелектростанціях [1].

За даними Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй та Директиви 2010/31/ЄС [2] щодо енергетичної ефективності на будівлі припадає понад 40% споживання первинних енергоресурсів ЄС. Останні в свою чергу є джерелом акумулювання майже 40% викидів CO<sub>2</sub> в результаті спалювання викопного палива. А тому, необхідність реалізації низки заходів, які сприятимуть зменшенню енергоспоживання при одночасній декарбонізації енергетики саме в будівельній галузі – пріоритетний напрямок розвитку економіки.

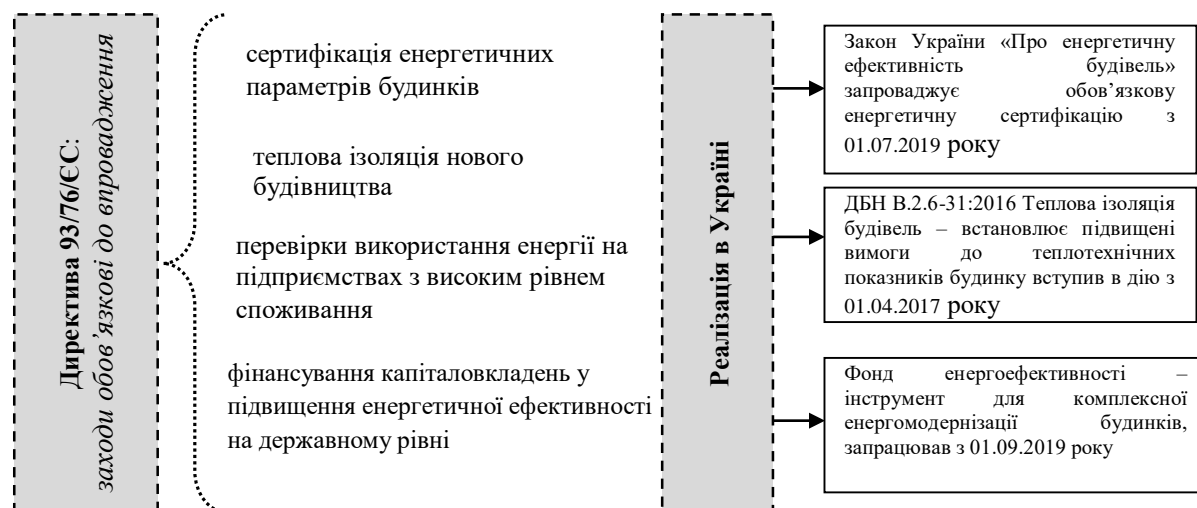
Питання підвищення енергетичної ефективності національної економіки досить тривалий час не втрачає своєї стратегічної актуальності та залишається одним із найбільш важливих в забезпеченні сталого економічного розвитку країни. Євроінтеграційні процеси в Україні передбачають імплементацію Директив ЄС в національне законодавство, зокрема і в сфері енергетичної ефективності. Активна енергозберігаюча політика в країнах ЄС розпочалась ще в минулому столітті та передбачала поетапне виконання низки завдань та поступове досягнення високих показників. Цілями однієї з перших Директив 93/76/ЄС передбачено скорочення викидів вуглекислого газу за рахунок покращення ефективності використання енергії, шляхом виконання заходів, що стали обов'язковими до виконання для країн-членів (рис. 1). Таким чином, країни Європи почали поетапну реалізацію та впровадження енергетичної ефективності ще на початку 90-х років. В результаті активної енергозберігаючої політики та сумлінного виконання завдань законодавчих документів, вдалося досягнути суттєвого скорочення енергоємності та знизити рівень викидів вуглекислого газу[3].

Лише сьогоднішнім датуються найбільш ефективні рішення та заходи в реалізації енергозберігаючої політики в Україні. Так, Фонд енергетичної ефективності – як основний інструмент фінансування заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності в країні повноцінно запрацював лише наприкінці минулого року. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» набрав чинності в липні 2019 року. На сьогодні в Україні у сфері енергетичної енергоефективності діє більше 250 законодавчих актів: 11 Законів України; 15 Указів Президента України; 170 рішень Уряду; інших нормативно-правових документів. Крім того, в країні

діє більше 50 національних стандартів групи «Енергозбереження», розробляються та корегуються державні програми.

Для України не існує альтернативи впровадженню Європейського досвіду енергозбереження саме в будівельній галузі. Рекомендації Міжнародної енергетичної асоціації передбачають реалізацію низки заходів з енергетичної ефективності у 25 сферах діяльності у тому числі 7 пріоритетних (будівлі, побутові прилади, освітлення, транспорт, міжгалузева діяльність, промисловість, системи електропостачання). У грудні 2010 року Верховна Рада України ратифікувала Договір Європейського Енергетичного співтовариства (ЕСТ), згідно з яким Україна стала учасником Договору та взяла на себе зобов'язання щодо виконання Директив Європейського Економічного Союзу з питань енергетики, енергозбереження та відновлювальних енергоресурсів.

### Пріоритетні напрямки підвищення енергетичної ефективності



**Рисунок 1 – Запровадження напрямків підвищення енергетичної ефективності країнами ЄС та в Україні: порівняльний аналіз термінів реалізації**

Національний план дій України з енергоефективності передбачає імплементацію директив ЄС з енергоефективності, зокрема Директиви 2010/32/EU щодо кінцевої ефективності використання енергії та енергетичного сервісу, Директиви 2010/31/EU щодо енергетичних характеристик будівель, Директиви 2010/30/EU щодо маркування енергетичної продукції та інших документів.

#### Список використаних джерел

- [1] Directive 93/76/EC of the European parliament and of the Council of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE), Official Journal of the European Communities - 22.9.1993. – p. 28 – 30.
- [2] Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року щодо енергетичної ефективності будівель. [Електронний ресурс] // Офіційний вісник Європейського Союзу. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: saee.gov.ua/documents/dyrektyva\_2010\_31.doc.
- [3] Франишина С. Ю. Активізація політики енергоефективності в умовах євроінтеграції України [Текст] / С. Ю. Франишина // Проблеми і тенденції розвитку сучасної економіки в умовах інтеграційних процесів: теоретичні та практичні аспекти : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, Херсон, 2-3 листопада 2017 р. – Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2017. – С. 62-65.

**Сердюк Василь Романович** – доктор технічних наук, професор кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasromvs@gmail.com

**Сердюк Тетяна Василівна** – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serdyuktanya@gmail.com

**Франишина Світлана Юрїївна** – інженер кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: fransveta50@gmail.com

**Vasil Serdyuk**- doctor of technical sciences, professor Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia. vasromvs@gmail.com

**Tatiana V. Serdyuk** - PhD, assistant of professor Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: serdyuktanya@gmail.com

**Svitlana Franishina** – an engineer of Construction, urban and architecture Department. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fransveta50@gmail.com



## APPLICATION PROSPECT OF WASTE VEGETABLE OIL USED IN ASPHALT RECYCLING

<sup>1</sup> Vinnytsia National Technical University

<sup>2</sup> Kyiv National University of Construction and Architecture

**Анотація:** Для того, щоб гарантувати дорожні характеристики переробленої асфальтобетонної суміші, необхідно додати онвлюючий засіб на рекультивоване асфальтове покриття (RAP). Згідно з теорією регенерації асфальту та відповідними дослідженнями, відходи рослинного масла, стануть онвлюючим агентом рекультивованого асфальтобетонного покриття (RAP), реалізуючи одночасне використання відпрацьованої рослинної олії та відходів асфальтобетонного покриття, що є корисним для охорони навколишнього середовища.

**Ключові слова:** відпрацьована рослинна олія; асфальт; омолоджуючий засіб; виконання тротуару.

**Abstract:** In order to guarantee the road performance of the recycled asphalt mixture, it is necessary to add rejuvenate agent to the reclaimed asphalt pavement (RAP). According to the theory of asphalt regeneration and related research, waste vegetable oil is expected to become a rejuvenate agent of reclaimed asphalt pavement (RAP), realizing the simultaneous utilization of waste vegetable oil and waste asphalt pavement materials, which is beneficial to environmental protection.

**Keywords:** waste vegetable oil; asphalt; rejuvenate agent; pavement performance.

### Introduction

At present, after a large area of early disease on the asphalt pavement occurs, especially the pavement structural disease, the main maintenance method is to pave the asphalt concrete again after milling the old pavement, resulting in a large amount of reclaimed asphalt pavement (RAP). The asphalt regeneration technique provides us with a new idea to solve this problem, after treatment, the reclaimed asphalt pavement (RAP) will be remixed with new asphalt, new mineral materials, rejuvenate agent, etc. to form the pavement according to the road requirements and industry standards[1, 2]. The application of asphalt regeneration technique can not only greatly improve the technical efficiency and production efficiency, but also improve the high temperature stability and strength of recycled asphalt mixture better than the new asphalt mixture due to the aging of asphalt in reclaimed asphalt pavement (RAP), for areas with special road performance requirements, recycled asphalt mixture helps to extend the service life of the pavement[3].

Waste vegetable oil refers to the waste oil produced in cooking and food processing, including frying oil, catering waste oil, etc.; if directly discharged, it will pollute the environment, such as water eutrophication. Studies have shown that 1kg of waste vegetable oil flowing into water can pollute 15,000 square meters of water surface[4]. At present, waste vegetable oil has become an environmental pollutant, which has impacted food safety and seriously endangered people's physical and mental health. The comprehensive utilization of waste vegetable oil has attracted more and more attention.

### Research results

At present, asphalt regeneration theory mainly includes component adjustment theory and consistency theory[5, 6]. The component adjustment theory based on the chemical components, compares the components of the aging asphalt and the original asphalt, and adds the lost components to the aging asphalt to re-coordinate the components and restore the original performance of the asphalt. Consistency theory based on chemical thermodynamics and believes that mixing a certain rejuvenate agent to reduce the solubility parameters differences between asphalt components, then asphalt can be regenerated[7, 8]. In fact, these two theories are essentially the same, there is no conflict, but complement each other. Asphalt is composed of asphaltene, gum (resin) and oil (saturated fragrance and sweet fragrance), and there is a certain

correlation between asphalt component and its performance. After the asphalt is aged, it is mainly manifested as a decrease in saturated fragrance, an increase in gum and asphaltene, and performance indicators are reflected in the decrease in penetration, increase in softening point, increase in viscosity, decrease in ductility, increase in complex shear modulus and creep stiffness, indicating that the elasticity, temperature susceptibility, and resistance to fatigue cracking of the aged asphalt become worse, thus shortening the service life of the road[9, 10].

From the chemical point of view, asphalt regeneration is the reverse process of aging. It is usually based on the consistency theory to reconcile the components of the regenerated asphalt and to restore its performance by adding new asphalt or rejuvenate agents containing appropriate chemical components into the aged asphalt. At present, the main components of asphalt rejuvenate agent are low viscosity components, adding plasticizer, anti-aging agent, etc [11]. The main component of waste vegetable oil is oil, which can theoretically be used as a low-viscosity component for the regeneration of aging asphalt, and can be used for asphalt regeneration by mixing with some additives[12, 13].

There have been a small amount of research reports on the use of waste vegetable oil in asphalt regeneration in recent years. Asli et al.[14] found that waste vegetable oil can be used as an asphalt rejuvenate agent and improve the physical properties of aged asphalt. Chen et al.[15, 16] utilized frying vegetable oil to rejuvenate aged asphalt, and the study showed that frying soybean oil significantly improved the fatigue property and low temperature anti-cracking property of aged asphalt, but the ductility was not effectively improved, and high temperature performance became poorer with the increase of frying soybean oil. Zhang et al.[17] appraised the effects of vegetable oil with different deep-frying times on the rheological performance of aged asphalt, and the study exhibited that vegetable oil of a higher aging degree could result in a higher viscosity and a better rutting resistance.

Waste vegetable oil is a kind of rancid oil that seriously exceeds the standard, but it is also a very important resource because it contains various fatty acids. Over the years, many countries have carried out a lot of research on the reuse of waste vegetable oil. At present, there are two main ways to use waste vegetable oil: (1) The fatty acid is extracted by hydrolysis to prepare products, such as soap and glycerin. The main disadvantage is that the amount of utilization is too small, and the use of sulfuric acid in the hydrolysis will produce a lot of acid water, causing secondary pollution; (2) Alcoholysis to prepare biodiesel is a very good direction, but the existing technology has disadvantages such as high cost, difficult recovery of catalysts, prone to side reactions, high energy consumption and environmental pollution. Both of these two methods will produce secondary pollution, and the quality requirements of waste vegetable oil are relatively high, and treatments such as filtration, dehydration, deodorization, decolorization, deacidification and viscosity reduction are required[18-22]. The quality requirement of waste vegetable oil for asphalt regeneration is relatively low, and it can broaden the way of resource utilization.

Currently, the materials used for asphalt regeneration mainly include asphalt emulsion, foamed asphalt, soft asphalt, rejuvenate agent, etc.[23], among which the rejuvenate agent is generally crude oil distillation products (such as diesel, engine oil, lubricating oil, etc.) and other mineral oils and resins rich in aromatic hydrocarbon. However, there are some problems, for example, although light oils such as diesel oil and motor oil have good penetration and softening effects on asphalt, their flash point is low, generally less than 100°C, so the safety is low; The high and low temperature performance of heavy mineral oil regenerated asphalt is not ideal, and the modifier is expensive; Other mineral oils rich in aromatic hydrocarbons will release toxic gases that are harmful to the human body during high-temperature heating; The most important thing is that petroleum is a non-renewable resource. The predecessor of waste vegetable oil is natural oil, which has the characteristics of large quantity and low price, high flash point and low viscosity. At the same time, it has strong heat resistance after high temperature process, and asphalt can solidify harmful substances in waste vegetable oil. Therefore, the use of waste vegetable oil in the regeneration of aged asphalt has its own advantages.

The use of waste vegetable oil in asphalt regeneration is a complex process. The source and composition of waste vegetable oil are varied, and the composition of waste asphalt is complex. The effect of waste vegetable oil on asphalt regeneration is influenced by multiple factors, which makes it more difficult to study the application of waste vegetable oil on asphalt regeneration. Whether waste vegetable oil can be successfully used in the recycling of waste asphalt pavement materials, there are still a series of key technical problems to be solved: (1) The source and composition of waste vegetable oils vary. Different waste vegetable oils have completely different physical and chemical properties. How to classify and treat them is the basis for the application of waste vegetable oils to the regeneration of waste asphalt pavement materials.

(2) The regeneration effect of waste vegetable oil on aging asphalt is an important criterion for the successful application of waste vegetable oil to the recycling of waste asphalt pavement materials. Studying and analyzing the influence of the mixing of waste vegetable oil on various properties of asphalt and asphalt mixtures is the key to further optimizing the regeneration effect of waste vegetable oil on aged asphalt.

### Conclusion

Both waste vegetable oil and aged asphalt are two kinds of wastes that are urgently needed for resource utilization. Currently, people have begun to realize that waste vegetable oil can be used for the regeneration of aged asphalt, but systematic research has not been carried out yet. The use of waste vegetable oil in the recycling of waste asphalt pavement materials can broaden its resource utilization approaches, and at the same time, it can provide large quantities of cheap raw materials for the recycling of waste asphalt pavement materials. In order to realize the application of waste vegetable oil in the recycling of waste asphalt pavement materials, the research on the classification and treatment technology of waste vegetable oil and the regeneration effect should be focused on to provide theoretical basis and technical guidance for its practical engineering application.

### REFERENCES

1. Taichang, H., Experimental study on performance of large proportion RAP warm mixed recycled asphalt mixture. 2019, Guangdong University of Technology.
2. Shen, J., S.N. Amirhanian, and S.-J. Lee, HP-GPC characterization of rejuvenated aged CRM binders. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2007. 19(6): p. 515-522.
3. Manzhe, X., Road Performance Test of High RAP Content Thermal Reclaimed Asphalt Mixture And Its Fatigue Prediction Model Research. 2019, Xiangtan University.
4. Yuhan, M., Management and utilization of waste grease. *Energy Research & Utilization*, 2001(02): p. 6-8.
5. Weimin, L., Principles of Asphalt Regeneration and Technical Requirements of Recycling Agents. *Petroleum Asphalt*, 2007(06): p. 1-6.
6. Peili, W., Analysis of Asphalt Pavement Aging and Regeneration Mechanism. *Shanxi Science & Technology of Communications*, 2007(01): p. 14-16.
7. Bowers, B.F., et al., Investigation of reclaimed asphalt pavement blending efficiency through GPC and FTIR. *Construction and Building Materials*, 2014. 50: p. 517-523.
8. Zaumanis, M., R. Mallick, and R. Frank. Evaluation of rejuvenator's effectiveness with conventional mix testing for 100% RAP mixtures. in *Proceedings of Transportation Research Board 92nd Annual Meeting*, Washington, DC. 2013.
9. Le Guern, M., et al., Physico-chemical analysis of five hard bitumens: Identification of chemical species and molecular organization before and after artificial aging. *Fuel*, 2010. 89(11): p. 3330-3339.
10. Huaxin, C., C. Suanfa, and W. Bingang, Aging behavior and aging mechanism of base asphalt. *Journal of Shandong University(Engineering Science)*, 2009. 39(02): p. 125-130.
11. Azahar, W.N.A.W., et al., Chemical modification of waste cooking oil to improve the physical and rheological properties of asphalt binder. *Construction and Building materials*, 2016. 126: p. 218-226.
12. Yonggang, W., et al., Development of Waste Asphalt Recycling Agent. *Advances in Fine Petrochemicals*, 2003(08): p. 18-21.
13. Dongliang, K., et al., Influence of Regenerating Agent on Recycling Performance of Asphalt with Different Aging Degree. *Highway*, 2011(05): p. 153-157.
14. Asli, H., et al., Investigation on physical properties of waste cooking oil-Rejuvenated bitumen binder. *Construction and Building Materials*, 2012. 37: p. 398-405.
15. Chen, M., et al., Physical, chemical and rheological properties of waste edible vegetable oil rejuvenated asphalt binders. *Construction and Building materials*, 2014. 66: p. 286-298.
16. Chen, M., et al., High temperature properties of rejuvenating recovered binder with rejuvenator, waste cooking and cotton seed oils. *Construction and Building Materials*, 2014. 59: p. 10-16.
17. Zhang, D., et al., Analysis of the relationships between waste cooking oil qualities and rejuvenated asphalt properties. *Materials*, 2017. 10(5): p. 508.
18. Hameed, B., C. Goh, and L. Chin, Process optimization for methyl ester production from waste cooking oil using activated carbon supported potassium fluoride. *Fuel Processing Technology*, 2009. 90(12): p. 1532-1537.
19. Özbay, N., N. Oktar, and N.A. Tapan, Esterification of free fatty acids in waste cooking oils (WCO):

Role of ion-exchange resins. Fuel, 2008. 87(10-11): p. 1789-1798.

20. Мінцзюнь Г. Overview of the test method for road pavement at high temperatures [Електронний ресурс] / Г. Мінцзюнь, В. П. Ковальський // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8817>.

21. Guo Mingjun Research status of road deicing salt [Текст] / Guo Mingjun, V.P. Kovalskiy // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (квітень 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 292-297.

22. Guo Mingjun. Research of mechanical properties of bituminous concrete at low-temperature [Text] / Guo Mingjun, V.P. Kovalskiy // Applied Scientific and Technical Research : Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk / Academy of Technical Sciences of Ukraine. Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. V. 2. – P. 104-105.

Kuang, D., et al., A new approach for evaluating rejuvenator diffusing into aged bitumen. Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed., 2011. 26(1): p. 43-46.

**Го Мінцзюнь** – аспірант, кафедра містобудування та архітектури ВНТУ. e-mail: [guo19920408@hotmail.com](mailto:guo19920408@hotmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – доцент кафедра містобудування та архітектури ВНТУ. E-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Чжао Хунцзюань** – аспірант, Київський національний університет будівництва та архітектури. E-mail: [qianxiao1993@gmail.com](mailto:qianxiao1993@gmail.com)

Guo Mingjun – Postgraduate Department of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: [guo19920408@hotmail.com](mailto:guo19920408@hotmail.com)

Kovalsky Victor Pavlovich – Assistant Professor of Department of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

Zhao Hongjuan - graduate student, Kyiv National University of Construction and Architecture. E-mail: [qianxiao1993@gmail.com](mailto:qianxiao1993@gmail.com)

## КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ЗОНИ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто основні підходи для розвитку рекреаційних зон. Наведено вимоги, яким повинні відповідати принципи побудови концепцій для розвитку рекреаційних зон. А також проаналізовано декілька сценаріїв розв'язання проблеми збалансованого розвитку рекреаційних зон у сільській місцевості та основні завдання, які необхідно виконати при реалізації концепції розвитку рекреаційних зон.*

**Ключові слова:** рекреаційні зони, концепції, території, розвиток зон

### *Abstract*

*The main approaches for the development of recreational areas are considered. The requirements to be met by the principles of concept building for the development of recreational areas are given. Also, several scenarios for solving the problem of balanced development of recreational areas in rural areas and the main tasks to be performed in the implementation of the concept of development of recreational areas are analyzed.*

**Keywords:** recreational areas, concepts, territories, development of zones

### **Вступ**

Розвиток сучасного суспільства, процеси урбанізації призводять до руйнування природних ресурсів територій населених пунктів. Це призводить до погіршення екологічної ситуації в природно-антропогенній системі, і скороченню територій для рекреаційного використання.

Увсьому світі дедалі частіше обговорюються та вирішуються питання збалансованої соціально-економічної політики в сфері рекреації та відпочинку. Проте і досі немає загального підходу до організації планувальної структури рекреаційних зон та нормативного регулювання даної сфери послуг.

### **Основна частина**

Питанням розвитку рекреаційних територій, та еколого-економічних проблем територіального розвитку в цілому присвячено багато праць таких вчених: В. В'юна, Т. Галушкіної, Л. Грановської, Г. Пашенцевої, А. Сохнича, М. Ступеня, А. Третяка, Н. Фоменка, С. Харічкова та інших. Проте, не зважаючи на велику кількість публікацій, питання залишається не до кінця вивченим [1].

Підхід до розвитку рекреаційних зон має бути комплексним і стійким [2]. Основними його завданнями є:

- забезпечення економічного зростання,
- підвищення рівня життя населення,
- установа демократичних форм впливу суспільства на процес розвитку,
- збереження культурної спадщини,
- збереження та покращення екологічного стану територій, якості середовища перебування, якості води (морської води і вод річкового басейну), повітря, біологічної й ландшафтної розмаїтості.

Тобто комплексність розвитку передбачає якісні збереження та розвиток ландшафту, природного розмаїття, ведення господарства на основі екологічної рівноваги, соціальної гармонії мешканців і відпочивальників.

Принципи побудови концепції повинні відповідати наступним вимогам:

- раціональне використання природних ресурсів;
- екологічна стабільність;
- врахування соціальних й економічних факторів;

- врахування гідрогеологічного стану берегової зони «море – берег».

На сьогоднішній день окремого нормативного документу, який би регламентував прописані нами принципи немає. Проте розвиток рекреаційних зон є складовою Концепції розвитку сільських територій, в якій сформовано причини виникнення проблем в даній сфері та можливі способи їх розв'язання, яку і розглянемо у розрізі тематики нашого дослідження.

Основними причинами погіршення екологічного стану сільських територій є [3]:

- відсутність цілісної послідовної державної політики, спрямованої на комплексний розвиток рекреаційних територій, в основі якої закладені потреби територіальних громад села, селища;
- недостатність обсягів державної фінансової підтримки;
- низький рівень забезпечення сільського населення соціальними та економічними послугами;
- неврахування екологічних вимог у виробничих процесах, що відбуваються на селі;
- низький рівень диверсифікації економіки сільських територій, що призводить до міграції сільської молоді, високого рівня безробіття та низьких доходів сільського населення, руйнування соціальної та інженерної інфраструктури;
- низький рівень підприємницької ініціативи;
- неготовність територіальних громад села, селища до ініціювання та участі у проектах місцевого розвитку;
- низька ефективність органів місцевого самоврядування у вирішенні проблемних питань розвитку рекреаційних зон;
- низький рівень внутрішніх та зовнішніх інвестицій в розвиток рекреаційних територій;
- обмеженість ресурсів місцевих бюджетів для розв'язання проблем;
- недостатність та неефективне застосування природоохоронних заходів;
- низький рівень інформаційно-просвітницької діяльності, спрямованої на створення позитивного іміджу, переваг та можливостей розвитку рекреаційних зон;
- стереотипний підхід до сільських територій як виключно просторової бази сільськогосподарського виробництва.

Метою концепції у сфері розвитку рекреаційних зон сільських територій є:

- досягнення гарантованих соціальних стандартів і покращення умов проживання сільського населення;
- охорона навколишнього природного середовища, збереження та відновлення природних ресурсів;
- створення умов для розширення можливостей територіальних громад села, селища для розв'язання існуючих в них проблем;
- цілісного розвитку територій на основі системного підходу до економічних, екологічних, соціальних, інформаційних факторів функціонування сучасного туристично-рекреаційного комплексу району.

За існуючих умов існує декілька сценаріїв розв'язання проблеми збалансованого розвитку рекреаційних зон у сільській місцевості.

*Пасивний, стагнаційний.* Пов'язаний із очікуваннями кращої фінансово-економічної ситуації в країні й регіоні, відновленням державного фінансування. Передбачається низька регулююча роль місцевих влад у стихійному процесі природокористування та регулюванні підприємницької діяльності. Залучення приватних інвестицій у сфері рекреації, де за рахунок прискореного економічного обертю можливе отримання прибутку – сфера дозвілля, розваг, індустрія харчування тощо на відміну від фінансування соціально значимих об'єктів загального користування – берегоукріплення, освітлення, комунальна інфраструктура.

Стихийний характер підприємницької діяльності може створити ситуацію, коли найбільш вигідні рекреаційні ділянки є освоєними, а менш привабливі рекреаційні угіддя перетворюються у стихійні звалища, на прибирання яких місцеві влади не мають бюджетних асигнувань.

*Помірний, половинчастий.* Приймаються формальні рішення на різних рівнях адміністративно-територіального управління з розвитку територій, стимулювання окремих видів діяльності, але без чіткого програмно-цільового механізму їх реалізації: термінів виконання, джерел фінансування, відповідальних, системи громадського контролю тощо. Окремі інноваційні проекти розвитку територій ініціюються та реалізуються найбільш соціально активними представниками органів влади чи територіальних громад. Інвестор продовжує займати вичікувальну позицію.

Територіальна громада у такому разі також стає стороннім спостерігачем вирішення питань розвитку територій, розподілу земель тощо, а мешканці використовуються у якості інструменту для прийняття рішень чи реалізації окремих проєктів.

У порівнянні з першою моделлю управління розвитком рекреаційних зон є певне просування уперед, однак такий шлях передбачатиме надто тривалий час трансформації змісту управління від переважно галузевого до функціонально-територіального.

*Активний, інтегрований сценарій розвитку.* Ґрунтується на наукових засадах управління розвитком рекреаційних територій. В основі процесу знаходиться зміна філософії управління, а саме – в переході від переважно галузевого підходу – до комплексного управління територією. Етапами управління розвитком у такому випадку стають аналіз та моніторинг природо-ресурсного потенціалу територій, визначення сприятливих та стримуючих сил та умов розвитку, визначення із залученням громади пріоритетів та напрямів розвитку території, організація, розробка програм і планів заходів, контроль та облік за процесом реалізації рішень.

Провідною рушійною силою стає активна територіальна громада. Креативними рішеннями громади стають органи самоорганізації населення та започаткування діяльності громадських організацій – агенцій місцевого розвитку. Критичною масою для інновацій достатньо 10 % мешканців.

Розробка механізму залучення інвесторів здійснюється через національні інвестиційні агентства, місцеві та регіональні агентства регіонального розвитку, із залученням приватних інвестицій відомих односільчан, зарубіжних товариств, фондів, конкурсних бюджетних коштів обласної державної адміністрації тощо.

На локальному рівні упорядковується рекреаційний бізнес, сертифікуються оздоровчі й туристичні заклади, що не мають національної сертифікації.

Місцева влада виконує не лише розподільчі функції, а й координуючі, представницькі, пропагуючи унікальність території та територіального продукту, народних промислів, ексклюзивних туристичних маршрутів, сприятливих умов для відпочинку та релаксу. Визначається спеціалізація туристично-рекреаційних комплексів району, формується об'єднаний міськрайонний орган управління рекреацією та курортами у межах рекреаційного району.

За умови реалізації третього сценарію господарський комплекс району отримує новий імпульс розвитку за рахунок переорієнтації на потреби туристів та рекреантів рекреаційного району [2].

Завдання, які необхідно виконати при реалізації концепції розвитку рекреаційних зон виділяють наступні:

Організаційно-інформаційні – полягають у створенні комісій у сільрадах, із можливістю залучення до них фахівців та науковців в даній сфері досліджень з інших територіальних одиниць. Які будуть займатись розвитком рекреаційних зон (розробка програм та планів дій, організація місцевого населення тощо) та інформаційною діяльністю (проєктування та формування рекреаційного образу території; створення електронної інформаційної карти рекреаційних об'єктів, рекламних інформаційних стендів про рекреаційні можливості території, тощо).

Економіко-правові – забезпечуватимуть аналіз, моніторинг і створення місцевого кадастру рекреаційних зон; розробка та набуття територіями району статусу курортів місцевого значення; визначення згідно нормативно-правовим вимогам зонального економічного ландшафту території для її господарського освоєння; проведення інвентаризації земельних ділянок з метою подальшого раціонального використання; проведення економічної оцінки туристично-рекреаційного призначення; розробка стратегії, інвестиційного паспорту території; визначення пріоритетних напрямів інвестування; визначення джерел інвестування; розробка плану забудови рекреаційних територій з визначенням рекреаційної спеціалізації території, тощо.

Інноваційні – полягають у поєднанні сучасного ринку рекреаційних послуг з природними компонентами та екосистемою території.

Інфраструктурні – забезпечення привабливості рекреаційної зони, завдяки її екологічному та естетичному стану, а не матеріально-виробничим фондам; транспортна доступність, якість та безпека послуг, тощо.

Соціальні – це досягнення високого рівня життя мешканців села; сприяння розвитку самоорганізації та самодостатності населення; розвиток природно-ландшафтних парків як територій збереження екосистем та місць відпочинку мешканців населеного пункту [2].



## Висновки

Отже, розвиток рекреаційних зон є важливою складовою вдосконалення території, та знаходить своє відображення в законодавчих документах нашої держави, що тільки підтверджує важливість збереження та покращення місць для відпочинку та відновлення населення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ступень Н. М. Теоретичні аспекти та сутність збалансованого розвитку рекреаційних територій / Н. М. Ступень // Ефективна економіка. – № 4. – 2017. – 47-54 с.
2. Концепція розвитку прибережної території Бердянського району [Електронний ресурс]. URL: [berd-raurada.gov.ua](http://berd-raurada.gov.ua).
3. Про схвалення Концепції розвитку сільських територій : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2015 р. № 995-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995-2015-%D1%80#n8> (дата звернення: 02.05.2019).

***Нікітенков Володимир Олексійович** — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [nikitenkov2018@gmail.com](mailto:nikitenkov2018@gmail.com)*

***Лялюк Олена Георгіївна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.*

***Nikitenkov Volodymyr**- student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: [nikitenkov2018@gmail.com](mailto:nikitenkov2018@gmail.com)*

***Lialiuk Olena** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Engineering and Architecture, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya.*

## Освітні центри в Україні. Стан та перспективи розвитку

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Висвітлено актуальність функціонування та створення нових освітніх центрів. Представлено на прикладі існуючих освітніх центрів їх напрямки діяльності, стан та підбито висновки щодо перспективи розвитку.*

**Ключові слова:** Освітній центр, освітній простір, молодь.

### *Abstract*

*The urgency of functioning and creation of new educational centers is covered. On the example of existing educational centers, their areas of activity, status and conclusions on the prospects of development are presented.*

**Keywords:** Educational center, educational space, youth.

### Вступ

Актуальним питанням серед абітурієнтів та студентів є правильність вибору того, чому присвятити своє життя та розуміння свого значення в соціумі. Також однією з важливих проблем у буденності сучасної молоді є наявність достатньої кількості практичних знань та розвитку себе як особистості. Існує велике різноманіття громадських організацій та об'єднань більш досвідчених людей, що готові ділитись своїми навичками. В процесі поєднання цих двох важливих аспектів у всьому світі почали створюватись спеціальні комплекси, що забезпечують комфортні умови для реалізації своєї мети обох груп, такі місця носять такі назви, як: освітній центр, креативний простір, HUB та ін.

### Результати досліджень

Особливим пріоритетом молодіжної політики в Україні є розвиток мережі молодіжних центрів та просторів європейського зразка, які по своїй суті є осередками практичної роботи з молоддю. Це унікальні установи, що сприяють розвитку молодих людей, громадянській освіті, популяризації здорового способу життя, волонтерства, молодіжному підприємництву, підвищенню рівня мобільності молоді тощо. Їх напрями роботи формуються відповідно до потреб та інтересів молодих людей конкретного населеного пункту [1].

Сьогодні в Україні вже діє кількості молодіжних центрів і просторів різної форми власності, у тому числі утворених на базі закладів освіти, культури, спорту. Такі молодіжні хаби, платформи та коворкінги успішно працюють у більшості обласних центрів України, а також активно розвиваються в маленьких містах і селах України [1].

На формування та направленість інтересів молоді в рамках єдиного культурного, освітнього та інформаційного простору впливає весь спектр компонентів культурної діяльності та дозвілля – від стану матеріально-технічної бази закладу до професійного рівня працюючих в них спеціалістів і якості послуг, що ними надаються.

Культурно-інформаційний та освітній центр має прилягати до території, де люди традиційно проводять більшість свого часу та дозвілля, наприклад, освітні заклади та прилеглі земельні ділянки, існуючі парки культури та відпочинку, місця, де проходять народні гуляння, що дозволить залучити до нього більш широку аудиторію. Даний центр має стати улюбленим місцем для розвитку

особистості, професійних навичок, зустрічей, відпочинку та спілкування підлітків, молоді, людей старшого віку.

Функціональна структура універсального центру має включати:

- Вхідну зону (вхідна група приміщень)
- Зона інтегрального простору (рекреаційні зони, зимні сади, виставкові зали)
- Глядацьку зону ( спеціальні або універсальні зали)
- Зона виставкового простору (простір постійних та тимчасових експозицій)
- Інформаційно-ділова зона (простір з сучасним технічним обладнанням інформаційної діяльності, інформаційний центр, медiateку, комп'ютерний простір, діловий центр)
- Творча зона ( простір для технічного, музичного, художнього мистецтва і т.д.)
- Зона адміністративних та обслуговуючих приміщень.

В Україні існують такі освітні центри:

Донецький обласний дитячо – молодіжний центр

Молодіжний центр Волині, м. Луцьк

Сумський міський центр дозвілля молоді, м. Суми

Молодіжний центр Дніпропетровщини, м. Дніпро

Львівський обласний молодіжний центр, м. Львів

Мережа молодіжних центрів у Донецькій області (м. Маріуполь, м. Мангуш, Волноваський район).

На Вінниччині діє молодіжний простір «Квадрат», створений за ініціативи Департаменту Соціальної та Молодіжної політики у Вінницькій області. Даний простір є одним з найсучасніших місць такого спрямування.

Напрями діяльності:

- Семінари і тренінги з безпечної поведінки, розвитку важливих соціальних життєвих навичок (ефективне працевлаштування, управління особистим і сімейним бюджетом, взаємини з оточуючими та ін.);
- Майстер – класи (фотомайстерність, відеомайстерність, здоровий спосіб життя, ораторське мистецтво та ін.);
- Школа діджеїв;
- Арт – терапія;
- Поширення практики неформальної освіти та самоосвіти;
- Розвиток міжнародного співробітництва для реалізації молодіжних проєктів.
- Підтримка діяльності громадських об'єднань та студентського самоврядування.

---

## Висновки

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що на території України є функціонуючі освітні простори, просто в силу своїх можливостей вони не задовольняють усіх потреб молоді локально. В результаті опитування Серед 7 напрямків розвитку молодіжної політики, молодь визначила такі пріоритети:

51% – створення умов для інтелектуального самовдосконалення молоді, творчого розвитку особистості та створення умов та здійснення заходів, спрямованих на працевлаштування молоді

37% – утвердження громадянської свідомості, активної життєвої позиції, національно-патріотичного виховання

24% – інтеграція української молоді в європейські та світові молодіжні структури

22% – популяризація здорового і безпечного способу життя та культурного здоров'я серед молоді

21% – розвиток неформальної освіти

12% – популяризація волонтерської діяльності [3].

Також усі існуючі освітні центри не мають можливості забезпечити прийняття на базі свого осередку делегатів/учасників заходів з інших міст з поселенням.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Молодіжні центри. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://decentralization.gov.ua/youth/molodizhni-tsentry-v-hromadakh>
2. Молодіжні центр. Основні принципи та засади. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://dodmc.dn.ua/images/stories/Biblioteka/molodizni\\_centri.pdf](https://dodmc.dn.ua/images/stories/Biblioteka/molodizni_centri.pdf)
3. Вінниччина молодіжна. ДСМП. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://web.telegram.org/#/im?p=@vinmol\\_dsmp](https://web.telegram.org/#/im?p=@vinmol_dsmp)

**Нікольченко Дар'я Сергіївна** – студентка групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : [dasha.nicolchienko@gmail.com](mailto:dasha.nicolchienko@gmail.com)

**Швець Віталій Вікторович** — доцент, кандидат технічних наук, в. о. зав. кафедри Будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua)

**Nikolchenko Daria** - student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [dasha.nicolchienko@gmail.com](mailto:dasha.nicolchienko@gmail.com)

**Shwets Vitaliy** - docent of Technical Sciences, Acting head Department of Urban Development and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua)

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ДОСТУПНОСТІ

*Вінницький національний технічний університет*

**Анотація.** В статті проаналізовано проблемні питання будівництва житла в Україні, з урахуванням необхідності підвищення його доступності. Зазначені ключові проблеми та основні причини, що суттєво гальмують зростання обсягів будівельного виробництва. Наведені порівняльні показники будівництва житла України та інших країн.

**Ключові слова:** обсяги будівництва, доступність житла, кризові явища

**Annotation.** In this article the main problems of energy efficiency in the building sector are discussed. Also presented key problems and the main reasons that significantly inhibit the growth of construction production. The comparative indicators of housing construction in Ukraine and other countries are analyzed.

**Key words:** volumes of construction, availability of housing, crisis phenomena

Галузь будівельного виробництва має надзвичайно важливе значення для розвитку економіки будь-якої країни. Ефективність функціонування будівельної галузі визначає рівень розвитку суспільства і його виробничих сил, забезпечує оновлення основних фондів, вдосконалення соціальної сфери, сприяє реконструкції, модернізації та технічному переозброєнню житлового фонду країни. Обсяги будівельного виробництва тісно взаємопов'язані та визначають подальший розвиток промисловості будівельних матеріалів, виробів, конструкцій, дорожнього будівництва, інженерних мереж, об'єктів соціальної інфраструктури тощо. Житлове будівництво є одним з локомотивів економіки країни, який забезпечує найбільш високий мультиплікативний ефект.

В Україні за даними офіційної статистики у 2019 року відбулось зростання абсолютних обсягів житлового будівництва (без урахування тимчасово окупованої території АРК та Севастополя, а також східної частини країни) на 26,9% порівняно із попереднім періодом. Незважаючи на це, наша країна катастрофічно відстає від інших пострадянських країн за показниками відносних обсягів будівництва житла (табл. 1). Так, показник відносних обсягів будівництва житла на одного мешканця в Україні вдвічі менший за аналогічне значення в інших країнах, що негативно впливає на забезпеченість пересічного українця доступним житлом. Серед представлених країн, лідером будівництва житла за останній період була Білорусь, де обсяги житлового будівництва постійно зростають. Казахстан і Російська Федерація протягом останніх 20 років стабільно нарощують відносні обсяги будівництва житла і наближаються до міжнародних стандартів (1 м<sup>2</sup>/люд за рік)[1].

Таблиця 1

**Порівняльні обсяги будівництва житла в Україні та інших країн**

Рік	Обсяг житлового будівництва, млн. м <sup>2</sup>			
	Білорусь	РФ	Україна	Казахстан
2018	3,996	75	8,65	12,5
2019	4,06	82	11,02	13,1
2019, м <sup>2</sup> /люд в рік	0,54	0,54	0,24	0,68

Найбільш узагальненим показником оцінки фактичного рівня забезпеченості населення житлом, є показник загальної житлової площі у розрахунку на одну особу. Лідерами забезпечення

населення житловою площею серед країн Європи є Люксембург (66,3 м<sup>2</sup> на 1 особу) та Данія (51,4 м<sup>2</sup>). В інших розвинених країнах ЄС цей показник становить приблизно 40 м<sup>2</sup> на 1 людину. З постсоціалістичних країн лідером є Угорщина (31,2 м<sup>2</sup> на 1 особу), Україна у загальному рейтингу, зі значенням 23,8 м<sup>2</sup> на 1 особу, знаходиться на одному з останніх місць і відстає від першої десятки країн у 1,5–2,8 рази.

За даними Державної служби статистики України кількість сімей, які перебувають на квартирному обліку постійно скорочується. На сьогодні держава не має ефективних важелів впливу на ринок житла. Відсутність державного замовлення на житло не дає можливості регулювати його пропозицію з боку держави та контролювати вартість. За рахунок держави в Україні будується лише 0,3% житла[2].

Важливою складовою проблеми високої вартості житла для українського забудовника стало значне зростання вартості самих будівельних матеріалів та виробів через високу вартість енергетичних ресурсів. Як відомо, собівартість будівельної продукції на 55-60 % формується за рахунок будівельних матеріалів та виробів. Так, технологія цементного виробництва, без якого сучасне будівництво взагалі не можливе, передбачає процес високотемпературного (більше 1500 °ф) випалу клінкеру, а вартість цементу в бетонах та розчинах сягає більше 50%. Висока енергоємність виробництва будівельної керамічної та силікатної цегли, керамзиту привела до падіння обсягів їх виробництва.

Необхідність вирішення проблеми доступності житла в Україні, зумовлена перш за все значним зростанням міграційних процесів. Сьогодні міграційні потоки сформовані в основному з молодого працездатного населення, яке в першу чергу не може вирішити житлову проблему або взагалі працевлаштуватись. З іншого боку, низька платоспроможність населення і обмеженість кредитування через відсутність прийнятних відсотків іпотечних кредитів приводять до слабого попиту на житло. А введення в експлуатацію незначних обсягів житла дає змогу забудовникам підтримувати завищені ціни на житло і отримувати надприбутки[3,4].

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обеспеченность жильем в разных странах мира [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pdfforums.net/other/1400054970.html> (дата звернення: 24.05.2018)
2. Загальна площа житлових будівель на початок будівництва за видами у 2020 році. Державний комітет статистики України. – Електронний ресурс. Доступний з: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzp/arh\\_kzp2020\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzp/arh_kzp2020_u.htm)
3. Сердюк Т. В. Доступність житла для населення України в контексті існуючої пільгової політики [Текст] / Т. В. Сердюк // Формування ринкових відносин в Україні. - 2013. - № 4. - С. 237-242.
4. Сердюк Т. В. Роль банківського капіталу та державного фінансування у вирішенні житлової проблеми [Текст] / Т. В. Сердюк // Вісник Хмельницького національного університету. - 2012. - № 2. - С. 108-112.

**Сердюк Тетяна Василівна** – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serdyuktanya@gmail.com

**Франішина Світлана Юрїївна** – інженер кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: fransveta50@gmail.com

**Tatiana V. Serdyuk** - PhD, assistant of professor Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia.

**Svitlana Franishina** – an engineer of ф)випалуклінкеру,авартістьцементувбетонахтарозчинахсягаєбільше50%.Високаconstruction, urban and architecture Department. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fransveta50@gmail.com

## ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ СПОРТИВНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Сьогодні спорт є важливою частиною життя сучасної людини. Все більше стають популярними різні спортивні заходи державного та світового рівня, а також тренінги та різноманітні змагання, у яких кожен може взяти безпосередню участь. Розглянуто класифікацію, структуру спортивних споруд та нормативні документи з зазначеними вимогами до проектування спортивних комплексів.*

**Ключові слова:** структуру спортивних споруд, спортивна зала, відкриті спортивні споруди.

### *Abstract*

*Today, sport is an important part of modern life. Various state and world sports events are becoming more and more popular, as well as trainings and various competitions in which everyone can take part directly. The classification, structure of sports facilities and regulatory documents with the specified requirements for the design of sports complexes are considered.*

**Keywords:** structure of sports facilities, gym, outdoor sports facilities.

### Вступ

Фізична культура і спорт у сучасному суспільстві є важливим джерелом зміцнення здоров'я населення України. Мережа сучасних спортивних споруд велика і різноманітна – від простеньких ігрових майданчиків, які є масовими, до великих, дуже дорогих і водночас нечисленних – палаців спорту, критих і відкритих стадіонів, манежів, льодових палаців басейнів тощо[1-3]. Великі спортивні споруди зосереджені у великих містах, а також у місцях проведення олімпійських ігор. Крім свого прямого призначення, спортивні споруди (особливо видовищного характеру) часто використовуються для проведення громадських зборів, концертних виступів, виставок. Деякі спортивні об'єкти становлять архітектурну цінність [3-6].

Метою роботи є узагальнення досвіду проектування спортивних споруд та встановлення пріоритетних підходів і методи.

### Результати дослідження

У практиці світового спортивного будівництва відсутня єдина класифікація спортивних споруд. У нашій країні існує класифікація спортивних споруд, в основу якої покладено їх специфіку, розміщення, характер. Усі спортивні споруди поділяються на спеціальні (окремі) для одного виду спорту (спеціалізовані зали, басейни, поля, велотреки тощо) та комплексні, які пристосовані для занять кількома видами спорту (спортивні ядра, водні комплекси, комплексні майданчики, спортивні корпуси і т. п). За об'ємно–просторовим розміщувальним підходом спортивні об'єкти поділяють на відкриті та криті. Відкриті спортивні споруди – це споруди, в яких навчально–тренувальні заняття, змагання відбуваються на відкритому просторі рис.1. У критих спортивних спорудах увесь цей процес відбувається в приміщенні.

Структура спортивних споруд, що прийнята в Україні, наведена на рис. 2. За сезонним підходом спортивні споруди ділять на споруди для літніх і зимових видів спорту.

У структурному сенсі кожна спортивна споруда складається з головної та допоміжної частин, але деякі спортивні споруди можуть мати ще і третю, глядацьку частину. Наявність глядацької частини і



визначатиме видовищний характер споруди. На практиці переважна більшість спортивних споруд належить до навчально–тренувальних (у яких відсутня глядацька частина)



Рис.1. Стадіон національного спортивного комплексу " Олімпійський" у Києві 1980-2012р.

Переважна більшість відкритих спортивних споруд є багатофункціональними, що використовуються поперемінно для різних видів занять залежно від пори року та змагального сезону, для цього не потрібно міняти покриття і навіть обладнання спортивної споруди.

За характером використання спортивні споруди поділяються на: навчально–тренувальні, видовищні (проведення змагань) і для активного відпочинку населення.

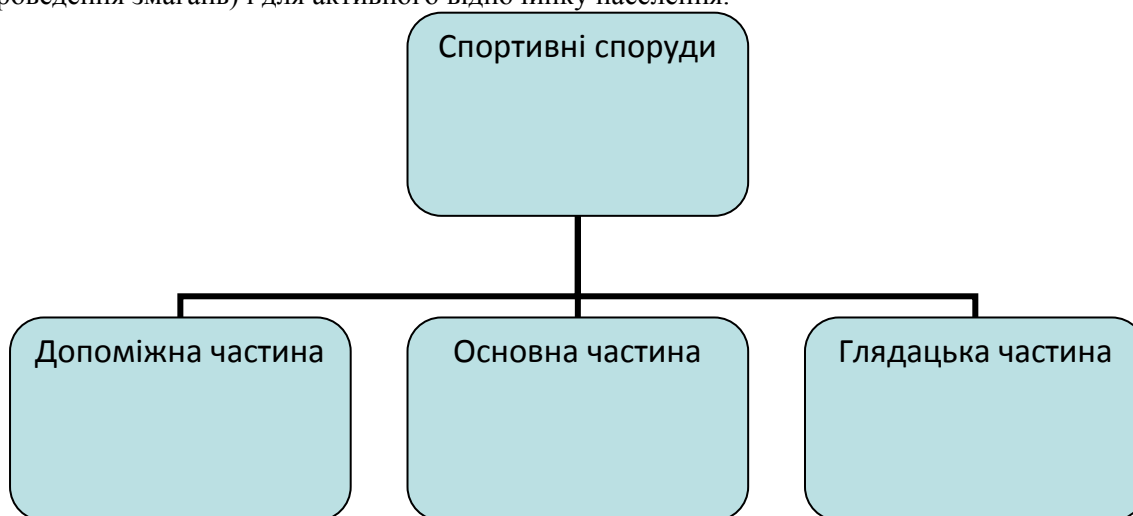


Рис.2. Структура спортивних споруд

Усі спортивні й оздоровчі споруди, які будуються в нашій державі, мають відповідати вимогам «ДБН В. 2. 2–13–2003 Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди». Цей документ є головним нормативним документом для проектування та будівництва всіх основних спортивних споруд. У ньому викладені вимоги до вибору земельної ділянки, об'ємно–планувальні та конструктивні рішення, вимоги до основної частини і допоміжних приміщень. Містяться в документі й рекомендації до систем сантехнічного забезпечення, освітлення і вентиляції, опалення, систем зв'язку та протипожежні вимоги.

Організатори майбутнього будівництва повинні перш за все чітко усвідомлювати призначення спортивного об'єкта, його клас, пропускну спроможність, склад основних будівель (майданчиків, полів, залів), допоміжних приміщень і споруд для глядачів. Завдання на проектування складають з урахуванням проектів районного планування, а також проектів планування та забудови міст і сільських населених

пунктів, мікрорайону чи земельної ділянки, до яких належить виділена для будівництва територія. У завданні на проектування вказують чисельність і контингент спортсменів та фізкультурників, для яких призначений будівельний об'єкт; перелік споруд і їх пропускна спроможність; орієнтовний розрахунок площі ділянки для будівництва з урахуванням озеленення, проїздів, стоянок автомобілістів; фінансова схема, погоджена з фінансовими та матеріальними можливостями замовника.

### Висновки

У дослідженні визначено вимоги до проектування спортивних комплексів. За допомогою архітектурно-планувальних засобів створюється внутрішнє середовище, яке дає максимально комфортні умови для тренування. В подальшому усі дослідження будуть спрямовані на пошук сучасних планувальних рішень спортивних комплексів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Новікова О. В. Об'ємно-планувальні рішення аквапарків [Електронний ресурс] / О. В. Новікова, В. П. Ковальський // Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. - Електрон. текст. дані. - 2016. - Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2016/paper/view/547>.
2. Новікова О. В. Основи формування водно-розоважальних комплексів [Електронний ресурс] / О. В. Новікова, В. П. Ковальський // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2018), 02 січня-06 червня 2018 р. : збірник матеріалів. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/view/3697>.
3. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406>.
4. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.
5. Спортивно-фізкультурні споруди та обладнання: навч. посіб. для студ. ВНЗ III–IV рівнів акредитації у галузі фіз. вих. і спорту / С. Решетило. – Л., 2010.
6. Шамраєва О. О. Розвиток фізкультурно-оздоровчої інфраструктури на прикладі дошкільного навчального закладу №23 в м. Вінниця [Електронний ресурс] / О. О. Шамраєва, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3091>.

**Клепач Олександр Іванович** – студент групи БМ-17, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [sklepach2@gmail.com](mailto:sklepach2@gmail.com)

**Очеретний Володимир Петрович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: [ocheretny@vntu.edu.ua](mailto:ocheretny@vntu.edu.ua)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Klepach Alexander I.** - student of B-17m group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya [postolatiu@gmail.com](mailto:postolatiu@gmail.com).

**Ocheretniy Volodymyr P** — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University. Email: [ocheretny@vntu.edu.ua](mailto:ocheretny@vntu.edu.ua)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

# ІНСТИТУЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ МІСТОБУДУВАННЯ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІ МІСТ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХМІЛЬНИКА

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Представлена проблема інституційних змін в українському містобудуванні. Розглядається інституційна структура діючої системи розвитку територій. Обґрунтовується необхідність проведення дослідження і пропонується інструментарій та методи оцінки ефективності інституційних змін, що впливають на методи реконструкції міст України з урахуванням кліматичних і сейсмічних особливостей регіону.*

## Ключові слова:

*Містобудівне планування, інститути, інституціоналізація, мегакластер, реконструкція.*

## Abstract

*The problem of institutional changes in Ukrainian urban planning is presented. The institutional structure of the current system of territorial development is considered. The necessity of the research is substantiated and the tools and methods of assessing the effectiveness of institutional changes that affect the methods of reconstruction of Ukrainian cities taking into account the climatic and seismic features of the region are proposed.*

## Keywords:

*Urban planning, institutes, institutionalization, megacluster, reconstruction.*

## Вступ

Однією з найбільш актуальних і складних проблем сучасного українського містобудування є проблема зростання міст, реконструкції та модернізації міського середовища. подолання цієї проблеми пов'язано з рішенням безлічі завдань - економічних, інституційних, соціальних, екологічних, архітектурних, естетичних та ін.

У контексті глобальних соціальних, економічних і екологічних змін, що відбуваються на пострадянському просторі, в першу чергу слід відзначити важливу роль відбуваються в країні інституційних змін, які впливають на економічні, політичні, соціальні інститути і містобудівну політику в цілому.

Інститути [1] можна розглядати, з одного боку, як сукупність звичаїв, норм, правил поведінки, політичних і економічних правил суспільства, зафіксованих в законодавстві, постановах та інструкціях. З іншого боку – це склалися в країні і регіоні механізми координування політичних і економічних процесів, таких як, наприклад, вибори і / або ринки. Інститути включають в себе такі формалізовані поняття, як закони, контракти, угоди, організаційно-правові структури, а також неформальні правила поведінки, звичаї, етичні та ідеологічні норми. Вектор інституційних змін лежить на лінії основних соціальних інститутів: прав власності, ролі держави, його законодавчих встановлень і норм, податкової та судової системи, "правил гри" на ринку, типів господарювання та його різних організацій.

Інституціоналістів визначають інститути не в вузькому сенсі формальних організацій, а в більш широкому контексті соціально обумовленого поведінки як "поширений і незмінний спосіб мислення або дії, який закорінений в звичках групи або в звичаях народу" [2].

## Основна частина

Особливо важливо відзначити вплив формальних інститутів в контексті відбуваються реформ, які в першу чергу встановлюють основні правила господарської діяльності. Ці правила визначають ефективність функціонування всієї економічної системи і вирішення питань містобудування. У зв'язку з цим необхідно виділити роль як системних (зовнішніх), так і локально-організаційних (внутрішніх) інститутів. Системними інститутами встановлюються основні правила господарської діяльності, тому вони включають не тільки чисто економічні правила і норми, але також політичні та

етичні, без яких неможливо ефективне функціонування всієї економічної системи. Прикладом системних інститутів можуть служити інститути, які специфікуються і захищають права власності, що визначають порядок прийняття і зміни економічних рішень, норми господарської етики і т.д. [3]. До системоутворюючих інститутів можна віднести всі різновиди інститутів, що виникають в процесі розвитку ринкової економіки і забезпечують можливість функціонування інститутів вищого порядку. До таких інститутів, таким чином, можна віднести гроші, фінансову систему і т.д.

Локально-організаційними є інститути, структурують взаємодії, пов'язані з укладенням угод як на відкритому ринку, так і всередині організаційних структур. Це такі інститути, як, наприклад, фондові і товарні біржі, банки, фірми. Вони не тільки роблять можливими угоди між різними економічними суб'єктами, а й знижують ступінь невизначеності і ризику, сприяють зниженню транзакційних витрат.

Інститути впливають на містобудування, визначаючи транзакційні і трансформаційні (виробничі) витрати [4]. Інститути по своїй природі не однорідні. В економічній літературі традиційно виділяється два основних інституту, що лежать в основі інституційної структури ринкової економіки - це інститут приватної власності, про який говорилося раніше, і свобода укладання контрактів (спосіб контрактації) [5]. Процес упорядкування, формалізації і стандартизації називається інституціоналізацією.

Специфіка відбуваються в країні системних перетворень така, що проблеми містобудування повинні розглядатися в рамках інституційної структури. Такий підхід стосується і питань освоєння територій і ландшафтного планування, забудови, ролі освіти і культурного та історичної спадщини, проблем екологічного та економічного розвитку.

В контексті проблеми сталого розвитку територій можна виділити два типи інституціональних змін по джерелу їх виникнення: зміни, проводяться федеральними органами влади, і зміни, що проводяться регіональними адміністраціями. Крім того, існують перетворення ендогенні і екзогенні. Ендогенними можна назвати такі трансформації інституційної структури, які здійснюються шляхом еволюційного зміни існуючих правил і норм, що складають основу інститутів. Екзогенні інституціональні зміни є за своєю природою більш радикальними.

Всі типи інституціональних змін, які описані в літературі, можна згрупувати так:

1. Інкрементні інституційні зміни. Відбуваються за рахунок закріплення неформальних правил, норм, інститутів у відносно малих групах з сімейно-родинними зв'язками. Ефективно знижують транзакційні витрати для членів групи.

2. Еволюція інститутів. Відбувається, коли виникають неформальні практики поступово закріплюються як загальноновизнані в формальних інститутах.

3. Революційні інституціональні зміни. Зазвичай виявляються при екзогенному запозичення інститутів або їх «імпорту» [6].

Говорячи про перетворення інституційної структури для вирішення проблем містобудування, ми маємо на увазі зміни, які необхідно провести у відповідних інститутах. А саме, інститутах власності та інвестиційно фінансових; в нормативно-законодавчій базі; інститутах, що забезпечують розробку, впровадження та реалізацію нормативно-правових документів; інститутах, що забезпечують професійну підготовку і освіту кадрів, чия робота пов'язана з вирішенням існуючих і потенційних проблем містобудування; а також інститутах, що відповідають за інформаційне забезпечення.

Містобудівне планування в кожному великому місті зазвичай здійснюється шляхом розробки і періодичної актуалізації документації про містобудівну плануванні розвитку території міста в цілому, території адміністративних округів, муніципальних утворень, територіальних одиниць з особливим статусом і інших частин території міста, розвитку систем міської інфраструктури та комплексів міського господарства [8].

Склад, регламент розробки та прийняття генерального плану крупного міста, а також порядок його реалізації та актуалізації встановлюються законодавчо на міському рівні і, як правило, до складу документа входять такі основні частини:

- 1) головна мета, цілі, завдання та напрямки містобудівного розвитку;
- 2) містобудівне зонування території;
- 3) програма першочергових містобудівних заходів.

Планування обсягів, темпів і черговості проведення заходів з капітального ремонту, модернізації, реконструкції та реновації будівель і споруд сформованої забудови міста може вестися також на основі Територіальної схеми черговості розробки та реалізації міських програм комплексної реконструкції, що формується з урахуванням Генерального плану. територіальна схема регулярно уточнюється на підставі більш детального обліку змін організаційно-технічних, інвестиційно-

фінансових, будівельно-технологічних і нормативно-правових можливостей реалізації планованих заходів.

Генеральний план містобудівного розвитку великих міст має довгостроковий характер (наприклад, в Хмельнику цей план складений до 2020 року), однак він може і повинен періодично уточнюватися в установленому порядку. На цій основі здійснюється містобудівне планування на нижчих рівнях управлінської ієрархії, формуються бізнес-плани для інвестиційно будівельних проектів, підприємств і організацій. Чим нижче ієрархічний рівень планування, тим коротшими термінами реалізації, більшою гнучкістю і мобільністю характеризуються ці плани.

При аналізі та оцінці кожного проекту комплексної реконструкції сформованої забудови зазвичай враховуються технічні, соціальні, економічні, фінансові, екологічні та інші аспекти інвестування, а також оцінюються альтернативні стратегії проекту, результатів маркетингу, ресурсів, місця розташування, виробничої потужності, технології, організації робіт та введення в експлуатацію об'єктів реконструкції, реновації, будівництва. Поряд з цим, кожен інвестиційно будівельний проект в процесі комплексної реконструкції - це також бізнес-план, інструмент, що забезпечує інвесторів та інших зацікавлених осіб інформацією, необхідною для прийняття рішення про інвестування та способи фінансування. Планування кожного інвестиційно-будівельного проекту передбачає розробку бізнес-планів для окремих його компонентів.

Для вирішення проблеми реконструкції українських міст ми пропонуємо проведення комплексу заходів, представлених в програмі, яка включає три послідовні етапи.

1. Реконструкція та модернізація старих і застарілих будівель і споруд. Пріоритетним рішенням є проведення реконструкції типових житлових будинків. В результаті обстежень виявляється значний знос покрівель, балконів, інженерного обладнання, низька теплоізоляція стін і т.д. Модернізація конструкцій для усунення фізичного зносу припускає посилення або заміну різних конструктивних елементів, починаючи від фундаментів і закінчуючи покрівлею, утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, заміну вікон та балконних дверей, посилення консольних елементів будівлі. Для подолання морального зносу застосовуються методи щодо поліпшення архітектурного вигляду будинки, а також зміна його планувальної організації. Серед найбільш прийнятних методів реконструкції житла, придатного для подальшого проживання, які були апробовані в Києві, Львові та деяких містах Німеччини, можна виділити наступні: надбудова будівель або мансардне будівництво; прибудова в торець будівлі, до фасаду будівлі (фрагментарні прибудови окремих обсягів), по довжині будівлі з розширенням його корпусу; реставрація фасадів та настінний живопис. При цьому конструктивні заходи при реконструкції, наприклад, типового житлового будинку можуть включати в себе: утеплення та поліпшення гідроізоляції цокольного поверху шляхом переведення його в експлуатовані приміщення різного призначення; утеплення будівлі в цілому за допомогою скління і утеплення балконів, пристрої навісних лоджій, заміни світлопрозорих конструкцій (вікон і балконних дверей), утеплення торцевих стін будівель; модернізацію інженерного обладнання, основними напрямками якої повинні стати впровадження системи обліку та регулювання споживання енергоресурсів з установкою теплових пунктів при централізованій подачі тепла або обладнання будинків автономними котельнями, в залежності від місцевих умов і цінових параметрів на енергоносії; використання можливостей відновлюваних джерел енергії, що дозволить: скоротити споживання невідновлюваних паливно-енергетичних ресурсів; знизити екологічні навантаження від діяльності паливно-енергетичного комплексу; забезпечення тепловою енергією децентралізованих споживачів в районах з дальнім завезенням палива; зниження витрат на дальнє привізне паливо.

2. Комплексна поквартальна реконструкція. Актуальність комплексної реконструкції сформованих міських районів обумовлена низкою соціальних, містобудівних та економічних факторів. Внаслідок того що житловий фонд, побудований в період індустріального домобудівництва, морально і фізично застарів, з'являється необхідність прийняття заходів щодо поліпшення архітектурно-планувального і конструктивного стану будинків, що входять в цей житловий фонд. Перебудови житлових кварталів і комплексів, тобто комплексним проектам знесення, реконструкції, ремонту, реставрації, відтворення, нового будівництва і т.д., в майбутні роки буде приділятися підвищена увага. Комплексний підхід до реконструкції кварталу включає в себе не тільки модернізацію житлового будинку, а й благоустрій прибудинкових територій, що має на увазі озеленення, пристрій фонтанів, клумб, місць відпочинку, реконструкцію дитячих і спортивних майданчиків, спорудження малих архітектурних форм.

3. Будівництво житлових комплексів (мегакластер) - великих будівель-комплексів, що включають в себе повний набір всіх соціальних елементів муніципального освіти, необхідний і достатній для повноцінного автономного функціонування - від кварталів до мікрорайонів, районів або ще більших утворень. Пропонований мегакластерний підхід до вирішення завдання комплексної

реконструкції кварталів забудови, що склалася в повній мірі відповідає цілям і завданням програми створення комфортного середовища життєдіяльності в мегаполісі. Це спосіб вирішення проблем, які до сих пір є каменем спотикання для початку широкомасштабної реалізації реконструкції застарілого житлового фонду у містах.

Енергозберігаючий мегакластер забезпечує скорочення енергоспоживання і витрат на обслуговування інженерних комунікацій і систем (відповідно і витрат на комунальні платежі) в десятки разів у порівнянні з типовою забудовою. Мегакластер - альтернатива будівництву хмарочосів, його можна розглядати як новий етап на шляху до гармонізації взаємин природи і міста.

Для проведення запропонованої програми і застосування найбільш прийнятних методів реконструкції необхідна їх адаптація до регіону, в якому передбачається проведення комплексу необхідних заходів з урахуванням кліматичних, сейсмічних і екологічних особливостей обраної території.

### Висновок

Отже, було проведено аналіз різних типів покрівлі. Визначено в кожній покрівлі недоліки та плюси використання. Специфіка відбуваються в країні системних перетворень така, що проблеми містобудування повинні розглядатися в рамках інституційної структури. Такий підхід стосується і питань освоєння територій і ландшафтного планування, забудови, і ролі освіти і культурної та історичної спадщини, і проблем екологічного та економічного розвитку.

Створення сприятливого середовища для проживання засноване на розвитку сприятливого нормативно-законодавчої бази. У зв'язку з цим слід наголосити на необхідності вдосконалення інституційної структури, яка і в Україні в цілому, і в регіонах досі залишається складною і заплутаною. Деякі положення містобудівних законодавчих і нормативних актів вступають в протиріччя з земельним, водним та природоохоронним законодавством. Висока роль неформальних інститутів, вплив яких важко піддається оцінці.

Для вирішення проблеми реконструкції українських міст ми пропонуємо проведення послідовного комплексу заходів, представлених в програмі, яка вирішує і проблеми реконструкції, пов'язані зі збереженням забудови, має історико-архітектурну цінність, збільшення щільності житлового фонду за рахунок будівництва на вільних ділянках, забезпеченням гігієнічних умов забудови (інсоляційний і аераційний режими, рівень загазованості і шуму), оптимізацією складу і потужностей соціальної, інженерної і транспортної інфраструктури, забезпеченням ресурсоенергозбереженні.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Габрель М. М. Просторова організація містобудівних систем моногр. / М. М. Габрель; ІРД НАНУ. - К.: А.С.С. 2004. -400 с.
2. Дідик В. В. Планування міст: навч. посіб. / В. В. Дідик, А. П. Павлів. політехніка», 2003.-412 с. Львів : «Львівська
3. Кривов'язюк І. В. Комплексний підхід до вдосконалення системи управління містобудуванням / І. В. Кривов'язюк, Т. В. Балик /І Регіональна економіка. - 2008.-№ 1.-С. 42-49.
4. Нудельман В. І. Проблеми єдиної методики прогнозування розвитку міст / В. І. Нудельман // Містобудування та територіальне планування.-2003.- № 16.-С. 145-154.
5. Панухник О. В. Шляхи удосконалення управлінської діяльності у сфері містобудування на рівні адміністративного району / О. В. Панухник / Формування ринкових відносин в Україні. - 2006. -Вип. 3 (58). - С. 116-121.
6. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17. 02. 2011 р. № 3038-VI І Відомості Верховної Ради України.-201.-N 34.-С. 343.
7. Про затвердження Порядку розроблення містобудівної документації : наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 16. 11. 2011 р. № 290 // Офіційний вісник України. - 201.-№ 100. — С. 3681.
8. Рибак О. Регулювання розвитку містобудівного комплексу: економіко-правовий аспект / О. Рибак // Економіка.-2012.-№ 1 (115). — С. 88-92.
9. Управління розвитком міста : навч. посіб. / за ред. В. М. Вакулєнка, М. К. Орлатого. -К.: Вид-во НАДУ. 2006.-352 с.

**Олійник Олександр Анатолійович** — студент групи БМ-19мі, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Olijnyk\\_oa@ukr.net](mailto:Olijnyk_oa@ukr.net)

**Лялюк Олена Георгіївна** — к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [Lyalyuk74@gmail.com](mailto:Lyalyuk74@gmail.com)

**Olijnyk Oleksandr** — student of BM-19mi, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [Olijnyk\\_oa@ukr.net](mailto:Olijnyk_oa@ukr.net)

**Lyalyuk Elena** - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: [Lyalyuk74@gmail.com](mailto:Lyalyuk74@gmail.com)

# АРХІТЕКТУРНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПОРУД

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Досліджено актуальність поліфункціональних громадських споруд. Розглянуто архітектурні стилі, які раціонально застосовувати у XXI столітті при проектуванні багатofункціональних будівель. Проаналізовано і окреслено основні типи та особливості кінетичної архітектури.*

**Ключові слова:** поліфункціональні споруди, архітектурне середовище, сучасні архітектурні стилі, кінетична архітектура.

## **Abstract**

*The relevance of multifunctional public buildings is investigated. Architectural styles that are rationally used in the XXI century in the design of multifunctional buildings are considered. The main types and features of kinetic architecture are analyzed and outlined.*

**Keywords:** polyfunctional constructions, architectural environment, modern architectural styles, kinetic architecture.

## **Вступ**

Пошуки сучасних підходів до проектування архітектурних об'єктів є досить актуальним в умовах постійного зростання та розвитку міст, тенденції їх територіального розширення та підвищення технологічного рівня будівельної справи.

Нові типи поліфункціональних громадських споруд (ПГС) стають важливою містобудівною ланкою за рахунок зручності користування такими об'єктами. Закордонний і вітчизняний досвід свідчить, що розвиток інфраструктури, сфери послуг для населення найкрупніших міст найбільш ефективно відображається у вигляді поліфункціональних комплексів [1].

## **Основна частина**

Поліфункціональними називаються споруди, що поєднують в собі дві і більше основних функції необхідних для існування людини у місті. Такими будівлями можуть бути як окремі незначні будинки, які є лиш одиничним елементом у міському середовищі, так і великі комплекси, які можуть бути цілими кварталами.

Актуальність таких споруд полягає в тому, що вони дозволяють створити умови для найбільш повноцінного і комплексного задоволення потреб населення та гостей міста. Наявність ПГС у системі населеного пункту формує та підвищує рівень цінової та територіальної доступності необхідних послуг і товарів.

Архітектурне середовище великих поліфункціональних громадських об'єктів сьогодення має різноманітне функціональне насичення та створює особливий організуючий порядок, у наслідок чого інтенсивно впливав на специфіку механізмів поведінки відвідувачів [2].

Ідея формування архітектурного середовища поліфункціонального громадського середовища полягає в створенні загально об'єднаної системи, яка пов'язує архітектурно-планувальні та функціональні особливості з економічними, енергоефективними, оптимальними та екологічними напрямками організації показників внутрішнього середовища будівлі, так званого мікроклімату [3-9].

Кінетична архітектура – це такий напрямок архітектури, у якому будинки сконструйовані у такий спосіб, що їхні частини можуть рухатися відносно один одного, не порушуючи загальну цілісність структури. По-іншому кінетичну архітектуру називають динамічною, і зараховують до напрямку архітектури майбутнього [10-11].



Рухомість частин будівлі посилює естетичні властивості міського простору, може підлаштуватися під кліматичні умови навколишнього середовища, модернізувати території міст, підвищити рівень комфортності для людської діяльності тощо [12-15].

Даний стиль активніше почали практично застосовувати в кінці ХХ ст. за рахунок новим досягненням в сфері механіки, інформатики, електроніки та робототехніки. І вже до початку ХХІ ст. науковцями було поділено кінетичну архітектуру на три типи:

1. Функціональні споруди – трансформери. Прикладом є мости з рухомою центральною частиною, стадіон Міленіум в Уельсі, стадіон Уембл в Англії, стадіон Фельтинс-Арена в Гельзенкірхені.
2. Будинки-трансформери, які можуть змінювати свою форму. Зазвичай, такі споруди мають досить привабливий та естетичний зовнішній вигляд. Прикладами є будівля Burke Brise soleil у Художньому музеї Милуокі, яка створена схожою на птаха. Крім естетичної цінності цієї конструкції, є ще й функціональний аспект – будівля вкриває людей від палючого сонця та непогоди.
3. Будівлі, в яких рухаються зовнішні елементи на фасаді. Споруда Інституту Арабського світу в Парижі має металеві жалюзі, які працюють за принципом діафрагми: щілини розширюються або звужуються залежно від сонячного світла.

Загалом, якщо формувати відмінності кінетичної архітектури від звичайної можна виділити наступні особливості:

- Форма будівлі постійно змінюється. Це може залежати від зовнішнього середовища: пристосовуватися до впливу вітру, сонця або інших природних особливостей. Така особливість може дозволити прокидатися під схід сонця у спальні, а ввечері – спостерігати захід.

- Динамічні методи будівництва. Більшість будівель, що відносять до кінетичної архітектури, зводять із збірних елементів, які виготовляють на заводах, окремо від будівельного майданчика. Транспортують на об'єкт будівництва їх як уже повноцінні вироби. Зазвичай, такі об'ємно-планувальні елементи виготовлені зі сталі, алюмінію, карбону та інших сучасних матеріалів, які відрізняються від інших високою міцністю та гнучкістю.

- Екологічність. Обов'язковою вимогою таких будівель є поєднання сучасних технологій і будівництва для охорони природи. Тобто кінетичні будинки здатні виробляти енергію для автономного живлення з невичерпних джерел енергії, створені з екологічно безпечних матеріалів, прагнуть економічно вигідного використання наявних ресурсів.

Співставлення функцій в поліфункціональні будівлі, що здатні трансформуватися, дає можливість більш раціонально використовувати приміщення, зменшувати втрати від простою, підвищити рентабельність підприємств, скоротити строки окупності, попередити швидке моральне та фізичне зношення будівель.

## Висновок

Створення монофункціональних територіальних об'єктів та комплексів уже перестає бути необхідною та актуальною в сучасних, прогресивних, великих містах. Тому створення поліфункціональних громадських об'єктів є логічним та практичним рішенням для проведення рекультиватії міських територій. Багатофункціональні простори забезпечують комплексне обслуговування населення, економічне використання територій.

Для формування сучасного та високотехнологічного архітектурного середовища при проектуванні багатофункціональних об'єктів варто звертати увагу на сучасні архітектурні стилі і напрямки. Сучасні напрямки архітектури володіють певною розмірністю, рухом в просторі і часі. Перспективами розвитку цієї ідеї є кінетична архітектура, яка задовольняє всі вимоги сучасного суспільства та має на меті вдосконалення та винесення на новий покращений рівень будівель та споруд.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дудар І. Н. Проектування міських територій : підручник : у 2 ч. Ч.1 / І. Н. Дудар, Г. О. Татарченко / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник] ; Харків: нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»).
2. Боженко И. А. Развитие полифункциональных общественных сооружений [Електронний ресурс] / И. А. Боженко, Ю. С. Янковская. – Режим доступу : [http://archvuz.ru/2006\\_2/3](http://archvuz.ru/2006_2/3)
3. Дудар І. Н. Енергозбереження в міському будівництві: навчальний посібник Ч1 / І. Н. Дудар, Л. В. Кучеренко, В. В. Швець. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 56 с. Режим доступу: <http://dudar.vk.vntu.edu.ua/file/af932d2d4472e0791860e6c2c60e8031.docx>

4. Дудар І. Н. Особливості проектування і будівництва енергоефективних житлових будинків / І. Н. Дудар, С. В. Риндюк // Містобудування та територіальне планування. - 2012. - Вип. 43. - С. 122-127. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2012\\_43\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2012_43_19).
5. Дудар І.Н. Технологія зведення будівель і споруд: навчальний посібник / ВНТУ. - Вінниця: ВНТУ, 2005. - 111 с.
6. Дудар І.Н. Енергозберігаючі будівлі та споруди: Навчальний посібник / І.Н.Дудар, Б.Б.Корчевський, Т.Е.Потапова; МОН України. - Вінниця: ВДТУ, 2004. - 92 с.
7. Дудар І.Н. Оцінка ефективності функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами / І.Н. Дудар, О.В. Яворовська - Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: Збірник наукових праць. Випуск 7 – Луцький національний технічний університет, 2017. – с. 64-72. Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/stmrb\\_2017\\_7\\_12.pdf](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/stmrb_2017_7_12.pdf)
8. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406>.
9. Дудар І.Н., Яківчук С.В. Економічна ефективність застосування сонячної енергії для термосилової обробки бетону // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві // - Вінниця : ВНТУ, 2014 –С 21-25.
10. Абрамович В.С. Застосування адаптивної архітектури при ревіталізації будівель і міських просторів / В.С. Абрамович, В.П. Ковальський, А. В. Бондар // Матеріали конференції «Інноваційні технології в будівництві-2020» 10-12 листопада 2020 р. – Вінниця : ВНТУ, 2020. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10868/9072>
11. Chris Salter. Entangled : Technology and the Transformation of Performance. – MIT Press, 2011. – P. 81–112.
12. Дудар І.Н. Урбанізація приміського простору з вирішенням проблеми містобудівної, ландшафтної та природної систем / І.Н.Дудар, В.О.Дубовий // Енергоефективність в галузях економіки України. - Вінниця: ВНТУ, 2017. - С. 224-225.
13. Дудар І.Н. Розвиток модернізації та перетворення міського середовища / І.Н.Дудар, Т.Е.Потапова, А.С.Татаровська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: ВНТУ, 2014. - № 1 (16). - С. 110-115.
14. Білоконь Ю. М. Проблеми містобудівного розвитку територій : навч. посібник / Ю. М. Білоконь – Київ : Укрархбудінформ, 2001. – 70 с
15. Дудар, І. Н. Шляхи вдосконалення будівельного комплексу в Україні [Текст] / І. Н. Дудар // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2010. – № 1(8). – С. 123-124.

**Дудар Ігор Никифорович** – д.т.н., професор кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

**Абрамович Віта Сергіївна** — студентка групи БМ-16б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

**Dudar Igor Nykyforovych** – d.t.n, professor by department of town-planning and architecture of the Vinnytsya national technical university.

**Abramovych Vita Sergiyivna** — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

## ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІ ІСНУЮЧИХ ПАЛАЦІВ ДИТЯЧОЇ ТВОРЧОСТІ

Вінницький національний технічний університет

*Анотація* Досліджені особливості реконструкції існуючих палаців дитячої творчості.

*Ключові слова:* Палац дитячої творчості, реконструкції, сучасні вимоги.

*Abstract* Peculiarities of reconstruction of existing palaces of children's creativity are investigated.

*Keywords:* Palace of Children's Creativity, reconstruction, modern requirements.

### Вступ

Палаці дитячої творчості (ПДТ) представляють один з найбільш масових типів в системі дитячих позашкільних установ додаткової освіти, що набув поширення в останнє десятиліття під впливом змін, що відбулися в соціально-економічному і політичному житті країни. Він сформувався на матеріальній базі мережі будинків піонерів і школярів. Головною відмінністю ПДТ від їх генетичного попередника є відсутність основної для будинків піонерів функції, орієнтованої на роботу з піонерською дружиною школи по ідейно-політичному вихованню дітей і, навпаки, максимальний розвиток раніше додаткових функцій по навчанню і клубної діяльності. Існуючі ПДТ (як і їх історичний прототип) є багатофункціональними установами, включеними в загальну систему установ додаткової освіти.

Матеріальний фонд будівель, успадкований від будинків піонерів, значною мірою зношений і потребує оновлення та реконструкції. Близько половини ПДТ розміщується в пристосованих, частково орендованих будівлях і приміщеннях. Третина установ не має земельних ділянок, розміри інших занижені (середня питома забезпеченість територією становить менше половини нормованої) [1].

Отже, дослідження матеріального фонду існуючих ПДТ, їх призначення і функціональне місце в системі позашкільних установ додаткової освіти та соціального виховання, а також перейняття досвіду з проектування подібних закладів закордоном, що дозволить сформувати ефективні архітектурно-планувальні рішення реконструкції існуючих палаців дитячої творчості, є актуальним.

### Результати дослідження

Призначення ПДТ – забезпечення умов для подальшого культурного розвитку дітей, в тому числі: включення в сферу культури, пошуку і орієнтації в її областях, знайомства з різними видами культурної діяльності, соціальної адаптації, вдосконалення навичок групового і міжособистісного спілкування, первинного освоєння правил і норм в окремих видах культурної діяльності. Завдяки широкому набору занять в різних галузях мистецтва, науки і техніки, ПДТ створюють умови для пошукової поведінки. У них діти отримують можливість шляхом зміни занять визначитися в своїх схильностях і інтересах і зробити вибір, а також отримати початкові знання і навички в обраному виді діяльності [2].

Центри дитячої творчості є відкритими установами пошукового характеру. У них приймаються без обмеження діти з будь-яким, в тому числі, нульовим, культурним потенціалом.

Для розгляду міжнародного практичного досвіду проектування дозвіллевих установ були обрані такі об'єкти як: Культурний центр в Віана-ду-Каштелу, Португалія (Eduardo Souto de Moura), Культурний центр міста Мюлуз, Франція (бюро Paul Le Querrec Architects), Парк Фундідора, Монтеррей, Мексика (Anagrama), Культурний центр. Тайчжун, Тайвань, Дитячий культурний центр в Копенгагені, Данія (Ama'r Children's Culture House, архітектор Дортен Мандруп), Палац школярів в Астані, Казахстан. Ці проекти є яскравими представниками об'єктів культурно-дозвіллевого призначення. Для сучасних будівель палаців дитячої творчості характерною особливістю є багатофункціональність, яка виходить за межі будівлі і поширюється на прилеглий ділянці шляхом створення благоустрою та забезпечення місць для ігор, спілкування не тільки між дітьми, але і між їх

батьками. Як правило, такі центри не прив'язані до освітніх установ і є повністю відокремленими. З точки зору архітектурного образу простежується тенденція до створення середовища співмасштабним дитині з використанням яскравих складних архітектурних форм.

В нашій країні значних успіхів у будівництві позашкільних навчальних закладів було досягнуто за радянських часів. В ті часи мережа закладів організації дитячо-юнацького дозвілля була достатньо розвинута. Такі заклади представляли Будинки піонерів, клуби, Будинки дитячої і учнівської творчості. На сьогодні подібні будівлі майже не будуються, а їх реконструкція відбувається «по-старому»: без врахування зростання соціальних вимог, вдосконалення навчально-виховного процесу та динаміки розвитку науково-технічних розробок.

Основними контингентами ПДТ є діти шкільного віку 7-18 років. Поряд з цим, програми ПДТ можуть передбачати також роботу з дітьми старшого дошкільного віку 4-6 років, що проживають в зоні доступності ПДТ, характерною для цих вікових груп – в радіусі 500-750 м.

ПДТ повинні відповідати ДБН В.2.2-12:2018, ДБН В.2.2-3:2018, ДБН В.2.2-9-209, ДБН В.2.2-4-97, ДСанПіН 5.5.6.009-98 та ДСанПіН 5.5.2.008-01, Санітарному регламенту для дошкільних навчальних закладів від 23.03.2016 №234 та іншим вимогам діючого законодавства.

Визначення загальної потреби в палацах дитячої творчості рекомендується приймати з розрахунку охоплення цими установами 15% дітей шкільного (7-18 років) і 5% дітей старшого дошкільного віку (4-6 років), які проживають в зоні обслуговування ПДТ.

Зона обслуговування центрів дитячої творчості визначається в межах муніципальних районів в радіусі до 15 хвилин транспортно-пішохідної доступності (1,5 км) для середньої і старшої вікових груп школярів і 750-1000 м для дітей дошкільного та молодшого шкільного віку [3]

Територіальна організація мережі повинна враховувати межі рухливості різних вікових груп, що обслуговуються ПДТ, а також ступінь поширеності та масовості різних видів реалізованих в них занять. Граничний розмір зони обслуговування головних будівель окружних ПДТ визначається (відповідно до рухливості середньої та старшої вікових груп) в межах 15-хвилинної транспортно-пішохідної доступності установи

На ділянці ПДТ слід проводити функціональне зонування. До складу зон рекомендується включати (крім зон забудови та озеленення) наступні: масових святкових заходів; ігор і розваг; науково-технічних занять; біологічних занять; фізкультурно-спортивних занять; тихого відпочинку; господарська. Для земельних ділянок ПДТ малої місткості (на 150 і 300 місць) доцільно об'єднання зон "масових заходів" і "ігор і розваг", що дозволить більш гнучко використовувати невелику територію.

## Висновки

Попередньо проведені дослідження Палаців дитячої творчості, що потребують ремонту, доводять що дані заклади потребують не тільки термомодернізації, а й реконструкції і дизайну інтер'єру. При цьому необхідно обов'язково враховувати сучасний рівень соціальних потреб, розвиток науково-технічного прогресу, особливості вікових груп дітей, в тому числі інклюзивність, й вимоги сучасного освітнього процесу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кисіль С. С. Пропозиції щодо удосконалення формування архітектурного середовища / С. С. Кисіль, В. Л. Сташенко / «Сучасні проблеми архітектури та містобудування». – Випуск 51, 2018 – С. 135-140.
2. ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Заклади освіти. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 46 с.
3. Аванесян Д. О. Функціонально-емоційні аспекти формування центрів дитячої творчості (ЦДТ) / Д. О. Аванесян, Г. А. Негай // «Сучасні проблеми архітектури та містобудування». – Випуск 29, 2012 – С. 6-14.

**Форостяний Владислав Михайлович** — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vladforostianiy@gmail.com

**Бауман Катерина Володимирівна** — к.т.н., старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. e-mail: bauman@vntu.edu.ua

**Frostyany Vladislav M.** — student of gr. Bm-19m, Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vladforostianiy@gmail.com

**Bauman Katerina V.** — Ph.D., senior lecturer of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. e-mail: bauman@vntu.edu.ua

## ОЦІНКА СТУПЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВЕДЕННЯ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація:

*Введення показника потенційного впливу обмежених умов міської забудови, що відображає в кількісному вираженні ступінь їх впливу до обліку та з урахуванням прийнятих рішень по мінімізації / нівелювання даних факторів.*

**Ключові слова:** Щільна міська забудова. Обмежені умови. Оціночний показник ступеня впливу зовнішніх факторів. Організаційно-технологічна модель ведення будівництва.

### Abstract:

*Introduction of an indicator of the potential impact of limited conditions of urban development, which reflects in quantitative terms the degree of their impact on accounting and taking into account the decisions taken to minimize / level these factors.*

**Keywords:** Dense urban development. Limited conditions. Estimate of the degree of influence of external factors. Organizational and technological model of construction.

### Вступ

Організація і проведення будівельно-монтажних робіт, як капітальне будівництво, так реконструкційні роботи, а також процеси реновації квартальної забудови, в тому числі і виробничих територій, пов'язані з низкою факторів, які впливають на ефективність реалізації проекту. [1]. При цьому, наукова обґрунтованість даних факторів, оцінка рівня їх впливу, а також формування комплексного алгоритму прийняття організаційно-технологічних рішень в залежності від ступеня впливу факторів навколишнього середовища на складність ведення будівельно-монтажних робіт в умовах щільної міської забудови, фактично відсутня.

Доцільно виділити ряд факторів, які характеризують умови як стиснення. [2]. За допомогою методу експертних оцінок для виділених факторів присвоєнням ступенів із значущості в кількісному вимірі (ступінь вагомості кожного фактора з урахуванням впливу його на тривалість і складність заходів щодо його усунення / нівелювання).

### Основна частина

За результатами отриманих оціночних показників для кожного фактора, розробляється математична модель для розрахунку комплексного оціночного показника ступеня впливу зовнішніх факторів навколишнього середовища на ведення будівельно-монтажних робіт - Pex (Potential External Factors).

Чим вище коефіцієнт використання території, тим з більшою ймовірністю на вибір методів по організації будівельних робіт на будівельному майданчику будуть впливати фактори, які характеризують умови будівництва як стиснення.

Для визначення ступеня ефективності прийнятих організаційно-технологічних рішень в умовах щільної міської забудови, пропонується ввести оціночний показник ступеня впливу зовнішніх факторів навколишнього середовища на ведення будівельно-монтажних робіт - Pex (Potential External Factors) [3].

Був виділений наступний ряд факторів, імовірно що впливають на виробництво будівельно-монтажних робіт, і, як наслідок, на прийняту організаційно-технологічну модель ведення будівництва (1) порядковий номер, який присвоюється фактору):

- 1) підземна інфраструктура, що включає:
  - існуючі тепломережі, ХГВС (холодне, гаряче водопостачання) (1);
  - спецзв'язок, інтернет і телефонія (2);

- колектори каналізаційні (старі і нові) (3);
- наявність старих фундаментів, що виходять за межі ділянки будівництва (4);

2) транспортна інфраструктура:

- необхідність в розрахунку графіка поставки необхідних матеріалів на будівельний майданчик з урахуванням інтенсивності міського руху (5);
- підбір техніки в залежності від можливості під'їзних шляхів до будівельного майданчика (неможливість провезення великогабаритної будівельної техніки до будівельного майданчика за рахунок вузького транспортного полотна, наявності тролейбусних проводів на шляху проїзду техніки, наявності низьких естакад) (6);

3) «червоні лінії» будівельного майданчика:

- «100% забудова» (виключає наявність вільного робочого простору на будівельному майданчику) (7);
- неможливість розміщення виробничо-побутових приміщень, цехів (8);
- неможливість розміщення зон складування матеріалів, опалубки (9);
- неможливість розміщення зон вантажно-розвантажувальних робіт (10);
- неможливість використовувати кошти великої механізації за рахунок простягнутих ліній електропередач, що потрапляють в зону впливу будівельного майданчика (11);

4) існуючі будівлі і споруди, що потрапляють в зону впливу будівельного майданчика:

- можливі опади існуючих будівель (12);
- необхідність усунення / мінімізації впливу шумів, вібрацій, вихлопних газів, пилу будівельної, що виникають при веденні будівельних робіт (13);
- необхідність у використанні машин, висота яких перевищує висоту близько розташованих об'єктів (14);

5) «небезпечні зони»:

- необхідність в спорудженні навісів для пішоходів (15);
- використання кранів з обмеженим поворотом стріли (16);

6) інші фактори:

- неможливість організації місць складування будівельного сміття і знімаються ґрунтів в межах міста (17).

Для визначення параметрів, які суттєво впливають на ведення будівельних робіт в умовах щільної міської забудови, був обраний метод експертних оцінок [4-7].

Опитувалися 100 експертів, що представляють організації, які виконують будівельні роботи в місті Дніпро і мають спеціальні знання і досвід в організації будівельних робіт на урбанізованих територіях, а також, що мають будівельну освіту.

Щоб привласнити кожному показнику кількісне значення, чи відбракувати його як що не належить до умов щільної міської забудови, створювався опитувальний лист, в якому представлені фактори обмеженості і пропонувалося дати оцінку кожному фактору. Ступінь впливу кожного конкретного фактора оцінювалася за шкалою від «1» до «5», а саме:

«1» - фактор переважно не пов'язаний зі специфікою виробництва робіт в умовах щільної міської забудови;

«2» - виникає рідко, не вимагає застосування особливих організаційно-технологічних рішень;

«3» - виникає постійно, не вимагає застосування особливих організаційно-технологічних рішень;

«4» - виникає рідко, вимагає застосування особливих організаційно-технологічних рішень;

«5» - виникає постійно, вимагає застосування особливих організаційно-технологічних рішень.

Форма опитувального листа представлена в табл. 1.

Таблиця 1 - Форма опитувального листа

Таблиця 1.

№п/п	Найменування фактора	Категорії оцінки				
		1	2	3	4	5

Результати оцінки і-го параметру розраховувався як середнє значення оцінок j-го експерта наступним образом:

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N m_{ji}}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N m_{ji} = \frac{m_{ji}}{N},$$

де:  $m_{ji}$  – оцінка  $j$ -го експерта, яка була дана їм (експертам)  $i$ -ому фактору;  
 $N$  – загальна кількість експертів.

Результати визначенні середніх значень оцінок представлених в табл. 2.

Таблиця 2 - Середнє значення оцінок факторів

Таблиця 2

Нумерація факторів	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Середнє значення оцінки $j$ -ого фактора	3,58 3,67 3,50 3,25 3,75 3,75 3,42 3,75 4,25 3,83 3,75 3,38 4,17 4,08 4,00 4,33 4,58

За результатами опитування кожному з представлених факторів присвоювався коефіцієнт (вага). Коефіцієнт позначаємо як  $v_i$ . Даний коефіцієнт відображає важливість (значущість) кожного  $i$ -го оціненого фактора в кількісному вимірі.

Сума всіх коефіцієнтів приймалася рівною «10». Дана умова задавалася у вигляді формули:

$$\sum_{i=1}^n v_i = 10.$$

Результати визначення ваги представлені в табл. 3.

Таблиця 3 - Коефіцієнти визначення (ваги) факторів

Таблиця 3

Нумерація факторів	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Вага факторів	0,453 0,463 0,442 0,441 0,474 0,474 0,432 0,474 0,537 0,484 0,484 0,474 0,568 0,354 0,436 0,487 0,564

На думку численних експертів, які залучаються для оцінки ступеня впливу навколишнього середовища на ведення будівництва в умовах щільної міської забудови, фактори за ступенем частоти виникнення розташувалися в наступному порядку починаючи від найбільш часто зустрічаються:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1) 17 фактор;       | 8) 5,6,8 фактори;   |
| 2) 16 фактор;       | 9) 2 фактор;        |
| 3) 9 фактор;        | 10) 1 фактор;       |
| 4) 13 фактор;       | 11) 3 і 18 чинники; |
| 5) 14 фактор;       | 12) 7 фактор;       |
| 6) 15 фактор;       | 13) 4 чинники;      |
| 7) 10 і 11 чинники; | 14) 12 фактор.      |

Для того щоб створити математичну модель, кожного розглянутого фактору присвоюємо позначення у вигляді:  $P_1, P_2 \dots P_{17}$ .

Результати опитування показали, що кожен з представлених факторів має значну вагу при веденні будівельно-монтажних робіт. З цього випливає, що відбраковують фактори як незначущі не будуть, і оціночний показник ступеня впливу зовнішніх факторів буде вважати з урахуванням всіх представлених одиниць.

Математичну модель розрахунку ступеня впливу зовнішніх факторів  $P_{ex}$  задаємо в наступному вигляді:

$$P_{ex} = \sum_{i=1}^n v_i * P_i = v_1 * P_1 + v_2 * P_2 + v_3 * P_3 + \dots + v_{17} * P_{17}$$

З урахуванням ваг, отриманих за допомогою експертних оцінок, модель набуває наступний вигляд:



$$P_{ex}=0.453*P_1+ 0.463*P_2+ 0.442*P_3..... + 0.400*P_{17}$$

При роботі з даною моделлю, значення впливу зовнішніх факторів (P i) будуть оцінюватися за допомогою наступних коефіцієнтів:

- 1) «-1» - потрібні заходи по усуненню даного чинника в повному обсязі;
- 2) «0» - заходи щодо усунення даного чинника в повному обсязі не потрібні;
- 3) «1» - заходи щодо усунення даного чинника не потрібні.

Таким чином, значення  $P_{ex}$  будуть перебувати завжди в наступному проміжку:

$$10 \geq P_{ex} \leq -10$$

### Висновок:

Розроблена модель дозволить оцінити рівень складності ведення об'єкта в умовах щільної міської забудови шляхом аналізу всіх виникаючих факторів. За результатами аналізу надається інформація про наявність і ступінь впливу перераховуються факторів на майбутнього будівельного майданчика, що, в свою чергу, дозволяє оперативно виявляти найбільш проблемні зони і мінімізувати їх вплив на ведення будівельно-монтажних робіт.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект Закону України «Містобудівний кодекс України» від 18.05.2010 № 6400
2. Лапідус А.А. Формування інтегрального потенціалу організаційно-технологічних рішень за допомогою декомпозиції основних елементів будівельного проекту // Вісник МГСУ № 12, стор. 114-123 - 2016.
3. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
4. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92
5. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.
6. Трофименко, К. О. Містобудівна концепція Вінниці до 2040 року [Електронний ресурс] / К. О. Трофименко, В. П. Ковальський // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7327>.
7. Ковальський, А. В. Особливості проектування багатопверхових енергозберігаючих будівель [Електронний ресурс] / А. В. Ковальський, В. П. Ковальський, Д. В. Смашнюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7523>.

**Христич Олександр Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. Email: [dockhristichv@i.ua](mailto:dockhristichv@i.ua).

**Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри МБА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Матвійчук Єлизавета Русланівна** — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [bm15.matviichuk@gmail.com](mailto:bm15.matviichuk@gmail.com)

Науковий керівник: **Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри МБА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Kowalski Viktor Pavlovych** — Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Matviichuk Elizaveta** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsya national technical university, Vinnitsya city, [bm15.matviichuk@gmail.com](mailto:bm15.matviichuk@gmail.com)

**Khristych Alexander V** – associate professor, associate professor of department Construction, Urban and Architecture , Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, email : [dockhristichv@i.ua](mailto:dockhristichv@i.ua).

Supervisor: **Kowalski Viktor Pavlovych** — Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ЖИТЛОВУ ЗАБУДОВУ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У статті розглянуті джерела альтернативної енергії, що застосовуються при будівництві енергоефективних будівель. Будинки розглянуті по типології і застосування енергоефективних технологій.*

**Ключові слова:** енергозбереження, енергозберігаючі технології, інноваційні технології, комфорт життєвого простору, енергоефективні будівлі.

### Abstract

*The article considers the sources of alternative energy used in the construction of energy efficient buildings. The houses are considered by typology and application of energy efficient technologies.*

**Keywords:** energy saving, energy saving technologies, innovative technology, living space comfort, energy-efficient buildings.

### Вступ

Постановка проблеми: В даний час у зв'язку з дефіцитом енергоресурсів велика увага приділяється розробкам енергозберігаючих технологій для досягнення енергоефективності в різних галузях.

Завдання роботи:

- Розглянути альтернативні джерела отримання енергії при будівництві енергоефективних будівель.
- Проаналізувати особливості застосування енергозберігаючих технологій при проектуванні будинків різної типології.

У незалежних статистичних даних, що проводяться компаніями, що займаються питаннями енергетики, з 2009 по 2012 рік лідируючі позиції по споживанню енергоресурсів займають - США, Китай, Євросоюз. За подальшим прогнозами, до 2035 року до цього списку додадуться і Індія, спільно з Китаєм їх енергоспоживання складе 31% від загального світового обсягу.

З огляду на попередній досвід світової енергетичної кризи 70-х років минулого століття, розвиток енергозберігаючих технологій стало пріоритетним.

Незважаючи на лідируючі позиції в області споживання енергоресурсів, США і КНР і інвестують в розвиток енергетики та енергозбереження. КНР має намір до 2015 року вкласти 5,6 млрд доларів в програми з енергоефективності, що дасть можливість істотно розвинути цей напрямок. У свою чергу США з 2009 року на реалізацію своєї нової політики було виділено близько 80 млрд доларів. Передбачено також розвиток і впровадження альтернативних джерел енергії від 7 до 25% до 2020 року.

Ставлення держави до розробок, впровадження і широкого використання технологій в сфері енергозбереження є однією з ключових позицій в ступені розвиненості країни. Тому актуальними на сьогоднішній день є завдання удосконалення енергозберігаючих властивостей середовища проживання людини і створення комфортних умов проживання.

### Основна частина

Світовий досвід в застосуванні енергоефективних технологій має багато прикладів успішної його реалізації, зокрема, в галузі архітектури. Результати, досягнуті на практиці в підвищенні енергетичної ефективності будівель, дозволяють говорити про революційні зміни в сучасному будівництві.

При будівництві з використанням енергозберігаючих технологій важливим аспектом є типологія будівлі. Дане питання мало висвітлений у науковій літературі, що призводить до необхідності аналізу застосовуваних технологій в будівництві громадських, житлових і промислових будівель.

Інтерес до альтернативної енергії та енергозберігаючих технологій наростає. Їх впровадження і застосування спрямовані на ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів і зниження грошових витрат. Основні напрямки в енергозберігаючих технологіях можна поділити на кілька категорій: економія теплової енергії при виробництві, економія електричної енергії, економія палива у виробництві електричної і теплової енергії; облік води, газу, тепла та електрики; відновлювальні джерела теплової та електричної енергії [1].

В даний час існує безліч напрямків альтернативною енергії.

Вітрова енергія. Величезна енергія рухомих повітряних мас. запаси енергії вітру більш ніж в сто разів перевищують запаси гідроенергії всіх річок планети. У наш час двигуни, що використовують вітер, покривають всього одну тисячну світових потреб в енергії. Вони дають досить багато енергії; якщо поставити кілька вітроелектричних станцій, то цієї енергії вистачить надовго. Але існує кілька важливих проблем: надлишок енергії у вітряну погоду і нестача вітру в безвітряну погоду.

Енергія річок. Вода була першим джерелом енергії, і, ймовірно, першою машиною, в якій людина використовувала енергію води, була примітивна водяна турбіна. Цей спосіб отримання енергії дає менше енергії, ніж вітрової.

Геотермальні, гідротермальні, системи з високими тепловими потоками засновані на використанні ресурсів Землі. Застосування такого роду технологій є екологічно чистими джерелами отримання енергії.

Енергія припливів і відливів, світовий океан також розглядаються вченими як один з видів альтернативної енергетики. За допомогою наукових формул розраховуються місця, де будівництво електростанції найефективніше

Сонячна енергія дозволяє вирішувати завдання будь-яких рівнів в споживчому сегменті. Можливість комплексного автономного енергопостачання котеджів або садиб, включаючи ландшафтне освітлення прилеглих територій, а також опалення, підігрів басейнів і кондиціонування приміщень. Системи автономного електропостачання на основі сонячних батарей можуть використовуватися і як основне джерело відновлюваної енергії, і як резервний.

Також важливими розробками є атомна і воднева енергетика.

Зазначені джерела енергії мають як позитивні, так і негативні властивості. До позитивних належать повсюдна поширеність більшості їх видів, екологічна чистота. Експлуатаційні витрати по використанню нетрадиційних джерел не містять паливної складової, так як енергія цих джерел як би безкоштовна.

Негативні якості - це мала щільність потоку (питома потужність) і мінливість у часі. Перша обставина змушує створювати великі площі енергоустановок, «перехоплюючи» потік використовуваної енергії (прийомні поверхні сонячних установок, площа вітроколеса, протяжні греблі приливних електростанцій і т. п.). Підвищені капіталовкладення згодом окупаються за рахунок низьких експлуатаційних витрат.

При розгляді даних технологій необхідно відзначити, що використання альтернативної енергетики в будівництві вимагає певних умов.

Найбільш поширені і економічно обґрунтовані технології активно застосовуються як при новому будівництві, так і при реконструкції будівель різної типології [2, 3].

Проект першого енергоефективного будинку почав здійснюватися в 1972 році в Манчестері, штат Нью-Гемпшир, архітекторами Ніколасом Ісааком (Nicholas Isaak) і Ендрю Ісааком (Andrew C. Isaak). Друга будівля, яке було запроєктовано та побудовано як енергоефективне, - це будівля «EKONO-house» в м Отаніємі, Фінляндія. Основною метою при реалізації даних проектів було оцінити ефективність архітектурних, інженерних і технологічних заходів по економії паливно-енергетичних ресурсів, споживаних будівлями. В обох будівлях було передбачено використання тепла сонячної радіації і можливостей комп'ютерної техніки для управління інженерним обладнанням. Позитивним прикладом застосування альтернативних джерел в повній мірі є експериментальне будівництво житлового району VIIKKI, Гельсінкі, Фінляндія. Практика будівництва «Sustainable building» є одним з етапів розвитку енергоефективних будівель, яка сьогодні викликає великий інтерес у фахівців усіх країн. «Sustainable building» означає «підтримує будівлю», але за своїм змістом це «життєзберігаючий будівлю». «Sustainable building» - це велика дисципліна, включає в себе вивчення можливості використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, а також оптимального використання затребуваної енергії.

На сучасному етапі застосування альтернативних технологій при будівництві енергоефективних будівель є одним з головних напрямків в архітектурі. Впровадження енергозберігаючих технологій вирішує не тільки питання, пов'язані з архітектурою, але і питання економіки, ресурсозбереження, а також екологізації.

При розгляді даного питання були виявлені особливості застосування альтернативних джерел енергії, а також енергозберігаючих технологій при проектуванні будинків різної типології [5].

### Висновок

У формуванні житлових будинків впроваджуються технології, особливістю яких є відсутність необхідності опалення чи мале енергоспоживання. Технології, що займають невелику територію.

При удосконаленні енергозберігаючих властивостей громадських будівель технології спрямовані на збереження енергоресурсів та впровадження комп'ютерних технологій, що дозволяють автоматично контролювати процеси всередині самого об'єкта.

На промислових об'єктах за рахунок території і масштабності споруд можливо використовувати різні види технологій, які є економічно обґрунтованими і екологічно чистими.

Різновид інноваційних технологій дозволяє розширити область застосування їх в удосконаленні енергозберігаючих властивостей архітектурного середовища.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матросова. А. Енергозбереження в будівлях. Проблема та шляхи її вирішення. - М, НИИСФ. - 2008. - 496 с.
2. Шилкін Н. В. «Пасивні» будівлі: можливості сучасного будівництва [Електронний ресурс] / Н. В. Шилкін. - Режим доступу: [http://www.abok.m/for\\_spec/artides.php?nid=4944](http://www.abok.m/for_spec/artides.php?nid=4944)
3. Шимко В. Т. Архітектурне формування міського середовища / В. Т. Шимко. - М.: Вища. шк., 1990. - 221 с.
4. Габріель І., Ладер Х. Реконструкція будівель по стандартам Енергоефективні будинки: переклад з нім. / І. Габріель, Х. Ладер. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 480 с.
5. Хохлачова С. Г. До проблеми архітектурно-планувальної організації реконструйованих промислових зон міста // Известия вузів. Будівництво. - 1996. - № 2. - С.109-113.

*Деревіцький В'ячеслав Володимирович* — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [slavikderevitskiy@gmail.com](mailto:slavikderevitskiy@gmail.com)

*Рундюк Світлана Володимирівна* — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rundyuksv@gmail.com](mailto:rundyuksv@gmail.com)

*Derevitsky Vyacheslav* — student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [slavikderevitskiy@gmail.com](mailto:slavikderevitskiy@gmail.com)

*Svitlana Ryndiuk* — PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [rundyuksv@gmail.com](mailto:rundyuksv@gmail.com)

## ПРОБЛЕМИ ТВОРЕННЯ НОВОЇ ЯКОСТІ ІСТОРИЧНО-СФОРМОВАНОГО СЕРЕДМІСТЯ ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Визначено актуальні проблеми у сфері охорони культурної спадщини Вінниці, які зумовлені сукупністю архітектурно-містобудівних, адміністративно-правових та соціально-економічних перетворень; опрацьовано модель комплексного збереження, як парадигми нової якості історично-сформованого середмістя.*

**Ключові слова:** історично-сформоване середмістя, охорона культурної спадщини, ревіталізація.

### Abstract

*It was defined the actual problems in the scope of cultural heritage protection in Vinnytsia, which are caused by accumulation of architectural, town-planning, administrative-legal and social-economic transformations. It was investigated the model of complex preservation as a paradigm of a new quality of the historically formed city center.*

**Keywords:** historically formed center, protection of cultural heritage, revitalization.

### Вступ

Вінниця є одним із найбільших міст Правобережної України, адміністративним, територіальним та культурним центром Вінницької області з вагомою архітектурно-містобудівною спадщиною. Сучасний вектор розвитку міста зумовлює необхідність вирішення соціально-економічних проблем історичного міста та опрацювання питань охорони культурної спадщини, що є запорукою збереження своєрідності й краси Вінниці, гармонійного поєднання старовинного і нового у спадкоємному розвитку. Оскільки пам'ятки архітектури та містобудування становлять значний соціально-економічний потенціал держави, дбайливе ставлення до культурної спадщини, відродження кращого з втраченого, все більше стає ознакою ефективного сучасного містобудування.

Мета публікації полягає у виявленні проблем збереження традиційного характеру середовища Вінниці та наповнення його новими функціями, задля покращення загального соціально-економічного стану міста.

### Основний текст

Оскільки в сучасних умовах ідентичність українських міст визначається умілим використанням культурного надбання, вкрай важливою є архітектурно-містобудівна спадщина Вінниці кінця XIX – початку XX ст. та її соціально-економічний потенціал. Відомо, що найбільш важлива в композиційному відношенні територія середмістя зайнята історичним ядром, що сформувалось вздовж вул. Соборної [1]. До появи периметральної, в основному триповерхової забудови, архітектурні доміанти і оборонні споруди історичного ядра міста виявляли і підкреслювали найважливіші просторові комбінаційні вузли місцевості. Проте, забудова другої половини XX ст. знівельовала ці акценти, позбавила також пам'ятки архітектури відповідного середовища і порушила зв'язок з природним оточенням [1]. Отже, традиційні інструменти та засоби просторового розвитку другої половини XX ст., що відповідали в основному ідеології індустріальної епохи, призвели не лише до знищення значного пласту культурно-історичних цінностей, але і до створення нової особливої категорії – архітектури радянської доби XX ст., що сьогодні також потребує відродження.

Вінниця – історичне місто (постановою Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. N 878), що розвивається. Тому місто поступово змінюється, формуючи нові райони і перетворюючи ті, що вже склались. Як відомо, реалії сучасних перетворень середмість великих міст виразно відрізняються від тих ідеалізованих умов, на які були розраховані проекти регенерації середовища у радянський час [2]. Тому за останні десятиліття виникла принципово нова ситуація у відношенні до історичної

забудови міста. Разом з тим, потребує додаткового розгляду питання охорони історично-сформованого середовища. Відомо, що просторову основу історичного середовища визначають такі складові елементи: природний ландшафт, монументальні споруди й забудова та планувальна організація вулиць і площ [3].

Історична міська забудова, до якої входять будівлі різних типологічних груп, формує образ міста і впливає на його естетику. Проте в реаліях сьогодення питання забезпечення реалізації сучасних потреб та збереження архітектурної спадщини, з урахуванням суспільних та приватних інтересів, є питанням дискусійним та суперечливим, що вимагає міжгалузевої взаємодії у вирішенні [1]. Не зважаючи на те, що органами місцевої влади та громадою Вінниці вжито значні заходи щодо створення нового образу міста, у тому числі через позиціонування його історичних, архітектурних, культурних ресурсів, існує ряд вагомих проблем у сфері охорони архітектурно-містобудівної спадщини на різних рівнях [4]:

1. Відсутність сформованої програми збереження та відродження культурної спадщини у місті стає приводом для руйнації об'єктів архітектурної спадщини внаслідок здійснення несанкціонованих будівельних робіт.

2. Недостатнє фінансування пам'яткоохоронної діяльності.

3. Недостатня координація у діяльності органів державної влади із збереження історико-культурної спадщини.

4. Неякісний контроль за виконанням чинних законів та правових актів з боку пам'яткоохоронних органів.

5. Відсутність сприятливого клімату та юридичної основи для залучення приватних коштів у відновлення культурної спадщини.

6. Втрата своєрідності художньо-естетичного образу і унікального природного ландшафту у зв'язку з інтенсивним господарським освоєнням історичних територій.

7. Високий ступінь фізичного руйнування значного числа об'єктів архітектурної спадщини, що призводить до виникнення реальної загрози втрати частини пам'яток.

8. Невідповідність умов утримання і використання історичних будівель сучасним санітарно-гігієнічним та експлуатаційним вимогам.

9. Низький рівень поінформованості жителів міста про культурну спадщину, сучасний стан та перспективу відродження пам'яток, що певним чином спричиняє руйнацію культурно-історичного потенціалу міста.

В умовах стрімких темпів урбанізаційних процесів, задля збереження традиційного характеру середовища Вінниці недостатньо лише включити у життя міста окремі пам'ятники архітектури. В умовах нової стадії свого розвитку, місто розглядається, як багатогранне поняття, що охоплює різні складові: будівлі та споруди, що формують простір міста; громадський простір, що об'єднує людей; вулиці, як зв'язки між просторами та місцями; транспортні системи; природні пейзажі, що допомагають визначити характер та привабливість міста.

Сьогодні проблема збереження культурної спадщини включає такі види комплексних заходів: ревалоризація (збереження історичних та мистецьких якостей успадкованого просторового устрою містобудівного утворення [5]), регенерація (відновлення історичного просторового устрою пам'яткового містобудівного утворення та його функціональне й естетичне включення в життя міста [5]) та ревіталізація (підвищення функціональної значущості середмістя шляхом відтворення втрачених ними громадських функцій або надання їм нових, що не порушують традиційний характер середовища [6]).

Парадигма творення нової якості історично-сформованого середмістя Вінниці включає модель комплексної ревіталізації, що складається із емпіричної, теоретично-проектної та практичної стадії. Загалом вирішуються проблеми відновлення середмістя, реставрації пам'яток, реконструкції важливих споруд, розвитку економіки та культури, активізації місцевою громадою, реабілітації міської ідентичності та традицій [7].

За результатами дослідження досвіду європейських країн встановлено, що збереження та включення об'єктів культурної спадщини в міське життя може мати багатосторонній позитивний вплив на успішний розвиток сучасного міста. Аналіз джерельної бази дозволив розмежувати п'ять основних категорій соціально-економічного потенціалу відродження архітектурної спадщини (за дослідженнями наукових інститутів Норвегії, Швеції, Великої Британії, США) [8]:

1. Вплив на добробут місцевої громади: створення нових робочих місць, збільшення прибутків домоволодінь, спонукання до саморозвитку, посилення конкурентоспроможності громади.
2. Вплив на бізнес-клімат як на місцевому рівні, так і на державному рівні (відновлення історичних будівель сприяє розвитку малого та середнього бізнесу, що базується на активі місцевих громад).
3. Розвиток туризму та модернізація культурної інфраструктури міста.
4. Спонукає до формування сучасного громадського простору, розвитку транспорту та послуг.
5. Вплив на екологічну ситуацію та раціональне використання ресурсів (можливість запобігти розширенню міських територій, завдяки доцільному використанню існуючої забудови міста; сприяє сталому компактному розвитку міських районів).

Отже середмістя Вінниці варто сприймати як логічну і фізичну частину системи історичного міста зі значним потенціалом. Середовище середмістя формується під впливом множини взаємопов'язаних елементів, до них належить: історія та економіка, особливості формування планувальної структури та архітектури, міська громада. Сукупність цих елементів повинна стати основою для творення нової якості середмістя.

### Висновки

Встановлено, що, незважаючи на позитивні тенденції останніх років в пам'яткоохоронній сфері, існує ряд вагомих проблем збереження, що потребують нагального вирішення. Зокрема недостатнє державне та приватне фінансування на утримання чисельних об'єктів, що потребують негайного втручання, справляє негативний вплив на формування нової якості історичного середовища Вінниці.

Окремим положенням є розвиток туристичної інфраструктури, ключовими складовими якої є пам'ятки архітектури, що сприятиме самоідентифікації відвідувачів та місцевої громади. Також встановлено, що збереження архітектурної спадщини має не лише туристичний ефект, але й сприяє загальній соціально-економічній активізації історичного середовища.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. Субін-Кожевнікова, «Розвиток архітектури м. Вінниці наприкінці XIX – у першій половині XX ст.», дис. канд. арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2020.
2. В. Тимофієнко, ред., Ю. Асєєв, В. Вечерський, О. Годованюк та ін. *Історія української архітектури*. Київ, Україна: Техніка, 2003.
3. Л. Прибега, *Архітектурна спадщина України: пам'яткоохоронний аспект: монографія*. Київ, Україна: Інститут культурології НАМ України, 2015.
4. О. Рибчинський, «Аналіз програм збереження культурної спадщини України», 2017. [online] Доступно: <http://www.kultura.org.ua/wp-content/uploads/Heritage.pdf>. Дата звернення: 08 лист. 2020.
5. Л. Прибега, *Охорона та реставрація об'єктів архітектурно-містобудівної спадщини України: Методологічний аспект*. Київ, Україна: Мистецтво, 2009.
6. В. Вечерський, *Спадщина містобудування України: Теорія і практика історико-містобудівних пам'яткоохоронних досліджень населених місць*. Ч. 2. Київ, Україна: Науково-дослідний інститут теорії та історії архітектури й містобудування, 2003.
7. О. Рибчинський, «Формування та ревіталізація середмість історичних міст України», дис. док. арх., Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2017.
8. Indrē Gražulevičiūtė–Vilenišķē, «Scientific Journal of Riga Technical University Architecture and Urban Planning», 2011. [online] Available: <https://issuu.com/apf.lv/docs/2011journal/38>. Accessed on: Nov. 08, 2020.

**Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [subinkozhevnikova@vntu.edu.ua](mailto:subinkozhevnikova@vntu.edu.ua)

**Хороша Оксана Іванівна** – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [korosha@vntu.edu.ua](mailto:korosha@vntu.edu.ua)

**Subin-Kozhevnikova Alona** – teaching assistant of department construction, urban and architectural, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [subinkozhevnikova@vntu.edu.ua](mailto:subinkozhevnikova@vntu.edu.ua)

**Khorosha Oksana** – teaching assistant of department construction, urban and architectural, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [korosha@vntu.edu.ua](mailto:korosha@vntu.edu.ua)



## **BUILDING PRODUCTS USING INDUSTRIAL WASTE**

Vinnytsia National Technical University

### **Анотація**

*В результаті досліджень та аналізу даних було встановлено, що використання золи-винос та червоного шламу дозволяє коригувати пластичність в'язучого та строки тужавлення, водостійкість, щільність в'язучого, збільшувати міцність готових будівельних виробів з одночасним зменшенням витрат цементу.*

**Ключові слова:** зола-винос; червоний шлам; будівельні матеріали.

### **Abstract**

*Research and data analysis have shown that the use of fly ash and red sludge can adjust the plasticity of the binder and hardening time, water resistance, binder density, increase the strength of finished construction products while reducing cement consumption.*

**Keywords:** fly ash; . red mud; construction materials.

Every year, natural resources are depleted, and production waste, both in the world and in Ukraine, increases significantly. The colossal accumulation of such waste disrupts the ecological balance in nature, is a source of environmental pollution. Land farms suffer most often [1-3].

Another problem is the constant increase in prices in Ukraine, which leads to the search for and implementation of resource-saving technologies for the manufacture of efficient building materials and products. The use of waste from the mining, metallurgical and heat industries in the construction industry will partially solve these problems, as in the settlements of Ukraine annually generated solid waste with a volume of more than 46 million m<sup>3</sup>. According to the latest data of specialists, our country is one of the first among European countries in terms of their number. Such indicators give grounds to assert about the dangerous ecological situation in Ukraine, so today the issue of solid household and industrial waste disposal is acute [4-7].

Among the current areas, a special role is given to expanding the use of industrial waste as a secondary raw material, which will reduce the cost of building materials by reducing the cost of raw materials, fuel and energy and other resources. The most promising for use in the production of building materials in terms of mineralogical and chemical compositions are wastes from the heat industry, which are represented by the ash removal of thermal power plants, and wastes from alumina production - red bauxite sludge of the Nikolaev alumina plant.

Sludge brick production has recently been implemented in Germany. Red sludge in the amount of 10-50% is mixed with clay, pressed and fired. Similar work was carried out in Hungary. The firing temperature is 950-1250 ° C. In addition to sludge (51-90%), quartz sand, volcanic rocks, silicate sludge, and plastic clay (7.5-15%) are used in the charge [8-11].

The addition of red sludge to the initial mixture helps to improve the quality of cement. Currently, MGZ ships 50-60 thousand tons of red sludge per year to cement plants, the potential volume of supplies is 400-450 thousand tons per year. But cement manufacturers have additional requirements for the composition of the sludge, associated with the limitation of the total content of alkalis and water-soluble compounds. In addition, the Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content should exceed 50%. There are no specific standards for limiting the chemical composition of red sludge for the cement industry [12-14].

Another very popular and relevant method is the use of fly ash. More than 100 million tons of ash and man-made raw materials have been accumulated on the territory of Ukraine, the amount of which increases by more than 10 million tons annually [15-19]. Thermal power plant fly ash is a vitreous low-calcium aluminosilicate substance represented by fine powders, which allows them to be used without grinding. One of the most significant general characteristics of fuel ash and slag mixtures in Ukraine is their belonging to the class of acidic and ultraacid. When closed with water, they do not harden and have virtually no ability to hydrate.

The use of fly ash as a fine aggregate in concretes and mortars has a positive value. First: the average density of construction products is reduced compared to products on natural sand. Secondly, the concrete

mixture using ash-removal is well formed and does not delaminate. Thirdly, due to the hydraulic activity of the ash, the term of heat treatment is reduced and 10-30% of cement is saved. Combustion of coal at thermal power plants in Ukraine annually produces 7-9 million tons of ash and slag. The main components of fly ash - SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are mainly in the form of vitreous phases, so they can be considered inert components. The amount of SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO significantly affects the basic physicochemical properties of the fly ash. Table 1 shows the chemical composition of the ash removal of Ladyzhyn TPP.

Table 1

Chemical composition of fly ash.

The content of oxides	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	losses during calcination
Ukraine	52,1	23,1	15,63,16	3,16	1,08	0,4	1,2	0,57	0,7
USA	34-48	17-31	6-26	1-10	0,5-2	1,5		0,2-4	1,5

It is established that the use of fly ash and red sludge allows to adjust the rheological properties of the mixture and change the physical and mechanical properties of construction products while reducing cement consumption. Which in the future can ensure the production of cost-effective and affordable building materials.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
2. Ковальський В. П. Звукоізоляційні сухі будівельні суміші на основі відходів виробництва [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондарь // Інноваційне розвиток територій: Матеріали IV Міжнародн. науч.-практ. конф., 26 лютого 2016 г. – Череповець, 2016. – С. 73–78.
3. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христинч // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
4. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії [Текст] / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 137-141.
5. Губіна В.Г., Червоний шлам Миколаївського глиноземного заводу – цінна техногенна сировина / Губіна В.Г., Кадошніков В.М. // Геолого-мінералогічний вісник.– 2005.– № 2.
6. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 209.
7. Очеретний В. П. Комплексна активна мінеральна добавка на основі відходів промисловості [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Сборник научных трудов по материалам IV международной научно-практической Интернет-конференции „Состояние современной строительной науки – 2006”. – Полтава : Полтавский ЦНТЭИ, 2006. – С. 116-121.
8. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.
9. Друкований М. Ф. Комплексне золошламове в'язуче [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2006. – Вип. 21. – С. 94-100.
10. Ковальський В.П. Застосування червоного бокситового шламу у виробництві будівельних матеріалів // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2005. – № 1 (49). – С. 55-60.
11. Ковальський В. П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної

- конференції “Наука і освіта 2005”. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – Т. 55. – С. 31-32.
12. Голубничий А. В. Застосування золошлаків для малоповерхового будівництва / А. В. Голубничий, Н. В. Зарубіна // Строительные материалы и изделия. – 2001. – № 3. – С. 27–28.
  13. Ковальський В. П. Малоклинкерное жаростойкое вяжущее / В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков, С. А. Комаринский// Сборник тезисов и докладов IX Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций", 25-26 октября 2018 г. – Кокшетау (Казахстан) : КТИ КЧС МВД РК, 2018. – С. 148-151.
  14. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМВінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
  15. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
  16. Зузяк С. Ю. Жаростійкий будівельний матеріал на основі комплексного в'язучого [Текст] / С. Ю. Зузяк, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 25-26.
  17. Ковальський, В. П. Використання відходів промисловості для виробництва легких бетонів [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, І. М. Вознюк, Д. О. Войтюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7576>.
  18. Ковальський В. П. Минеральные вяжущие с использованием промышленных отходов [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь, В. П. Бурлаков // Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира» (22–23 ноября 2018 г.).– Санкт-Петербург: НИЦЭБ РАН, 2016. – С. 39-42.
  19. Бондар А. В. Утилізація відходів промисловості шляхом виготовлення на їх основі сухих будівельних сумішей / А.В.Бондар, В.П.Ковальський, В.П.Бурлаков, Є.Р.Матвійчук // Екологічні науки: науково-практичний журнал. – К: ДЕА, 2018. – No 3(22). – С. 21-24. – ISSN 2306-9716.

**Постолатій Маріанна Олександрівна** – студентка групи Б-17, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [postolatiu@gmail.com](mailto:postolatiu@gmail.com).

**Яківчук Сергій Володимирович** – аспірант Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [sergiyakivchuk7@gmail.com](mailto:sergiyakivchuk7@gmail.com).

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Postolatii Marianna O.** - student of B-17m group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya [postolatiu@gmail.com](mailto:postolatiu@gmail.com).

**Sergeii Yakivchuk** - postgraduate Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sergiyakivchuk7@gmail.com](mailto:sergiyakivchuk7@gmail.com)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І РОЗЧИНІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглянуто параметри радіаційного впливу будівельних матеріалів, виконано огляд складових для зменшення радіоактивності будівельних матеріалів, проаналізовано вимоги щодо основних компонентів будівельних розчинів для дотримання радіаційної безпеки.

**Ключові слова:** радіаційна активність, будівельні матеріали, штукатурні розчини, природні радіонукліди.

### Abstract

The parameters of radiation exposure of building materials are considered, the components for reducing the radioactivity of building materials are reviewed, the requirements for the main components of construction solutions for compliance with radiation safety are analyzed.

**Keywords:** radiation activity, building materials, plaster solutions, natural radionuclides.

### Вступ

Хоча виробники різних виробів заспокоюють споживачів тим, що захист від випромінювання при експлуатації їх товарів не потрібна (так як нібито мікродози дуже малі), проте, на думку багатьох фахівців, регулярний вплив таких випромінювань чинить негативний вплив на організм людини і підриває його життєві сили[1-3].

### Результати дослідження

В останні роки зростає позитивна тенденція до показань радіаційної активності в технічній документації на будівельні матеріали каменедобувної та обробної галузей. Так, наприклад, для будівельних матеріалів з граніту - окантованих облицювальних плит, виробів малих архітектурних форм з карельського граніту в технічну інформацію на матеріал, поряд з експлуатаційно-технічними показниками - щільністю, водопоглинанням, стираністю, морозостійкістю, межею міцності при стисненні - включений показник радіоактивності [4-6].

Найбільш системно інформація про радіаційну активність матеріалів представлена в монографії Пархоменко В. І. В таблиці 1 для попередньої оцінки радіаційних властивостей матеріалів наведено радієвий еквівалент для основних з них (пКі/г), отриманий при дослідженні зразків з різних регіонів.

Таблиця 1 – Радієвий еквівалент ряду мінеральних матеріалів і будівельних матеріалів на їх основі

Матеріал	Радієвий еквівалент, пКі/г
Будівельний камінь	0,9 – 15,9
Бетон	0,5 – 10,1
Глина	1,4 – 6,7
Цегла глиняна (червона)	2,2 – 7,0
Цемент	0,8 – 4,3
Щебінь вапняковий	0,1 – 3,2
Вапно	0,1 – 2,6
Пісок	0,2 – 5,6
Цегла силікатна	0,3 – 2,8
Відходи промисловості і виробу на їх основі	0,9 – 11,6
Шлаки, попід, фосфогіпс	до 60

Для будівельних робіт регламентується радіаційна безпека для щебеню, гравію із щільних гірських порід і піску (таблиця 2), в якому встановлюються вимоги для етапу виробництва з них будівельних матеріалів на основі мінеральних в'язучих — бетону, будівельного розчину у відповідності з областями їх застосування

Таблиця 2 – Радіаційно-гігієнічна оцінка та вимоги до матеріалів при їх виробництві

Матеріал	Питома ефективна активність природних радіонуклідів, $A_{\text{червон}}$	Клас безпеки	Визначена область застосування
Щебінь, гравій, пісок	до 370 Бк/кг	1	в споруджуваних житлових і громадських будівлях
	понад 370 до 740 Бк/кг	2	для дорожнього будівництва в межах території населених пунктів і зон перспективної забудови, а також при зведенні виробничих будівель і споруд
	понад 740 до 1350 Бк/кг	3	в дорожньому будівництві поза населеними пунктами

Одночасно при веденні реконструкції і капітального ремонту панельних і бетонних будівель житлового фонду України необхідним є зниження радіаційного  $\gamma$ -фону в їх помешканнях, який значно перевищує потужність дози  $\gamma$ -випромінювання в приміщеннях дерев'яних та цегляних будинків. Величина потужності поглиненої дози в приміщеннях будівлі, що характеризує зовнішню складову ефективної дози опромінення, залежить також від змісту  $\gamma$ -випромінюючих радіонуклідів у видах будівельних матеріалів, які використовуються для огорожувальних та несучих конструкцій приміщення [7].

Сьогодні на ринку існують захисні штукатурні розчини, які, завдяки використанню додаткових матеріалів, здатні призупинити вплив шкідливих випромінювань.

Захисні штукатурки можуть класифікуватися за сферою їх застосування. Так, в залежності від цього критерію всі захисні штукатурки можуть бути призначеними для виконання зовнішніх і внутрішніх опоряджувальних робіт [8-10]. До групи штукатурок, які необхідні для виконання внутрішніх опоряджувальних робіт з дотриманням норм радіаційної безпеки, відносять магнезійно-шунгітову захисну штукатурку (обробка стін дозволяє якісно провести захист будівлі від зовнішнього електромагнітного випромінювання), гіпсову вирівнюючу штукатурку (проводиться для машинного і ручного способу виконання робіт). Як оздоблювальний матеріал для внутрішнього застосування використовується і баритова захисна штукатурка, нею обробляють поверхні перед фарбуванням.

Для зовнішнього застосування використовується мармуровобілі шунгітові захисні розчини. Для обробки об'єктів, до яких пред'являються підвищені вимоги по антистатичності і пожежобезпеки, рекомендується використовувати спеціальну іскрозахисну штукатурку.

### Висновки

Сухі будівельні суміші можуть бути використані для створення багатошарових конструкцій стін, підлог, перекриття, що дозволить регулювати та знизити гамма-фон приміщень. Також, перспективним є напрямок використання відходів промислового виробництва, що у комплексі з мінеральними заповнювачами, дають ефективні екологічні сухі будівельні суміші.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурлаков В. П. Джерела радіоактивності [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 13-14.
2. Постолатій М. О. Пожежна та техногенна безпека [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 42-43.

3. Ковальський В. П. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів / В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков, Н. А. Акімов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 94-95.
4. Христич О.В. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів [Текст] / О.В. Христич, В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. – С. 184.
5. Друкований М. Ф. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів [Електронний ресурс] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8959>.
6. Аналіз радіоактивності будівельних матеріалів для житлового та громадського будівництва / Швець В. В., Бондар, А. В., Друкований, О. М. ВНТУ, 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19491>
7. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету”. Серія "Будівництво". – Суми : СумНАУ. 2014. – Вип. 8(18). – С. 130–145.
8. Олійник Ю. Г. Захист середовища від радіоактивного впливу шляхом змінення складу бетону [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 34-36.
9. Олійник Ю. Г. Необхідність додавання заповнювачів до бетону для зниження радіаційного забруднення [Електронний ресурс] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/viewFile/10480/8795>
10. Лемешев М. С. Антистатичні покриття із електропровідного бетону [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 26-30.

**Друкований Михайло Федорович** — доктор технічних наук, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : [drukovanuy@vntu.edu.ua](mailto:drukovanuy@vntu.edu.ua)

**Олійник Юлія Григорівна** – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : [yuliaoliynyk3@gmail.com](mailto:yuliaoliynyk3@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Mykhaylo Drukovanuy** — Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

**Yulia Oliynyk** – graduate student, faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Viktor Kovalskiy** – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

## АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ АВТЕНТИЧНОСТІ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПАЛАЦОВО-ПАРКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВІННИЧЧИНИ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У даній статті визначено актуальні проблеми збереження автентичності та основні підходи до відновлення палацово-паркових комплексів Вінниччини. Визначено механізми взаємодії державної системи, науково-дослідних інститутів, громадських організацій, приватних осіб у збереженні архітектурної спадщини.*

**Ключові слова:** палацово-парковий комплекс, Вінниччина, проблеми, архітектура, збереження.

### Abstract

*In this article identifies the actual problems of preserving the authenticity and the main approaches to the restoration of palace and park complexes of Vinnitsa region. The mechanisms of interaction of the state system, research institutes, public organizations, private individuals are determined in preserving the architectural heritage.*

**Keywords:** palace and park complex, Vinnitsia region, problems, architecture, preservation.

### Вступ

Впродовж XX-XXI століття вирішення проблеми збереження пам'яток архітектури в Україні залежало та залежить наразі від політичної ситуації в державі, її економічного розвитку та прийнятих рішень відповідальних державних органів у сфері збереження культурної спадщини. Сьогодні, наслідком кризових ситуації останніх років, постають численні та майже безповоротні втрати в архітектурі палацово-паркових комплексів Вінниччини.

В даний час майже кожний об'єкт палацової архітектури в Україні перебуває в незадовільному стані, а кожна десята пам'ятка – в аварійному. Всі вони потребують проведення нагальних заходів щодо реставрації, реконструкції та функціональної адаптації в сучасне суспільне життя.

Метою дослідження є визначення актуальних проблем збереження та відновлення класицистичних палацово-паркових комплексів Вінниччини.

### Результати досліджень

Українським законодавством передбачено чимало механізмів та інструментів юридичного захисту нерухомої культурної спадщини, чи то історичне середмістя, історична споруда, комплекс або пам'ятне місце: історико-архітектурні опорні плани, зони охорони різних режимів, облік та наукова реставрація пам'яток. Проте дотепер в Україні не розроблено дієвої моделі збереження історико-архітектурної спадщини. В умовах нестабільної економіки, існування різних форм власності, наша держава наразі не спроможна взяти на себе забезпечення ресурсної бази збереження і реставрації пам'яток [1].

Українське законодавство не має чіткої відповіді на запитання щодо узгодження пам'яткоохоронних вимог та права приватної власності. Країні бракує успішного досвіду приватної ініціативи або приватно-громадського партнерства у підтримці пам'яткоохоронної діяльності. Тож постає питання про створення умов та можливостей для зацікавлення і залучення різних учасників у збереження культурного надбання, про формування середовища заохочення взаємовигідної співпраці усіх зацікавлених сторін.

Зауважимо, що сьогодні у Вінницькій області, як загалом і в Україні, є проблема браку фахівців в області реставрації, а також спеціалістів середньої ланки, які б могли виконувати реставраційні роботи, тому стан їх збереженості має негативні наслідки. У відділі охорони культурної спадщини у



Вінницькій області працює дві людини, повноцінних органів у цій сфері на Вінниччині не створено. У районних центрах дані структури відсутні. У Польщі, для прикладу, у Свентокшинському воеводстві у аналогічній структурі працює 18 фахівців, кожен із яких займається окремим напрямком.

На сьогоднішньому етапі розвитку суспільства, зміни громадської свідомості до пам'яток архітектури, постають актуальні проблеми збереженості пам'яток палацово-паркової архітектури на державному рівні:

1. Відсутність державного програмного фінансування пам'ятко-охоронної діяльності, що призводить до занепаду та втрати історико-архітектурного надбання країни.

2. Недосконалість законодавчої бази, фактичне невиконання чинних пам'яткоохоронних законів та правових актів. Системні порушення законодавства з питань охорони та використання історико-культурної спадщини, з ухиленням від відповідальності.

Відсутність в Україні в більшості історико-культурних пам'яток науково опрацьованої облікової документації. Згідно ратифікованих конвенцій, рекомендацій UNESCO і Ради Європи актуальною для України є проблема вдосконалення формування реєстрів культурної спадщини [2].

3. Потреба у науково-методичних розробках для створення електронного ресурсу пам'яток культурної спадщини та електронних каталогів.

4. Порушення координації, взаємодії та системної діяльності органів вищої державної влади та органів управління на місцях в питаннях збереження та відновлення історико-культурної спадщини.

5. Відсутність можливості на законодавчому рівні для залучення приватних коштів для відновлення культурної спадщини, податкових пільг для меценатів чи благодійників.

6. Відсутність умов співпраці між органами державної влади, місцевою владою та громадськими організаціями. Відсутність підтримки приватних ініціатив у сфері збереження та розвитку культурної спадщини.

За новітнього часу незалежності України можемо спостерігати на прикладі Вінниччини, низький рівень охоронної діяльності та по стану збереженості палацово-паркових комплексів: причини тому – недостатнє державне фінансування при наявності облікової документації попередніх років, виконаної фахівцями інституту «УкрНДІпроектреставрація» (Андрушівка, Нападівка, П'ятничани, Тульчин, Чорномин, Серебринці, Біличин), відсутність обізнаності серед суспільства в питаннях культурної спадщини, недотримання Закону про «Охорону культурної спадщини» [3].

Так як на сьогодні палаци є пам'ятками національного значення, тому охороняються державою. Варто зауважити, що донедавна спостерігалась тенденція відсутності інтересу серед населення регіону до своїх пам'яток, проте наразі рівень зацікавленості в суспільстві інформацією та пошуком інформації стосовно палацово-паркових комплексів значно зростає.

Вивчаючи питання проблематики збереженості та відновлення палацово-паркових комплексів, варто зауважити, що специфіка даного виду пам'яток в тому, що на відміну від будівель іншого призначення, які зберігаються, як пам'ятки – є наділення палаців тієї чи іншої сучасною функцією, що створює необхідні умови для їх постійного підтримання та збереження [4].

Найбільшою складністю на шляху пристосування такої забудови, як класицистичний палацово-парковий комплекс є масштаби комплектуючих будівель та зв'язки між ними. Адже переважно - це ансамблеві комплекси, до складу яких входить кілька елементів, з гармонійною досконалою об'ємно-планувальною структурою, вписаною у навколишній ландшафт. В процесі пристосування колишніх палацових та допоміжних будівель, необхідно їх розглядати, як цілісну композицію, прагнучи насамперед до збереження її єдності [5].

Між тим, уже зараз необхідно вирішити одну із найсерйозніших проблем пам'яткоохоронної сфери, таку як правове забезпечення недержавних інвестицій до справи утримання, охорони, реставрації та використання пам'яток архітектури. Шляхом прийняття різних, але взаємоузгоджених нормативних актів необхідно вирішити наступні завдання:

- можливість легальної, цивілізованої приватизації пам'яток архітектури та історико-архітектурних будівель;
- юридичні й фінансові гарантії інвестицій в ті пам'ятки, які не підлягають приватизації, а тому передаються в довгострокову оренду чи користування;
- звільнення від оподаткування і надання субсидій неприбутковим організаціям, що працюють у сфері охорони, реставрації та використання історико-культурної спадщини.

Палацово-парковим комплексам Вінниччини, крім заходів по збереженню, перш за все, необхідна

активна та ціленаправлена популяризація не тільки в Україні, але й в межах регіону особливо. Під час натурних обстежень у віддалених селах області прослідковано, як мінімум, певну необізнаність місцевих жителів в питаннях: наявності в населеному пункті палацово-паркового комплексу, історичних відомостей про даний об'єкт, дозволених чи заборонених дій по експлуатації та збереженні відповідно чинного законодавства [3].

Продумана адаптація об'єктів палацового зодчества до сучасних умов є важливою передумовою повноцінної охорони архітектурної спадщини, а правильний вибір нової утилітарної функції пам'ятки певною мірою сприяє її життєздатності у наш час. Тільки в тому випадку, коли така пам'ятка архітектури, як палацово-парковий комплекс, активно і належно експлуатується громадськістю, коли є доступною для широкого кола відвідувачів, є задіяною у суспільних процесах, вона може бути врятована [4].

При правильному підході можна домогтися не тільки формального відродження окремих класицистичних палаців і парків, а в свою чергу повернення їм ролі справжніх культурних центрів життя суспільства, які стають свідченням колишньої величі їх власників та загальновідомою у світі «візитівкою» пам'ятки архітектури. Проте, сьогодні дані об'єкти архітектури, що збереглися на Вінниччині, і не тільки, зазнають руйнівної дії від багатьох чинників. Головним з них є вплив навколишнього середовища, політичні та соціальні-економічні зміни в суспільстві, порушення пам'яткоохоронного законодавства та інші, що впливають на ставлення до архітектурної спадщини в цілому.

## Висновки

1. Визначено актуальні проблеми збереження автентичності та основні підходи у відновленні палацово-паркових комплексів Вінниччини на сучасному етапі розвитку суспільства. Визначено механізми взаємодії державної системи, науково-дослідних інститутів, громадських організацій, приватних осіб. Задля збереження архітектурної спадщини держави.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Мещеряков, «Механізми державного регулювання у сфері охорони історико-культурної спадщини та пам'яток архітектури в регіонах.» Дис. канд. з держ. упр. Національна академія державного управління при президентові України, Київ, Україна, 2016.
2. О. Рибчинський, Аналіз програм збереження культурної спадщини України, *Проект «CHOICE: культурна спадщина і сучасність»*, Львів, Україна, 14 с. 2014
3. О. Хороша, «Архітектура класицистичних палацово-паркових комплексів Вінниччини кінця XVIII початку XX століття.» Дис. канд. арх. Національний університет «Львівська Політехніка», Львів, Україна, 2020.
4. Л. Прибега, 2015. Архітектурна спадщина України: пам'яткоохоронний аспект, Монографія, Київ, Україна: Інститут культурології НАМ України, 2015.
5. З. Лукомська, Пристосування колишнього палацу Потоцьких у місті Івано-Франківську під музейно-виставковий комплекс, *Проблеми розвитку міського середовища*, № 5-6, с.144-155. 2011.

**Хороша Оксана Іванівна** — асистент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [korosha@vntu.edu.ua](mailto:korosha@vntu.edu.ua)

**Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – асистент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Oksana Khorosha** – teaching assistant of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [korosha@vntu.edu.ua](mailto:korosha@vntu.edu.ua)

**Alona Subin-Kozhevnikova** – teaching assistant of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: [subinkozhevnikova@vntu.edu.ua](mailto:subinkozhevnikova@vntu.edu.ua)

## КЛАСИФІКАЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ЗА ОЗНАКАМИ ПОВЕРХОВОСТІ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*В роботі проведена класифікація багатоповерхового житла в Україні за ознаками об'ємно-планувальних рішень в контексті поверховості споруди. Зроблена диференціація житлових будинків за ознакою тривалості проживання та виведена класифікація багатоповерхових житлових будинків для постійного проживання за поверховістю та наведені деякі рекомендації до об'ємно-планувальної структури таких споруд.*

*Було виявлено, що поверховість напряму впливає на архітектурно-просторову та планувальну структуру багатоповерхових житлових будинків.*

**Ключові слова:** багатоповерхове житло, об'ємно-планувальні рішення, тривалість проживання, апартаменти.

### **Abstract**

*The paper classifies multi-storey housing in Ukraine on the basis of spatial planning decisions in the context of the number of storeys. Differentiation of residential buildings on the basis of length of residence is made and the classification of multi-storey residential buildings for permanent residence by storeys is derived and some recommendations to the spatial planning structure of such buildings are given.*

*It was found that the number of storeys directly affects the architectural-spatial and planning structure of multi-storey residential buildings.*

**Keywords:** multi-storey housing, spatial planning solutions, length of stay, apartments.

### **Вступ**

Сучасний стан будівництва багатоквартирного житла вказує на ряд проблем, що існують в цій галузі на території України. По-перше, існує потреба у чіткій диференціації житла по тривалості проживання, яка б враховувала сучасні соціально-економічні умови та потреби суспільства[1-5]. По-друге, не в повній мірі визначено рівні комфортності багатоквартирного житла, в тому числі, в залежності від поверховості. Також, потребують визначення чинники комфортності багатоквартирного житла, що залежать від його поверховості.

Поверховість житлових будинків в Україні має тенденцію до зростання. При чому багатоповерхове житло найчастіше не відповідає рівню комфортності, що заявлений забудовником або інвестором.

### **Результати дослідження**

З світового досвіду було визначено, що 1 кв. м. апартаментного житла в середньому дорожчий на 30-35% ніж житло для постійного проживання. Це можна пояснити тим, що апартаменти здебільшого здають в оренду, а не купують, і по-друге, що їх економічно вигідніше розміщувати в спорудах підвищеної поверховості, які як було сказано раніше, потребують на порядок більший експлуатаційних витрат, якщо порівнювати їх з жилими будинками з 10-12 поверхами.

Якщо сумувати всі результати досліджень то можна класифікувати багатоповерхові житлові будинки по тривалості проживання, користуючись обмеженнями поверховості. За такою класифікацією, житло яке призначене для короткотривалого проживання (поверховість не обмежується); для апартаментів або короткотривалого проживання (максимум 60 поверхів); для постійного проживання ( максимум 12 поверхів, чим менша поверховість тим краще для мешканців) [6-8].

Одним із вагомих показників для комфортності є чисельність квартир на поверху, які обслуговуються одним блоком вертикальної комунікації. Так як від нього безсумнівно залежать

багато факторів, а саме: складність системи тепlopостачання, варіантність планування, глибина житлових квартир, умови інсоляції, рух мешканців в зонах загального користування, водовідведення та водopостачання, кількість природного освітлення.

Аналіз багатоквартирної житлової забудови, в проміжках часу з 2010 по 2019 рік, в країнах в яких різний рівень розвитку, показав, що багатопверхові житлові будинки будуються тільки в країнах які ще розвиваються, а також в яких економіка країни знаходиться в погану стані.

Із цього ж дослідження, можна таких виділити деякі важливі тенденції. В розвинених країнах багатопверхові житлові будинки які призначені для постійного проживання населення, їхня поверховість не перевищує 10-12 поверхів. Популярні планувальні структури будинку це коридорна та багатосекційна. Особливість в тому, що в багатосекційній структурі, чисельність квартир на поверху не більше 2-ох, а при односекційній структурі 4 квартири и на поверху.

Багатопверхові житлові будинки які призначені для тимчасового проживання в більш розвинених країнах, поверховість в них знаходиться в рамках від 20 до 65 поверхів. Об'ємно просторова структура в них галерейна, коридорна та рідше змішана і односекційна.

Багатопверхові житлові будинки які призначені для постійного проживання в країнах які розвиваються, в більшості випадків їх діапазон поверховості знаходиться на межі від 25 до 55 поверхів, а тип забудови в них як односекційний так і багатосекційний. Найпопулярнішими є односекційні будинки, які мають більш ніж 4 квартири на поверсі [9-11].

В Україні за період з 2014 по 2019 рік побудовані житлові багатоквартирні будинки, які за своєю об'ємно просторовою структурою на 65% складаються з односекційних будинків, а 35% - є багатосекційні. Найбільш розповсюджений діапазон поверховості таких будинків від 15 до 25 поверхів. В односекційних будинках кількість квартир в основному знаходиться в діапазоні 5-10 квартир, а багатосекційні будинки мають діапазон 3-5 квартир, які лежать в одному блоці вертикальних комунікацій.

В дев'ятиповерхових житлових багатосекційних будинках слід розмішувати на поверсі 3-4 квартири та використовувати торцеву, рядову, Z-подібну та рядову зі здвижком блокування секцій. При семи поверховій багатосекційній забудові слід використовувати трипроменеву, фронтально торцеву, трипроменеву торцеву, фронтально рядову схеми блокування секцій. В багатосекційних п'ятиповерховій забудові рекомендовано користуватися Z-подібну поворотну, поворотну торцеву, поротно рядову та поворотну кутову схеми блокування секцій.

Всі вище перелічені обмеження за поверховість зроблені по відповідності до факторів комфортності (Рис. 1), а об'ємно-планувальні рішення у відповідності до вимог, які підвладні показникам численності квартир на поверсі та виду горизонтальних комунікацій.

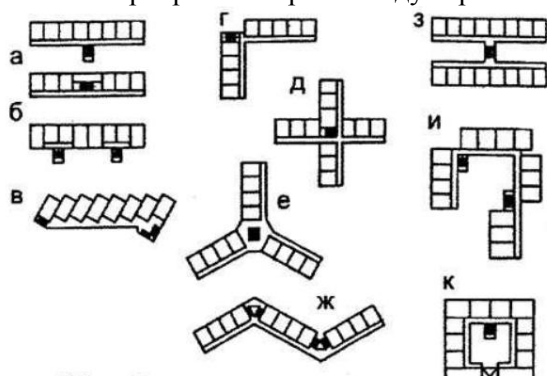


Рис. 1. Планувальні структури для галерейних та коридорних житлових будинків: а — лінійний; б — галерейно-секційний; в — зі здвижком; г — кутовий; д — хрестоподібний; е — трипроменевий; ж — ломаний; з — спарений; и — П-подібний; к — із внутрішнім двором [4].

Коридорні та галерейно-житлові будинкам не слід будувати більшими ніж 12 поверхів та робити горизонтальні комунікації через декілька поверхів, а житлові квартири проектувати в двох і більше рівнях [9-11].

Для будівництва коридорних житлових будинків рекомендовано користуватися хрестоподібними, зі здвижком, ломана, лінійними та кутовими планувальними структурами.

Для будівництва галерейних житлових будинків рекомендовано використовувати трипроменеву, спарена, галерейно-секційна, П-подібну планувальні структури з внутрішнім двором.

Закордонними вченими в галузі архітектури, у другій половині 20-го сторіччя, були проведені наукові дослідження, що розвили окремі аспекти впливу поверховості житлового будинку на комфортність проживання в ньому [12-17]. Результатом цих досліджень постало забезпечення мешканців багатоповерхових житлових будинків новим житлом, що не перевищує 8-12 поверхів, за рахунок державних житлових програм (США, Австралія, Німеччина, Австрія). Однак, у кінці 20-го сторіччя в Україні, відбулися істотні політичні та соціально-економічні перетворення, які не дозволили ефективно залучити світовий досвід, в сфері впливу поверховості житлових будинків на комфортність проживання в них.

### Висновки

Багатоповерхові житлові будинки які складаються з однієї секції слід планувати не більше 4-ох квартир на одному поверсі, та не збільшувати поверховість більш ніж 9 поверхів. В п'ятиповерховому односекційному житловому будинку слід робити не більш ніж дві квартири на поверх та використовувати закриту, відкриту, напіввідкриту планувальну структуру. Якщо поверховість становить не більше 7 поверхів то доцільно розміщувати на поверсі до 3-ох квартир включно та планувати трипроменеву, кутову, Т-подібну та подовжену планувальні структури. Та якщо поверховість становить до 9 поверхів, рекомендовано планувати не більше 4-ох квартир на поверсі та використовувати прямокутну, хрестоподібну (симетричну, асиметричну) та трипроменеву планувальні структури.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постолатій М. О. Об'ємно-планувальні рішення багатоповерхових будівель [Текст] / М. О. Постолатій, А. В. Ковальський, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. –2020. – С. 219-221.
2. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
3. Ковальський, В. П. Соціальне та доступне житло: проблеми формування та фінансування [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Р. В. Нідзельська, О. В. Слободянюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7629>.
4. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки [Текст] : навчальний посібник / В. Смоляк, В. П. Ковальський, Н. В. Козинюк [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с
5. Абрамович В. С. Існуючі конструктивні рішення стінових панелей [Електронний ресурс] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7585>.
6. Яблонська Г.Д. Архітектурна економіка багатоповерхового житла. Проблеми і тенденції. // н.-т.сб-к «Містобудування та територіальне планування». Вип № 33, К., КНУБА, 2009, с.500-514
7. Табачишина М. Ю. Планувальні схеми та об'ємно-планувальні рішення висотних будівель [Електронний ресурс] / М. Ю. Табачишина, В. П. Ковальський // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5349>.
8. Загоруйко А. О. Аналіз об'ємно-планувальних рішень однокімнатних квартир багатоповерхових будинків у місті Вінниця [Текст] / А. О. Загоруйко, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 236-239.
9. Росковщенко А.Ю. Аналіз сучасної ситуації щодо озеленення території та поверховості житлових

- будинків / Росковшенко А.Ю. // Містобудування та територіальне планування. – К.: Київ - КНУБіА, 2008. - № 29. –С. 289 – 294.
10. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29 березня 2019 р. – Сєвєродонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14.
  11. Ковальський В. П. Сучасні стилі архітектури [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, Д. О. Войтюк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 136-138.
  12. Росковшенко А.Ю. Взаємозв'язок рівня розвитку країни і поверховості житла для постійного проживання / Росковшенко А.Ю. // Містобудування та територіальне планування. – К.: Київ - КНУБіА, 2008. - № 19. – С. 292 – 298.
  13. Абрамович В. С. Енергоефективність при плануванні міст [Електронний ресурс] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2019», м. Вінниця, 12-14 листопада 2019 р. : електронне мережне наукове видання. – Електрон. текст. дані. – 2019. – С. 133–136. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/index/pages/view/zbirn2019>.
  14. Маклакова Т.Г. Проблемы становления высотного строительства в России.
  15. Ковальський, А. В. Особливості проектування багатоповерхових енергозберігаючих будівель [Електронний ресурс] / А. В. Ковальський, В. П. Ковальський, Д. В. Смашнюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7523>.
  16. Hilari French Key Urban Housing of the Twentieth Century/ plan? Section and Elevation, London, 2008
  17. Вознюк І. М. Проблема енергозбереження та шляхи її вирішення у багатоквартирних житлових будинках [Електронний ресурс] / І. М. Вознюк, В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9539>.

**Ковальський Андрій В'ячеславович** - студент групи БМ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [bm15kovalsky@gmail.com](mailto:bm15kovalsky@gmail.com)

**Ковальський Олександр В'ячеславович** – студент групи 2БЦІ, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [okovalskij19@gmail.com](mailto:okovalskij19@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Kovalskiy Andrii V** — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [bm15kovalsky@gmail.com](mailto:bm15kovalsky@gmail.com)

**Kovalskiy Alexander V** — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [okovalskij19@gmail.com](mailto:okovalskij19@gmail.com)

**Kovalskiy Viktor P** — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## **Пріоритетні напрямки зменшення енерговитрат в утриманні житлового фонду**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто сучасний стан та фізичний знос житлових будинків у місті Вінниця. Проведена характеристика споруд та запропоновано шляхи їх вдосконалення.*

**Ключові слова:** житлово-комунальне господарство, житловий фонд, енергоефективність, енергозаощадження.

### **Abstract**

*The current state and physical demolition of residential buildings in Vinnitsa are considered. Characterization of structures is carried out and ways of their improvement are suggested.*

**Keywords:** housing and communal services, housing stock, energy efficiency, energy saving.

### **Вступ**

Для України питання економії і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на даний момент дуже актуальні. Впровадження заходів енергозбереження і енергоефективності допоможе зменшити споживання енергоресурсів як в кількісному вираженні так і в обсягах витрат, що в свою чергу є передумовою для зменшення шкідливих викидів в атмосферу та запорукою попередження глобального потепління, що є причиною парникового ефекту і зміни клімату.

### **Основна частина**

В Україні експлуатується понад 10,4 млрд. м<sup>2</sup> житла [5], основна частина якого побудована у 50-70 роки ХХ сторіччя. Технічний стан більшості житлових будинків – незадовільний, морально і фізично зношеними є 30 - 50% житлового фонду. В структурі існуючого житлового фонду (рис. 1) загальна кількість об'єктів, побудованих індустріальними методами в 60-і роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25 тисяч загальною площею майже 72 млн. м<sup>2</sup>, з них 47% складають будівлі панельного типу, 50% – будівлі з цегляними стінами 3% – будинки зведені з використанням збірних крупноблочних елементів. Проблемні питання їх подальшої експлуатації з роками загострюються, як через втрати експлуатаційної надійності окремих несучих елементів будівель, так і через високі показники експлуатаційних енерговитрат [1-2].

За офіційною статистикою, загалом в Україні у майже 45% житла жодного разу не проводили капітальний ремонт.

Водночас за даними Міністерства розвитку громад та територій, в Україні на січень 2020 року кількість аварійних і, за офіційною термінологією, "ветхих" або зношених будинків не перевищує 1% від загальної кількості будинків як багатоповерхових, так і приватних, як в містах, так і в селах.

Час від часу в Україні повертаються до ідеї модернізації "хрущовок" або (зазвичай за ініціативи забудовників) знесення старих п'ятиповерхівок, які, мовляв, відслужили свій термін, і будівництва на їхньому місці нових - вищих і просторіших будинків.

Автоклавний газобетон можна застосовувати не тільки для зведення нових теплих будинків, а й для ефективної модернізації застарілого житлового фонду. Відносна легкість і низька теплопровідність матеріалу дозволяють збільшити поверховість будівлі без перевантаження фундаменту та несучих конструкцій. Легкість в обробці дозволяє виконати роботи швидко і з найменшими витратами.



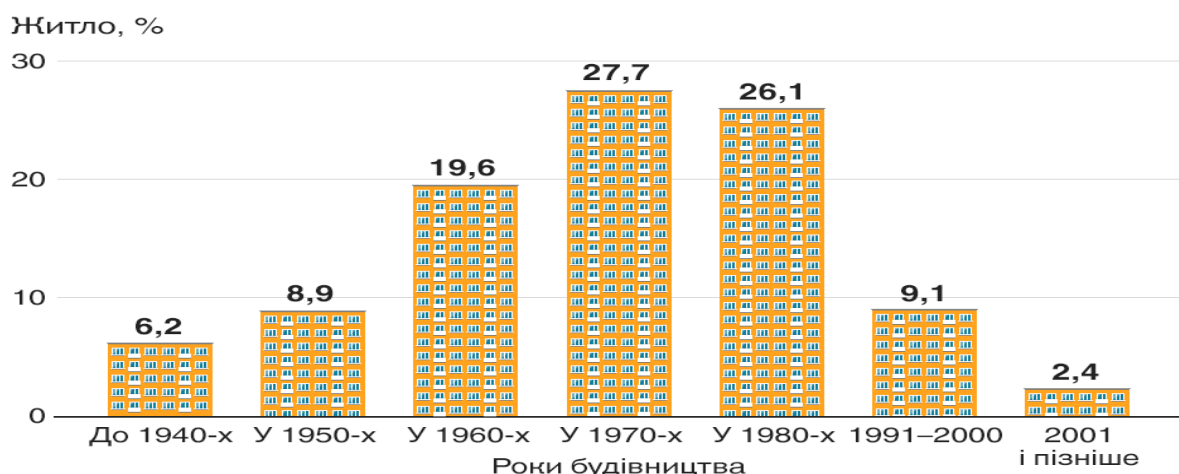


Рисунок 1 – Вік житлового фонду України

У 2006 році ухвалили навіть відповідний закон. За цим законом, рішення про проведення комплексної реконструкції житла ухвалюють органи місцевого самоврядування. Вони ж затверджують відповідні програми [3].

Проте масштабних прикладів застосування цього закону - вдалих чи ні - наразі немає. А профільне міністерство - розвитку громад та територій - хоче його дещо змінити.

## Де ніколи не було капітального ремонту

■ У відсотках, за часом будівництва житла, %

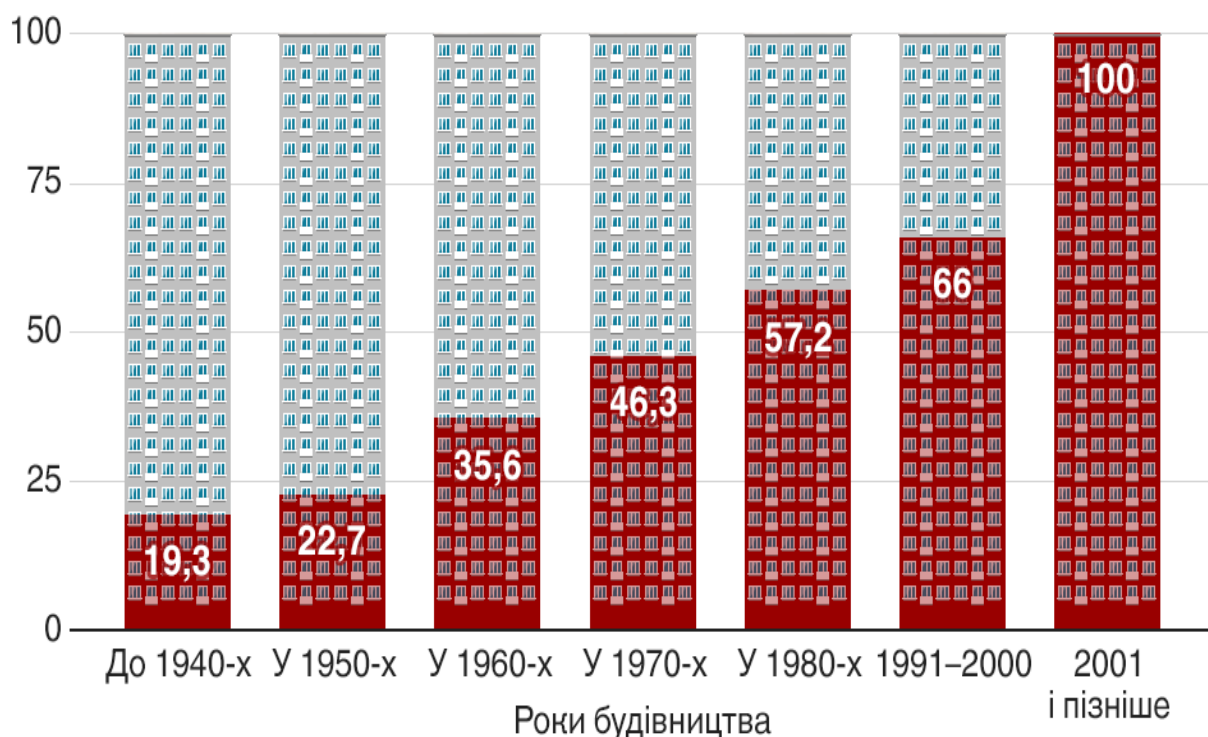


Рисунок 2 – Житловий фонд, де не відбувся капітальний ремонт

В Україні у 1993 році введено нові норми теплового захисту житлових будинків (зміни у СНиП П-3-79). Наступними змінами було введення норм нового покоління ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель”, що вступили в дію з 01.04.2007 року [10]. Зазначені норми відповідають вимогам Європарламенту з енергоефективності будинків. Так, за новими

стандартами, в теплоізолюваному домі втрати тепла через вікна на 13%, через стіни – на 24% нижчі, ніж у будинках, споруджених до 1994 року. Але підстави для оптимізму – відсутні.

По-перше, більша частина вітчизняного житлового фонду побудована до 1994 року. Аналіз існуючих проєктів за якими побудовано багатоповерхові житлові будинки в Україні показав, втрати тепла через зовнішні стіни складають приблизно 30%, підвальні та горищні перекриття - 10%, віконні та дверні прорізи - до 30%.

По-друге – не дивлячись на впровадження змін нормативних вимог до теплоізоляції огорожувальних конструкцій будинків, вітчизняні норми залишаються одними з найнижчих серед країн Європи. У табл. 1 проведений порівняльний аналіз вітчизняних норм та норм країн ЄС щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій [14-15].

Таблиця 1

Порівняльний аналіз вітчизняних норм та норм країн ЄС щодо опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Країна	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> °С/Вт				Питомі тепловитрати кВт*год/м <sup>2</sup>
	Стіни	Покриття	Перекриття	Вікна	
Україна	22,8	3,3	3,3	0,6	90-180
Росія	2,9	3,7	4,2	0,4	95-195
Німеччина	18-5,0	5,8	3,5	0,7	30-70
Литва	3,33	5,55	4,0	0,52	-
Данія	3,3	5,0	3,4	0,4	55
Фінляндія	3,5	4,5	4,5	0,47	-
Польща	3,0	3,0	3,0	0,5	70-100
Словаччина	3,1	5,0	5,0	0,59	30-100
Канада	3,2-4,1	6,6	6,6	0,6	30-70

Показники річних енерговитрат у житловому фонді наступні:

- у Західній Європі - 150-260 кВт×год/м<sup>2</sup>;
- Скандинавії - 120-150 кВт×год/м<sup>2</sup> та 60-80 кВт×год/м<sup>2</sup> - для енергоефективних будинків;
- та Східній Європі, у т.ч. Україні - 250-400 кВт×год/м<sup>2</sup>.

Таким чином, житловий фонд України потребує форсованого скорочення нераціонального використання енергоресурсів.

Відомо, що показник енергоємності ВВП України - 0,89 кг у.п./\$США, який у 2,6 рази вище середньосвітового рівня, свідчить про те, що досягнення прогнозного для 2030 р. рівня (0,36 кг у.п./\$ США) може бути забезпечено лише за рахунок впровадження принципово нових системних технологій, систем обліку витрат енергоресурсів тощо. Але на сьогодні матеріально-технічна база ЖКГ з її темпами деградації не може мати навіть приблизних показників подібної енергоємності [4].

Енергетична стратегія Євросоюзу передбачає до 2020 року скоротити на 20% обсяг споживання основних енергоносіїв за рахунок використання альтернативних джерел. Директива Європейського парламенту (ЄС № 2002/91/ЄС) зобов'язує архітекторів зменшити енерговитрати в будівництві технічними заходами і прогнозує досягнення економії на рівні 50% під час модернізації будинків наявної забудови [11]. В Україні ще у 1994 році розроблено програму енергозаощадження [12, 13], але дієвих механізмів для її запровадження у такій важливій сфері, як ЖКГ, не розроблено.

Доцільним у зв'язку з цим є аналіз досвіду розвинених європейських країн в галузі енергоефективності та енергозаощадження.

Економія енергоресурсів та покращення ситуації в екологічному аспекті становлять загальнодержавну та суспільну проблему. Тому у Європі на державному і місцевому рівнях застосовується, як стимул для залучення приватних інвестицій в енергозаощадження, фінансова підтримка з боку держави.

Державна підтримка безпосередньо енергозаощадження полягає у:

- прийнятті відповідної законодавчої бази заходів (стандартів) для запровадження;

- наданні фінансової допомоги для запровадження заходів з енергозаощадження за дотримання певних умов;

- інформуванні інвесторів та споживачів про заходи та результати їх виконання; - встановленні чіткої процедури оподаткування в цій галузі.

Державна фінансова підтримка може бути надана тільки в межах наявних бюджетних ресурсів, вона повинна діяти лише тимчасово та мати цільове використання.

У процесі вибору та впровадження ефективних енергозаощаджуючих заходів у житловому фонді роблять принципову різницю між:

- заходами, що стосуються опалювального устаткування та технічних постачальних і розподільних мереж. Вони покращують коефіцієнт корисної дії (наприклад, співвідношення параметри з опалення/параметри із споживання) опалювального устаткування або підготовки гарячої води;

- заходами, що впливають на споживання теплової енергії. Ці заходи стосуються огороджуючих конструкцій будинку та вентиляції.

Значні втрати тепла в будинках без теплоізоляції або в погано ізольованих будинках виникають, в основному, через високу теплопровідність огороджуючих конструкцій (так звані трансмісійні витрати).

З іншого боку, існує низка будівельнотехнічних заходів, які дають змогу значно скоротити ці втрати. Такі заходи порівняно недорогі в реалізації і, в основному, економічно рентабельні. Стандарт теплопровідності будинку, який визначає погребу в тепловій енергії, має більше значення, ніж втрати тепла через систему опалення, котра повинна забезпечувати потреби у теплі. Тому доцільно, щоб система опалення розраховувалась згідно з обсягами тепла, необхідного для опалення конкретного будинку. Якщо теплоізоляція будинку буде проведена після модернізації системи опалення, це може призвести до надлишкового споживання тепла у будинку, наслідком якого може бути не лише підвищення комфортності будинку, а й надзвичайно високі інвестиції. Слід наголосити, що насамперед має бути проведена енергосанація будинку і лише потім - модернізація системи опалення. Інша причина, через яку доцільно проводити теплотехнічну модернізацію не лише системи опалення, а і всього будинку, полягає в тому, що будинок розрахований на довший строк експлуатації, ніж технічне обладнання. Теплотехнічний стандарт для будівель встановлюється на довший строк, ніж для системи опалення [6-8].

Серед дієвих засобів підвищення теплової ефективності стін, що мають віконні та дверні прорізи, є такі:

- зменшення кількості та площі прорізів;

- утеплення та герметизація щілин по периметру віконних та дверних заповнень (поліуретановою піною; поролонними смужками з клейкими шаром або ущільнювачами з пористою м'якої гуми, силікону та ін.);

- встановлення додаткового скла або герметичних вакуумних одно - двокамерних віконних склопакетів (забезпечує зменшення витрат тепла на 20-30%).

За технічними характеристиками найкращі показники з опору теплопередачі мають двокамерні віконні склопакети, але і вони можуть бути вдосконалені за рахунок:

- застосування тепловідбивних плівок. Взимку такі плівки дозволяють знизити витрати тепла на 30%, а влітку значно зменшити проникнення тепла в приміщення;

- встановлення зовнішніх жалюзі і віконниць, призначених для зменшення інфільтрації, тепловтрат та зниження перегріву приміщень влітку [9].

## Висновки

На сьогодні житлово-комунальне господарство, ураховуючи його фінансовий стан, є найбільш технічно відсталою галуззю з багатьма проблемами, що останнім часом суттєво загострилися. Серед фундаментальних чинників таких проблем є низька енергоефективність. Отже це свідчить про наявність системної кризи в галузі, що заслуговує на значно більшу увагу з боку держави і суспільства та потребує кардинальних змін.

На житловий фонд припадає значна частка загального обсягу споживання енергії, зниження якої дозволить зекономити енергоресурси та зменшити викиди окису вуглецю в атмосферу. Тому саме теплотехнічна санація будинків є ефективним способом досягнення сталого стану будинків та охорони

клімату і навколишнього середовища. Найбільш рентабельними вони є у випадку їх поєднання з проведенням поточного чи капітального ремонту будинку.

Аналіз закордонного досвіду розв'язання проблем енергоефективності свідчать про можливість економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозаощаджуючих технологій, матеріалів та організаційних заходів.

Досвід запровадження заходів енергозаощадження підтверджує, що на шляху подолання адміністративно-господарсько-фінансових перешкод важливе значення має поєднання таких компонентів, як інформація, законодавчі вимоги, податки та фінансова підтримка.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Особливості енергетичного аудиту житлових і громадських будинків /
2. О.Возняк, О.Довбуш, Ю.Юркевич, В.Желих // Ринок інсталяцій. – 2003. - №1. – С.6-7.
3. Возняк О. Теоретичні передумови оптимізації сукупних термореновацій при проведенні енергетичного аудиту будинку / О.Возняк, Ю.Юркевич, В.Желих // Вісник НУ “Львівська політехніка” “Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація.” – 2003. - №476. – С.140-145.
4. Інвестиційно-інтеграційні технології соціально-економічного розвитку регіону: Монографія. / Волков В.П., Горошкова Л.А., Панкова М.О. – Запоріжжя : ЗНУ, 2011. – 290 с.
5. Наукові засади реформування і розвитку житлово-комунального господарства: Монографія. / Поважний О.С., Попов О.П., Запатріна І.В., Волков В.П. та ін. Черкаси : Брама-Україна, ЧДТУ, 2011. – 436 с.
6. Офіційний сайт Державного комітету статистики України [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ukrstat.ua>.
7. Програма економічних реформ на 2010–2014 р.р. “Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава”. [Електронний ресурс]. – Доступний з [Pravda.com.ua/articles/2010/0612/5102337](http://Pravda.com.ua/articles/2010/0612/5102337).
8. Офіційний сайт Національного інституту стратегічних досліджень
9. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.niss.gov.ua/Monitor/September10/3.htm>
10. Статистичний щорічник України за 2005 рік / Держкомстат України; За ред. О.Г. Осауленка; відп. За випуск В.А. Головка. – К. :Консультант, 2006. – 575 с.
11. Саницький М.А. Проблеми енергозбереження в сучасному житлово-
12. комунальному будівництві / М.А.Саницький, О.Р.Позняк // Ринок інсталяцій. – 2005. - №4. – С.22-23.
13. ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель”.
14. Директива 2002/91/ЄС Європейського парламенту і Ради від 16 грудня 2002 року.
15. Закон України “Про енергозбереження” // Відомості Верховної Ради України. - 1994. - №30. - С. 283.
16. Закон України “Про внесення змін до Закону України “Про енергозбереження” // Відомості Верховної Ради України. - 2006. - № 15. - С. 126.
17. Колесник Є. Особливості термомодернізації будівель в Польщі.
18. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/28>
19. Energy Policies of IEA Countries 2006 - ОЕСД/ІЕА, 2006. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.iea.org/Textbase/publications> [21.09.2009].

**Сердюк Василь Романович** – професор асистент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Максименко Марина Аркадіївна** – асистент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Колісниченко Віталій Валерійович** — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)

**Serdyuk Vasyil** - Professor Assistant Professor, Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University

**Maksymenko Maryna** - Assistant Professor, Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University

**Kolisnichenko Vitalii V.** – student, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: [kolisnichenko88@gmail.com](mailto:kolisnichenko88@gmail.com)

**ПСИХОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УРБАНІЗАЦІЇ**

Вінницький національний технічний університет

**Анотація**

*Розкрито психологічні особливості великого міста як чинника соціалізації. Автором подано власне визначення «міста», проведено аналіз стресогенних чинників міського середовища, описано особливості міської культури, міського простору взаємодії; представлено психологічний портрет городян.*

**Ключові слова:** місто, міське середовище, стресогенні чинники міського середовища.

**Abstract**

*The psychological features of a big city as a factor of socialization are revealed. The author gives his own definition of "city", analyzes the stressors of the urban environment, describes the features of urban culture, urban space of interaction; the psychological portrait of citizens is presented.*

**Key words:** city, urban environment, stress factors of urban environment.

Місто – це особлива організація середовища поселення – міське середовище.

Життя у місті надає багато переваг та можливостей її мешканцям, але також має свої недоліки, як наприклад так званий "міський" стрес. Його спричиняє високий темп життя і багатолюдність, інформаційні та емоційні перевантаження, постійний шум, великі відстані, високі поверхи та ще ціла купа факторів.

Сучасний мегаполіс все більше уніфікує, знеособлює, позбавляє людину індивідуальності. І це вже саме по собі не сприяє душевному благополуччю. Місто є досить агресивним середовищем проживання. При цьому деякі чинники негативно діють на організм людини, не будучи безпосередньо сприйнятими в плані психічного віддзеркалення. До такого роду чинників «психологічного пресингу» відносяться, зокрема, інтенсивний шум міського транспорту, його швидкість, замкнуті простори, позбавлення сонячного світла і багато чого іншого [2]. В концентрованому вигляді всі вони представлені як у метро, так і в супермаркеті. Людина примушується до реагування на них, і найчастіші реакції – страх (тривожність) або агресія (дратівливість).

Ще одна типова психологічна проблема городянина – почуття самотності, яке не полишає його навіть у багатолюдному натовпі. І водночас, через надмірну кількість соціальних контактів, людина відчуває перевтому від спілкування, емоційне перенапруження. А як захисна реакція – стосунки набувають поверхового характеру, зростає байдужість і відчуження між людьми.

Проаналізувати С. Мілграм у статті «Міське життя як психологічний досвід» [1]. Так, описуючи ряд аспектів поведінки городянина, дослідник пояснює їх як адаптивні реакції на «перевантаження»:

- 1) кожній одиниці вхідної інформації надається менше часу;
- 2) зневажання інформації, що не є першочерговою;
- 3) перекладання відповідальності;
- 4) блокування доступу інформації на вході (недружній вираз обличчя, різкий тон і т.д.);
- 5) між індивідом та інформацією, що поступає із зовнішнього середовища, ставляться спеціальні засоби захисту і відбору;
- 6) інтенсивність вхідної інформації знижується за допомогою фільтруючих пристроїв;

7) створюється спеціальна організація для прийому вхідної інформації.

Однією з найважливіших характеристик, які опосередковують вплив міста на особу є міська культура. Під впливом міської культури формується особлива картина світу городян. Також арактерними рисами міського простору взаємодії називають соціокультурну гетерогенність, інтенцію на різноманітність та інновацію, особове сприйняття простору. Слід зазначити, що міжособова [3] взаємодія в містах відрізняється від традиційних сімейно-родових, громадських, товариських і інших відомих форм міжособової взаємодії. Це, перш за все, городяни, а не будівлі, виробничоекономічні процеси, структура управління і тому подібні частини. Звичайно, психологічний портрет городян великих міст неминуче включає такі характеристики як: суєта, бажання скрізь досягти і все встигнути, наявність прагнень, упевненості і амбіцій.

Поряд з цим рідко, але зустрічаються і такі приклади мислення «столичної людини», яка, приїжджаючи в інші міста, оцінює їх «цивілізованість» лише за наявністю в них супермаркетів і метро. Означене вище дозволяє констатувати, що ситуація міста – це завжди ситуація нескінченних змін, боротьби нового із старим, суперництво поглядів і способів життя, поєднання великих можливостей з таким же великим ризиком.

Безумовно, сукупний вплив цих чинників на людину вимагає від неї певної поведінки та активності, під їх впливом здійснюється соціалізація особистості.

### **Висновок**

Отже ,місто як середовищний чинник соціалізації досить неоднозначне і суперечливе. Серед позитивних моментів міського середовища можна назвати розширення кола спілкування, збільшення можливостей для самореалізації. До міських стресогенних чинників відносять ситуацію аномії, шум, шалений ритм життя, знеособленість тощо. Однак, оскільки молодь у великих містах є значною частиною населення, перспективним вбачається обґрунтування напрямків, шляхів до засобів її залучення до більш активної участі у житті міста.

### **СПИСОК ВИКОРАСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. С. Мілграм «Міське життя як психологічний досвід» [10, с. 283-295].
2. Кондаков И. М. Джунгли мегаполиса (Человек в городской среде и эволюционная психология) [Электронный ресурс] / И. М. Кондаков // Психологическая газета : Мы и Мир. – 2005. – № 5 (105).
3. Конспект лекций по курсу «Социология города» / [Сост. С. В. Пирогов. – Томск, 2003. – 186 с.

*Сологуб Марина Сергіївна* – студентка групи БМ-18, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [marina75sologyb@gmail.com](mailto:marina75sologyb@gmail.com)

*Максименко Марина Аркадіївна* – асистент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет.

*Sologub Maryna Serhiivna* - student of BM-18 group, faculty of heat power engineering construction and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [marina75sologyb@gmail.com](mailto:marina75sologyb@gmail.com)

*Maksymenko Maryna Arkadiivna* - Assistant of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University.

## ПРОБЛЕМА ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проаналізовано проблему застарілого житлового фонду України, а також законодавчу базу для проведення комплексної реконструкції кварталів житлової забудови, модернізації та капітального ремонту багатоквартирних будинків. Обґрунтовано доцільність проведення капітального ремонту шляхом реновації будинків.

**Ключові слова:** застарілий житловий фонд, реконструкція, капітальний ремонт, реновація.

### Abstract

The problem of obsolete housing stock of Ukraine, as well as the legal framework for a comprehensive reconstruction of housing quarters, modernization and overhaul of apartment buildings are analyzed. The expediency of carrying out capital repairs by renovation of buildings is substantiated.

**Keywords:** obsolete housing stock, reconstruction, rebuilding, renovation.

Надзвичайно актуальною проблемою на сьогоднішній день в Україні є зношеність житлового фонду, оскільки граничний строк експлуатації таких будинків закінчився або наближається до кінця. За даними Державної служби статистики [1] станом на 1 січня 2018 року в Україні площа тільки ветхого житлового фонду складає 3,25 млн. м<sup>2</sup>, а аварійного – 1,04 млн. м<sup>2</sup>. Водночас майже третина населення проживає в незадовільних умовах і технічний стан такого житлового фонду не відповідає основним вимогам до будинків та споруд. За даними Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства в Україні близько 1 млрд кв. м житлового фонду, майже 70-80% з якого – застаріле житло.

Ще у 1999 р. була прийнята постанова кабінету міністрів України "Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій"[2]. Вона передбачала програму реконструкції таких будинків і мала на меті технічне відновлення існуючого житлового фонду, підвищення його експлуатаційних якостей до сучасних стандартів і поліпшення архітектурної виразності житлової забудови. В ній були окреслені вимоги до формування правової та нормативно-технічної баз, розробка фінансово-інвестиційного механізму, архітектурно-технічних рішень та реалізація експериментальних пілотних проектів. Проте за 20 років проблема не вирішується, а стан таких будинків погіршується.

Наразі діючим є Закон України "Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду"[3], прийнятий ще у 2006 році з поточною редакцією від 16.10.2020. Він передбачає реконструкцію об'єктів житла до п'яти поверхів, крім садибної забудови, які за технічним станом не відповідають сучасним нормативним вимогам щодо безпечного і комфортного проживання, граничний строк експлуатації яких збіг або знос основних конструкційних елементів яких становить не менше 60 відсотків. Цей закон передбачає знесення або реконструкцію житлового фонду з відселенням мешканців та компенсацію власникам приміщень у грошовій формі або житлом, площа якого не менше кількості кімнат та жилої площі квартири будинку, що підлягає знесенню. Наразі розроблено проект зміни цього закону з можливістю реконструкції багатоквартирних будинків без обов'язкового відселення з можливістю надбудови до 3-х поверхів, без урахування мансардного, за умови, що така надбудова підтверджена результатами технічного обстеження, розрахунками несучої здатності конструктивних елементів та не порушенням умови інсоляції сусідніх будинків.

Для вирішення проблеми застарілого житлового фонду існує декілька шляхів вирішення:

1. Комплексна реконструкція будинків або кварталів із залученням інвесторів та відселення мешканців будинків застарілого житлового фонду.



2. Реконструкція багатоквартирних будинків без обов'язкового відселення мешканців з можливістю надбудови до 3-х поверхів із залученням інвесторів.
3. Модернізація або капітальний ремонт багатоквартирних будинків із залученням співфінансування відповідно до міських програм капітальних ремонтів спільного майна.

У європейській практиці модернізацію та капітальний ремонт застарілого житлового фонду називають реновацією. Для прикладу в Німеччині програма реновації мала кілька етапів і тривала близько 20 років Латвія взяла курс на максимальну енергоефективність, в тому числі – в оновленні житлового фонду. При цьому застосовували механізм залучення інвесторів. Реновацію будинків оплачував інвестор. Після низки робіт, що включали утеплення фасадів та заміну систем водо- і теплопостачання, будинок споживає вдвічі чи тричі менше енергії. Проте мешканці певний час платили за старими тарифами. Після реновації гроші за тепло і, приміром, гарячу воду, віддають інвестору. А він, в свою чергу, розраховується з місцевим бюджетом, забираючи собі різницю, що утворюється в результаті економії енергоресурсів. Акцент на утеплення панельних будинків зробила Польща. У Польщі будівлі покрили шаром утеплювача і пофарбували у пастельні кольори: зеленуватий, жовтий або рожевий, що додало естетичного вигляду будинкам. Нове покриття захищає стіни будинків від несприятливої погоди і покращує теплоізоляцію будівлі[4].

Приклад будинку в якому зробили реновацію наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Реновація будинку

Для реалізації проектів реновації будинків застарілого житлового фонду найбільш реалістичними є сценарії реконструкції багатоквартирних будинків без обов'язкового відселення мешканців з можливістю надбудови до 3-х поверхів із залученням інвесторів, а також модернізація або капітальний ремонт багатоквартирних будинків із залученням співфінансування відповідно до міських програм капітальних ремонтів спільного майна, оскільки в таких будинках проживає багато пенсіонерів та людей з невисоким рівнем доходу.

В процесі реновації споживчі якості житла повинні бути доведені до рівня нового будівництва, а також має бути забезпечена відповідність будинку до діючих державних будівельних норм України. Тому при розробці проекту реновації будинку потрібно врахувати комплекс робіт по ремонту або заміні внутрішніх будинкових інженерних систем електро-, газо-, тепло-, водопостачання, водовідведення; комплекс заходів з модернізації систем теплопостачання та опалення в тому числі з установкою приладів обліку споживання ресурсів, вузлів автоматизації споживання (теплової енергії, гарячої та холодної води, електричної енергії, газу) і регулювання всіх енергоносіїв; облаштування покрівлі з відповідним тепловим опором; у разі необхідності укріплення фундаменту, несучих конструкцій та перекриттів; ремонт підвальних приміщень, сходових клітин, під'їздів із забезпеченням умов доступності для маломобільних груп населення; утеплювальні заходи з метою поліпшення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, в тому числі заміна віконних і балконних заповнень, ремонт балконів і лоджій з їх склінням, добудова козирків над балконами і лоджіями верхніх поверхів, облицювання фасадів, установка будинкових знаків, вуличних покажчиків та ін[5,6].

Поряд з технічним обстеженням об'єктів застарілого житлового фонду необхідним етапом розробки проекту комплексної реконструкції житлової забудови повинна бути оцінка доцільності та економічної ефективності реновації.

Реновація застарілого житлового фонду дозволяє найбільш раціонально використати обмежені фінансові й матеріальні ресурси в порівнянні з новим будівництвом. Вона дає можливість не тільки зберегти житловий фонд, але й істотно (на 40-70%) збільшити його розміри за рахунок надбудови будинків, прибудови до них додаткових об'ємів, добудови незавершених житлових будинків з підвищенням інтенсивності використання міських земель, інженерної та соціальної інфраструктури. Утеплення будинків, що підлягають ремонту та реконструкції, оснащення їх регулюючою і контрольно-вимірювальною апаратурою дозволяє скоротити витрати тепла й питної води на 35-40%, відповідно зменшити навантаження мережі.

### Висновки

Кількісні показники обсягу застарілого житлового фонду свідчать про надзвичайну актуальність цієї проблеми в Україні. Досвід європейських країн свідчить про високу ефективність програм реновації житлового фонду, які поліпшують якість життя мешканців та дають можливість суттєво скоротити споживання тепло- та енергоресурсів. Таким чином, можна дійти висновку, що знесення існуючих будинків, що потребують реновації у більшості випадків є нерентабельним і забюрократизованим, в той час як проект комплексної реновації житлової забудови є соціально необхідним, технічно можливим та економічно доцільним.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Житловий фонд України. Статистичний збірник. [Електронний ресурс]: Державна служба статистики України, Київ, 2018. — Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/07/zb\\_jf\\_2017\\_pdf.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/07/zb_jf_2017_pdf.pdf)
2. Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій: постанова кабінету міністрів України від 14 травня 1999 р. N 820. — Київ. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-99-%D0%BF#Text>
3. Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду: Закон України від 22 грудня 2006 року, № 525-V. — Київ. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16#Text>
4. Хрущовки. Що буде з застарілим житловим фондом в Україні? [Електронний ресурс] : nv.ua / Л. Р. Парцхаладзе. — Режим доступу: <https://goo.su/2y3c>
5. Дудар І. Н. Перспективи масового зведення та реконструкції енергонезалежних будівель і їх ефективність [Електронний ресурс] / І. Н. Дудар // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. — Електрон. текст. дані. — 2018. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4809>
6. Дудар І. Н. Енергозбереження в міському будівництві : навчальний посібник Ч1, Ч2 / І. Н. Дудар, Л. В. Кучеренко, В. В. Швець. — Вінниця : ВНТУ, 2015. — 71 с

Обідник Микола Дем'янович – студент групи БМ-19мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [obidnyk.mykola@gmail.com](mailto:obidnyk.mykola@gmail.com)

Дудар Ігор Никифорович – д.т.н, професор кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [indudar11@gmail.com](mailto:indudar11@gmail.com)

Obidnyk Mykola D. – student of the Faculty of Construction of Heat and Power Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [obidnyk.mykola@gmail.com](mailto:obidnyk.mykola@gmail.com)

Dudar Ihor N. – doctor of technical science, professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [indudar11@gmail.com](mailto:indudar11@gmail.com)

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРАЦІЙНОГО РЕЖИМУ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТИПІВ РОЗВИТКУ ЗАБУДОВИ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Теперішній час відзначено зростаючими обсягами забудови житлових і адміністративних будівель, в сельбищній території, що вже склалася. Це тягне за собою неминучі зміни факторів, з яких складається мікроклімат забудови: варіабельність вітрових навантажень, зміна напрямку і швидкості вітру в рамках кварталу, зміна інсоляції.*

**Ключові слова:** Комфортність перебування, звукоізоляція, інсоляція, аерація, мікроклімат, сельбищна територія.

### Abstract

*Currently, it is marked by the growing volume of construction of residential and office buildings, which has already formed a residential area. This entails the inevitable changes in the following factors that make up the microclimate of the building: the variability of wind loads, changes in wind direction and speed within the quarter, changes in insolation.*

**Keywords:** Comfort of stay, sound insulation, insolation, aeration, microclimate, settlement territory

### Вступ

Теперішній час відзначено швидким ростом міських територій, появою в них нових районів і ущільненням існуючої забудови. Все це впливає на мікроклімат як цілого міста так і його окремих територій. Мікроклімат має особливості, притаманні саме для даної території, яка обумовлена характером забудови, наявністю промислових підприємств, ґрунтовим покривом, розподілом зелених насаджень і водойм. У дослідженнях різних авторів [1 ... 3] з метою оцінки біометеорологічних показників сельбищної території йдеться про особливості мікроклімату в місті в загальному в порівнянні з приміськими і відкритими територіям того ж кліматичного району. На формування мікроклімату міста, крім природних умов, впливають умови, створювані міською забудовою, а також функціонуванням автотранспорту, теплоелектростанцій, промислових та інших підприємств. Міська забудова змінює природний рельєф: збільшує шорсткість підстильної поверхні (наприклад, улоговинні умови на тлі рівнинного рельєфу), включає безліч вертикальних поверхонь, створює пересічену місцевість. Крім того, теплофізичні властивості (теплоємність і відбивна здатність) елементів міської забудови (стін будівель, дахів, доріг, мостових) відрізняються від теплофізичних властивостей елементів природного оточення.

### Основна частина

Перераховані особливості міської території визначають чинники формування мікроклімату міста:

- зміна рельєфу, обумовлене міською забудовою;
- відмінність теплофізичних властивостей поверхонь елементів міської забудови та природного оточення;
- штучні потоки тепла;
- забруднення повітря;
- зниження випаровування через значні площі елементів мощення в міській забудові;
- різке зменшення площі поверхні з рослинним покривом і природною ґрунтом та ін.

Ці фактори впливають на мікроклімат міста одночасно, але їх вклад в різні пори року і в різних кліматичних умовах дуже різний. Вони викликають зміну природного радіаційного балансу, умов

тепло- і масообміну, порушення природного кругообігу вологи. Все це визначає мікрокліматичну мінливість загальнокліматичних режимів в окремих районах великого міста.

Підвищення температури пояснюється нагріванням елементів забудови за рахунок поглинання ними сонячної радіації і відбивання радіації міськими поверхнями, а також зменшенням ефективного випромінювання тепла над містом. Величина відбитої радіації залежить від нахилу і орієнтації поверхонь, а також від альbedo будівельних і дорожніх матеріалів. При цьому може відбуватися взаємне опромінення елементів забудови, а поблизу інсоляційних поверхонь міського оточення може значно зрости температура повітря. Через забруднення атмосферного повітря, а також неоднорідностей підстильної поверхні, обумовлених забудовою, послаблюється ефективно випромінювання над містом і відповідно зменшується його нічне охолодження. Крім того, на випаровування вологи асфальтовим покриттям і іншими міськими поверхнями витрачається значно менше енергії, в порівнянні з енергією, необхідною для випаровування вологи рослинним покривом. Тому в приземному шарі повітря міської території, за рахунок малої витрати енергії на випаровування вологи, залишається значно більше тепла в порівнянні з територією околиць.

Підвищення температури повітря всередині міста в порівнянні з температурою навколишньої місцевості призводить до утворення так званого «острова тепла» над містом - області підвищеної температури повітря, яка має вигляд купола. Розмір «острова тепла» та інші його показники залежать від метеорологічних умов та особливостей міста. «Острів тепла» руйнується вітром або атмосферними опадами, але стійкий в безвітряності. На висоті до декількох сотень метрів по межах «острова» відбувається циркуляція мас теплого і холодного повітря. Вертикальна швидкість мас задушливих потоків порівняно невелика. В «Острові тепла» тиск атмосферного повітря знижений. Це сприяє притягненню хмар з верхніх шарів атмосфери. Тому хмари над містом розташовані значно нижче, ніж над відкритою місцевістю. Висхідні потоки повітря утворюють купчасту хмарність. Утворення «острова тепла» викликає зменшення припливу сонячної радіації на територію великого міста, збільшенню кількості атмосферних опадів, збільшенню повторюваності туманів.

Елементи міської забудови та зелені насадження змінюють швидкість вітру і його напрямок. Зазвичай швидкість вітру в місті менше, ніж за його межами. Посилення вітру можливо при розташуванні міста на пагорбах або при співпадінні напрямку вітру з напрямком вулиць. Для міст, де швидкості вітру незначні, характерні місцеві циркуляції повітря. Причиною їх виникнення може бути різна температура або освітленість окремих ділянок міської території. Рух повітря, так зване термічне провітрювання, виникає між містом і його околицями, між зеленим масивом і територією забудови, між нагрітою сонцем і затіненою частиною вулиць. Наявність водойм сприяє формуванню місцевих циркуляцій, подібних бризам.

Вітровий режим приземного шару повітря в умовах міської забудови прийнято називати аераційним режимом. Аераційний режим вважається комфортним, якщо швидкості вітру на території забудови знаходяться в межах від 1 до 5 м / с [4]. Ділянки міської території, де швидкість вітру менше 1 м / с, відносять до непровітрюваних, а більше 5 м / с - до зон продування. Окремо виділяють комфортний аераційний режим (швидкість вітру від 1 до 3 м / с) і аераційний режим, близький до комфортного (швидкість вітру від 3 до 5 м / с) [4.5], непровітрювані ділянки міської території, або зони застою повітря, створюють антисанітарний стан. Зони продування дискомфортні для людини.

Вологість повітря в містах нижче в порівнянні з околицями. Це пов'язано з підвищеними температурами атмосферного повітря і меншим вмістом в ньому вологи за рахунок зниження кількості випарів. Найбільша різниця по вологості повітря між містом і його околицями протягом року спостерігається влітку, а протягом доби - в вечірні години. У зимовий час повітря міста може бути більш зволожений за рахунок викидів пари техногенними джерелами. Взимку в місті випадає менше снігу, а влітку випадає більше дощів. Погодні умови можуть надавати негативний вплив на самопочуття людини, можуть викликати почуття дискомфорту. Погодою називають стан атмосфери в даному місці в певний момент або за обмежений проміжок часу (добу, місяць). Погода обумовлена фізичними процесами, що відбуваються при взаємодії атмосфери з космосом і землею поверхнею. Погоду характеризують метеорологічні показники: атмосферний тиск, температура і вологість повітря, швидкість і напрям вітру, інсоляція, дифузна природна освітленість, радіаційний фон.

Сучасна міська забудова являє собою складне багатоконпонентне середовище проживання, мікрокліматичні умови якої впливають на стан організму людини і часто призводять до обмеження можливостей використання території мікрорайону для різних видів побутової діяльності, ігор дітей (в першу чергу дошкільного віку) і відпочинку.

У містобудуванні вирішальну роль відіграє пряма сонячна радіація, яка оцінюється інсоляційним режимом. Інсоляційний режим - режим опромінення міських територій і приміщень будівель прямими сонячними променями. Інсоляцію міської забудови зменшують хмарність та забруднення атмосферного повітря. Сонячне опромінення необхідно для життя. Воно надає оздоровчий і позитивний психологічний вплив на людину. Тривалість інсоляції регламентується санітарними нормами і відповідними параграфами будівельних норм [4,5]. Норми інсоляції залежать від кліматичної зони розміщення міської території.

Варто зазначити, що сьогодні проект будь-якого будівництва розробляють відповідно до вимог будівельних норм, що регламентують і містять необхідну інформацію для проектування будівельних робіт в різних умовах.

При розробці проекту будівництва випускник ЗВО повинен мати компетенцію працювати та «читати» будівельні норми, що забезпечують дотримання необхідних умов для конкретного будівництва, в обов'язки якого входить оцінка якості будівництва в різні часові відрізки: на стадії проектування, під час будівельних робіт, після зведення будівель і споруд, а також під час їх експлуатації.

### Висновок

Для розуміння сутності засобів і методів створення умов повітряного середовища, необхідно мати уявлення про температурний і вологісний режим як повітряного середовища споруди, так і огорожувальних конструкцій будівлі. Важливо також вміти оцінювати вплив на споруду зовнішніх умов навколишнього середовища. Для розуміння змісту якості мікроклімату корисно мати на увазі, з одного боку, перелік визначальних його параметрів повітряного середовища, а з іншого, - методи обліку комплексного впливу останніх.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гарнага, В. Л. Ландшафтні засоби економії енергії [Текст] / В. Л. Гарнага, К. С. Філатова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 1. – С. 79-85.
2. Серебровський Ф.Л. Аерація населених місць. М.: Стройиздат, 2005. 172 с.
3. Добровольський С.А., Потапов А.Д., Кашперюк П.І. Деякі підходи до побудови моделі забруднення повітряного середовища автотранспортними викидами // Вісник МГСУ. 2010. № 4. С. 155-157.
4. Балакін В.В. Забезпечення нормативів вмісту викидів автомобілів в повітрі міських вулиць. Ресурсо і енергоефективні технології в будівельному комплексі регіону // Збірник наукових праць по матеріалам міжнародної науково-практичної конференції. Саратов: СГТУ. 2014. С. 356-360.
5. Кучеренко Л. В. Містобудівні методи захисту від шумового забруднення міст [Текст] / Л. В. Кучеренко, В. С. Калініченко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 103-107.

**Петренко Наталія Романівна** — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця nataliapetrenko2306@gmail.com

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, liliya13liliya13@gmail.com

**Petrenko Nataliia** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, nataliapetrenko2306@gmail.com

**Kucherenko Lilia** – PhD Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, liliya13liliya13@gmail.com)

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОЗДОРОВЧО-РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У статті виявлені основні фактори, що впливають на архітектурні та планувальні рішення при проектуванні і будівництві оздоровчо-реабілітаційних об'єктів. Формулюються задачі дослідження з метою виявлення архітектурних рішень при будівництві нових об'єктів рекреації та охорони здоров'я в Одеській області.

**Ключові слова:** Оздоровчо-реабілітаційні об'єкти, архітектурно-планувальні рішення, об'ємно-планувальні рішення.

### Abstract

Features of the energy-efficient structure of hotel complexes are considered. The main factors influencing the energy efficiency of the hotel complex are analyzed. The basic principles which are taken into account when constructing hotel buildings are determined.

**Keywords:** Energy-efficient solutions, building, technology, architecture, hotel-shopping complex, building, factors.

### Вступ

Сучасний ОРК (оздоровчо-реабілітаційний комплекс) - це синергія новітніх рекреаційних та медичних технологій, професіоналізму співробітників і архітектурних рішень. Значимість останніх виходить за рамки естетичного сприйняття і комфорту і впливає на інші фактори. Завдяки продуманому місцю розташування будівлі, його об'ємно-планувального вирішення, дизайну фасадів та інтер'єрів архітектура цих об'єктів істотно впливає на фізичний стан клієнта [2,3].

У сучасному розумінні рекреаційно-медична установа призначена для розширеного відтворення фізичних, інтелектуальних і емоційних сил людини. Рекреація необхідна як з точки зору індивідуума, так і з позиції держави, яке для свого розвитку має дбати про відтворення продуктивних сил суспільства, до складу яких входить населення країни.

Метою роботи є виявлення специфіки формування планувальної структури ОРК з розробкою науково обґрунтованих принципів і прийомів архітектурної організації з урахуванням факторів, що визначають проектні рішення ОРК.

### Основна частина

Теорія і практика планування і забудови даних об'єктів охоплює широкий комплекс соціальних, функціональних, санітарно-гігієнічних, техніко-економічних і архітектурно-композиційних завдань. Пов'язане з будівництвом нових і реконструкцією існуючих міст законодавче регулювання істотно впливає на рівень розвитку рекреаційної індустрії в країні [4-6]. Це може або сприяти збільшенню продуктивних сил, або прирікати їх на руйнування. Рекреація, перш за все, несе з охорони здоров'я характер. Здоров'я робить прямий вплив на продуктивність праці, що вкрай актуально на сучасному етапі економічного розвитку Анголи.

Головними завданнями територіальної організації проектного рекреаційно-курортного регіону є:

- 1) архітектурно-планувальне зонування;
- 2) інженерно-екологічні зонування;
- 3) функціональне зонування території розглянутого району.

Вирішення цих завдань здійснюється на основі комплексної оцінки стану навколишнього середовища, яка проводиться виходячи з аналізу окремих природних факторів і спільного їх

взаємодії. За результатами цієї роботи розробляється прогноз розвитку об'єкта, що дозволяє досить точно передбачити зміни в навколишньому природному середовищу району та розробити систему екологічних заходів з його охорони і відновлення.

При проектуванні ОРК необхідно використовувати принципи еколого-середовищного підходу. Враховувати регіональні особливості фізико-географічного середовища (клімату і природних умов), демографії, архітектурного та національної спадщини, економічного і санітарно-технічного стану регіону. До найбільш істотних факторів, безпосередньо, впливає на проектування ОРК відносяться ретроспективні показники чисельності населення всієї країни, сімейний склад, характеристика населення за станом здоров'я і здатності до самообслуговування, динаміка народжуваності, захворюваності та смертності [1,4].

Розміщення ОРК залежать від місцевих природних ресурсів і ландшафту території. Природно-кліматичні особливості місця будівництва також істотно впливають на архітектуру. До природних впливів в першу чергу відносяться: температурний, вологісний і вітрової режими, пил, проливні дощі.

В умовах жарко-вологого клімату Анголи існують потреби щодо забезпечення наскрізного і діагонального провітрювання приміщень ОРК при поєднанні високих температур і підвищеної вологості повітря. Крім забезпечення кондиціонування ОРК, велике значення приділяється і архітектурно-планувальним прийомам поліпшує мікроклімат в будівлях (пристрій витяжних шаф і шахт, установка жалюзі або перголи над балконами і еркерами і д.р.).

На обмеження будівель ОРК по висоті впливає цілий ряд факторів, наприклад: аерація і інсоляція, безпеку людей; вимоги щодо збереження архітектурного ансамблю або конкретного містобудівного ділянки; Силуетна характеристика, умови зорового сприйняття і видимості естетично значущих образів з вікон житлових будинків; забезпечення необхідної щільності забудови - в відповідності зі сформованим стандартом країни. Для кожного конкретного місця майбутнього об'єкта ОРК встановлюється індивідуальна висота відповідно до так званим «висотним регламентом району».

Таблиця. 1. Фактори, що визначають проектні рішення ОРК

Природно-кліматичні фактори	Антропогенні фактори
Кліматичні фактори	Функціональні
Температура повітря; Дошові опади; Вологість повітря; Швидкість вітру; Напрямок вітру; Атмосферний тиск; Сонячна радіація; мікрокліматичні особливості	Функціонально-планувальне зонування території міста; Дорожня і вулична мережі; Транспортна інфраструктура; Зовнішній транспорт; Інженерна інфраструктура; Технічне оснащення; Функціонально-техногенні впливи; Ступінь екологічного забруднення; Система озеленення та благоустрою
Природні фактори	Соціально-економічні
Рельєф місцевості; Ґрунти; Сейсмічність; Гідрогеологічні особливості; Флора; фауна; Положення над рівнем моря; Можливість природних катастроф	Соціальне становище населення; Рівень фінансового забезпечення; Кількість населення; Щільність міської забудови; Рівень і форми зайнятості населення; Демографічні групи; Національний склад

### Висновок

Встановленні фактори, що визначають проектні рішення ОРК та впливають на проектування сучасного архітектурного образу ОРК, в умілому симбіозі природно-ландшафтного комплексу і об'єкта, у створенні середовища зі сприятливими умовами для лікування, відпочинку і розваг, спираючись на традиції вітчизняного і зарубіжного досвіду і практики будівництва і експлуатації подібних об'єктів.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белинь Т. І. Особливості проектування центрів культури та дозвілля [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. І. Белинь // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5006>.
2. Бричанський А. О. Сучасні об'ємно-планувальні рішення готельно-торгового комплексу [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3390>.
3. Шувалов, В.М. Розвиток форм придорожніх рекреаційних об'єктів: навчальний посібник. - М.: Архитектура-С, 2012. - 224 с.
4. Постолатій М. О. Об'ємно-планувальні рішення багатоповерхових будівель [Текст] / М. О. Постолатій, А. В. Ковальський, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. –2020. – С. 219-221.
5. Шувалов, В.М. Архітектура об'єктів рекреаційного призначення в придорожній і межселенной середовищі: навчальний посібник. - М.: РУДН, 2012. - 232с.
6. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406>.

**Цибуля Дар'я Олександрівна** — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [ivanovadaria2108@icloud.com](mailto:ivanovadaria2108@icloud.com)

**Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри МБА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Tsibulya Dar'ya** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [ivanovadaria2108@icloud.com](mailto:ivanovadaria2108@icloud.com)

**Kovalski Viktor Pavlovych** — Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## РОЗРОБКА ТЕОРІЇ ЕНЕРГОАВТОНОМНОСТІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В даній роботі проаналізовано та використано міжнародний досвід у проектуванні автономних енергоефективних житлових кварталів з використанням альтернативних джерел енергії. Досліджено основні економічні методи ресурсозбереження по енергоефективності будівель, щодо правильної реконструкції житлових будинків використовуючи енергозберігаючі технології. У запроєктованих будівлях використано сонячні батареї та BIPV – панелі, які інтегровані в будівлю у вигляді фотоелектричних елементів в якості несучих конструкцій покрівельних конструкцій, навісів, козирків, фасадів, вікон.*

**Ключові слова:** нові технології, сонячні батареї, енергія, ефективність, збереження, ресурси, BIPV – панелі, геліоколектори, альтернативні джерела енергії.

### Abstract

*This paper analyzes and uses international experience in designing autonomous energy-efficient residential areas using alternative energy sources. The basic economic methods of resource saving on energy efficiency of buildings, concerning correct reconstruction of apartment houses using energy saving technologies are investigated. The designed buildings use solar panels and BIPV panels, which are integrated into the building in the form of photovoltaic elements as load-bearing structures of roof structures, canopies, visors, facades, windows.*

**Keywords:** new technologies, solar panels, energy, efficiency, conservation, resources, BIPV-panels, solar collectors, alternative energy sources.

### ВСТУП

Розвиток економіки України значною мірою залежить від вирішення завдання забезпечення енергоносіями. Недостатній обсяг власних енергоносіїв змушує українську владу приймати рішення щодо значного їх імпорту. В умовах скорочення світових запасів вуглеводнів та зростання на них цін, вирішення енергетичних проблем лише за допомогою імпорту є недостатнім. Сьогодні світ намагається вирішувати проблему енергоносіїв на основі нових підходів, в основі яких є: по-перше, покращення технологічного процесу з точки зору енергомісткості виробництва; по-друге, розвиток енергозбереження; по-третє, розширення виробництва енергії за рахунок поновлювальних джерел. В економічно розвинених країнах частка енергії, виробленої на поновлювальних джерелах зростає. Україна є енергодефіцитною державою, яка імпортує 75 % природного газу та 85 % нафти і нафтопродуктів. Така структура паливно-енергетичного балансу є критичною і неприйнятною з точки зору енергетичної безпеки. [1]. Виходячи з цього, одним з основних завдань Української держави є суттєве зменшення неефективного споживання енергетичних ресурсів. Вирішити це завдання неможливо без цілеспрямованої енергетичної політики, де адекватно враховувалися б можливості України щодо власного видобутку вуглеводнів, розвитку відновлювальної енергетики і енергозбереження, переходу економіки до широкого впровадження у виробництво інновацій. Щоб розв'язати таке завдання необхідно зосередитися на аналізі найважливіших сторін проблеми та визначити шляхи, засоби і методи її вирішення. [1].

### Системи вентиляції та опалення

Житлові будинки обладнані центральними і поквартирними системами механічної вентиляції і системами природної вентиляції. У центральній механічній системі вентиляції теплообмінник розташовується на горищі будівлі, в поквартирній - встановлюється в кожній квартирі. Частина будівель обладнана системою природної вентиляції. Приплив повітря здійснюється через спеціальні припливні пристрої в стіні, розташовані за опалювальними приладами, або через вікна зі спеціальним пристроєм для забору зовнішнього повітря. Зовнішнє повітря протікає між шибками і таким чином підігрівається. Видалення повітря здійснюється через витяжний канал, обладнаний на кінці дефлектором особливої конструкції. [2]

## Енергоефективні рішення систем опалення і вентиляції

- Використання теплоти зворотної води системи тепlopостачання для опалення підлоги.
- Утилізація теплоти повітря, що видаляється.
- Індивідуальна механічна вентиляція з утилізацією теплоти окремо для кожної квартири.
- Підвищення ефективності систем природної вентиляції за рахунок спеціальної конструкції дефлекторів.
- Вентиляція приміщень попередньо підігрітим зовнішнім повітрям, що поступає через вікна спеціальної конструкції або забирається з застаканих лоджій.
- Використання низькотемпературних опалювальних систем.
- Використання сонячних колекторів, підключених до магістралей гарячої води.
- Індивідуальний контроль температури в кожному приміщенні.

### Сонячні панелі BIPV для ремонту фасадів багатоповерхових житлових будинків

Для капітального ремонту фасадів багатоповерхових житлових будинків спільно з традиційними будівельними матеріалами все частіше використовуються архітектурні сонячні панелі (рис. 1). Так, наприклад, фінська компанія «Сонячна енергія» використовувала фотоелектричні сонячні панелі для капітального ремонту фасадів багатоповерхових житлових будинків в місті Турку разом з традиційними будівельними матеріалами [4].



Рисунок 1 – Встановлення фотоелектричних панелей на балконах багатоповерхових будинків

Керуючий агентство з обслуговування нерухомості вирішили використовувати сучасні технології для масштабної реконструкції фасадів будівель, побудованих в далекі 1960 -70 роки минулого століття. Будинки отримали прекрасний сучасний вигляд. Крім прекрасного дизайну, сонячні панелі, розміщені на південних стінах двох шестиповерхових будинків, виробляють електроенергію [3].

Однією з головних задач, яку замовник ставив в цьому проекті, була підвищення ефективності використання відновлюваної енергії. Важливо відзначити, що витрати на ремонт стін за допомогою сонячних панелей практично не перевищують звичайних витрат на поточний капітальний ремонт будівель.

Модулі для виробництва енергії, інтегровані в будівельну конструкцію. Система архітектурних сонячних панелей - інноваційна і надійна енергогенеруюча система. Можна сказати що головною вимогою для фотоелектричних модулів є їх висока якість. Якість і надійність наших модулів прекрасно демонструють наші переваги, враховуючи той факт, що компанія Veakar Europe GmbH пропонує різні ефективні сонячні рішення для різних міжнародних проектів. Архітектурні панелі легко інтегруються практично в будь-яку будівельну конструкцію, покращують дизайн будівель, підвищують вартість об'єкта і виробляють енергію [4].

Сучасні BIPV проекти, використовуючи фотоелектричні модулі, як будівельний матеріал для облицювання і створення огорожувальних конструкцій будівель, ефективно виробляють електричну енергію.

### Конструкція BIPV-панелей

BIPV-панелі (Building-integrated photovoltaics) (рис. 2), це фотоелектричні модулі або панелі, конструктивно орієнтовані на інтеграцію в архітектурні будови. Таким чином, застосування BIPV-

модуль переслідує дві мети: це частина будівельної конструкції і, одночасно, генерація електроенергії. Застосовуються дані панелі, як правило, в якості облицювання фасадів знань, балюстрад, дахів будівель, конструктивних елементів в малих архітектурних формах, декоративного оздоблення будівель, тощо [4].

Конструктивно BIPV-модулі влаштовані так:

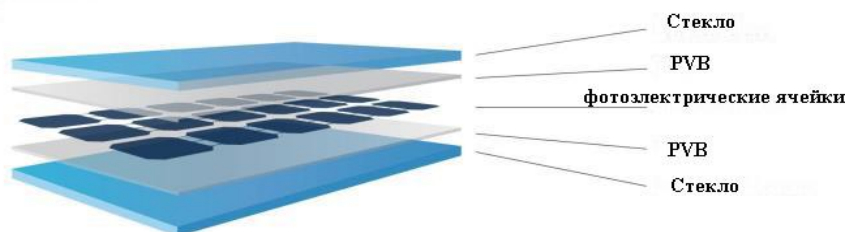


Рисунок 2 - Конструкція BIPV-панелей

Між склом (як правило загартованим) знаходиться полівінільний шар, всередині якого вміщено фото-осередки з кристалічного кремнію або плівка з аморфного кремнію за рахунок яких йде вироблення електроенергії під впливом сонячних променів. Залежно від застосовуваних фотоелектричних елементів формується широкий асортимент BIPV-панелей:

- панелі звичайного вигляду з осередками з моно або полікристалічного кремнію парного і темно-синього кольору (рис. 3). Ці панелі використовуються в більшості випадків, мають найбільшу електричну ефективність (ККД до 22%), застосовуються як фасади будівель і конструктивні елементи. Можливо виготовлення панелей товщиною від 3 до 22 мм. За рахунок різної щільності розміщення осередків досягається різна ступінь прозорості панелі [4].



Рисунок 3 - Застосування BIPV-панелей в різних спорудах

- панелі з кольорових комірок (рис. 4). Дані панелі використовуються переважно в декоративних цілях, мають меншу електричну ефективність (ККД 10% -15%), так само застосовуються як фасади будівель і конструктивні елементи, з акцентом на креативність архітектурних композицій [4].

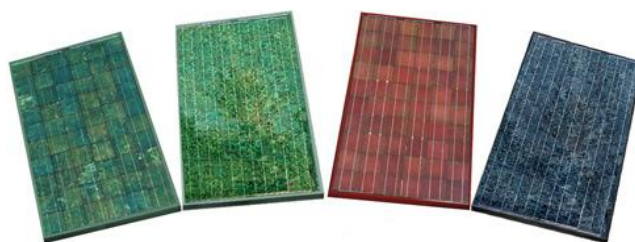


Рисунок 4 – Різноманітність BIPV-панелей в кольоровій гаммі

### Висновок

Отже, проаналізовано доцільність реконструкції житлових будинків з енергоефективними технологіями в Україні. Організаційно енергозбереження може бути упроваджено за умови безпосередньої зацікавленості споживача в ефективному використанні альтернативних джерел енергії. Така зацікавленість найкраще себе виявляє, коли споживач енергії може впливати на елементи енергозбереження (теплогенеруючі станції, тепломережі, будівлі). Дослідили основні економічні методи ресурсозбереження по енергоефективності будівель. Дослідили заходи з підвищення енергоефективності об'єкта в Україні. Енергозбереження потребує значних

капіталовкладень, а тому повинно здійснюватися поетапно державою та приватними структурами, відносно до яких проводиться політика сприяння інвестиціям.

#### СПИСОК ВИКОРИСТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козак В. Ю. Вдосконалення енергозабезпечення міських будівель шляхом запровадження енергетичної автономності / Міжнародна науково-технічна конференція “ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ” 2018 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6090/5062>
2. Національний інститут стратегічних досліджень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/262/>
3. Журнал «Здания высоких технологий» («Sustainable building technologies») Выпуск Зима 2014. Viikki - экспериментальный жилой район [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
4. Журнал «Здания высоких технологий» («Sustainable building technologies») Выпуск Зима 2017. Энергоэффективные дома Дании [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://zvt.abok.ru/articles/171/Energoeffektivnie\\_doma\\_Danii](http://zvt.abok.ru/articles/171/Energoeffektivnie_doma_Danii).

**Швец Віталій Вікторович** – к.т.н., завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. E-mail: vitalshv@i.ua.

**Козак Вадим Юрійович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.  
E-mail: abram2810@gmail.com

**Vitaliy Shvets** – Ph.D., Associate Professor of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University. E-mail: vitalshv@i.ua.

**Vadym Kozak** – post graduate student of the department of construction, urban and architecture of Vinnytsia national technical university.  
E-mail: abram2810@gmail.com

# ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ РЕКОНСТРУКЦІ І ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДКРИТОГО ПРОСТОРУ В ЖИТЛОВІЙ ЗАБУДОВІ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

При існуючих темпах збільшення міського населення ефективність і якість житлового будівництва стають найважливішими показниками рівня життя населення зростаючих міст.

**Ключові слова:** Комфортність перебування, відкритий простір, мікроклімат, сельбищна територія.

## Abstract

At the current rate of urban population growth, the efficiency and quality of housing construction are becoming the most important indicators of the living standards of the population of growing cities.

**Keywords:** Comfort of stay, open space microclimate, settlement territory.

## Вступ

Будівництво великих житлових комплексів сприяє не лише вирішенню житлової проблеми забезпечення кожної сім'ї окремою упорядкованою квартирою. Важливим компонентом житлового комплексу є оточуючі забудову відкриті простори, які створюють в нових районах сприятливі гігієнічні умови проживання. Поряд з оздоровчою функцією, відкриті простори, також виконують роль свого роду "продовженням" житла: на озелених територіях розміщуються будівлі громадського призначення - дитячі сади, школи, заклади культурно-побутового обслуговування, а також ігрові майданчики та спортивні споруди, зупинки громадського транспорту, стоянки автомобілів.

Актуальність досліджень в цьому напрямку обумовлюється також причинами внутрішнього характеру, зокрема, нераціональним використанням територій в середині житлових районів, які випливають з невідповідності фактичного функціонування відкритого простору його запланованому використанню.

## Основна частина

Значна частка території, що відводиться під озеленення не завжди забезпечує оптимальний для житлового середовища біокліматичний режим, оскільки частина територій, які відводяться з технологічних причин виявляється непридатною для нормального росту зелені. Це призводить до утворення ділянок з відкритою поверхнею ґрунту, що є влітку - джерелом пилу і бруду, а взимку найбільш продуваемими місцями. Надмірне розростання зелених насаджень виключає інсоляцію поверхні землі і призводить до зникнення на ній рослинного покриву, а в кінцевому підсумку - також до утворення джерел пилу і вогкості. Нижче планованої виявляється ефективність відкритого простору і в виконанні функції внутрішньоквартальної рекреаційної зони. Частина спеціально відведених для ігор і відпочинку територій використовується населенням під пішохідні транзитні шляхи, для тимчасового зберігання автомобілів (число яких непередбачено зростає), під підсобні території для господарських потреб установ обслуговування районного і міського рівнів. Часто не відповідає дійсному результату передбачуваний проектом естетичний вплив відкритих просторів. Обширні неосвоєні фрагменти "природного середовища" - пустирі, зарослі - знижують естетичні властивості житлової забудови.

Психологічний дискомфорт середовища нових районів загострюється складністю просторової орієнтації, спричиненої безликістю відкритих просторів, а також роз'єднаністю і дизгармонійністю окремих різнохарактерних фрагментів забудови. Більш того, запрограмована композиція відкритих просторів часто дезорієнтує пішоходів, оскільки вже не відповідає багато в чому і ускладнилася під натиском динамічного розвитку міста.

Нерозвиненість теоретичних уявлень про реальну складність процесу функціонування відкритого простору в житловій забудові та, як наслідок, невідповідність застосовуваних однакових прийомів організації відкритого простору множинності реальних ситуацій виступає іншою, внутрішньою причиною розгортання дослідження в цій області.

### Висновок

Таким чином, подальший розвиток теоретичних обґрунтувань організації відкритих просторів у житловій забудові обумовлюється необхідністю вирішення проблем, що виникають, з одного боку, на рівні міста - це інтенсифікація використання міських територій - і, з іншого боку, на рівні житлового комплексу - це підвищення експлуатаційних якостей вільних від забудови територій. Це вимагає комплексного вирішення проблеми підвищення ефективності використання території житлових районів, включаючи питання інтенсивності освоєння території, архітектурно-планувальної організації та благоустрою відкритих просторів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Машинский В.Л. Благоустройство и озеленение жилых районов. Рекомендации по проектированию и созданию зеленых насаждений / В.Л. Машинский, В.С. Теодоронский.- М.: МГУЛ, 1999. – 127 с.
2. Губіна М.В. Формування житлової забудови в містах / М.В. Губіна. – К., 1994. – 136 с.
3. Ключниченко Є.Є. Соціально-економічні основи планування та забудови міст / Є.Є. Ключниченко. – К.: НДПІ містобудування, 1999. – 348с.

**Кузь В'ячеслав Андрійович** — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, liliya13liliya13@gmail.com

**Kuz V.** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city

**Kucherenko Lilia** – PhD Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsa National Technical University, Vinnytsia, liliya13liliya13@gmail.com/



# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИЙ СТІНОВИЙ БЛОК ЗІ ЗМІННОЮ ЩІЛЬНІСТЮ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Опис характеристик та технологія виготовлення блоку. Запропоновано конструкцію високотехнологічного термоблоку для зведення стін будівель.*

**Ключові слова:** енергозбереження, термоблок, зменшення водопоглинання, теплоізоляція, будівельний матеріал.

## Abstract

*Description of characteristics and technology of block production. The design of a high-tech thermoblock for erection of walls of buildings is offered.*

**Keywords:** energy saving, thermoblock, reduction of water absorption, thermal insulation, building material.

## Вступ

На даному етапі розвитку будівельного виробництва все частіше будівельні організації використовують такі матеріали для зведення будівель, які мають найбільші технологічні показники, а саме максимально виготовлені на підприємствах будівельної індустрії, які в подальшому не потребують тривалих, затратних технологічних процесів на будівельному майданчику. Тому ми хочемо запропонувати нову конструкцію такого термоблока. Він містить в собі несучу частину, частину утеплювача зі змінною щільністю та зовнішнє оздоблення одразу нанесене на термоблок. Таким чином, після вкладання будівельного блоку в стіну він не буде потребувати додаткових технологічних процесів, з нанесення утеплювача та фасадних робіт. (рис.

1) [1;2;3]

## Основна частина

Теплоізолюючий шар має 270 мм та складається з піщаного розчину, в який входить портландцемент марки М-500, пісок та вода з додаванням пластифікатор. Утеплюючим елементом в даному блоці слугують пінополістирольні кульки діаметром до 4 мм, кількість яких збільшується від несучої частини блоку до лицьової. Даний шар забезпечує надійну теплоізоляцію та термічний опір  $R_0$  більше 3,3, що задовольняє вимоги для нашого регіону. [4;5]

Несуча частина блоку виготовлена з важкого бетону класу В-15 товщиною 120 мм, що дозволяє сприймати навантаження від залізобетонних перекриттів.[3;4;5]

Термоблок армований полімерною сіткою, що з'єднує шар утеплення та несучу частини й зменшує ймовірність утворення тріщин між шарами, які можуть виникати при транспортуванні та монтажі стінового блоку.

Процес виготовлення термоблока (рис.1) складається з таких технологічних операцій :

1. Форму для виготовлення термоблоку, покриваємо емульсійним розчином, щоб уникнути прилипання до стінок.
2. Встановлюємо армуючу полімерну сітку для з'єднання між собою шарів термоблока.
3. Заливаємо 120 мм важкого бетону, віброущільнюємо форму.
4. Заливаємо 270 мм цементно-піщаного розчину пошарово постійно збільшуючи в кожному шарі кількість пінополістерольних кульок.
5. Останній шар цементно-піщаного розчину заливаємо без полістерольних кульок для забезпечення міцного контакту між утеплюючою частиною блоку та оздоблення .
6. Монтуємо оздоблювальну плитку.



Рисунок 1 – Конструкція високотехнологічного термоблока

7. Витримуємо блок до набирання ним розпалубної міцності, виймаємо з форми, вистоюємо протягом 3 діб і передаємо на склад.

Виготовлений за такою технологією блок буде мати такі властивості:

1. Несуча частина блоку шириною 120 мм здатна сприйняти навантаження від панелей перекриття.
2. Утеплюючий шар 270 мм забезпечить необхідний термічний опір стіни.
3. Монолітність конструкції термоблоку та наявність перемінної щільності утеплюючого шару дозволить виключити виникнення точки роси в тілі виробу, що покращить його теплозахисні характеристики.
4. Наявність зовнішнього захисного шару плитки знизить водопоглинання блоку, що підвищить його морозостійкість і як наслідок довговічність виробу.

Використання запропонованого термоблоку в будівництві дозволить будівельним організаціям відмовитись від утеплення стін та оздоблювальних робіт, що зменшить вартість та тривалість будівництва.

### Висновки

Використовуючи запропонований термоблок, будівельна організація суттєво скоротить тривалість проведення будівельних процесів на будмайданчику, що зменшить вартість будівництва.

В запропонованому блоці можна відмітити такі переваги:

- висока технологічність виготовлення;
- точність розмірів;
- високі теплоізоляційні властивості;
- наявність лицьового боку, який захищає від атмосферного впливу;
- висока продуктивність монтажних робіт.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Швець В.В., Слівінський В.В., Козак В.Ю. Технічні особливості використання теплоізоляційних будівельних матеріалів XLIX Науково-технічна конференція, Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9946>.
2. Надійні й екологічно чисті матеріали для будівництва [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://euroton.ua/knowledges/vigotovlennya-ta-mater%D1%96ali.html>.

3. Швець В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва стінових блоків з підвищеними теплотехнічними характеристиками / В.В. Швець, В.В. Слівінський., В.Ю. Козак. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: [Науково-технічний журнал]. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2020. - №1(28). С. 57-62.
4. Швець В.В., Слівінський В.В., Козак В.Ю. Огляд високотехнологічних енергоефективних стінових матеріалів на прикладі теплоблоку. XLIX Науково-технічна конференція, Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9949>.
5. Швець В.В., Слівінський В.В., Козак В.Ю. Огляд сучасних енергоефективних будівельних матеріалів огорожуючих стін будівель XLIX Науково-технічна конференція, Вінниця, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9948>.

**Швець Віталій Вікторович** – к.т.н., завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. E-mail: vitalshv@i.ua.

**Слівінський Владислав Васильович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, E-mail: slivinskiyvlad@gmail.com.

**Vitaliy Shvets** – Ph.D., Associate Professor of Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University. E-mail: vitalshv@i.ua.

**Vladyslav Slivinskyi** – post graduate student of the department of construction, urban and architecture of Vinnytsia national technical university, E-mail:slivinskiyvlad@gmail.com.

## ЕФЕКТИВНІ СТІНОВІ ПАНЕЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Розглянуто процес виробництва полімерпіщаної плитки. Показано, що одним із перспективних напрямків вторинного використання полімерів може бути використання при підготовці комозтної суміші для виробництва полімерпіщаної плитки. Описано технологічні операції виробництва*

**Ключові слова:** *комполитна суміш, полімерпіщана плитка,*

### Abstract

*The process of polymer sand tile production is considered. It is shown that one of the promising areas of secondary use of polymers can be the use in the preparation of a composite mixture for the production of polymer sand tiles. Technological production operations are described*

**Keywords:** *composite mixture, polymer sand tile,*

Сьогодні існує тенденція розвитку і вдосконалення технологій. Дуже довго традиційні матеріали практично заповнювали ринок, але час не стоїть на місці. На зміну традиційним матеріалам прийшли більш досконалі матеріали, які проклали шлях в усі галузі промисловості.

Перспективи розвитку композитних матеріалів вельми великі і викликані вони, в першу чергу, необхідністю вдосконалення традиційних матеріалів для будівництва. Використання полімерних відходів в якості сировини дозволяє значно знизити собівартість продукту, а також частково вирішує проблему утилізації відходів полімерів, які завдають шкоди навколишньому середовищу [1 - 3].

Застосування композитних матеріалів сьогодні - можливість скоротити витрати на поточне обслуговування тротуарів, доріжок і прогулянкових зон в місцях громадського користування, виконати облицювання і покриття будівель і споруд

Склад полімерпіщаної суміші[1]:

- пісок середньозернистий - 65-75%;
- полімер - 25-35%;
- барвник - 3-5%;
- стабілізатор - 1-2% (для захисту від ультрафіолету).

Для приготування композитної суміші використовуються такі складові[1]- [5]:

пісок: використовується фракція до 3 мм, бажано без глинистих включень з вологістю від 0,1% до 10,3%, який попередньо просівається, що дозволяє позбутися від сторонніх включень. Найчастіше застосовується звичайний кар'єрний або річковий пісок, без попередньої підготовки підходить пісок з вологістю до 10%;

полімери: можуть використовуватися як первинні, так і вторинні полімери. Для виробництва можуть використовуватися полімери різних груп (ПНД, ПВД і т.д.). Технологія допускає використання полімерів різних груп, при цьому, важливою умовою є підбір полімерів з однаковою температурою плавлення;

барвники: можуть використовуватися як мінеральні, так і органічні широкої колірної гами. При виборі органічних барвників слід враховувати їх низьку стійкість до впливу УФ-променів, а також до впливу високих температур в процесі приготування, тому для виготовлення продукції високої якості найкраще використовувати пігменти мінерального походження [1] -[5].

Схема виробництва наведена на рис. 1

Для виробництва полімерпіщаної плитки необхідно наступне обладнання[3]- [4]:

- подрібнювач відходів;
- екструзійна установка;

- термозмішувальна установка;
- агрегат плавильно-нагрівальний;
- прес для формування з робочої суміші готової продукції;
- додаткове обладнання (дробарка браку, сушарка піску) [3].

На першому етапі відібрані і відсортовані полімерні відходи подрібнюються на дробильній машині. Бажано мати співвідношення 50/50 твердих і м'яких полімерів. В результаті утворюється плівка в дрібній фракції, яка в процесі дроблення очищається від сторонніх включень[3]-[4].

Після першого подрібнення відходи пластиків потрапляють в екструзійну машину.

Змішування піску, полімерів і барвників відбувається в термозмішувальному агрегаті (агрегат плавильно-нагрівальний). Для отримання однорідної маси АПН розділений на 3 зони з різними температурними режимами. АПН укомплектований терморегуляторами, які в автоматичному режимі контролюють процес включення і виключення кожної із зон нагрівання. Діапазон регулювання температур від 50 до 450°C [3]- [4].



Рисунок 1 – Схема виготовлення теплоізоляційної плитки

При подальшій формуванні та застиганні полімерпінцана маса утворює однорідну монолітну структуру з високою міцністю.

Таким чином, отримана полімерпінцана маса з температурою на виході близько 170-190°C видавлюється з машини після відкриття заслінки. Оператор відрізає ножем необхідну кількість, зважує на терезах і, отримавши потрібну (близько 2 кг), звичайним совком укладає в форму. Номінальне зусилля, необхідне для виготовлення полімерпінцаної продукції 150 т. Робота з пресом можлива як в ручному так і напівавтоматичному режимі. Автоматичний контроль часу витримки під тиском в середньому 2 хв. [3]- [4].

Прес-форми є основним видом оснащення для полімерпінцаної виробництва і призначені для надання форми готовому виробу. Для охолодження полімерпінцаної маси в процесі формування, в прес-формі передбачена система каналів і штуцерів, через які прес-форма підключається до системи охолодження, що забезпечує циркуляцію охолоджуючої рідини всередині форми для ефективного охолодження виробу по всьому об'єму.

Формування готового виробу відбувається завдяки зусиллю, яке розвиває прес з одночасним охолодженням форми [3]- 14].

Форма, встановлена на пресі з рухомою нижньою плитою, охолоджується по-різному. Верхня частина має температуру близько 80°C, а нижня 45°C. Це зроблено для створення глянцею на зовнішній стороні полімерпінцаної черепиці. Для отримання матової поверхні потрібно охолодити верхню форму так само як і нижню [3]- [4].

Варто відзначити, що виробництво полімерпінцаної плитки сприяє збереженню навколишнього середовища, оскільки розкладання в природних умовах одного поліетиленового пакета становить 50 років, а пластикової пляшки – 1000 років. Одне підприємство за один місяць в середньому переробляє близько 20 тонн полімерних відходів, очищаючи тим самим від довговічного сміття умовну територію в 5 квадратних кілометрів [5].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Виробництво полімер піщаних виробів . [Електронний ресурс]. Доступно: <https://myhata.in.ua/polimerpishhana-plitka-svoyimi-rukami-vigotvleniya.html>
2. Бизнес по производству полимерпесчаной плитки / [Электронный ресурс] <https://namillion.com/proizvodstvo-polimerpeschanoj-plitki.html>
3. Бизнес по производству полимерпесчаных изделий/ [Электронный ресурс] <https://msd.com.ua/predpriyatie-po-izgotovleniyu-vibropressovannykh-betonnykh-izdelij/prilozheniya-3/>
4. Тротуарная плитка из пластиковых бутылок/ [Электронный ресурс] <https://promzn.ru/trotuarnaya-plitka/delat-iz-plastikovyh-butylok.html>
5. Технология производства полимерпесчанной черепицы / Журнал «Кровля. Фасады. Изоляция» No 5, 2009, Москва [Электронный ресурс] [http://www.germostroy.ru/art\\_890.php](http://www.germostroy.ru/art_890.php)

***Риндюк Світлана Володимирівна*** – старший викладач кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

***Максименко Марина Аркадіївна*** – асистент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

***Ryndyuk Svitlana*** - Senior Lecturer, Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University

***Maksymenko Maryna*** - Assistant Professor, Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University

## ПРОБЛЕМАТИКА ОДНОКІМНАТНИХ КВАРТИР У БУДИНКАХ 1960-80х РОКІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проведено порівняльну характеристику однокімнатних квартир старого типу та досліджена їх проблематика.*

**Ключові слова:** будинки старого типу, однокімнатні квартири, порівняння, проблематика.

### *Abstract*

*The comparative characteristic of one - room apartments of old type is carried out and their problems are investigated..*

**Keywords:** old houses, one-room apartments, comparisons, problems.

### **Вступ**

На сьогоднішній день урбанізація є однією з найголовніших тенденцій розвитку суспільства. У зв'язку з цим, будівництво нових багатоповерхових житлових споруд щороку набуває небувалих швидкості та масштабів. Однак, дослідження 2018 року показало, що всього лише 2,5% міського населення України має житло, збудоване пізніше 2001 року, а майже 30% проживає у багатоповерхівках 1960-1980-х років, та біля 15% містян – у будинках, зведених до 1960-х років. [1-3]

Всього архітектори розробили шість серій "хрущовок". Всі вони з невисокими стелями (2,55-2,6 метра), з поганою тепло- і звукоізоляцією. Крім того, є безліч модифікацій, які розроблені різними проектними інститутами.

Житлові секції застарілих серій забудов 60-70-х років ХХ ст., їх називають, «хрущівки». Безсумнівно, «хрущівки» можна з впевненістю назвати грандіозним проривом і великим досягненням у всій історії будівництва, але на сьогоднішній день вони повністю виконали своє завдання. З приводу чого й досліджено проблеми та недоліки представлених серій, розглянуто наявні методи покращення житлових умов

Метою роботи є дослідження проблематики однокімнатних квартир старого типу та їх порівняльна характеристика, визначення оптимальних варіантів для комфортного проживання з боку планування та технічних характеристик.

### **Результати дослідження**

Найпоширенішими багатоповерховими житловими спорудами старого типу є так звані панельні «хрущовки», чеського проекту, будинки серії 464, серії 96, серії 134 та БПС-6. Ззовні усі вище перераховані типи будівель доволі схожі і, найчастіше, в наші дні мають досить неохайний вигляд, через що створюють різкий контраст у районах міст, де активно розвивається сучасне будівництво. Найчастіше досліджувані будинки мають 5 або 9 поверхів, однак зустрічаються і 16-поверхові споруди, як от БПС-6.

Житлові будинки застарілої серії на даний час потребують негайного втручання, оскільки в «хрущівках», протягом 40-45 років не проводились капітальні ремонти, вони фізично зносились та морально застаріли[4-7].

У даний момент розробляються проекти перебудови п'ятиповерхового житла. Розробкою способів реконструкції п'ятиповерхових будинків серій (1 511, 1-515, 1-510) спеціалісти СНД займаються серії "хрущівок" і був прорахований весь комплекс заходів, пов'язаних з їх переробкою відселенням мешканців, так і без нього.

Детальніше характеристики будинків 1960-80х років розглянемо на прикладі технічно-планувальних параметрів однокімнатних квартир у табл.1. [8]



Табл. 1. Порівняльна характеристика однокімнатних квартир у будинках старого типу

Тип будинку	«Хрущовка»	Чеський проект	Серія 1-464	Серія 111-96	БПС-6	Серія 111-134
1	2	3	4	6	5	7
Загальна площа, м <sup>2</sup>	28-32	32	30-31	29-34	34	35
Житлова площа, м <sup>2</sup>	15-19	16	18	16	16	18
Висота стелі, м	2,5	2,7-2,75	2,6	2,65-2,75	2,5-2,55	2,7-2,75
Площа кухні, м <sup>2</sup>	До 7	До 7	6-7	6-7	Від 8	8
Санвузол	Суміщений	Суміщений, рідше - роздільний	Роздільний	Найчастіше суміщений	Роздільний	Роздільний
Технічні приміщення	Відсутні	Відсутні	Комора	Комора	Відсутні	Комора
Балкон	Найчастіше відсутній	Вузький неергономічний балкон	Відсутній	Наявний	Наявний балкон не-правильної форми	Широкий і зручний балкон
Ліфт у будинку	Відсутній	Один пасажирський ліфт на під'їзд	Відсутній	Вантажний ліфт до 400 кг	Пасажирський і вантажний ліфти	Один пасажирський ліфт на під'їзд

З табл. 1 випливає, що переважна більшість однокімнатних квартир у будинках 1960-80-х років має однотипні проблеми. Серед них: мала загальна і житлова площа, незручні й малі кухні та санвузли, вузькі коридори та низькі стелі, у деяких квартирах відсутність балкону та відсутність ліфтів у будинках. Спільною проблемою також є застарілі інженерно-технічні комунікації, що пов'язано з тривалим терміном експлуатації та несвоєчасним проведенням капітального ремонту. Більше того, усі досліджувані типи будинків характеризуються низькими звуко- і теплоізоляційними параметрами через недостатньо якісні матеріали, тонкі перегородки, наявність вікон у двох взаємно перпендикулярних стінах у кімнаті, а також тому, що найчастіше однокімнатні квартири є торцевими.

Однак, варто зазначити, що серед розглянутих типів будинків є й такі, квартири в яких досі користуються попитом серед покупців. Це, насамперед, БПС-6 та будинки серії 111-134. Вони характеризуються доволі зручним плануванням. А серія 134 на сьогодні є найбільш затребуваною в сегменті типового панельного будівництва. Її перевагами над БПС-6 є збільшена площа кімнат, більш зручний балкон, вища стеля та зручніша ванна.

Недооцінка на державному рівні необхідності прискорення й своєчасної реалізації заходів оновлення й відтворення житлового фонду перших масових серій може призвести до значного зростання витрат, надзвичайних ситуацій та аварій і необхідності в подальшому додатково збільшувати обсяг нового будівництва, невиправданого зносу будинків і розширення територій міст.

### Висновки

Встановлено, що однокімнатні квартири у типових панельних будинках 1960-80-х років мають в більшості однакові проблеми, але серед них зустрічаються будинки як і досі користуються попитом серед покупців.

Досліджено і представлено позитивні та негативні фактори використання кожного проекту застарілих багатоповерхівок.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна служба статистики України: дослідження 2018 року.
2. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.
3. Ковальський, В. П. Соціальне та доступне житло: проблеми формування та фінансування [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Р. В. Нідзельська, О. В. Слободянюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegr/all-fbtegr-2019/paper/view/7629>.
4. Ковальський В. П. Реконструкція житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 74-77.
5. Ковальський В. П. Основні напрямки модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3356>
6. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29. березня 2019 р. – Сєвєродонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14.
7. Ковальський, А. В. Особливості проектування багатопверхових енергозберігаючих будівель [Електронний ресурс] / А. В. Ковальський, В. П. Ковальський, Д. В. Смашнюк // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegr/all-fbtegr-2019/paper/view/7523>.
8. Жилье дома для массового строительства. Киев, «Будівельник», 1977, 200 с.

**Вікторова Єлізавета Миколаївна** — студентка групи БМ-196, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [viktorova1164@gmail.com](mailto:viktorova1164@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

Науковий керівник: **Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет.

**Viktorova Elisaveta M.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [viktorova1164@gmail.com](mailto:viktorova1164@gmail.com)

**Kovalskiy Viktor P.** — *Ph.D.*, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

Supervisor: **Kovalskiy Viktor P.** — Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University.

# ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ АРХІТЕКТУРИ І ДИЗАЙНУ ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Стаття розглядає обґрунтування комплексного підходу до формування архітектури сучасних торгово-розважальних комплексів (ТРК) в Одеській області. Розглянуто питання номенклатури подібних закладів з можливістю їх адаптації до різних природно-кліматичних зон і з урахуванням різних проектно-будівельних зон. Дослідження передбачає застосування наукових методів, заснованих на комплексному аналізі архітектури ТРК, аналізі літературних джерел і інтернет-ресурсів. Проаналізовано можливі прийоми формування дизайну інтер'єрів ТРК відкритого, напіввідкритого та закритого типу, характерних для різних проектно-будівельних зон (ПБЗ) і природно-кліматичних зон (ПКЗ)*

**Ключові слова:** Торгово-розважальний комплекс, архітектура ТРК, дизайн приміщень, природно-кліматична зона, функціонально-планувальна структура

## Abstract

*The article considers the substantiation of the complex approach to formation of architecture of modern shopping and entertainment complexes (TRK) in Odessa region. The question of the nomenclature of similar establishments with a possibility of their adaptation to various natural and climatic zones and taking into account various design and construction zones is considered. The study involves the use of scientific methods based on a comprehensive analysis of the architecture of broadcasting, analysis of literature sources and Internet resources. Possible methods of forming the interior design of open-air, semi-open and closed-type shopping malls, typical for different design and construction zones (PZZ) and natural-climatic zones (PKZ) are analyzed.*

## Keywords:

Shopping and entertainment complex, architecture of shopping malls, design of premises, natural and climatic zone, functional and planning structure

## Вступ

Сучасні торгово-розважальні комплекси (ТРК) є важливими культурно громадськими центрами сучасних українських міст і їх роль в нашому житті постійно зростає. Мережа ТРК формується виходячи з потреби населення в культурно-побутовому і торговому обслуговуванні. Незважаючи на триваючий світовий економічна криза, добробут іранських громадян постійно зростає і збільшується оборот товарів і послуг, що надаються місцевому населенню. Спектр товарів і послуг теж постійно розширюється при зростанні його обсягу на 5% щорічного на душу населення[1-3].

Аналіз публікацій зарубіжного досвіду проектування ТРК, а також літературних джерел дозволяє зробити висновок про те, що цей тип будівель вимагає постійного вдосконалення і, отже, розробки рекомендацій по проектування, враховуючи різні фактори і умови. У представленій роботі проведені дослідження архітектури торгово-розважальних комплексів на основі аналізу науково-теоретичних розробок А.Б. Ралєєва і Аттавна Башара, які заклали основи досліджень національної архітектури Близького Сходу. Крім того, проаналізовані дисертаційні роботи А.І. Бреуса та С.Б. Зіміної, присвячені системі організації торгових закладів (універмагів, універсамів і торгових центрів з можливістю замовлення товарів).

## Основна частина

Однією з найбільш універсальних будівель, які об'єднують в собі цілий перелік різноманітних функцій, є торгово-розважальний комплекс (ТРК). Розглядаючи планувальну структуру сучасних

ТРК необхідно відзначити, що серед них набули найбільшого поширення лінійні схеми розвитку планувальної композиції, які передбачають системне розміщення торгових і розважальних приміщень уздовж лінійної коридорної системи, немов «Нанизаних» на її простір. Іноді це простір переривається вузлами атриумних залів, освітлених верхнім світлом. У податріумному просторі легко komponується і розміщується блок вертикальних комунікацій - інтер'єрних сходів, рухомих доріжок, ескалаторів. Вони часто блокуються з універсальними зальними просторами зимових садів, виставок різноманітних товарів, місць громадського відпочинку і т.п.[4-6].

Об'ємно-планувальна схема ТРК включає в себе:

звичайну лінійну схему;

периметральну схему (яка також організована за лінійним принципом навколо внутрішнього двору);

точкову схему (більш характерну для центрів міст, відрізняється багатоповерховістю);

точкову з внутрішнім двором схему; периметральну-атріумну схему і схему складної конфігурації (комбіновану схему),

характерну для проектування в приміській зоні, на лінії контакту міської та сільської території з досить великої прилеглої площею. Останній тип передбачає більш вільне планувальне рішення, здатне забезпечити вільний план і вільний фасад всього комплексу в цілому.

Серед основних приміщень, складових комунікаційну мережу, можна також виділити: малі приміщення, середні приміщення, і великі (універсальні) приміщення, здатні забезпечувати різний функціонал, властивий ТРК. Подібні приміщення можуть змінювати свою функціонально-планувальну структуру в залежності від потреб замовника (при здачі в оренду) і вимог ринку (пріоритетних видів товарів і послуг, пропонованих покупцеві). Оскільки тренди і бренди формують сьогодні специфіку торгівлі, особливості організації внутрішнього простору також шикуються виходячи з цих потреб.

Необхідно відзначити, що при організації загального простору ТРК потрібно враховувати особливості проектування ділових і культурно-розважальних приміщень, оскільки вимоги до них найбільш специфічні. Так, наприклад, ділові (офісні) приміщення є дрібновічковими елементами загальної композиції комплексу, торгові включають в себе як дрібнозернисту структуру кіосків, молів, так і велику кулькову структуру приміщень універмагів і супермаркетів. зальна структура розважальних приміщень (аквапарків, боулінг-клубів, льодових арен, спортивних залів) органічно блокується з дрібнозернистою структурою офісних приміщень турагентств, СПА-салонів, масажних кабінетів, дитячих кінотеатрів і т.п.

В результаті комплекс ТРК може складатися з великої кількості функціональних блоків, об'єднаних спільною композицією ідеєю, системою комунікацій, загальним об'ємно просторовим рішенням. У той же час, кожен функціональний блок може мати свої певні особливості рішення стилістики, що стосуються форми, фактури і кольору, але загальна ідея композиційно-стильового вирішення повинна обов'язково простежуватися [6-9].

Також для загальної композиції важливо враховувати основні формотворчі чинники. Серед них можна виділити такі, як соціально-економічні, містобудівні, природно-кліматичні, конструктивно-технічні, функціонально-технологічні, факт наявності місцевих будівельних матеріалів і проектно-будівельних зон, національні традиції та місцеві культурно-релігійні особливості. Велике значення серед основних формотворчих чинників у створенні ТРК мають національні традиції і специфіка регіонів країни

### **Висновок**

Представлена робота є новою по відношенню до застарілих норм проектування торгових, ділових і розважальних будівель як окремо-стоять, так і об'єднаних в єдиний комплекс. Сучасні ТРК вимагають комплексних методів дослідження їх функціонально-планувальних і архітектурно-планувальних рішень. Вони повинні враховувати не тільки місцеві умови (ПКЗ і ПСЗ), але і національні традиції у вирішенні інтер'єрних просторів, регіональних особливостей у використанні місцевих будівельних матеріалів, конструкцій і деталей.

Надалі передбачається розгляд комплексу питань по організації різних типів ТРК закритого, напіввідкритого і відкритого підтипів для різних регіонів країни. Автором ведеться розробка і уточнення об'ємної моделі ТРК, яка включає в себе кілька функціональних блоків, системно

утворюючих єдиний комплекс, адаптований до різних регіонах і проектно-будівельним зонами залежно від місцевих національних традицій та природно-кліматичних умов.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бричанський А. О. Сучасні об'ємно-планувальні рішення готельно-торгового комплексу [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3390>.
2. Ковальський В. П. Дизайн міського середовища [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, І.М. Вознюк // Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 квітня 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.
3. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
4. Шамраєва О. О. Міжнародний досвід та проблеми формування бізнес-центрів і [Текст] / О. О. Шамраєва, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 159-160.
5. Аттавна Б. Принципи архітектурно-планувальної організації торгіворозважальних комплексів (на прикладі країн Близького Сходу) : автореф. дис. ... д-ра архіт. : спец. 18.00.02 / Б. Аттавна ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2011. – 22 с
6. Белинь Т. І. Принципи та прийоми архітектурно-планувальної організації будинків культури та дозвілля [Текст] / Т. І. Белинь, В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – С. 189-192.
7. Ковальський В. П. Особливості формування бізнес-центрів [Текст] / В. П. Ковальський, О. П. Терещенко, О. О. Шамраєва // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 2. – С. 122-128.
8. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки [Текст] : навчальний посібник / В. В. Смоляк, В. П. Ковальський, Н. В. Козинюк [та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с.
9. Ковальський В. П. Сучасні стилі архітектури [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, Д. О. Войтюк // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 136-138.

**Мороз Дмитро Володимирович** — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [scorpionwwe2106@gmail.com](mailto:scorpionwwe2106@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Moroz Dmitro** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [scorpionwwe2106@gmail.com](mailto:scorpionwwe2106@gmail.com)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

## ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА МІСТА ВІННИЦЯ. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В статті розглянуті питання впливу вулично-дорожньої мережі на транспортні проблеми міста. Розглянуті напрямки по покращенню транспортного обслуговування міст.*

**Ключові слова:** транспортна інфраструктура, вулично-дорожня мережа, транспортні потоки, безпека, швидкість, якість, перевезення

### Abstract

*The article considers the issues of the impact of the road network on the transport problems of the city. I will consider those directions on improvement of transport service of cities.*

**Keywords:** transport in frastructure, road network, traffic flows, safety, speed, quality, transportation

### Вступ

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) міста створюється десятиліттями, і для її зміни необхідний час і значні інвестиції. Структура і протяжність ВДМ міст створюються на основі генеральних планів розвитку, орієнтованих на певний рівень автомобілізації. Протягом тривалого часу в нашій країні пріоритет в розвитку транспортного обслуговування віддавався громадському пасажирському транспорту і в якості розрахункового значення для міст рівень автомобілізації приймався рівним 60 авт/1000 жителів. Саме на цей рівень автомобілізації і була створена вся транспортна інфраструктура і система управління дорожнім рухом сучасних українських міст [2]. Основними її недоліками є:

- мала питома щільність магістральних вулиць і нерозвиненість мережі місцевих вулиць;
- низька пропускна здатність вулиць і перетинів;
- поєднання руху громадського пасажирського транспорту, легкового та вантажного руху;
- застосування для регулювання руху застарілих методів і технічних засобів, орієнтованих на рух транспортних потоків малої щільності;
- відсутність системи інформаційного забезпечення міської руху;
- практичну відсутність системи забезпечення парковок в місті;
- відсутність спеціалізованих доріг і маршрутів в ВДМ для руху вантажних автомобілів;
- адміністративні бар'єри в транспортному забезпеченні спільної роботи ВДМ міста, приміської та рекреаційної зон міста.

### Основна частина

Механічний розвиток ВДМ міста Вінниці збільшенням ширини проїзної частини магістральних вулиць, пропускної здатності перетинів не може вирішити проблему міського руху з тієї причини, що сучасний рівень забезпечення потреби в русі городян на власних автомобілях не перевищує 20%. Ця ситуація схожа з натиском води у штучної споруди: будь-яке зниження завантаження однієї вулиці або району міста відразу ж приверне додатковий обсяг руху і відновить граничний рівень завантаження.

Для задоволення попиту на поїздки по місту на автомобілі тільки для сьогоденного рівня автомобілізації потрібне збільшення пропускної здатності ВДМ міста Вінниці не менше ніж в 5 разів, а збільшення ємності парковок - більш ніж в 20 разів [1].

При високому рівні автомобілізації при сучасному стані схеми і рівня розвитку вулично-дорожньої мережі великих міст забезпечити широке використання особистого автомобіля для пересування по місту, особливо при виконанні трудових поїздок, неможливо. За таких умов в якості першочергових необхідні адміністративні заходи з обмеження використання особистого автомобіля в місті Вінниці.

Вони можуть бути різними: від адміністративної заборони до справляння плати за виїзд на ВДМ, але спрямованість їх одна - зменшення кількості автомобілів до рівня, що не перевищує пропускну здатність ВДМ і ємність парковок в місті.

Для зниження соціальної напруженості такі заходи повинні супроводжуватися великою роз'яснювальною роботою, яка формує громадську думку в частині об'єктивної необхідності добровільного обмеження використання особистого автомобіля в місті Вінниця. В кінцевому підсумку це зупиняє ріст рівня автомобілізації. Так, завдяки застосуванню таких заходів в містах Західної Європи з великою щільністю ВДМ і практично однаковим рівнем життя, кількість автомобілів 15-20 років тому стабілізувалося на однаковому рівні  $550 \pm 50$  авт / 1000 жителів, і частка трудових поїздок на особистому автомобілі не перевищує 20%. Застосування адміністративних і економічних заходів з примусу пересідати з особистого автомобіля на громадський пасажирський транспорт супроводжувалося випереджаючим розвитком видів пасажирського громадського транспорту і широкою роз'яснювальною компанією про необхідність таких заходів[1-3].

Організація руху в містах включає ряд правових, адміністративних, будівельних і управлінських заходів щодо забезпечення дисципліни руху, пропускну спроможності і безпеки міського руху.

Все, що є в наших містах в області організації руху, орієнтоване на рівень автомобілізації 60-100 авт / 1000 жителів. Необхідно коригування наявної нормативно-правової бази та концепції організації міського руху з урахуванням високого рівня автомобілізації.

У сфері правового забезпечення дорожнього руху у нас утворилося кілька білих плям, які роблять малокорисними заходи по організації руху. це перш за все відноситься до мір покарання за порушення Правил дорожнього руху (в першу чергу це правила парковки, дотримання швидкісного режиму і правила проїзду перетинів). Всі системи управління рухом побудовані на припущенні при високому рівні дисципліни учасників руху. неадекватність заходів покарання і наслідків від порушення Правил руху на сьогоднішній день є однією з головних причин відсутності дисципліни в дорожньому русі, без якої управляти рухом транспортних потоків практично неможливо.

Організація руху на ВДМ міста в умовах обвальної автомобілізації повинна включати розробку ряду правових актів, нормативно-технічних документів, прийняття рішень і постанов на рівні Уряду, спрямованих на розвиток вулично-дорожньої мережі, регулювання завантаження і використання ВДМ міста, управління міським рухом. У їх числі в якості першочергових повинні бути прийняті законодавчі акти, що забезпечують Уряду мегаполісів в організації міського руху право:

- вводити обмеження на автомобільний рух на територіях і магістралях міста;
- встановлювати штрафні санкції і їх розмір за порушення Правил організації міського руху.

При вирішенні проблеми організації міського руху і управління транспортними потоками в міжнародній практиці широко використовується система інтелектуальної транспортної інфраструктури, здатної ефективно управляти існуючою дорожньо-вуличною мережею доріг з урахуванням її щільності і пропускну здібності.

У всьому світі використання систем інформаційного забезпечення Транспорту (Intelligent Transportation Systems, далі ITS) зростає з кожним роком. Під ITS розуміють застосування сучасних технологій зв'язку, управління, комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення для поліпшення ефективності і безпеки роботи наземного транспорту.

ITS - найбільш ефективна в сучасних умовах система організації руху, але навіть вона не може підвищити пропускну здатність ВДМ міста більш ніж на 20%. Це говорить про тому, що одними тільки заходами з регулювання руху проблему міського руху вирішити не можна.

Найважливішим і найбільш дорогим заходом є розвиток ВДМ міста. В умовах інтенсивної автомобілізації частку вулично-дорожньої мережі в балансі території міст необхідно збільшити з звичайних 8-10 до 20%, що вимагає коригування діючих і створення нових нормативних документів і посібників з проектування планування і забудову магістральних вулиць, площ, транспортних вузлів.

В першу чергу необхідно передбачити будівництво нових магістралей і перехоплюючих дуг, дозволяють оминати центр міста і території з високим рівнем завантаження рухом.

Збільшення щільності ВДМ можливо за рахунок розукрупнення міжмагістральних територій і формування мережі житлових вулиць в районах нової та реконструюється забудови, розукрупнення комунально складських і виробничих зон, будівництва за вуличною мережею магістралей.

У районах масової житлової забудови необхідно збільшити за рахунок розукрупнення кварталів і мікрорайонів мережу житлових вулиць, що поліпшують не тільки транспортне обслуговування житлових територій, а й значно полегшують проблему парковок автомобілів постійного міського населення<sup>^</sup>].

Досвід європейських країн, Південної Америки, США і Канади показує, що навіть при рівні автомобілізації 800-1000 авт / 1000 жителів можливе вирішення транспортних проблем міста. Основою такого рішення є створення за вуличних швидкісних магістралей, що виконують основну транспортну роботу по зв'язку міста з приміською мережею доріг і забезпечення великих обсягів перевезень по території міста. така за вулична мережа приймає на себе 75-80% міського руху, залишаючи на існуючій ВДМ міста громадський пасажирський транспорт і місцевий рух, які складають на окремих вулицях 10-25%. При цьому практично виключаються затори руху, підвищується швидкість повідомлення і безпеку руху.

Створити мережу таких за вуличних швидкісних магістралей відразу і навіть за короткий термін неможливо, але розглядати її як стратегічну мету, яку слід прийняти в проектах генеральних планів міст, необхідно. Кількість і розташування на території міста таких магістралей - це серйозна містобудівна задача, важка, але вирішальна на багато десятиліть вперед транспортну проблему міста

### Висновок

В сучасних умовах транспортну обстановку в великих містах можна поліпшити через розвиток громадського пасажирського транспорту. Необхідно створити умови, при яких користування громадським пасажирським транспортом було б вигідніше, ніж автомобілем. Для цього необхідно перш за все створити перевагу для руху транспортних засобів пасажирського транспорту. Для цього потрібно:

- виділення спеціальних смуг на проїжджій частині для громадського транспорту;
- скорочення інтервалів руху пасажирських транспортних засобів;
- підвищення комфортабельності транспорту за рахунок зменшення завантаження автобусів і тролейбусів з звичайних сьогодні 3-5 чол. на 1 м<sup>2</sup> вільної площі підлоги;
- створення мережі маршрутів міні автобусів в зонах обмеження користування автомобілем.

Найважливішим завданням оздоровлення міського руху є формування в масовій свідомості населення суспільно значущих стереотипів транспортного поведінки. З цієї метою:

- необхідна розробка і прийняття муніципальними утвореннями Кодексу поведінки учасників дорожнього руху, використання автомобіля на території міста, норм поведінки водіїв автотранспортних засобів і пішоходів для запобігання ДТП, а також у випадках їх виникнення;
- планове проведення інформаційно-освітніх кампаній з використанням ЗМІ (телебачення, радіо, газет, спеціальних видань) по роз'ясненню населенню транспортних проблем сучасного міського руху і шляхів їх вирішення;
- виховання у населення розуміння сучасних транспортних проблем міста і стереотипу поведінки і користування міським транспортом: введення до складу дисциплін середньої та середньої спеціальної освіти як обов'язкової дисципліни «Безпека дорожнього руху»; створення циклу телевізійних і радіомовних програм, веб сайту, що базуються на Кодексі поведінки учасників дорожнього руху і забезпечують через ЗМІ пропаганду норм і правил їх поведінки; створення і реалізація спеціальних дитячих друкованих видань, настільних і електронних ігор, які містять опис і імітацію поведінки учасників дорожнього руху; створення єдиного інформаційно аналітичного центру транспортного моніторингу та оповіщення жителів і учасників руху про поточну транспортну ситуацію в місті; розробка веб сайту з поточною інформацією про стан на дорогах за даними єдиного інформаційно аналітичного центру моніторингу та стану умов руху транспорту на ВДМ міста (Утворення заторів, ремонтні роботи); координація діяльності радіостанцій та інших ЗМІ щодо поліпшення інформування водіїв транспортних засобів про поточне завантаження ВДМ рухом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М.Лобанов. М.: Транспорт, 1990. - 240с.
2. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни // Вукан Вучик. М: Территория будущего. 2011. - 576с.
3. Пугачев И.Н. Проблемы модернизации транспортных систем городов / И.Н.Пугачев. Транспортное строительство. - 2008. - № 8. - с.5 - 9

**Попіль Ілона Олександрівна** — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [ilonkapopil15@gmail.com](mailto:ilonkapopil15@gmail.com)

**Бауман Катерина Володимирівна** — к.т.н., старший викладач кафедри БМГА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: [bauman@vntu.edu.ua](mailto:bauman@vntu.edu.ua)

**Popil Iona** — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, [ilonkapopil15@gmail.com](mailto:ilonkapopil15@gmail.com)

**Bauman Katerina** - Ph. D., assistant professor of construction of urban architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: [bauman@vntu.edu.ua](mailto:bauman@vntu.edu.ua)



## МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проаналізовано основні методи та критерії оцінювання енергоефективності систем вентиляції. Визначено серед них найбільш оптимальні, а також наведено недоліки використання одних в порівнянні з іншими. Вказані деякі способи підвищення енергоефективності систем вентиляції.*

**Ключові слова:** енергоефективність, вентиляція, споживання енергії системою вентиляції, потужність, метод, критерій.

### Abstract

*Analyzes the main methods and criteria for evaluating the energy efficiency of ventilation systems. The most optimal among them are defined, and also lacks of use of some in comparison with others are resulted. Some ways of increase of energy efficiency of ventilation systems are specified.*

**Keywords:** energy efficiency, ventilation, energy consumption by ventilation system, power, method, criterion.

### Вступ

Великі тепловтрати вимагають значної кількості затрат енергоресурсів для підтримання оптимальних чи допустимих умов мікроклімату приміщень. Системи вентиляції повітря відіграють значну роль в створенні мікрокліматичних умов в будівлі і є досить енергозатратними. В зв'язку з цим виникає проблема вибору методики та критеріїв оцінювання енергоефективності даних систем і визначення серед них оптимальних.

Вимоги до сучасних систем вентиляції повітря обов'язково передбачають розрахунок споживання ними енергії. Виробники вентиляційного обладнання дають індикативну величину і яка відображає фактичні витрати енергії системою вентиляції повітря будівлі. Аналіз методів оцінки енергоспоживання системи вентиляції дозволить характеризувати енергоефективність та ступінь достовірності, що є актуальною задачею при виборі енергоефективних рішень забезпечення мікроклімату. Також існує необхідність в визначенні напрямків та способів підвищення енергоефективності систем вентиляції.

### Результати дослідження

Споживання енергії будівлями не забезпечує досягнення нормативних мікрокліматичних умов приміщення за комплексом показників: температура – повітрообмін. Забезпечення мікроклімату у будівлях України є на досить низькому рівні, нижче рівня вимог допустимих параметрів повітря у приміщеннях.

Енергоефективність систем вентиляції визначається потужністю технологічного та енергетичного обладнання, що забезпечує витрату аеродинамічних потоків при створенні мікроклімату в приміщеннях будівель. Результати досліджень [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14] свідчать, що енергоощадність систем вентиляції може бути забезпечена шляхом зменшення турбулентності потоку аеродинамічної мережі та використанням вдосконаленого технологічного обладнання.

В роботі [6] наведено результати теоретичних й експериментальних досліджень аеродинамічних й тепломасообмінних процесів при взаємодії зустрічних напівспіввісних компактних та плоских струмин та закручених струмин у стаціонарному та змінному режимах в системах створення мікроклімату виробничих приміщень. На підставі цих досліджень запропоновано методику проведення енергоаудиту систем створення мікроклімату у виробничих приміщеннях.

В роботі [7] запропоновано фізичні моделі механізму та кінетики тепломасообмінних процесів в дисперсних тілах з урахуванням напруження і деформацій в залежності від температурних й

вологісних параметрів внутрішнього повітряного середовища. Ці дослідження стали підґрунтям для розроблення критеріїв оцінки організації повітрообміну для забезпечення нормованих параметрів повітряного середовища в окремих зонах приміщень.

Аналіз особливостей параметрів мікроклімату приміщень з інфрачервоним опаленням в робочій зоні наведено в роботі [3] та визначено критерій оцінювання їх енергоефективності.

В роботі [9] за результатами моделювання тепломасообмінних процесів при створенні мікроклімату в приміщеннях з використанням малошвидкісних панельно-секційних повітророзподільників запропоновано методику оцінювання їх ефективності. Ефективність визначається для систем вентиляції при забезпеченні нормативних температури і швидкості повітря в теплонапружених приміщеннях малого об'єму зі щільним компануванням обладнання.

В дослідженнях [10] енергоефективність систем вентиляції визначається за результатами числового моделювання аеродинаміки та температурного стану приміщень з теплонадходженнями.

За результатами запропонованої фізичної концептуальної моделі вільних струмин у перехідному середовищі та в потоку [11] обґрунтовано схему організації повітрообміну з подачею повітря над робочою зоною опуклими напівобмеженими струминами, які взаємодіють між собою. Це дозволяє підвищити ефективність організації повітрообміну при постійній та змінній витраті повітря в приміщеннях та забезпечити оптимальні параметри мікроклімату без суттєвої рециркуляції відпрацьованого повітря, що забезпечує підвищення енергоефективності систем вентиляції.

В роботі [12] для обґрунтування економічної доцільності альтернативних проєктів енергоощадних систем вентиляції запропоновано структурно-логічну модель управління енергоємністю аеродинамічної мережі. Як критерій оптимальної енергоефективності рекомендується використовувати величину зменшення енергоємності аеродинамічної мережі.

Для створення допустимих та оптимальних мікрокліматичних умов необхідне використання значної кількості енергії. Термомодернізації будівель дозволяють вирішити питання зниження споживання енергії при одночасному підвищенні рівня комфорту. Збільшення повітрообміну у приміщеннях до оптимальних параметрів без модернізації вентиляційних систем збільшить споживання енергії приблизно в такій пропорції: для допустимих рівнів 120-130%, а для оптимальних 140-150% [4].

Модернізація систем вентиляції та визначення оптимальних методик та критеріїв оцінювання її енергоефективності є досить важливим завданням. Згідно [13] і [14] існують такі критерії оцінювання енергоефективності систем вентиляції як відношення сумарної потужності припливних та витяжних вентиляцій до максимальної розрахункової витрати повітря та відношення «корисної» потужності до витраченої потужності на забезпечення руху повітря при роботі припливних систем.

### Висновок

За результатами аналізу методів та критеріїв оцінювання можна виділити основні напрямки підвищення енергоефективності систем вентиляції. Доцільним є зменшення загальної споживаної потужності системи, проєктування повітропроводів з мінімальним аеродинамічним опором в них нормованих швидкостей руху повітря та оптимальних режимів аеродинамічного потоку з використанням інноваційних технічних рішень.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системи вентиляційні. Загальні вимоги: ДСТУ Б А. 3.2 – 12: 2009 – К. : Мінрегіонбуд України. – 2010. – 8 с.
2. Вентилювання приміщень: навч. посібник / [С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбуш, З. С. Люльчак]. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2007. – 476 с.
3. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель: навч. посібник / П. Л. Зінич. – К.: КНУБА, 2002. – 256 с.
4. С.О. Парасочка ЗВІТ про проведення дослідження факторів, що впливають на формування та встановлення базового рівня споживання енергії громадськими будівлями та роль базового рівня при проведенні енергетичної оцінки будівель та застосуванні механізму ЕСКО. / Парасочка С.О. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://eepb.org.ua/storage/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82\\_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf](http://eepb.org.ua/storage/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf)
5. Ратушняк Г. С., Степанковський Р. В. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія. – Вінниця, ВНТУ, 2015. – 112 с.
6. Вознюк О. Т. Енергоощадні технології формування динамічного мікроклімату у стиснених умовах виробничих приміщень: автореферат дисертації доктора технічних наук: 02.23.03. / О. Т. Вознюк. – К.: КНУБА, 2018. – 36 с.

7. Довгалюк В. В. Розвиток наукових основ створенню температурно-вологісного режиму повітряного середовища в музейних приміщеннях: автореферат дисертації кандидата технічних наук: 05.23.03. / В. В. Довгалюк. – К.: КНУБА, 2020. – 40 с.
8. Желих В. М. Розробка теплофізичних основ теплозабезпечення виробничих комплексів на базі комбінованих систем опалення із застосуванням інфрачервоного нагріву: автореферат дисертації доктора технічних наук: 05.23.03. – К.: КНУБА, 2013. – 40 с.
9. Клименко Г. М. Системи повітророзподілу при витісняючій вентиляції виробничих приміщень малого об'єму: автореферат дисертації кандидата технічних наук. 05.23.03 / Г. М. Клименко – К.: КНУБА, 2014. – 25 с.
10. Корбут В. П. Особливості числового моделювання аеродинамічного та температурного стану приміщень з теплонадходженнями / Корбут В. П., Давиденко В. В. / Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник – Випуск 1. – К.: КНУБА, 2001. – с. 16-34.
11. Мілейковський В. О. Енергоефективне формування мікроклімату на основі розробленої теорії макроструктури турбулентних течій: автореферат дисертації доктора технічних наук. 05.23.03. В.О. Мілейковський – К.: КНУБА, 2020. – 40 с.
12. Ратушняк Г. С. Оцінка енергоємності регулювання витрат аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк, Р. В. Степанковський / Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2016. – №1, с. 114-118.
13. В. А. Павленко Показатель потребления электроэнергии SFP для оценки затрат на работу системы вентиляции и климатизации / Павленко В. А. // Вестник МГСУ. – 2009. – № 3. – С. 150-155.
14. М. І. Кордюков Оцінка енергоспоживання систем вентиляції та кондиціонування повітря / Кордюков М.І. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vothp.knuba.edu.ua/article/viewFile/168454/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B4%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B2>

***Ратушняк Георгій Сергійович*** – к.т.н., професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університету, м. Вінниця, e-mail: [ratushnyak.gs@i.ua](mailto:ratushnyak.gs@i.ua)

***Лялюк Олена Георгіївна*** – к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [lyalyuk74@gmail.com](mailto:lyalyuk74@gmail.com)

***Дацюк Вячеслав Ігорович*** – студент, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [slavik.datsyuk1965@gmail.com](mailto:slavik.datsyuk1965@gmail.com)

***Ratushnyak Georgiy S.*** – Ph.D. (Engineering), Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Heat and Gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [ratushnyak.gs@i.ua](mailto:ratushnyak.gs@i.ua)

***Lyalyuk Olena Heorhiivna*** - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [lyalyuk74@gmail.com](mailto:lyalyuk74@gmail.com)

***Vyacheslav Datsyuk I.*** – Student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [slavik.datsyuk1965@gmail.com](mailto:slavik.datsyuk1965@gmail.com)

## БІОГАЗОВА УСТАНОВКА ІЗ СОНЯЧНИМ КОЛЕКТОРОМ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропоновано біогазову установку із сонячним колектором, в якій відбувається ефективно бродіння біомаси за рахунок сталості термостабілізації та інтенсифікації процесу біоконверсії. Таким чином процес виробництва біогазу є стійким, надійним, безпечним та енергоефективним. Біогазова установка може працювати із використанням сонячної енергії або за рахунок резервного теплообмінника*

**Ключові слова:** біогаз, біогазова установка, термостабілізація, енергоефективність, інтенсифікація

### *Abstract*

*The biogas setting with a sunny collector, in that there is effective fermentation of biomass due to constancy of thermal stabilization and intensification of process of bioconversion, offers. Thus production of biogas are proof, reliable, safe and energy effective. Biogas setting can work with the use of sunny energy or due to a reserve heat-exchanger*

**Keywords:** biogas, biogas setting, thermal stabilization, energy efficiency, intensification

### **Вступ**

Одне з важливих завдань паливно-енергетичного комплексу України полягає в максимальному використанні відновлюваних енергетичних ресурсів, зокрема, біомаси. Ширше впровадження біогазових установок у паливно-енергетичний комплекс України дозволить скоротити залежність від імпорту енергоносіїв. Кабінетом Міністрів України затверджено «Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року», яким передбачено збільшити встановлену потужність енергетичних установок на біогазі до 290 МВтел в 2020 році. Біогаз є горючим газом, який утворюється в процесі бродіння біомаси у спеціальних біореакторах, так званих ферментерах. В біогазових установках можуть застосовуватися практично будь-яка органічна сировина. Проте до біогазових установок висуваються певні вимоги, які забезпечують стійкість, надійність, безпеку та енергоефективність процесу виробництва біогазу [1, 2].

Метою дослідження є створення біогазової установки із сонячним колектором, в якій відбувається ефективно бродіння біомаси за рахунок сталості термостабілізації та інтенсифікації процесу біоконверсії.

### **Основна частина**

Біогазова установка – основа будь-якої біогазової установки, тому до його конструкції висуваються досить жорсткі вимоги. Корпус біогазової установки повинен бути досить міцний при абсолютній герметичності його стінок. Обов'язковими є надійна теплоізоляція стінок та їх властивість протистояти корозії. При цьому необхідно передбачити можливість завантаження та вивантаження біогазової установки, а також доступ до її внутрішнього простору для обслуговування [1]. Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні її до необхідної вологості в спеціальній ємності, вона подається в установку, в якій створюються умови для оптимізації процесу анаеробного бродіння [2].

Запропоновано біогазову установку, що відноситься до галузі альтернативних джерел енергозабезпечення і може бути використана для вдосконалення процесу анаеробного бродіння за рахунок інтенсифікації тепловіддачі від нагрівального елемента до середовища та покращення перемішування суміші.

На рис.1 представлена загальна схема запропонованого біогазової установки із сонячним колектором та теплообмінником.

Біогазова установка працює наступним чином. Біомаса завантажується через бункер завантаження 5 та рухається всередину конструкції крізь шиберну засувку 6 у резервуар 1. Завдяки підігрівачу 3 біомаси суміш нагрівається та за допомогою вертикальної пропелерної мішалки 9 змішується та рівномірно прогривається. З резервуару 1 утворений біогаз, рухаючись через захисну та газорозподільну решітку 7, виходить крізь штуцер відведення біогазу до труби споживача 4. Дно 10 опускається вниз і біодобриво видаляється, рухаючись крізь опорний елемент з отворами для проходження відпрацьованої маси 11 [3]. Вал 2 кріпиться в резервуарі 1 за допомогою опорного підшипника 13.

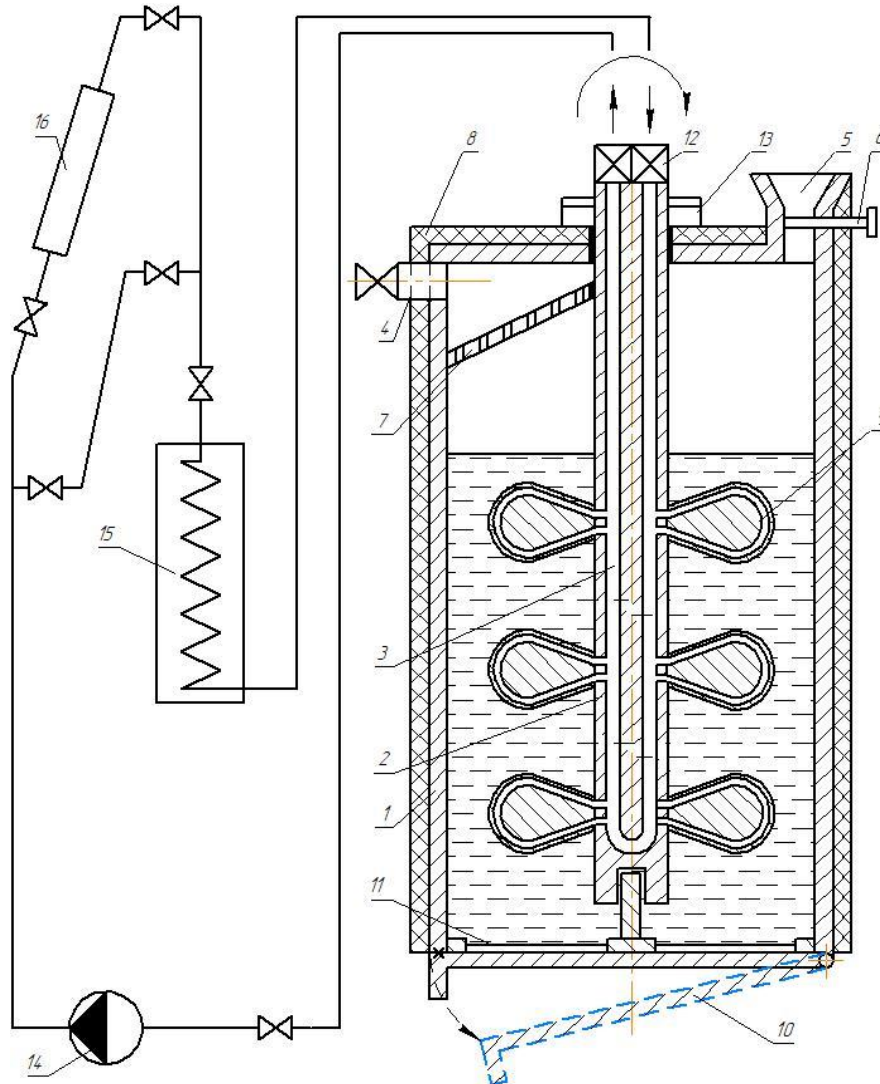


Рис. 1 – Конструктивна схема біогазової установки із сонячним колектором

Обертання валу 2 та підігрівача біомаси 3 забезпечує вертлюг 12. Теплоносій всередині підігрівача біомаси 3 рухається за допомогою насоса 14 до сонячного колектора 16 та теплообмінника 15 (працює послідовне розміщення), де нагрівається та надходить знову в підігрівач біомаси 3. За умови неможливості роботи сонячного колектора 16 теплоносій всередині підігрівача біомаси 3 рухається за допомогою насоса 14 до теплообмінника 15 (працює паралельне розміщення), де нагрівається та надходить знову в підігрівач біомаси 3.

В біогазовій установці із сонячним колектором та теплообмінником за рахунок введення альтернативного джерела енергії для живлення підігрівача біомаси покращується процес перемішування суміші внаслідок чого збільшується виробництво біогазу з одиниці ваги біомаси.

## Висновки

Запропоновано біогазову установку із сонячним колектором, що забезпечує стійкість, надійність, безпеку та енергоефективність процесу виробництва біогазу. За рахунок послідовного та паралельного розміщення сонячного колектора, біогазова установка може працювати із використанням теплової енергії сонячного випромінювання, а також із залученням теплоти з теплообмінника.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г.С. Енергоефективні технологічні процеси та обладнання біоконверсії : монографія / Г. С. Ратушняк, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
2. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела тепlopостачання./ Ратушняк Г.С., Джеджула В.В., Анохіна К.В. Навч. посібник – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с
3. Пат. 36453 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазова установка / Ратушняк Г. С., Анохіна К. В.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u200806844; заявл. 19.05.2008; опубл. 27.10.2008, Бюл. № 20.
4. Пат. 54116 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазова установка / Ратушняк Г.С., Анохіна К.В.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u201005458; Заявл. 05.05.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. №20.
5. Пат. 52714 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазова установка / Ратушняк Г.С., Анохіна К.В., Джеджула В.В.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u201001300; Заявл. 08.02.2010; опубл. 10.09.2010, Бюл. №17.

*Ратушняк Георгій Сергійович* – к.т.н., професор, зав. кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету

*Лялюк Олена Георгіївна* – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету

*Анохіна Катерина Володимирівна* – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: anohinakatya@i.ua

*Лялюк Андрій Олександрович* – магістрант факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету

**Ratushnyak Georgy** - Ph.D., Professor, Head Department of Engineering Systems in Construction of Vinnytsia National Technical University

**Lyalyuk Olena** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture of Vinnytsia National Technical University

**Anokhina Ekaterina** – Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in the construction of Vinnytsia National Technical University

**Lyalyuk Andriy** - Master's student of the Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply of Vinnytsia National Technical University

## Підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Досліджено напрямки підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель, визначені особливості конструктивних рішень теплової ізоляції будівель в місцях примикання конструкції. Проведено аналіз утеплювачів, які найпоширеніші використовують в тому числі і у вузлових з'єднаннях теплоізоляційної оболонки будівель.

**Ключові слова:** енергоефективність, теплові втрати, теплоізоляція, вузлові з'єднання, зовнішні огорожувальні конструкції

### **Abstract**

The directions of increase of energy efficiency of a heat-insulating cover of buildings are investigated, features of constructive decisions of thermal insulation of buildings in places of adjunction of a design are defined. An analysis of the insulators, which are most commonly used, including in the nodal joints of the thermal insulation of buildings.

**Keywords:** energy efficiency, heat losses, thermal insulation, joint connections, external enclosing structures

### **Вступ**

Проблема теплового захисту огорожувальних конструкцій будівель з ціллю економії енергетичних ресурсів є актуальною останні десятиліття [1–3], але особливо стала відчутною коли почалося зростання цін на теплову та електричну енергію.

Значна кількість будівель в Україні мають теплозахисні оболонки з низькими показниками опору теплопередачі, що призводить до значних втрат теплової енергії. Теплозахисні вимоги за старими будівельними нормами до стін, горищного перекриття та інших огорожувальних конструктивних елементів були в кілька разів нижче сучасних вимог, тому в будівлях зведених до 2013 року спостерігається втрата теплової енергії через теплоізоляційну оболонку, у кілька разів більше ніж в сучасних будівлях. При цьому, якщо розглядати структуру тепловтрат, то найбільші тепловтрати у будинку до термомодернізації відбуваються через зовнішні стіни – до 37,5 %; після проведення термомодернізації найбільші витрати теплоти припадають на нагрівання інфільтраційного та вентиляційного повітря – 42,7 %. [3].

### **Результати дослідження**

Для визначення можливості підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівлі проведено аналітичний огляд літератури [3–8]. Аналіз даній проблеми дає можливість зробити деякі висновки про стан проблеми, тенденції і напрями рішення.

Досягти нормативних теплозахисних показників будівлі [4] можливо шляхом проведення термомодернізації та впровадженні енергозберігаючих рішень. Для будинку типового проекту заміна вікон на більш енергоефективні призводить до зменшення енерговитрат на опалення на 14,7%; утеплення зовнішніх стін із доведенням опору теплопередачі до нормативного значення призводить до зменшення теплоспоживання на 40,4 % [3]. Найбільшої економії теплової енергії (на 76,8 %) досягають при комплексному підході - утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних вікон, впровадження автоматизації вузла управління однотрубною системою на ввіді та авторегулювання тепловіддачі опалювальних приладів.

Підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівлі можливо також за рахунок конструктивних рішень місць вузлових з'єднаннях зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Найбільші тепловтрати мають такі з'єднання, як стики стіни з підлогою, карнизною частиною, стики з прорізами, стики з перекриттям, виступаючі горизонтальні та вертикальні елементи та зовнішні кути.



В ході аналізу [9] були розглянуті:

- улаштування утеплення вузла примикання перекриття на горіщі, забезпечує збільшення термічного опору теплопередачі в місці примикання конструктивних елементів будинків.
- утеплення вузла примикання цоколя технічного підпілля, що включає утеплення зовнішніх стін в декілька шарів, до яких входять утеплювач, армувальна сітка, фінішний шар.
- утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу
- збільшення опору теплопередачі та температури у внутрішньому куті за рахунок встановлення додаткового утеплення.

Одним із основних способів зменшення тепловтрат у місцях з'єднання, це використання утеплювачів. На сьогодні є велика кількість виробників, які пропонують різні типи утеплювачів. Проведемо аналіз утеплювачів, які найпоширеніші використовують в тому числі і у вузлових з'єднаннях. Результати порівняння характеристик: теплотехнічні характеристики, ціна, надійність (безпечність довговічність, зносостійкість), умови експлуатації представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристики утеплювачів

Утеплювач	Технічні характеристики				Горючість	Клас горючості	Вага на на 1 м <sup>3</sup>	Ціна розрахунок скільки коштує на 1 м <sup>2</sup>	Довговічність термін служби протягом, років	стійкість			Екологічність	
	теплопровідність Вт/м <sup>2</sup> С	паропроникність мг/мПа	щільність кг/м <sup>3</sup>	Поріг максимального нагріву °С						біологічна	Хімічна	до деформації		до високих температур
Мінеральна вата (шлиту)	0,077-0,12;	0,50 – 0,55	13-30	600	Не горюча	Г1	Від 35 до 100 кг	120-230	50	висока	Матеріал інертний до масел, розчинників і лугів	висока	висока	Матеріал екологічно чистий
Кам'яна вата	0,033-0,046	0,3-0,55	10-175	1000	Не горюча	Г1	Від 30 до 60 кг	70-450	50	висока	Матеріал інертний до масел, розчинників і лугів	висока	висока	Матеріал екологічно чистий
Екструдований пінополістирол	0,034-0,036	0,019 до 0,015	20,0-42,0	750	Не горючий	Г1	Від 25 до 40 кг	20-55	50 і більше	висока	висока	висока	Матеріал екологічно чистий та безпечний для здоров'я	
Теплоізоляційна шпаклівка	0,204	0,08	770	900	Не горючий	Г1	Від 240 до 360 кг	150-400	25 років	висока	інертна до масел, розчинників і лугів	висока	висока	Екологічно чиста і є стерильний матеріалом, не токсична, не містить важких металів.

Проектування теплоізоляційної оболонки будівель необхідно здійснювати із застосуванням теплоізоляційних матеріалів, термін ефективної експлуатації яких складає не менше 25 років; для змінних ущільнювачів – з терміном ефективної експлуатації не менше 15 років з забезпеченням ремонтпридатності елементів теплоізоляційної оболонки [7].



В проаналізованих енергоефективних конструкціях вузлових з'єднань [9] переважно відсутні дані про ефективний термін експлуатації теплоізоляційних матеріалів, а також не передбачено перевірку теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій після терміну експлуатації, що дорівнює ефективному (розрахунковому) терміну служби, з подальшою розробкою конструктивних заходів із забезпечення необхідних теплоізоляційних якостей оболонки будівлі.

За теплоізоляційними характеристиками кам'яну вату завтовшки 50 мм прирівнюють до: 1300 мм суцільної бетонної стіни; 1260 мм кладки з силікатної цеглини; 960 мм кладки з повнотілої цеглини; 900 мм керамзитобетонної стіни; 780 мм кладки з дірчатої керамічної цеглини [7]. Найбільш ефективним (якість-ціна) теплоізоляційним матеріалом у сучасних умовах для конструкцій фасадів будівель є мінеральна вата (плити) та кам'яна вата.

## Висновки

Досліджено напрямки підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель, визначені особливості конструктивних рішень теплової ізоляції будівель в місцях примикання конструкції. Проведено аналіз утеплювачів, які найпоширеніші використовують в тому числі і у вузлових з'єднаннях теплоізоляційної оболонки будівель.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про енергозбереження Закон України від 01.07.1994р № 75/94-ВР від 01.07.9 Оновлення (редакція) від 23.07.2017 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Конструкції будівель і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2008. [Чинні від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 24 с.
3. Кузнцова О.О., Жукінська І.С. Оцінювання економії енергетичних ресурсів на опалення при проведенні термомодернізації житлового будинку // ВІСНИК КНУТД №5 (90), 2015 Серія «Технічні науки» Обладнання, електротехнічні та автоматизовані системи та комплекси ISSN 1813 – 6796 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://knutd.edu.ua/publications/pdf/Visnyk/2015-5-90/81\\_90.pdf](https://knutd.edu.ua/publications/pdf/Visnyk/2015-5-90/81_90.pdf)
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
5. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 46 с. – (Національний стандарт України).
6. Ратушняк Г.С., Очеретний А.М., Горюн О.Ю. Спосіб улаштування конструктивного вузла утеплення застелених балконів //Державне підприємство" Український інститут інтелектуальної власності"(УКРПАТЕНТ).- 2020 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/30192/140672.pdf?sequence=1>
7. Абелешов В. І. Дослідження деяких аспектів підвищення ефективності конструкцій фасадів будівель// Енергозбереження . Енергетика . Енергоаудит №11 (117) 2013
8. Ратушняк Г.С., Материнська О.Ю. Спосіб утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22149>
9. О.Д. Панкевич В. В. Миколаєнко В.В. Панкевич Вплив конструктивних рішень вузлових з'єднань (місць примикання конструкцій) на енергоефективність будівлі Том 27 № 2 (2019) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2019-2-20-29>

**Миколаєнко Вадим Валерійович** – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця; e-mail: [vadim1996mvv0701@gmail.com](mailto:vadim1996mvv0701@gmail.com);

**Панкевич Ольга Дмитрівна** – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Vadym Mykolayenko** - Postgraduate Student, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa; e-mail: [vadim1996mvv0701@gmail.com](mailto:vadim1996mvv0701@gmail.com);

**Olga Pankevych** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

Науковий керівник: **Панкевич Ольга Дмитрівна** – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ «ДЕТАЛЮВАННЯ» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*В умовах дистанційного навчання пропонується підхід до вивчення, виконання та засвоєння теми «Читання складальних креслеників» для студентів машинобудівних спеціальностей.*

**Ключові слова:** деталювання складальних креслеників, ескізи та робочі кресленики, пристрої та вузли.

### **Abstract**

*An approach to the study, implementation and mastering of the topic "Reading assembly drawings" for students of mechanical engineering.*

**Keywords:** detailing of assembly drawings, sketches and working drawings, devices and units.

### **Вступ**

Графічні роботи «Складальні кресленики» та «Деталювання» є підсумковою та завершальною частиною дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів галузей знань «Механічна інженерія» та «Транспорт». Тема «Складальні кресленики» також вивчається студентами за спеціальністю «Теплогазопостачання». Оволодіння та знання цієї теми тісно пов'язано з виконанням курсових робіт та проектів фахового спрямування.

Введений карантин вніс свої корективи для працівників вищої школи та студентів, які в цих умовах вимушені були скористатися альтернативними методами навчання [1, 2]. У весняний період пандемії для вивчення дисципліни використовувався сервіс платформи Zoom, який дозволяв не тільки слухати, але й брати активну участь в on-line-зустрічах. Можливості ділитися трансляцією екрану надавалися як викладачу, так студенту, що забезпечувало зворотній зв'язок з аудиторією. Завдяки численним функціям, які надавала платформа Zoom, відносно просто подавався новий матеріал, залучались студенти до опитування та контакту з ними, проводилась перевірка відвідувань занять.

Мета роботи: застосувати дистанційні технології та організувати індивідуальний підхід до студента так, щоб дозволив йому самостійно опанувати зазначену тему.

### **Головна частина**

До пояснення цієї теми студент, в розрізі робочого плану, виконує графічне завдання «Складальний кресленик механічного виробу», знайомиться з правилами складання конструкторських документів – специфікації та складального кресленика.

Прочитати креслення виробу – значить одержати повне уявлення про форму, розміри і технічні вимоги до готового виробу, а також визначити за креслениками всі дані для його виготовлення і контролю.

Читати і виконувати кресленики потребує значної теоретичної підготовки, розвинутого просторового уявлення та практичних навичок. Таке вміння досягається вивченням методів проектування, виконанням робіт із складання ескізів, робочих та складальних креслеників і є однією з найважливіших складових фахової кваліфікації інженера машинобудівної галузі.

Традиційно тема «Деталювання» видавалась в такій послідовності:

- читається лекція, де висвітлюються головні положення;
- проводиться практичне заняття і даються рекомендації послідовності виконання деталювання;
- пропонується варіант складального кресленника виробу;
- викладач відзначає всі оригінальні деталі вузла, які потрібно вичитати студенту.

В умовах карантину задача вивчення цієї теми ускладнювалася: живе спілкування втрачено, а потрібно видавати завдання для самостійної роботи.

Доступність до навчальних матеріалів, до всієї необхідної літератури та завдань забезпечувалося студенту після реєстрації в системі JETIQ, частково студент отримував навчальні матеріали електронною поштою чи через мобільні додатки. В певній мірі зникала проблема нестачі чи відсутності підручників, навчальних посібників чи методичних розробок але це не давало повну уяву, наскільки студент самостійно здатний опанувати запропоноване.

Здавалось, що є можливість навчатися в будь-якому місці. Студенти можуть вчитися, не виходячи з дому, перебуваючи у будь-якому місті, селі. Щоб приступити до навчання, необхідний лише комп'ютер з доступом до Інтернету. Тут знову відчувалися недоліки:

- перебої Інтернету;
- не всі чують;
- не всі хочуть працювати;
- забирає багато часу на очікування повернення зв'язку;
- все одно потрібно давати завдання для самостійної роботи.

В цих умовах довелося змінювати методику викладання дисципліни. На САЙТ-і ВНТУ в системі JETIQ був запропонований альбом графічних завдань з варіантами до складального кресленника, в якому містився опис виробу та його складові.

Ставилась задача: *на підставі завдання самостійно, з врахуванням розділів, скласти специфікацію, визначитися з трьома оригінальними деталями, що входять до складу виробу, та вислати частину цього завдання за електронною адресою викладача для узгодження.* Після такої процедури викладач остаточно визначався зі змістом завдання та дозволяв студенту приступати до вичитування форм нестандартних деталей.

Виникла проблема ідентифікації студента. Поки найефективніший спосіб простежити за тим, чи студент самостійно здавав тести, писав контрольні заходи, виконував завдання, не списував і под. - це відеоспостереження в on-line – режимі за кожним окремо, що практично неможливо і забирає надто багато часу.

Індивідуальний підхід. При дистанційному навчанні викладачеві досить важко приділити необхідну кількість уваги всім студентам групи, підлаштовуватися під темп роботи кожного. Необхідна сильна мотивація. Практично весь навчальний матеріал студент-дистанційник оволодіває самостійно. Підтримувати потрібний темп навчання без контролю з боку вдається не всім.

З цією метою кращим студентам пропонувався дещо інший підхід: *подати матеріал завдання до складального кресленника не у вигляді традиційного ортогонального зображення, а за допомогою 3 D моделі [3].* Звичайно, це складний варіант мотивації, але за виконання цього завдання пропонувалися додаткові бонуси. Серед охочих виявилася незначна частина студентів, які подавали для остаточної перевірки свої варіанти.

Наприклад, зовнішній вигляд лещат студент правильно уявив і запропонував 3D модель вузла (рис. 1).

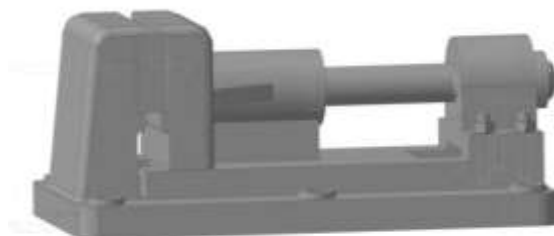


Рис. 1. Просторова уява студентом механічного вузла

Прочитати складальний кресленик – це значить вміти визначити (уявити) призначення пристрою і принцип роботи зображеного виробу, а також процес його складання і розбирання. Отже, студенту попередньо ставиться задача щодо виявлення дійсних форм деталей та їх взаємодії між собою. Тому успішне читання креслеників залежить від ступеня розвитку просторової уяви.

Один із студентів, на підставі виданого завдання, ознайомився з призначенням та принципом дії клапана, правильно уявив порядок збирання виробу (рис. 2).

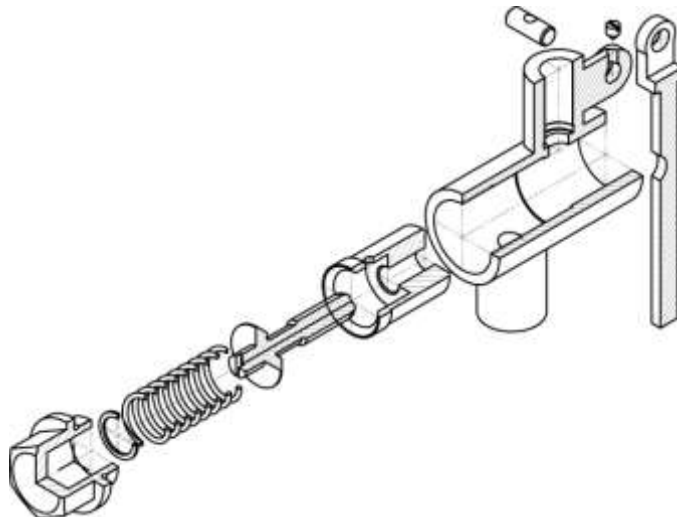


Рис. 2. Просторова уява студентом збирання виробу

Звичайно, аудиторні заняття є незамінними, однак розвиток цифрової сфери створює чудові альтернативні можливості навчання в становленні сучасних студентів і майбутніх професіоналів.

Продемонстровані приклади є переконливими в тому, що більш старанні, наполегливі та здібні студенти у нестандартних умовах здатні спрямовувати своє навчання для опанування більш складних питань.

### Висновки

Організувати якісне онлайн-навчання, заряджати мотивацією і бути готовим до технологічних проблем – це справді непросто, але отриманий досвід є перспективним напрямом розвитку освітніх технологій навчання майбутніх інженерів.

Використаний підхід надає можливості отримати навички розробки та читання різноманітних технічних креслеників, розвиває просторову уяву, стимулює студента до більш глибокого опанування роботи в CAD системах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тавгень И. А. Дистанционное обучение : опыт, проблемы, перспективы. – 2 е изд. исправл. и доп. / Тавгень И. А.; под редакцией Ю. В. Позняка – Мн. : БГУ, 2003. – 227 с.
2. Слободянюк О. В. Формування вмінь з інженерної та комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання: монографія / О. В. Слободянюк, В. Б. Мокін, Б. І. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 208 с.
3. Буда А. Г. Виконання креслеників та тривимірних моделей машинобудівних виробів за допомогою CAD-систем : навч. посібник / А. Г. Буда, О. В. Петров. – Вінниця : ВНТУ, 2019 – 104 с.

**Буда Антоніна Героніївна** – канд. техн. наук, доцент кафедри інженерних споруд у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: antbu@ukr.net

**Buda Antonina G.** – Ph. D., associate professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

## АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВОДІВ ВІД НЕГАТИВНОЇ ДІЇ КОРОЗІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В залежності від природи середовища розташування газопроводу виділяють наступні типи впливу на нього: фізичний, фізико-хімічний та хімічний. Вагомим фізико-хімічним руйнівним процесом, що впливає на функціонування газотранспортної системи, є самовільне окислення тіла трубопроводу, що призводить до руйнування металу під впливом навколишнього середовища і має назву корозія. Захист трубопровідних газових мереж від негативної дії корозійних процесів може бути успішним при своєчасному виявленні корозійних руйнувань, визначенні їх величин та дієвих захисних заходів.*

**Ключові слова:** корозія, методи захисту, ґрунтова корозія, пасивний захист, активний захист.

### *Abstract*

*Depending on the nature of the environment, the location of the gas pipeline distinguishes the following types of impact on it: physical, physico-chemical and chemical. An important physico-chemical destructive process that affects the functioning of the gas transmission system is the spontaneous oxidation of the body of the pipeline, which leads to the destruction of the metal under the influence of the environment and is called corrosion. Protection of gas pipelines from the negative effects of corrosion processes can be successful with timely detection of corrosion damage, determination of their magnitude and effective protective measures.*

**Keywords:** corrosion, methods of protection, ground corrosion, passive protection, active protection.

### **Вступ**

Функціонування газотранспортної системи (ГТС) України та підтримання її належного технічного стану та забезпечення надійності здійснюється у відповідності із Законами України “Про трубопровідний транспорт” та “Про нафту і газ”, а також Енергетичною стратегією України на період до 2030 року. До складу ГТС України входить 38,2 тис. км газопроводів різного призначення та продуктивності, 73 компресорні станції, понад 1600 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу та об’єкти інфраструктури, які забезпечують функціонування системи. На “вході” ГТС здатна прийняти до 290 млрд. куб. м, а на “виході” передати 175 млрд. куб. м природного газу, в т.ч. 140 млрд. куб. м до країн Західної та Центральної Європи. Вагомим чинником, що впливає на безперебійність та надійність поставок природного газу до споживачів є корозія – небезпечне руйнівне явище для сталюого трубопроводу, подекуди в деяких зонах може досягати до 2–4 мм/рік, що призводить до виникнення неминучих аварійних ситуацій на ГТС [1, 2].

### **Результати дослідження**

Функціонування трубопроводів відбувається в жорстких умовах, оскільки вони піддаються різним навантаженням – внутрішнього тиску, осьовим розтягуючим або стискаючим напруженням, тиску ґрунту засипки і рухомих елементів, перепадам температур. Всі ці фактори сприяють розвитку корозії на внутрішній і зовнішній поверхні стінки сталюого газопроводу, і, як наслідок – виникнення пошкоджень, дефектів, виразок, свищів, витоків та аварій. Саме з цієї причини більша увага приділяється надійності та ефективності роботи газотранспортної системи [3].

Умови безаварійної експлуатації підземних газопроводів висувають високі вимоги до захисту трубопроводів, особливо в зв’язку з будівництвом на територіях для яких характерна велика різноманітність ґрунтів з високою корозійною активністю. Забезпечення технічного стану газопроводів на високому рівні може бути виконано шляхом вливання додаткових коштів для захисту

від корозії для більш раціонального розподілу наявних ресурсів електрохімічного захисту по трасі газової мережі. Високий відсоток відмов та виникнення аварій на газопроводах відбувається через корозійне зношення матеріалу тіла трубопроводу, як результат з'являються дефекти різного характеру: свищі, виразки, отвори, які призводять до витоків природного газу.

Виділимо основні негативні наслідки від початку процесу корозії на тілі газопроводу [2]:

1. Порушення надійності конструкції. Підземний трубопровід з одним єдиним наскрізним проіржавленням вже непридатний для нормальної експлуатації, хоча він ще на 99,99% цілий та неушкоджений.

2. Екологічні наслідки. Газопровід з отвором в стінці з руйнування всього лише на 0,01% від цілого може дорого коштувати суспільству на екосистемі, якби аварія сталася з вибухом та пожежою.

3. Втрати матеріальних ресурсів. Для створення конструкції газових мереж в кінцевому рахунку витрачається свого часу багато енергії та коштів.

4. Прямі витрати на корозію. Збитки від корозії в світі настільки величезні, що суспільство змушене витрачати щорічно десятки, а може бути і сотні мільярдів доларів на боротьбу з нею. Загальна сума прямих корозійних втрат в США становить близько 70 млрд.доларів на рік, тобто більше 4% валового національного продукту. Підраховано, що близько 15% цих втрат можна було б уникнути, своєчасно використовуючи сучасні засоби захисту [1].

5. Непрямі втрати від корозії. Вони визначаються далеко не завжди легко і просто, але, безсумнівно, дуже великі. Досить тільки перерахувати частину з них:

- простої виробничих потужностей з недовиробітком продукції;
- втрати готової продукції;
- зниження потужності і продуктивності;
- зайві допуски на товщину стінки;
- забруднення основної продукції продуктами корозії.

Способи, що продовжують термін служби газопроводу, умовно поділяють на чотири групи.

1. Пасивний захист. Полягає в нанесенні на поверхню труби захисного ізоляційного покриття на основі бітуму, полімерних стрічок або напиляного полімеру. Ізоляційні покриття повинні бути суцільними, володіти високою діелектричної здатністю, адгезією, механічною міцністю, водонепроникністю, еластичністю, біостійкістю, термостійкістю, довговічністю і маю бути недешевими та надійними [5].

2. Введення в метал компонентів, що підвищують корозійну стійкість. Метод застосовується на стадії виготовлення металу. Одночасно з металу видаляються домішки, що знижують корозійну стійкість [6].

3. Вплив на навколишнє середовище. Метод заснований на введення інгібіторів корозії для дезактивації агресивного середовища [7].

4. Активний захист. До цього методу відносяться катодний, протекторний і дренажна захист [7].

Пасивний захист. Сталеві газопроводи, укладені в ґрунт, повинні мати протикорозійну ізоляцію, що відповідає корозійній активності ґрунту. Цій вимозі відповідає покриття на бітумній основі (бітумно-гумові, бітумно-мінеральні та ін.) з використанням армованих обгортки із скловолокнистих матеріалів. Останнім часом набули поширення полімерні ізоляційні покриття (поліетиленові та полівінілхлоридні), що їх випускають у вигляді липучих стрічок завширшки 450мм і завтовшки до 0,3 мм [3].

Активний захист. Підземні газопроводи захищають від корозії блукаючими струмами – електричними методами активного захисту. До них відносять електричний дренаж, катодний і протекторний захисти. Додатково до пристроїв електричного захисту застосовують секціонування. Суть цього методу захисту полягає в тому, що газопровід роз'єднують на окремі секції за допомогою ізолюючих фланців, які обмежують зону дії блукаючих струмів. Їх установлюють у колодязях разом з вимикаючими пристроями [4].

Катодний захист трубопроводів від корозії здійснюється за рахунок катодної поляризації за допомогою струму зовнішнього джерела. Установка катодного захисту складається з джерела постійного струму, анодного заземлення у вигляді поодинокого чи розподіленого електрода і з'єднувальних електрокабелів [7]. Протекторний (анодний) захист ґрунтується на тому, що катодна поляризація захищаного трубопроводу досягається приєднанням до нього анодних заземлювачів (протекторів із кольорових металів), що мають у ґрунтового середовищі нижчий електричний потенціал, ніж метал захищаного трубопроводу, і утворює з ним гальванічну пару, в якій

трубопровід – катод, а протектор – анод. Більш ефективним є комплексний захист від корозії, що поєднує пасивний і активний методи [8].

Найчастіше застосовується метод пасивного захисту - покриття внутрішньої і зовнішньої стінок труби ізоляційними матеріалами. В останні роки для підвищення міцності властивостей і зносостійкості ізоляційних матеріалів і покриттів застосовують їх армування наноструктурними наповнювачами [9].

Створені з використанням нанотехнологій матеріали піднімуть на новий рівень якість труб з антикорозійним покриттям. Це підвищить їх конкурентоспроможність, збільшить термін експлуатації і змінить фізико-хімічні властивості покриттів. Ця обставина вагома при будівництві газопроводів в складних кліматичних умовах з великими і різкими коливаннями температур.

Застосування вуглецевих нанотрубок і вуглецевих нановолокон як наповнювачів полімерів дозволяє поліпшити ряд показників:

- підвищити електропровідність;
- збільшити теплопровідність, теплостійкість, температуру займання;
- надати антистатичні властивості;
- поліпшити механічні характеристики (міцність при розтягуванні і на розрив; збільшити модуль пружності і граничне розтягування; підвищити зносостійкість);
- збільшити адгезійну міцність і розширити температурний діапазон застосування (від - 60 до 250 ° С);
- забезпечити стійкість до впливу агресивних робочих середовищ.

Заходи щодо захисту розподільних та магістральних газопроводів від корозії повинні бути передбачені проектом захисту, який розробляється одночасно з проектом будівництва або реконструкції. Відповідно до нормативних документів всі види захисту від корозії, передбачені проектом, повинні бути введені в дію до здачі підземних трубопроводів в експлуатацію [9]. Засоби захисту від ґрунтової корозії вибирають виходячи з умов прокладки газопроводу і даних про корозійну активність середовища (ґрунтів і ґрунтових вод) по відношенню до металу трубопроводу з урахуванням техніко-економічних розрахунків. Захист газопроводів від зовнішньої та внутрішньої корозій дозволить ліквідувати не лише економічні збитки, але і попередити техногенні катастрофи.

## Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що визначальним критерієм екологічної безпеки газотранспортної системи є їх конструктивна надійність – один з основних показників якості будь-якої конструкції (системи), що полягає в її здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні властивості протягом необхідного проміжку часу «життєвого циклу». Відмова газопроводу, що виявляється в місцевій втраті герметичності стінки труби, трубних деталей або в загальній втраті міцності в результаті руйнування, призводить, як правило, до значного екологічного збитку з можливими непоправними наслідками для навколишнього природного середовища. Одним із способів запобігання руйнуванню стінки трубопроводу є використання нових високоякісних матеріалів для виготовлення антикорозійних ізоляційних покриттів. Додавання при виготовленні ізоляційних покриттів вуглецевих нановолокон – ефективний спосіб поліпшення фізико-механічних характеристик ізоляційних матеріалів на основі поліетилену.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Януль С. Характеристика газотранспортної системи України / С. Януль, К. Павлов, М. Коротя, С. Галаянт // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. - 2019. - № 1. - С. 31-38.
2. Кучмистенко О. В. Аналіз режимів функціонування української газотранспортної системи як об'єкта управління. Нафтогазова енергетика. 2013. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nge\\_2013\\_1\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nge_2013_1_8).
3. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
4. Защита трубопроводов от коррозии : учеб. пособ. Том 1 / [Ф. М. Мустафин, М. В. Кузнецов, Г. Г. Васильев и др.]. – СПб. : Недра, 2005. – 620 с.
5. Ратушняк Г. С. Оцінка технічного стану сталевих підземних газопроводів з врахуванням впливу блукаючих струмів на інтенсивність електрохімічної корозії / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська // Нова тема. – 2011. – № 3(29). – С. 42–43.
6. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : ДСТУ Б В.2.6–210:2016. – [Чинний від 2017–01–01]. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 46 с.

7. Ткаченко В. Н. Электрохимическая защита трубопроводных сетей: учебн. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. / В. Н. Ткаченко. – М.: Стройиздат. – 2004. – 320 с.
8. Ратушняк Г. С. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 2 (21). – С. 99–104.
9. Ратушняк Г. С. Корозійно-діагностичний моніторинг підземної сталеві газотранспортної мережі / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1 (5). – С. 90–98.

**Ободянська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Мазур Олександр Олександрович** – студент групи БТ-17б факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Бровко Артем Сергійович** – студент групи БТ-17б факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Obodyanska Olga** – PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Mazur Alexander** – student group BT-17b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University

**Brovko Artem** – student group BT-17b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University



# ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПОВІТРЯ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ЕПІДЕМІЇ COVID 19

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Розглянуто особливості роботи систем вентиляції та кондиціонування охорони здоров'я в умовах епідемії коронавірусу. Запропоновано підходи до зменшення забрудненості внутрішнього середовища приміщень лікарень.*

**Ключові слова:** вентиляція, епідемія, коронавірус.

## **Abstract**

*The peculiarities of the operation of ventilation and air conditioning systems in the conditions of the coronavirus epidemic are considered. Approaches to reducing the pollution of the internal environment of hospital premises are proposed.*

**Key words:** ventilation, epidemic, coronavirus.

## **Вступ**

За умов стрімкого розповсюдження епідемії коронавірусної інфекції гостро постає проблема запобігання захворювань та передачі вірусу від хворих людей до здорових. Одним з можливих напрямків зменшення ризику передачі інфекції є удосконалення роботи систем вентиляції закладів охорони здоров'я.

Метою роботи є дослідження особливостей роботи систем вентиляції повітря закладів охорони здоров'я в умовах епідемії covid 19.

## **Результати дослідження**

Сучасні нормативні документи та спеціалізована література [1-3] надають повний спектр професійних рекомендації та вимог щодо влаштування систем вентиляції в закладах охорони здоров'я. Епідемія коронавірусу та інших сезонних супутніх хвороб призводить до того, що одним з можливих місць зараження людей можуть бути саме лікарняні заклади. Значно зростаючі потоки пацієнтів лікарень містять як захворілих людей так і умовно здорових і знаходження і перших і других у коридорах та холах лікарень призводить до швидкої передачі інфекції. Не менш забрудненим місцем є кабінети лікарів, де ведеться прийом пацієнтів. З метою зменшення ризику взаємного зараження пацієнтів необхідно дотримуватись наступних рекомендацій [1-4]:

- проводити налагодження існуючих систем вентиляції та кондиціонування на проектні витрати повітря так як з часом відбувається розбалансування систем і створюється повітряно-тепловий дисбаланс; здійснювати періодичну паспортизацію систем;
- здійснювати чищення та дезінфекцію вентиляційних систем, фільтрів, теплообмінних апаратів, повітророзподільчих пристроїв;
- у випадку не відповідності існуючих систем вентиляції діючим нормативним вимогам [1] здійснювати комплекс ремонтних та монтажних робіт для усунення недоліків у роботі.

Окрім заходів з відновлення роботи вентиляційних систем необхідно засовувати і сучасні підходи щодо зменшення передачі інфекційних забруднювачів з витяжної системи вентиляції в навколишнє середовище, з навколишнього середовища через припливну систему вентиляції в приміщення лікарні. Для цього потрібно використовувати засоби активного і пасивного захисту від інфекцій, до яких відносяться :

- використання ультрафіолетових ламп, які монтуються у повітроводи;

- використання озонових ламп та фотокаталітичних фільтрів;
- використання HEPA фільтрів;
- використання генераторів холодної плазми.

Найбільш ефективними та безпечними є використання HEPA фільтрів (пасивний захист) та генераторів холодної плазми (активний захист), тоді як ультрафіолетові, озонові лампи та фотокаталітичні фільтри можуть створювати небезпечні гази в процесі роботи, які можуть попадати у потік припливного повітря. HEPA фільтри дозволяють здійснювати очистку припливного і витяжного повітря з ефективністю вище 99%, але потребують догляду та моніторингу перепаду тиску на них. У випадку досягнення критичного рівня забруднення фільтра його потрібно замінювати. Генератори холодної плазми можуть монтуватися як у повітропровід існуючих систем вентиляції так і бути окремими приладами, які встановлюються в приміщеннях не обладнаних системами вентиляції (рис 1).



Рис.1. Генератор холодної плазми вмонтований у повітропровід існуючої системи вентиляції [4]

Пристрій створює електричне поле, в якому електрони зіштовхуються з молекулами водню, азоту, кисню в результаті чого утворюються активні частинки – іони, які притягуються до забруднювачів повітря. Ці активні частинки руйнують оболонки вірусів і бактерій ефективно знезаражуючи повітря. Тому, після виконання переліку рекомендацій першої групи необхідно модернізувати існуючі системи вентиляції шляхом доповнення їх засобами пасивного або активного очищення повітря.

### Висновки

Розглянуто особливості роботи систем вентиляції повітря закладів охорони здоров'я в умовах епідемії covid 19. Надано рекомендації щодо модернізації систем вентиляції для зменшення ризику захворюваності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-10-2001 Заклади охорони здоров'я [Чинні від 2001-04-01]. Київ, 2001. 166 с.
2. Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. М.: Термокул, 2006. 288 с.
3. Тарабанов М.Г. Кондиционирование воздуха. Часть 1. М.: АВОК-ИРЕСС, 2015. 212 с.
4. Сайт компанії Rosenberg [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://rosenberg-gmbh.com.ua/>

**Джеджула Вячеслав Васильович** — д.е.н, професор, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [djedjulavv@gmail.com](mailto:djedjulavv@gmail.com)

**Dzhedzhula Viyacheslav V.** - Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Engineering Systems at Building, Vinnitsa National Technical University, e-mail: [djedjulavv@gmail.com](mailto:djedjulavv@gmail.com)

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проведено аналіз існуючих норм проектування та будівництва теплоізоляційної оболонки житлових будівель. На основі проведеного визначені фактори, що впливають на характеристики енергоефективності теплозахисної оболонки житлових будівель. Запропоновано підхід створення моделі експертної оцінки якості теплоізоляційної оболонки житлових будівель.*

**Ключові слова:** енергоефективність, теплоізоляційної оболонки будівель, нечітка логіка.

### Abstract

*The analysis of existing norms of design and construction of a heat-insulating cover of inhabited buildings is carried out. On the basis of the conducted the factors influencing characteristics of energy efficiency of a heat-protective cover of apartment buildings are defined. The approach of creation of model of an expert estimation of quality of a heat-insulating cover of inhabited buildings is offered.*

**Keywords:** energy efficiency, thermal insulation of buildings, fuzzy logic

### Вступ

Питання енергозбереження та енергоощадності в житловому секторі не нове, але досі залишається одним із основних питань державного рівня [1, 2].

До основних заходів що сприяють підвищенню енергоефективності будівель (на етапі їх експлуатації) є зміна або заміна: теплоізоляційної оболонки будинку огорожувальних конструкцій (стін, горища, покриття, підвального перекриття), дверних та віконних конструкцій; системи опалення та гарячого водопостачання; системи холодного водопостачання; системи електропостачання і освітлення; джерел енергії, особливо з врахуванням використання нетрадиційних джерел енергії.

Теплоізоляційна оболонка будинку - це система огорожувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення та /або охолодження приміщень [3].

Оцінка параметрів теплоізоляційної оболонки будівлі є одним з основних факторів при визначенні енергетичної ефективності будівель. Неефективна теплоізоляційна оболонка будинку часто є головною причиною його високої енерговитратності.

Питання підвищення якості теплоізоляційної оболонки будівель досліджувалось і розглянуто у вітчизняних і зарубіжних в роботах [4,5,7]. Потенціал енергозбереження в результаті реалізації енергоефективних проектів залежить від конструктивного елементу теплоізоляційної оболонки. Так для стін він складає до 25%, для вікон, зовнішніх входні двері 15-20%, горища та горищного перекриття 5-10%, підвального перекриття 5-10%, сумарно маємо до 65% можливого енергозбереження та усереднений термін окупності 8-12 років [6].

### Результати досліджень

За результатами аналізу існуючих норм проектування теплоізоляційної оболонки та будівництва і експлуатації житлових будівель [3] та дослідженнями [4,5,7] визначені фактори, що впливають на енергоефективність теплоізоляційної оболонки.

Фактори згруповані в ієрархічну систему (рис.1), за чотирма ознаками: теплозахист стін, теплозахист вікон та входних дверей, теплозахист підвалу, теплозахист горища та перекриття. Наведена класифікація факторів, відрізняється від попередньої, що представлена в роботі [8] тим, що для оцінки енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівлі враховують 15 параметрів, які

визначаються як кількісними так якісні показниками. Така класифікація факторів дозволяє виконати оцінку впливу кожного з цих факторів на якість теплоізоляційної оболонки будівлі, і є основою для розробки моделі прийняття оціночного рішення.

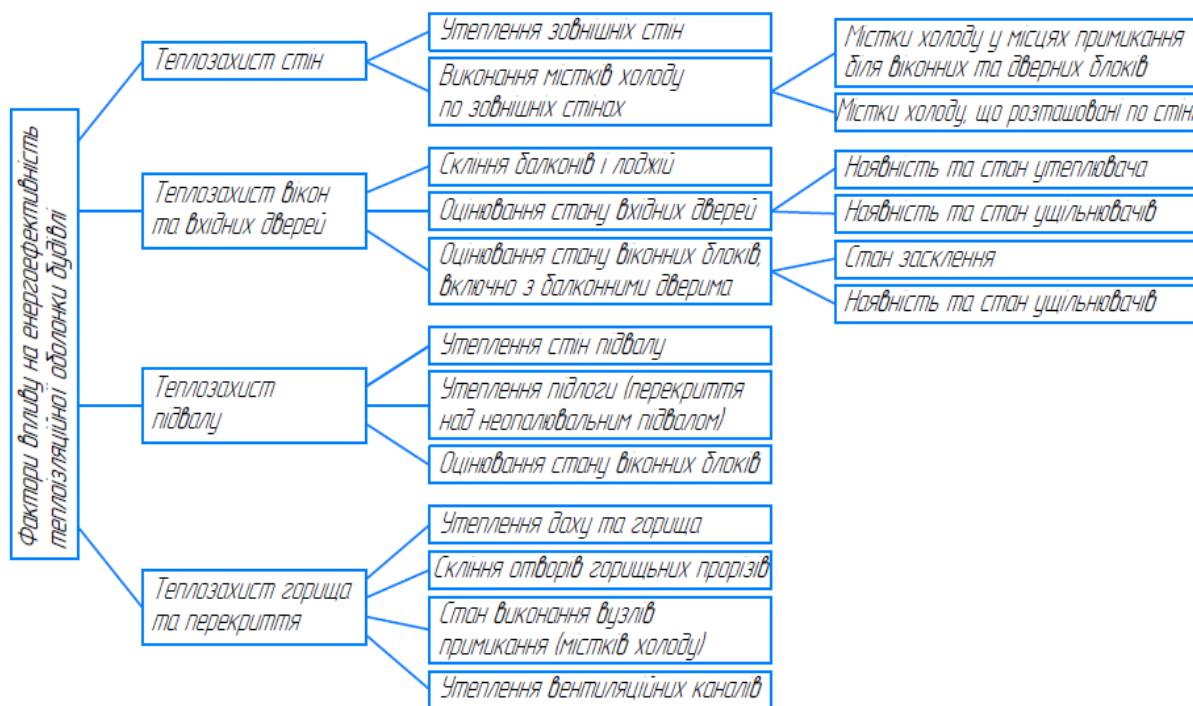


Рис. 1. Ієрархічний взаємозв'язок між факторами впливу на енергоефективність теплоізоляційної оболонки будівлі

Ієрархічний взаємозв'язок між параметрами стану теплоізоляційної оболонки будівлі та оцінкою її технічного стану графічно подається у вигляді дерева логічного висновку.

В якості математичного апарату доречно використовувати теорію нечітких множин, яка передбачає представлення параметрів стану у вигляді лінгвістичних змінних [9]. Теорія нечітких множин набула досить широке застосування в задачах технічного діагностування в будівництві [10,11,12] і добре себе зарекомендувала. Побудова моделі діагностування відбувається у два етапи, які по аналогії з класичними методами можна вважати етапами структурної і параметричної ідентифікації [9].

Оцінка енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівлі теплоізоляційної оболонки будівлі представлено через лінгвістичну змінну  $Y$ , а укрупнені показники є факторами впливу на енергоефективність теплоізоляційної оболонки будівлі:  $Y_1$  – теплозахист стін;  $Y_2$  – теплозахист вікон та входних дверей;  $Y_3$  – теплозахист підвалу;  $Y_4$  – теплозахист горища та перекриття.

Формалізацію лінгвістичних змінних і відповідно терм-множини, які можуть використовуватися для оцінки технічного стану теплоізоляційної оболонки представлено через нечітку базу знань (таблиця 1), що побудована з використанням експертно-логічних правил “ЯКЩО-ТО”.

Для оцінки параметрів теплоізоляційної оболонки будинку  $Y$  використані системи терм-множини. Систему терм-множин ув'яжемо з класифікацією енергетичної ефективності будівель [13]. Відповідно до даної класифікації енергетична ефективність будівель визначається як «А», «В», «С», «D», «E», «F», «G», (від високого рівня "A" до низького "G").

Оцінку параметрів теплоізоляційної оболонки будинку визначаємо на основі різниці в % розрахункового або фактичного значення тепловитрат конструкції, від нормативного значення, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Оцінка теплоізоляційної оболонки будівлі

Оцінка теплоізоляційної оболонки будівлі		Різниця в % розрахункового або фактичного значення тепловитрат, від нормативного значення
A	відмінно	Мінус 50 та менше
B	добре	Від мінус 49 до мінус 10
C	задовільно	Від мінус 9 до 0
D	незадовільно	Від 1 до 25
E		Від 26 до 50
F		Від 51 до 75
G		76 та більше

Відповідно, маємо формалізацію лінгвістичних змінних і відповідно терм-множини:

$T(Y) = \langle \text{незадовільно, задовільно, добре, відмінно} \rangle$ ;

$T(Y_1) = \langle \text{незадовільно, задовільно, добре, відмінно} \rangle$ ;

$T(Y_2) = \langle \text{незадовільно, задовільно, добре, відмінно} \rangle$ ;

$T(Y_3) = \langle \text{незадовільно, задовільно, добре, відмінно} \rangle$ ;

$T(Y_4) = \langle \text{незадовільно, задовільно, добре, відмінно} \rangle$ .

Нечітка база знань являє аналог етапу структурної ідентифікації, на якому будується груба модель діагностування з параметрами, що надалі підлягають налаштуванню. Фрагмент нечіткої бази знань представлено в таблиці 2

Таблиця 2 - Фрагмент нечіткої бази знань для визначення стану теплоізоляційної оболонки будівлі Y

Y	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
незадовільно	незадовільно	незадовільно	незадовільно	незадовільно
незадовільно	задовільно	незадовільно	незадовільно	задовільно
незадовільно	задовільно	задовільно	незадовільно	незадовільно
незадовільно	задовільно	задовільно	задовільно	незадовільно
задовільно	добре	задовільно	задовільно	задовільно
задовільно	задовільно	задовільно	задовільно	добре
добре	відмінно	відмінно	добре	задовільно
добре	добре	відмінно	добре	добре
відмінно	відмінно	відмінно	відмінно	добре

## Висновки

На основі проведеного аналізу існуючих норм проектування та будівництва та експлуатації житлових будівель визначені фактори, що впливають на характеристики енергоефективності теплозахисної оболонки житлових будівель. Запропоновано підхід, що дозволяє створити модель експертної оцінки якості теплоізоляційної оболонки будівлі, ґрунтуючись на теоретичних засадах теорії нечітких множин та на механізмі нечіткого логічного висновку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII URL Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
2. Про енергозбереження Закон України від 01.07.1994р № 75/94-ВР від 01.07.9 Оновлення (редакція) від 23.07.2017 Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
4. Фаренюк Г. П. Основи забезпечення енергоефективності та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія. К:Гамма- Принт, 2009 -137с.
5. Саницький М. А., Позняк О. Р., Марущак У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. – 236 с.
6. Лялюк О. Г. Управління факторами, які впливають на вибір фінансового механізму енергозберігаючого проекту /О. Г. Лялюк, О. Г. Ратушняк, А. О. Лялюк, В. В. Панкевич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. -2018. - № 1. - С. 87-94.- Режим доступу [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb\\_2018\\_1\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb_2018_1_16).

7. Недбайло О.М. Теплофізичні аспекти підвищення ефективності будівлі при використанні низькотемпературних систем її теплозабезпечення та термомодернізації огорожувальних конструкцій: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 05.14.06 Київ, 2018. 28с.

8. Ратушняк Г. С., Панкевич В. В. Ієрархічна класифікація факторів впливу на підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2020. - № 1. - С. 87-94. DOI 10.31649/2311-1429-2019-2-204-209

9. Панкевич О.Д., Штовба С.Д. Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань. Монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2005. – 108 с. Панкевич\_Штовба

10. Панкевич О. Д., Штовба С. Д. Застосування нечітких моделей для діагностики будівельних конструкцій// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010.- № 4, с. 32-36

11. Панкевич О. Д. Огляд застосування теорії нечітких множин в будівництві [Текст] / О. Д. Панкевич, В. В. Панкевич // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 266-268.

12. Ратушняк Г. С., Ободянська О.І. Модель багатофакторної оцінки технічного стану системи газопостачання // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 1. - С. 125-131.

13. Методика визначення енергетичної ефективності будівель. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 11 липня 2018 року № 169 Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>

**Ратушняк Георгій Сергійович** – к.т.н., професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, e-mail: [ratushnyak@vntu.edu.ua](mailto:ratushnyak@vntu.edu.ua)

**Панкевич Володимир В'ячеславович** – аспірант факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, e-mail: [pankova82@gmail.com](mailto:pankova82@gmail.com).

**Ratushnyak Georgiy**, PhD, Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, e-mail: [ratushnyak@vntu.edu.ua](mailto:ratushnyak@vntu.edu.ua)

**Pankevych Volodymyr**, postgraduate Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsa national technical university, Vinnytsa

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ АСПІРАЦІЇ ШАХТНОЇ ЗЕРНОСУШАРКИ ДСП-32

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Наведено проектні рішення по реконструкції системи аспірації шахтної зерносушарки та аналіз експериментальних досліджень показників робочих характеристик сушарки.

**Ключові слова:** системи аспірації, пилоочистне обладнання.

### Abstract

Design solutions for the reconstruction of the aspiration system of the mine grain dryer and the analysis of experimental studies of the performance of the dryer are presented.

**Keywords:** aspiration systems, dust-cleaning equipment.

Шахтні зерносушарки ДСП-32 отримали велике поширення на зернопереробних підприємствах. Встановлюються вони біля елеваторів, складів, а також ліній з прийому та відвантаження зерна. Можуть бути виконані у вигляді монолітних або збірних залізобетонних конструкцій, а також з металевих секцій (модель ДСП-32 ВІД). Останній варіант набув найбільшого поширення. Корпус таких зерносушарок проводиться в заводських умовах і відноситься до відкритого типу.

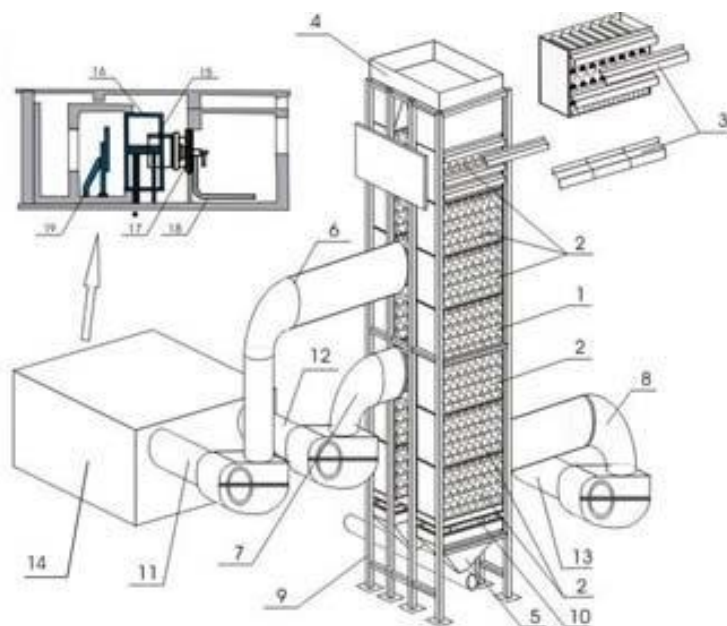


Рисунок 1 – Конструкція шахтної зерносушарки ДСП-32 (ОТ): 1. Зворотня секція; 2. Прямая секція; 3. Захисні козирки; 4. Завантажувальний бункер; 5. Відвантажувальний бункер; 6. Дифузор першої сушильної зони; 7. Дифузор другий сушильної зони; 8. Дифузор зони охолодження; 9. Каркас шахти; 10. Випускний затвор; 11. Всмоктуючий повітропровід першої сушильної зони; 12. Всмоктуючий повітропровід другий сушильної зони; 13. Всмоктуючий патрубок зони охолодження; 14. Топка; 15. Кожух форкамери; 16. Кожух кільцевий; 17. Рама закладна; 18. Повітропровід з відводом; 19. Відбивач плаский.

В теперішній час, з підвищенням вартості енергоносіїв подібні сушарки за прямим призначення перестали використовуватись, але активно використовуються для потреб оздоровлення зерна та очищення його від пилу при тривалому зберіганні. При роботі цього обладнання в такому режимі виникає суттєве забруднення території зернопереробних підприємств зерновим пилом, що пов'язано з повною відсутністю засобів для вловлювання зернового пилу в заводській комплектації сушарки.



Для усунення проблеми викидів пилу була проведена модернізація сушарки ДСП-32 на Жашківському елеваторі. В процесі модернізації було проведено моделювання повітряних потоків у сушарці і запропоновано змінити напрям повітряних потоків у сушарці, що дозволило використати пиловловлювальне обладнання для очищення повітря, яке проходить через сушарку.

Було виконано розрахунок, розробка та монтаж системи аспірації з використанням циклонів ЦОЛ-15 та вентиляторів середнього тиску.

На фото наводиться конструкція сушарки ДСП 32 після модернізації.



Згідно з визначеними показниками продуктивності існуючих вентиляторів на сушарці ДСП-32 розрахункова продуктивність системи аспірації було прийнята 60 000 м<sup>3</sup>/год., тобто 15 000 м<sup>3</sup>/год. на один вентилятор з циклоном.

Після завершення монтажних робіт було проведено обстеження робочих параметрів сушарки, що показало наступне:

За результатами налаштування регулюючих шиберів було отримано середню швидкість в повітропроводах  $\varnothing 560$ мм перед вентиляторами – 20 м/с, в повітропроводах  $\varnothing 500$  мм на вході в сушарку – 25 м/с, що відповідає продуктивності системи 70 000 м<sup>3</sup>/год. При такому режимі роботи циклони показали високу ефективність очистки аспіраційного повітря від зернового пилу.

Швидкість руху повітря в отворах секцій сушарки склала 1,7-2,2 м/с, що забезпечує забір пилу, без підхоплення зерна.

Під час проведення робіт по налаштуванню режиму роботи було підтверджено, що траєкторія та швидкість руху повітря в збірних камерах сушарки не створює накопичення зернового пилу в нижній частині камер.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І.А. Пономарчук, Л.Д. Луценко. Моделювання аеродинамічних процесів в ежекційному повітророзподільному пристрої. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, №2, 2012р., 107-110.

2. Харченко С.О. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / С.О. Харченко, Е.А. Гаек // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХНТУСГ, 2013. – С.87- 92.

*Пономарчук Ігор Анатолійович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

*Ponomarchuk Igor Anatoliyovych*, Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University.



## ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовано доцільність розвитку технологічного обладнання тепличних будівель, орієнтованих на енергозбереження та альтернативну енергетику.*

**Ключові слова:** теплиця, овочевий ринок, мікроклімат, енергозбереження, альтернативні джерела енергії.

### *Abstract*

*The analysis of expediency of development of technological equipment of greenhouse buildings focused on energy saving and alternative energy is analyzed.*

**Keywords:** greenhouse, vegetable market, microclimate, energy saving, alternative energy sources.

### Вступ

Для зменшення фактору сезонності на сільськогосподарському овочевому ринку доцільним є впровадження ефективних схем ізоляції виробництва овочів від зовнішніх кліматичних чинників. До таких схем можна віднести вирощування овочевих культур в зимових культиваційних спорудах (теплиці, оранжереї, зимові сади), завдяки чому продуктивність вирощування може залишатись практично незмінною впродовж всього року [4].

Зимові теплиці є об'єктами високого енергоспоживання в холодну пору року, тому актуальним завданням є знаходження шляхів та рішень у оснащенні теплиць енергоефективним обладнанням та модернізації існуючого, яке дозволить зменшити залежність від традиційних енергоносіїв та буде доступним як для промислових тепличних комбінатів, так і для домогосподарських будівель.

### Результати дослідження

Починаючи з 2018 року на ринку зовнішньої торгівлі України спостерігається стрімке збільшення показника імпорту овочів з-за кордону, причому цей показник не згасає навіть в сезон плодоношення. Основну частку імпорту становлять традиційні для нашого кліматичного поясу культури: томати, огірки, картопля.

Наприклад, за перше півріччя 2020 року було імпортовано в Україну 10,3 тис т огірків, що на 47% більше, ніж за весь минулий 2019 рік. При цьому експорт становив лише 3,8 тис т за 2019 рік [1]

Причиною таких негативних показників виділяється погіршення та різка зміна погодних умов, проте варто виділити ще такі не менш значні фактори:

- зниження чисельності працевлаштованого сільського населення та підвищення урбанізації;
- залежність сільськогосподарських підприємств від традиційних джерел енергії, які в більшій мірі є імпортованими і їхня вартість регулюється країною-експортером енергоресурсу;
- низький досвід у запровадженні альтернативних джерел енергії в АПК;
- зосередження попиту на промислові комплекси та нехтування домашніми господарствами, які є не менш важливими учасниками сільськогосподарського ринку та ціноутворення.

Правильне інженерне оснащення культиваційних споруд дозволяє створити оптимальні мікрокліматичні умови для розвитку плодово-овочевих культур, при цьому мінімізувати вплив навколишнього середовища та зменшити вплив сезонності на внутрішні умови в приміщенні, що є основним функціоналом зимових теплиць [3].

До основних заходів з модернізації мікрокліматичного обладнання та підвищення енергоефективності є:

- впровадження альтернативних та відновлювальних джерел енергії (вітрова та сонячна енергетика, використання відходів сільськогосподарської діяльності);
- підвищення теплоізоляційних якостей огорожувачих конструкцій та покращення конструктивних особливостей теплиць («теплиця Тихельмана», використання сотового полікарбонату);
- накопичення сонячної енергії та використання її в нічну пору доби за допомогою теплоакumuляційного обладнання [4,5].

Наприклад, модернізація обладнання в Уманському тепличному комбінаті призвела до зниження споживання природного газу в 10 разів: з 5-6 м<sup>3</sup> газу на 1 кг продукції від початку функціонування підприємства, до 0,6 м<sup>3</sup>/ кг продукції після впровадження модернізаційних заходів, основними з яких стали частковий перехід на опалення на відновлювальних джерелах енергії, базу яких складають відходи сільськогосподарської діяльності (солома, біопаливо, рештки рослин після плодоношення), огороження листовими полімерними матеріалами [2].

Найбільш використовуваними огорожувачими конструкціями теплиць в наш час є:

- сотовий полікарбонат;
- скло;
- полімерна плівка.

Основні експлуатаційні характеристики покриттів теплиць наведені в таблиці 1.

Табл. 1 - Характеристики матеріалів огорожувальних конструкцій теплиць

Показники характеристики матеріалу	Скло (4 — 6мм)	Сотовий полікарбонат (6 мм)	Плівка (180 мікрон)
Ударна стійкість, Дж	0,05 Дж	2,1 Дж	Дуже низька
Термін служби	До 50 років	Не менше 10 років	5 лет
Вага, кг / кв. м	10	1,3	0,19
Ступінь прозорості,%	89-92	86	89-93 (Одинарний поліетилен) 79-87 (Подвійний поліетилен)
Коефіцієнт теплопередачі, Вт / м <sup>2</sup> x °С	5,8	3,7	3,6
Теплопровідність, Вт / м <sup>2</sup> x °С	0,72-0,9	0,14	—
Діапазон температури застосування	-70 +250	-45 +120	-40 +90
Пожежна безпека	Низька пожежостійкість	Важко запалюється, не підтримує горіння	Низька пожежостійкість
Безпека при порушенні експлуатації	Загартоване скло хімічно міцніше (в 5 разів порівняно зі звичайним). У разі руйнувань розпадається на дрібні безпечні фракції	Міцний, розбити практично не можна, при розбиванні розпадається на дрібні безпечні фракції	Не є небезпечною
Хімічна стійкість	Висока	Середня	Низька
Ціна за м <sup>2</sup> , грн	340 грн/м <sup>2</sup> (6мм) 219 грн/м <sup>2</sup> (4 мм)	96-150 грн/м <sup>2</sup> (4 мм) 170-216грн/м <sup>2</sup> (6мм)	18 грн/м <sup>2</sup> - 180 мкм. УФ захист - 10 сезонів 13,6 грн/м <sup>2</sup> - 150 мкм. УФ - захист
Зручні умови монтажу	Вимагає обережності, трудомістка обробка	Легкий у різанні і вирубці, свердлінні й штампуванні	Має особливості

Виходячи з вище зазначених характеристик, найоптимальнішим у використанні в якості покрівель теплиць є сотовий полікарбонат, оскільки при відносно невеликій вартості цей матеріал має оптимальні термічні та механічні показники та відносно високу довговічність.

### Висновок

Досліджено основні проблеми розвитку продуктивності тепличних господарств України та шляхи їх вирішення, які ґрунтуються на вирішенні задач з енергоефективності тепличних будівель та зменшення їх залежності від традиційних джерел енергії, та наведено приклади вирішення таких задач, здійснено порівняльну характеристику матеріалів огорожувальних конструкцій теплиць.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистична інформація Державної служби статистики України [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. «Уманський тепличний комбінат»: сторінка підприємства [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.utk.org.ua/manufacturing/tech/>
3. С. П. Ковальчук. Теплиці та оранжереї / С. П. Ковальчук, А. О. Стасюкевич, Н. П. Томашпольський – Вінниця : Будівельник, 1986. – 87 с.
4. Г.Г. Крамарець, Ю.В. Крамарець, В. С. Веклич. Основи тепличного господарства. Навч. пос. — Львів, 2006. - 108 с.
5. Верховцев Ф. Сільськогосподарські джерела енергії [електронний ресурс] / Ф. Верховцев. – Режим доступу: <https://goo.gl/xSprBo>.

**Бадяка Олег Володимирович** – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [oleg.badyaka@ukr.net](mailto:oleg.badyaka@ukr.net)

Науковий керівник: **Панкевич Ольга Дмитрівна** – к. т. н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Oleh Badiaka V.** – student group TH-18m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [oleg.badyaka@ukr.net](mailto:oleg.badyaka@ukr.net)

Supervisor: **Olha D. Pankevich** – PhD, docent, Engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

# ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПОБУТОВОГО ПРИМІЩЕННЯ - ПРАЛЬНІ

Вінницький Національний Технічний Університет

**Анотація.** Розглянуто використання теплових насосів в світовому та українському досвіді. Розглянуто питання забезпечення енергоефективності побутового приміщення при експлуатації. Розглянуто використання теплових насосів для потреб пральні.

**Ключові слова:** тепловий насос, енергоефективність, пральня.

**Abstract.** The use of heat pumps in the world and Ukrainian experience is considered. The issue of ensuring energy efficiency of domestic premises during operation is considered. The use of heat pumps for laundry needs is considered.

**Keywords:** heat pump, energy efficiency, laundry.

## Вступ

В умовах зростаючого дефіциту та росту цін на паливно-енергетичні ресурси, посилення вимог до забезпечення екологічної чистоти технологічних процесів і охорони довкілля, зростання потреб споживача в тепловій енергії для покращення побутових і соціальних умов життя проблема енергозбереження для економіки України в цілому й для її житлово-комунального сектору зокрема стає дуже актуальною. Нині проблема енергозбереження може бути вирішена як за рахунок зниження теплових втрат, так і шляхом впровадження сучасної техніки генерації, розподілу, регулювання та споживання теплоти. Одним із найбільш ефективних видів сучасної техніки нетрадиційної енергетики є теплові насоси (ТН) завдяки їх можливості використовувати поновлювану та нетрадиційну енергію.

Теплонасосні технології одержали широкий розвиток у світі, зарекомендувавши себе як найбільш перспективні технології теплопостачання ХХІ століття. Останніми роками у світі в цілому та особливо у Європі спостерігається стрімкий зліт цих технологій, темпи якого вражають і не залишають сумніву в тому, що у найближчому майбутньому ТН замістять більшу частку традиційних технологій одержання низькотемпературної теплоти.

В Україні значного впровадження теплонасосної технології в теплоенергетичну галузь не спостерігалось. Так, у 80 – 90 рр. минулого століття застосування ТН в Україні відбувалося у вигляді окремих установок, що зумовлювалося несприятливими пропорціями цін на електричну енергію і паливо, які виключали можливість економічного використання теплонасосної техніки порівняно з газовими котлами та теплоелектроцентралями (ТЕЦ). Сучасна ситуація, що склалася у сфері зовнішнього забезпечення України природним газом, спричинена переходом на ринкові принципи ціноутворення (як і прогноз її розвитку), ясно вказує на необхідність вжиття заходів із заміщення природного газу в усіх сферах економіки.

## Результати дослідження

Сьогоднішнє піднесення розвитку теплонасосної технології генерації теплоти, що використовує поновлювані та нетрадиційні джерела низькопотенційної енергії, пояснюється як можливою економією дефіцитного органічного палива у великих масштабах, так і підвищеними вимогами до екологічної чистоти виробництва теплоти, а також досить широким колом споживачів теплонасосних установок (ТНУ). Енергетична значимість застосування теплових насосів різного функціонального призначення незаперечно доведена досвідом успішної експлуатації сотень мільйонів працюючих ТНУ у світі, а їх актуальність – темпами впровадження, що особливо помітно останніми роками, коли ціни на паливно-енергетичні ресурси невпинно зростають.

Теплонасосна технологія є найбільш перспективною серед джерел нетрадиційної енергетики для вирішення проблем енергозбереження, однак питання вибору типу ТН, масштабів й сфер їх раціонального використання в різних країнах є далеко не однозначними.

Що варто відмітити, це те, що згідно з пунктом 10.10 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціонування» [1] не допускається застосовувати теплові насоси, сонячні батареї, сонячні колектори у будівлях з класом енергоефективності нижче С, а також разом з системами опалення вентиляції, кондиціонування повітря що мають клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації моніторингу й управління нижче С, а також обладнання яких має клас енергоефективності нижче А.

Клас енергетичної ефективності будівлі - розрахунковий рівень енергетичної ефективності будівлі або її відокремлених частин, визначений за інтервалом значень показників енергетичної ефективності, що встановлюються відповідно до вимог законодавства з урахуванням гармонізованих стандартів Європейського Союзу у сфері енергетичної ефективності будівель. [2]

Клас енергоефективності будівлі підтверджується енергетичним сертифікатом.

Сертифікація енергетичної ефективності здійснюється енергоаудитором, який є незалежним, не має конфлікту інтересів та прямо чи опосередковано не заінтересований у результаті сертифікації.

Енергоаудитори, які мають намір здійснювати діяльність із сертифікації енергетичної ефективності будівель та обстеження інженерних систем, повинні пройти професійну атестацію у комісіях, створеними закладами вищої освіти або саморегульвними організаціями у сфері енергетичної ефективності. [3]

На рисунку 1 зображено нормативні значення для різних класів енергоефективності.

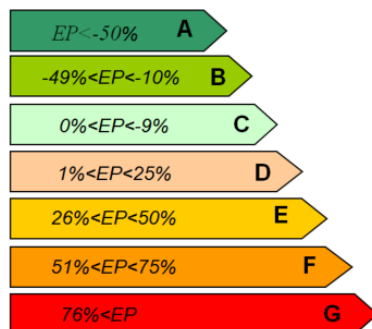


Рис. 1 Класи енергетичної ефективності будинку

При виборі теплового насосу для пральні було розглянуто різні варіанти схеми тепловідбору і було прийнято рішення використати теплоту стічних вод пральні, і вибрати насос типу вода-вода. Згідно з проектом пральні, уже були запроєктовані пральні машини, і тому розрахунки велися виходячи з наявного обладнання. Для температури стічних вод довелося проводити розрахунки, оскільки цих даних виробник не надає в технічній документації для пральних машин. Інформації про об'єм води і розподіл за кількістю холодної і гарячої води під час циклу прання теж немає в технічній документації, тому цю інформацію дізнався під час телефонного дзвінка до менеджера з компанії пральних машин. [4]

Для використання тепла стічних вод пральних машин запропоновано створити відстійник по дні якого прокласти контур трубопроводів теплового насосу. Таким чином буде проводитися відбір тепла, яке іншим чином просто втрачалося б.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – Мінрегіон України. – К. : 2013. – 146 с
2. Громадські будинки та споруди основні положення : ДБН В.2.2-9-2018 : -[Чинний від 2019-06-01].- К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2019 р. – 49 с. – (Державні будівельні норми).
3. Кравченко В.С: Санітарно-технічне обладнання будинків / Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. – Рівне: УДУВГП, 2003. – 442 с.
4. Каталог насосів [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: <https://ua.grundfos.com/>

**Назаренко Михайло Володимирович**, Вінницький Національний Технічний Університет; Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання; студент групи ТГ19м, e-mail: nazarenko.mishka@gmail.com

**Науковий керівник: Дзеджула В'ячеслав Васильович**, доктор екон. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: djedjulavv@gmail.com.

**Mikhail V. Nazarenko**, Vinnytsia National Technical University, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply; a student group TG19m, e-mail: nazarenko.mishka@gmail.com

**Supervisor:** Vyacheslav V. Dzhedzhula – Doctor of economic sciences, professor of the Department of Engineering Systems in Construction Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: djedjulavv@gmail.com.

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ГЕОМЕТРО-ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ БУДІВЕЛЬНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*В роботі визначено основні фактори які впливають на методику формування знань з інженерної графіки. Проаналізовано ефективність використання дистанційної технології навчання для підвищення якості вивчення дисципліни студентами різних форм навчання.*

**Ключові слова:** дистанційне навчання, просторове мислення, образне моделювання, нарисна геометрія, інженерна графіка.

## *Abstract*

*The paper identifies the main factors influencing the methodology of knowledge formation in engineering graphics. The effectiveness of the use of distance learning technology to improve the quality of learning the discipline by students of different forms of education is analyzed.*

**Keywords:** distance learning, spatial thinking, figurative modeling, descriptive geometry, engineering graphics.

## Вступ

Вивчення інженерної графіки (ІГ), як засобу розвитку технічного та просторового мислення, є невід'ємним елементом підготовки студентів технічного ЗВО, якою б конкретно професійною діяльністю вони не займалися. Для забезпечення високого рівня формування фахових компетентностей будівельних спеціальностей необхідне неперервне вдосконалення традиційних методик за рахунок використання новітніх інформаційних технологій навчання.

Метою роботи є теоретичне дослідження методики формування знань з інженерної графіки, адаптовану до різних форм організації навчального процесу в технічному ЗВО.

## Результати досліджень

Питання, пов'язані з методикою формування знань і вмінь з інженерної графіки відображені в наукових працях О. Джеджули, В. Забронського, В. Михайленко, В. Сидоренка, Н. Сиротенко, Д. Тхоржевського, дисертаційних роботах Л. Гриценко, М. Козяра, Г. Райковської, Р. Чепка, З. Шаповал, Н. Щетини, М. Юсупової та інших. Використання електронних засобів навчання в поєднанні з традиційними методиками досліджували такі науковці: В. Биков, О. Веренич, А. Верлань, О. Гороховський, В. Грищенко, Ю. Дорошенко, М. Жалдак, Ю. Жук, В. Колос, С. Кудрявцева, В. Кухаренко, Н. Морзе, Ю. Триус та ін.

На основі проведених досліджень було визначено основні фактори які впливають на ефективність формування знань ІГ та можливість використання дистанційної технології навчання для підвищення якості вивчення дисципліни.

*Рівень шкільної підготовки.* Розділ «Нарисна геометрія» з курсу дисципліни «Інженерна графіка», яка викладається для студентів 1 курсу більшості спеціальностей, передбачає розвиток та формування системно-просторового мислення студентів, що в подальшому стає міцною базою для вивчення інших дисциплін [1]. Спроби оцінити та дослідити рівень розвитку просторового мислення абітурієнтів та студентів проводився неодноразово в різних закладах вищої освіти України. Результати були «невтішні» [2 - 4].

Так з метою вивчення вхідного рівня геометро-графічної підготовки студентів, які приступають до вивчення дисципліни «Інженерна графіка» (в тому числі «Нарисна геометрія»), викладачами секції інженерної та комп'ютерної графіки кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету на протязі кількох років проводиться нульовий (пропедевтичний) контроль знань [3, 4]. Серед завдань, запропонованих студентам є завдання на взаємозв'язок аксонометричної проекції з видами, завдання на завершення побудови аксонометричної

проекції та завдання на побудову видів за аксонометричною проекцією. Саме ці завдання діагностують рівень розвитку просторової уяви у студентів. Для проведення нульового контролю були залучені студенти першого курсу різних напрямків підготовки, а саме: «Теплоенергетика», «Будівництво», «Теплогазопостачання», «Інженерна механіка», «Автомобільний транспорт», «Оптотехніка», «Метрологія та вимірювальна техніка», «Комп'ютерна інженерія» та інші. Кількість першокурсників, що впоралось із завданнями нульового контролю, які потребують елементарних навичок просторового мислення, за період з 2012 -2013 н. р. по 2019-2020 не перевищує 20%. Серед основних причин такого становища на думку багатьох дослідників є низький рівень геометро-графічної підготовки в середній школі. До того ж, в більшості шкіл дисципліна «Креслення» взагалі відсутня, а при вивченні геометрії, розділи, що пов'язані із стереометрією або проекціями, розглядаються досить скорочено. Ті програми, які існують на даний час у більшості середніх загальноосвітніх шкіл, не сприяють розвитку просторових форм мислення. За допомогою використання матеріалів дистанційного курсу можливо підвищити рівень підготовленості студентів з точки зору просторової уяви з урахуванням індивідуальних особливостей студента.

*Зміст навчальної і робочої навчальної програм та їх місце у системі дисциплін, що вивчають студенти.* Інженерна графіка - це дисципліна, що містить елементи нарисної геометрії (теоретичні основи побудови креслень просторових об'єктів), технічного креслення і комп'ютерної графіки. Дисципліна базується на математиці (особливо розділи "Геометрія", "Теорія параметризації") і в подальшому забезпечує вивчення всіх спеціальних дисциплін за фахом, пов'язаних з побудовою математичних і графічних моделей інженерних об'єктів, процесів та явищ, оформленням різноманітної графічної конструкторської документації, здатністю проектувати будівлі та споруди, в тому числі з використанням програмних систем комп'ютерного проектування.

Традиційне навчання ІГ починається з вивчення правил відображення елементарних просторових об'єктів (точка, пряма, площина) на площині за методом Монжа. Далі розглядаються більш складні форми – багатогранники та поверхні. При цьому, всі кресленики розглядають як двовимірні моделі відповідних просторових об'єктів. Такий підхід дає добрі результати за умови, якщо студент сумлінно проходить всі етапи цього процесу. Якщо з якоїсь причини одна тема не опрацюється, то подальше сприйняття матеріалу значно ускладнюється. Окремо треба виділити в питанні розвитку просторового мислення студентів під час вивчення нарисної геометрії використання фізичних моделей (макетів) просторових геометричних задач [5]. В багатьох роботах доведено позитивний зв'язок між наочним моделюванням та просторовим мисленням. Поєднання фізичних моделей з їх словесним описом та встановлення їм у відповідність графічних моделей дає непогані результати в плані розуміння студентами дисципліни, і, як наслідок, розвитку просторового мислення.

Дистанційне навчання інженерної графіки – спеціально організований педагогічний процес, що відбувається під керівництвом викладача і спрямований на озброєння студентів системою знань та вмінь, необхідних інженеру будь-якої спеціальності для подання технічних ідей за допомогою креслень, а саме: вміння моделювати тривимірні об'єкти на площині; розв'язувати задачі синтезу, аналізу та обробки плоских зображень; розробляти та оформлювати конструкторську документацію за допомогою сучасних графічних систем [6]. Дистанційна форма навчання передбачає використання сучасних програмних середовищ (КОМПАС, Autocad та ін.) з можливістю побудови, наприклад, твердотільних тривимірних моделей, або інших моделей у вигляді аксонометричних проекцій. Тобто, навчання починається з аксонометричних проекцій, причому, передбачається, що студент добре розуміє за цією моделлю сам фізичний об'єкт. Анімаційно, за допомогою певних переміщень встановлюється проекційний зв'язок між аксонометричною моделлю та двовимірними проекційними моделями. Наприклад, тема «Поверхні» демонструється за допомогою операцій «поверхня обертання», «кінематична поверхня», побудова моделі відбувається з використанням операцій «витискування», «вирізання» та ін. [6]. Безумовно, такий підхід викликає цікавість у більшості студентів. Але, на жаль, для сприйняття інформації таким чином, досить значна частина студентської аудиторії виявляється не готовою. І, як показує досвід, навіть віртуозне технічне вміння користуватись певною графічною програмою не завжди свідчить про розвинуту просторову уяву. Тому доцільно поєднувати традиційні методики навчання ІГ з дистанційними, що дозволяє підвищити ефективність процесу формування графічних знань та вмінь.

*Інформаційна насиченість та структурованість навчальних матеріалів.* Навчальні матеріали дистанційних курсів з ІГ складаються з інформаційного, контрольного та підсумково-атестаційного блоків [7]. Весь матеріал розділено на інформаційні модулі, кожен з яких подано за наступною структурою: теоретичні відомості, комплект практичних задач з прикладами покрокового розв'язування, широкий спектр довідкового матеріалу, тести для самоперевірки. Теоретичний матеріал містить в собі основні поняття і положення інженерної графіки. Ця частина лекції повинна бути оформлена з використанням стилів текстового документа і мати вигляд конспекту лекцій. Щодо



графічного матеріалу, то представлення креслення має бути розділене на етапи. Після кожного етапу дається теоретичне обґрунтування виконаної дії. В лекціях повинно застосовуватися просторове зображення графічного матеріалу. Також для підвищення ефективності сприйняття навчального матеріалу пропонується використання відеоматеріалів з докладним поясненням та виконанням креслеників викладачем (рис. 1).



Рисунок 1 – Проведення відеоуроків з інженерної графіки

Проведення таких занять відповідає принципам послідовності та унаочнення навчального матеріалу. Дотримання викладачем цих принципів передбачає відбір навчального матеріалу в певній послідовності, що відповідає індивідуальним особливостям студента. Використання відеоматеріалів під час лекції має ряд переваг, а саме:

- враховує специфіку аудиторії, що навчається, новітні наукові досягнення;
- озброює студента не тільки знаннями а й переконаннями, умінням давати критичну оцінку матеріалу;
- лекція містить інформацію, на отримання якої студенту під час самостійної роботи довелося б витратити набагато більше часу;
- лекція є одним з основних джерел навчального матеріалу під час дистанційного навчання.

*Можливість самоконтролю знань студентами*, що є не тільки достатньо швидким і об'єктивним способом контролю знань студентів, а також одним з елементів підтримки мотивації та керування процесом навчання [8, 9]. Крім того, студент має можливість самостійно вибирати оптимальні засоби навчання; здійснювати самоконтроль та самооцінку; виконувати роль викладача – навчати себе і формувати та розвивати навички і вміння з дисципліни.

### Висновки

Поєднання традиційних та дистанційних педагогічних технологій дозволяють розв'язати суперечності між потребами професійного спрямування при проектуванні будівель і споруд та реальним станом навчального процесу при навчанні інженерної графіки. Розробка та вдосконалення методик, які дозволяють поєднувати класичні та сучасні підходи викладання нарисної геометрії, сприяють розумінню дисципліни студентами, забезпечують необхідну мотивацію впродовж всього навчання, а також інтерактивну взаємодію в курсі; організацію самостійної роботи студентів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Русинова Л. П. Развитие пространственного мышления у студентов в начале изучения курса «Начертательная геометрия» // Молодой ученый. — 2012. — № 3. — С. 391-394.
2. Колтович, И. А. Особенности пространственного мышления и воображения при изучении начертательной геометрии / И. А. Колтович // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 12-й Международной научно-технической конференции. Т. 2. - Минск: БНТУ, 2014. - С. 145.
3. Астахова Т. А., Вольхин К. А. Проблемы графической подготовки студентов технического университета // Материалы IV международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки в техническом вузе: традиции и инновации», г. Пермь, февраль-март 2014, с. 134-139. Режим доступа: <http://dgng.pstu.ru/conf2014/papers/88/>
4. Ткаченко В. П., Корнеева А. Н., Пространственное воображение и образное моделирование (психологический аспект) / Проблемы сучасної педагогічної освіти, – Ялта, випуск № 9, частина 2, 2006.
5. Скорюкова Я. Г. Аналіз сучасного становища та шляхи розвитку просторового мислення студентів при вивченні нарисної геометрії / Я. Г. Скорюкова. // Матеріали НТКП ВНТУ . – Вінниця : ВНТУ, 2017 р.– Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2017/paper/view/1832>
6. Мокін Б. І. Інтеграція дистанційної та традиційної форм організації навчального процесу / Мокін Б. І., Мельник О. П., Слободянюк О. В. // „Вісник ВПП”. – 2009. - № 2. – С. 115 – 119
7. Слободянюк О.В. Особливості використання системи e-Learning Server 3000 при навчанні графічним дисциплінам / Я. Г. Скорюкова, Н. В. Собчук, О. В. Слободянюк, М. С. Гречанюк // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – Вінниця: ВДПУ, 2017 р. – Вип. 48. – С. 171–176.
8. Мельник О.П. Інженерна графіка. Дистанційний практикум. Частина II. Виконання та оформлення технічних зображень / Уклад. О. П. Мельник, Я. Г. Скорюкова, О. В. Слободянюк. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 104 с.
9. Skoriukova Y. Peculiarities of the Distance Learning of Graphic Disciplines / Y. Skoriukova, N. Sobchuk, O. Slobodianiuk, M. Hrechaniuk // Вісник Черкаського університету: педагогічні науки. – Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2018 р. – № 6.2018. – С. 114 – 121. – Режим доступу: <http://ped-ejournal.cdu.edu.ua/issue/download/202/116>

**Яніна Германівна Скорюкова** – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Олена Валеріївна Слободянюк** – к.пед.н., доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e - mail:[olenaslobodyanyuk@gmail.com](mailto:olenaslobodyanyuk@gmail.com).

**Yanina G. Skoriukova** - Ph. D., associate professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Olena V. Slobodianiuk** - Ph. D., associate professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e - mail:[olenaslobodyanyuk@gmail.com](mailto:olenaslobodyanyuk@gmail.com).

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Розглянуто тенденції розвитку теплових насосів, як одного з ефективного енергозберігаючого способу виробництва теплової енергії, що дозволяє економити органічне паливо та знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняючи потреби споживачів. Джерелами низько-потенційної теплоти служать атмосферне повітря, вентиляційні викиди, ґрунт, вода природних водойм, скидні води систем охолодження промислових підприємств.*

**Ключові слова:** тепловий насос, енергозбереження, холодильна машина, низько-потенційна тепла енергія, теплоносії.

### Abstract

*Trends in the development of heat pumps as one of the effective energy-saving methods of heat production, which allows to save fossil fuels and reduce environmental pollution, meeting the needs of consumers. Sources of low-potential heat are atmospheric air, ventilation emissions, soil, water from natural reservoirs, wastewater from cooling systems of industrial enterprises.*

**Keywords:** heat pump, energy saving, refrigeration machine, low-potential thermal energy, heat carrier.

### Вступ

Тепловий насос – пристрій для переносу теплової енергії від джерела низько-потенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічно тепловий насос аналогічний холодильній машині. Однак якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого об'єму випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник – теплообмінним апаратом, що утилізує низько потенційну теплоту та переробляє її у вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії [1, 2].

### Результати дослідження

Зазвичай холодильна машина переносить теплоту від джерела, температура якого нижче навколишнього середовища, до джерела, що має температуру навколишнього середовища, – води або повітря; в цьому випадку машина служить для охолодження або підтримки низьких температур в певному обсязі – холодильній камері. За допомогою холодильної машини тепло можна перенести і до джерела, температура якого значно вище навколишнього середовища. Це тепло можна корисно використовувати, наприклад, для опалення. У цьому випадку холодильну машину прийнято називати тепловим насосом.

Більш конкретний опис роботи теплового насосу полягає в наступному [3, 4]:

- незамерзаючий теплоносії, що проходить по трубопроводу, який укладається, наприклад, в землю, забирає по ходу якусь кількість тепла, що накопичене в ґрунті, та нагрівається на кілька градусів. Теплоносії, проходячи через спеціальний теплообмінник, званий випарником, розташований всередині теплового насосу, передає накопичене тепло внутрішньому контуру теплового насоса.

- внутрішній замкнений контур теплового насосу заповнений спеціальним холодоагентом. Холодоагент при низькому тиску і низькій температурі поступає у випарник. Сам холодоагент має дуже низьку температуру кипіння. Коли він проходить через випарник, забирає накопичене тепло та переходить з рідкого стану в газоподібне з температурою  $+6^{\circ}\text{C}$ .

- газоподібний холодоагент потрапляє з випарника в компресор – серце теплового насосу, тут він стискається, його температура ще більше підвищується. При стисканні пари проходить виділення великої кількості тепла. Температура рідини підвищується до 35-60<sup>0</sup> С.

- далі нагрітій холодоагент поступає в конденсатор, у якому відбувається передача тепла в контур споживання тепла – контур системи опалення та гарячого водопостачання. Нагрітій до температури 45-60<sup>0</sup> С теплоносієм спочатку поступає в накопичувальний бак для зняття пікових навантажень теплового насосу. Після цього нагріта вода використовується як для системи опалення – поступає до опалювальних приладів, так і для подачі в точки використання гарячої води.

- холодоагент, після того як віддав тепло в систему опалення, проходить крізь дросельний клапан, в якому за рахунок моментального зниження тиску, знову переходить в рідкий стан, а температура його різко падає. Після чого цикл повторюється: холодоагент знову потрапляє у випарник і забирає низько потенційну теплоту.

Ефективність використання теплового насосу залежить від його коефіцієнту перетворення, який визначається відношенням кількості тепла в кВт, отриманого від теплового насосу, до витрат енергії для роботи компресора (приводу) теплового насоса. Цей коефіцієнт може бути від 2,5 до 5 для різних типів теплових насосів. Так пояснюється велика ефективність використання теплового насосу: тепловий насос, наприклад, споживає 1 кВт електричної енергії, а в залежності від типу теплового насоса і умов його експлуатації, забезпечує 3,5 – 7 кВт теплової енергії. Так визначається ККД, або коефіцієнт перетворення теплового насосу. Основне правило - якщо меншою буде різниця температур між вхідною та вихідною температурою теплоносія в системі споживання, тем менше треба затратити енергії компресору теплового насосу для нагріву теплоносія до потрібної температури. Коефіцієнт корисної дії теплового насоса найвищий при використанні ТН в низькотемпературних системах опалення – системах з теплими підлогами чи фанкойлами, або з радіаторами, розрахованими на знижену температуру подачі [5, 6].

Теплові насоси в холодну пору року опалюють приміщення, а в теплу пору року використовуються для охолодження повітря в будинку. В такому випадку тепло з повітря приміщень будинку забирається та передається назад у землю, повітря чи у водоймище. Багатофункціональність використання є однією з найважливіших переваг теплових насосів.

По виду затрачуваної енергії теплові насоси поділяють на:

- компресійні теплові насоси - споживають механічну енергію;
- тепло ізолюючі теплові насоси – споживають теплову енергію джерел тепла з температурою вище навколишнього середовища, прикладом цього є використання термокомпресорів, абсорбційних установок;

- термоелектричні теплові насоси використовують безпосередньо електричну енергію.

У насосах перших двох типів перенесення тепла досягається в результаті вчиненого робочим тілом в машині зворотного кругового процесу (зворотний цикл). У термоелектричній машині перенесення тепла відбувається при впливі потоку електронів на атоми. В залежності від властивостей і агрегатного стану робочих тіл, за допомогою яких здійснюються процеси, холодильні машини діляться на парові і газові. У парових холодильних машинах робочі тіла при здійсненні процесів змінюють свій агрегатний стан. У газових холодильних машинах агрегатний стан робочого тіла не змінюється.

У холодильній машині зворотний круговий процес, що чиниться за рахунок механічної енергії, отриманої в прямому циклі, може здійснюватися в різних умовах. Машина працює по холодильному циклу, якщо тепло від джерела низької температури переноситься до навколишнього середовища. У цьому випадку вона служить для охолодження або підтримки постійних низьких температур. При перенесенні тепла від навколишнього середовища до джерела з більш високою температурою холодильна машина працює як тепловий насос і використовується для теплопостачання. Якщо тепло переноситься від джерела низької температури до джерела з температурою вище навколишнього середовища, машина працює по теплофікаційному циклу і служить як для охолодження, так і для теплопостачання.

Тепловий насос – термодинамічна установка, в якій теплота від низько-потенційного джерела передається споживачеві при більш високій температурі. При цьому затрачається механічна енергія.

Велику перспективу представляє використання теплових насосів в системах гарячого водопостачання (ГВП) будівель. Відомо, що в річному циклі на ГВП витрачається приблизно стільки

ж тепла, як і на опалення будівель. Джерелом низько-потенційної теплової енергії може бути тепло як природного, так і штучного походження [7, 8].

В якості природних джерел низько-потенційного тепла можуть бути використані [1]:

- тепло землі (тепло ґрунту);
- підземні води (ґрунтові, артезіанські, термальні);
- зовнішнє повітря.

В якості штучних джерел низько-потенційного тепла можуть виступати [3, 4]:

- вентиляційне повітря;
- каналізаційні стоки (стічні води);
- промислові скиди;
- тепло технологічних процесів;
- побутові тепловиділення.

Таким чином, існують великі потенційні можливості використання енергії навколо нас, і тепловий насос представляється найбільш вдалим шляхом реалізації цього потенціалу.

### Висновки

На сьогоднішній день теплові насоси – геотермальні, повітряні чи водяні, є найбільш ефективним, екологічним та енергозберігаючим видом теплотехнічного обладнання, що використовується для опалення, кондиціонування приміщень та гарячого водопостачання. Навіть в умовах відсутності державної підтримки та стимулювання впровадження такої енергоефективної техніки для населення України, при високих первинних інвестиціях, реальних кращих за теплові насоси альтернатив на сьогоднішній день не існує. Ціни на теплові насоси в зв'язку зі зростанням темпів їх використання та все більшою популярністю в світі, знижуються.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анализ перспектив использования тепловых насосов в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.insolar.com.ua/library/articles/>.
2. Бобров Є. А. Енергетична безпека держави / Є. А. Бобров ; Ун-т економіки та права, ВНЗ -КРОКІ. – Київ, 2013. – 306 с.
3. Попов, А.В. Анализ эффективности различных типов тепловых насосов. [Электронный ресурс] А.В. Попов. ]. – Режим доступа <http://www.teplosibmash.ru/articles/>
4. Альтернативная энергетика [Электронный ресурс] : [сайт]. – Режим доступа : URL : <http://www.alterenergy.info/>
5. Чепурний М.М., Ткаченко С.Й., Остапенко О.П. Аналіз енергетичної ефекти-вності застосування тепло насосних установок у системах централізованого теплопо-стачання // Вісник ВПІ. Енергетика та електротехніка, 2002.– №4.– С. 52 –55.
6. Чепурний М.М., Ткаченко С.Й., Куть Т.П., Федун А.Ю. Аналіз впливу тем-ператур на ефективність роботи теплонасосних установок // Вісник ВПІ, 2001.– №4. – С. 53–56.
7. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy/>
8. Енергетична безпека України: оцінка та напрямки забезпечення / за ред. Ю. В. Продана, Б. С. Стогнія ; НАН України, Нац. техн. ун-т України -Київ. політехн. інститутІ. – Київ, 2008. – 400 с.

**Ободьянская Ольга Игоревна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Іванов Олександр Анатолійович** – студент групи БТ-19б факультету будівництва, теплоенгетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, email: [validolchik00@gmail.ua](mailto:validolchik00@gmail.ua).

**Войновський Костянтин Романович** – студент групи БТ-19б факультету будівництва, теплоенгетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, email: [koskia.vojnov@ukr.net](mailto:koskia.vojnov@ukr.net).

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Ivanov Alexander** – student group BT-19b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

**Voinovsky Constantine** – student group BT-19b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

# ЕНЕРГООЩАДНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Досліджено сучасні методи збереження енергії в торговельно-розважальних комплексах і запропоновано енергоощадне обладнання для систем опалення, вентиляції та кондиціонування, яке дозволить зменшити витрати енергії на створення комфортних параметрів мікроклімату в будівлі.*

**Ключові слова:** енергоощадне обладнання, збереження енергії, опалення, вентиляція, кондиціонування, торговельно-розважальні комплекси, мікроклімат.

## **Abstract**

*The modern methods of saving energy in the mall and proposed energy-efficient equipment for heating, ventilation and air conditioning, which will allow to reduce the cost of energy to create comfortable microclimate parameters in buildings.*

**Keywords:** energy-saving equipment, energy conservation, heating, ventilation, air conditioning, mall, microclimate.

## **Вступ**

В сучасних торговельно-розважальних комплексах системи вентиляції та кондиціонування повітря разом із системами опалення є основними споживачами енергії. Заходи щодо зниження енерговитрат системами ОВК сьогодні досить добре відомі, але проблема практичного вибору енергоефективного обладнання і досі актуальна [1, 2]. Також не втрачає своєї актуальності одна з наймасштабніших і серйозних проблем сучасності – збереження природних резервів.

На даний час заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції й кондиціонування повітря головним чином передбачають [2, 3]:

1. Підбір раціональної системи опалення, вентиляції й кондиціонування повітря;
2. Організацію обліку й контролю з використання енергоносіїв;
3. Технічні заходи енергозбереження: удосконалення інженерних систем та їхніх елементів.
4. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат.

Метою дослідження є підбір такого обладнання, яке ефективно здійснюватиме перелічені заходи щодо енергозбереження.

## **Основна частина**

Основні нормативні вимоги до влаштування систем внутрішнього мікроклімату торговельних комплексів містяться в ДБН В.2.2-9-2009. Громадські будинки та споруди основні положення, ДБН В2.25-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря [1-3].

Проведено дослідження сучасних систем вентиляції та кондиціонування та їх допоміжного обладнання, внаслідок якого виявлено, що для будинків, де наявні невеликі приміщення у великій кількості і одночасно великі приміщення в кожному з яких необхідно підтримувати свої кліматичні параметри, найкраще підходять мультизональні VRF-системи. Однак гранична продуктивність таких систем обмежена (об'єми приміщень, що охолоджуються до декількох тисяч кубометрів) [5]. Їх альтернативою може бути система чиллер-фанкойл, властивостями якої є масштабованість (кількість фанкойлів на чиллер практично обмежена лише його продуктивністю), мінімальний об'єм і площа, практично необмежена відстань між чиллером і фанкойлами, безпечність і порівняно невелика вартість розведення.

Облік використаної енергії є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрати тепла залежно від своїх особистих потреб. Можливість регулювання теплового навантаження необхідна, оскільки споживання тепла в приміщенні постійно змінюється. Також слід пам'ятати, що

на теплове навантаження також впливають теплові надходження. Можливість регулювання температури всередині приміщень можлива завдяки використанню такого обладнання :

- Smart термостат забезпечує регулювання і підтримку визначеного температурного режиму, встановлення лімітів для опалення та охолодження для уникнення надмірно високих або низьких значень параметрів, а також автоматичних термостатів, які контролюватимуть температуру в нічний період, коли торговельний комплекс закритий.

- Датчик моніторингу рівня CO<sub>2</sub> буде зменшувати повітряний потік, коли буде низький рівень діоксиду вуглецю. Реалізація цих заходів може включати в себе використання дисків змінної частоти та запірних заслінок. Енергія зберігається не тільки тому, що зменшується розподіл повітря, але й тому що менше повітря потрібно нагріти або охолодити.

- Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочому місці замість регулювання на нагнітанні дає економію електроенергії 10%;

- Використання регульованого частотного приводу вентиляторів, а також багатошвидкісних електродвигунів дозволяє заощаджувати 20-30% електроенергії;

Технічні заходи енергозбереження: удосконалення інженерних систем та їхніх елементів передбачають :

- Заміна вентиляторів старих типів із ККД 50-63% на сучасні вентилятори з ККД 80-86% дає економію електроенергії 20-30%.

- Заміна загальнообмінних цехових систем вентиляції на місцеві індивідуальні рекуперативні системи витяжки, розташовані в зонах шкідливих викидів, заощаджує до 50% електроенергії;

Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат :

- Застосування теплових насосів для опалення, а також кондиціонування будівлі та гарячого водопостачання. Підсумковий ефект – зниження споживання енергії будівлею від 30 до 60% (залежно від прийнятого технічного рішення).

- Застосування рекуператорів для зниження втрат тепла, яке викидається з повітрям системи вентиляції та нагріву припливного повітря. Підсумковий ефект – зниження споживання енергії будівлею від 20 до 30%.

-

### Висновок

Отже, вибір запропонованого переліку технологічного обладнання допоможе зменшити витрати енергії при експлуатації та забезпечить комфортні умови мікроклімату в торговельно-розважальних комплексах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Энергосбережение для торговых центров [Электронный ресурс] // электронный журнал энерго- сервисной компании «Экологические системы». – 2011., №9. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.journal.esco.co.ua/2011\\_9/art170.htm](http://www.journal.esco.co.ua/2011_9/art170.htm).

2. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Мінреуон України, 2013. – (Державні будівельні норми України).

3. Класифікація заходів з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря [Електронний ресурс] // національний портал з енергозбереження. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/10>.

**Рябченко Микола Володимирович** - студент групи ТГ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, e-mail : shumada48@gmailcom ;

Науковий курівник: **Ігор Анатолійович Пономарчук** – канд. техн. наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

**Mykola V. Riabchenko** - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Igor A. Ponomarchuk** - Ph.D., Docent of of Engineering Systems In Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.



## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Сучасна будівля – це складний комплекс різних інженерних систем, конструкцій і матеріалів, до якого пред'являються досить жорсткі вимоги, не лише такі традиційні, як стійкість до зовнішніх дій, естетичність і довговічність, але й нові, що відповідають сучасним уявленням про цілі та завдання будівництва. Серед них перш за все виділяють: енергоефективність – максимальне зниження енергоспоживання при експлуатації будівлі (мінімізація витрат питомої енергії на одиницю об'єму); екологічність – безпека експлуатації будівлі, комфортність мешкання в ній у поєднанні з економією паливних ресурсів зі зниженням шкідливих викидів в атмосферу.

**Ключові слова:** теплова ізоляція, термічний опір, містки холоду, температура, витрати тепла.

### *Abstract*

A modern building is a complex set of various engineering systems, structures and materials, which are subject to very strict requirements, not only such traditional as resistance to external actions, aesthetics and durability, but also new ones that meet modern ideas about goals and objectives. construction. Among them, first of all, there are: energy efficiency - the maximum reduction of energy consumption during the operation of the building (minimization of specific energy consumption per unit volume); environmental friendliness - safety of operation of the building, comfort of living in it in combination with economy of fuel resources with reduction of harmful emissions into the atmosphere.

**Keywords:** thermal insulation, thermal resistance, cold bridges, temperature, heat consumption.

### **Вступ**

Рівень теплового комфорту індивідуальних житлових будинків є одним із основних факторів забезпечення життєво необхідних санітарно-гігієнічних умов перебування людини у приміщенні. Забезпечення таких умов неможливо без витрат енергії, отримання якої не може бути безкоштовним. В умовах постійно зростаючих цін на основні види енергоресурсів та значної зовнішньоекономічної залежності нашої країни від постачальників енергоносіїв, питання покращення показників енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у житлових будинках розглядається все частіше і набувають особливої актуальності у зв'язку із нагальною необхідністю економії коштів на їх утримання.

Одним із шляхів економії коштів при опаленні будівель є якісно підібрана теплова ізоляція. Теплова ізоляція – невід'ємна конструктивна частина в будівництві, для влаштування устаткування, трубопроводів, частин інженерних і промислових будівель. Завдяки ізоляції значно підвищуються надійність, довговічність економічність експлуатації будівель, споруд і устаткування. Теплова ізоляція об'єктів виконується завжди, якщо для здійснення технологічного процесу на даному об'єкті потрібні – температури, відмінні від температури довколишнього середовища [1–4].

### **Результати дослідження**

Проблемами якісної теплоізоляції житлового фонду є нагальною проблемою сучасності. Не дивлячись на велику кількість шляхів вирішення даного питання сучасними засобами та способами, питання стосовно методів теплоізоляції залишається відкритим та несистематизованим. На цьому тлі актуальність теми дослідження важко переоцінити, оскільки вона може допомогти підвищити енергоефективність житла за умови впровадження новітніх пропозицій та науково-методичних



розробок і практичних рекомендацій у практику, що дасть можливість сформувати механізми для її реалізації.

Розглянемо зовнішню ізоляцію як засіб боротьби з «містками холоду». Містки холоду являють собою обмежені за обсягом частини будівельних елементів, через які здійснюється підвищена тепловіддача. Прикладом тому є будівельні елементи з бетону в цегляній або блоковій кладці, такі як несучі перекриття, віконні і дверні перемички, кільцевий якір, опори підвищеної жорсткості, виступи, підвальні цоколи і т.д. При цьому мова йде про обумовлені конструкцією і/або матеріалом містках холоду. Також в області з'єднання будівельних елементів і при визначених будівельних конструкціях екзотермічна зовнішня поверхня може з точки зору геометрії бути в кілька разів більше внутрішньої термопоглинаючої поверхні. Тому через ці будівельні елементи на одиницю площі плити проходить більше теплоти, ніж через іншу обшивку будівлі. У таких випадках говорять про геометрично обумовлених містках холоду. Дуже часто в будівельній практиці нашаровуються геометричні, конструкційні та матеріальні містки холоду, що істотно підвищує ризик пошкодження будівлі.

Містки холоду за місцезнаходженням поділяються на [1]:

1. Лінійні містки – переважно знаходяться на поверхні зовнішньої перегородки. Типові приклади це: периметри вікон і дверей, крокви похилих дахів, вінець перекриття, з'єднання стіни с фундаментом і т.п.

2. Точкові містки – зв'язані із місцевим застосуванням іншого матеріалу, наприклад з'єднувальні елементи для монтажу ізоляції.

Містки холоду за походженням поділяються на [3, 2]:

1. Структурні містки – можуть виникати внаслідок застосування певної технології будівництва, використання матеріалів або зміни термоізоляції. З'являються там, де застосовано інший матеріал, наприклад, біля дверних та віконних перемичок, або біля залізобетонних стовпів.

2. Геометричні містки – їхнє виникнення зв'язане з геометрією будинку. Наприклад у кутах площа віддавання тепла (зовнішня поверхня) більша, ніж площа постачання, тому в кожному зовнішньому куті є місток холоду.

Дуже часто в будівельній практиці нашаровуються геометричні, конструкційні та матеріальні містки холоду, що істотно підвищує ризик пошкодження будівлі. Підвищена тепловіддача через містки холоду призводить до ряду негативних наслідків [4]:

1. Зростає споживання енергії для опалення будівлі.

2. На бічній поверхні будівельних елементів поверхневі температури стають нижчими при певних обставинах, це може привести до утворення конденсату, накопичення вологи з послідуною неминучою появою цвілевих грибків, наслідком чого є будівельні дефекти, не виключається також можливість нанесення шкоди здоров'ю мешканців.

Таким чином, усунення містків холоду необхідно не тільки по енергетичним причинам, а й по причин санітарно-гігієнічного характеру, пов'язаних зі здоров'ям людей. Що стосується будівельних елементів, то усунення містків холоду створює передумови для довгострокового збереження і функціональної надійності будівель [5].

Основним вирішенням даної проблеми, що дозволяє усунути «містки холоду» є утеплення зовнішніх стін з використанням теплової ізоляції. За умови зовнішньої теплоізоляції для досягнення комфортної температури у кімнаті, відбувається підвищення термальної маси, що, за умови правильного облаштування, залишає менше можливостей для «містків холоду». Це призводить до більш герметичної оболонки будівлі і кращої загальної енергоефективності, оскільки стіни будуть тримати тепло всередині довше. Зовнішня теплоізоляція помітно скорочує перенесення тепла з внутрішніх приміщень назовні. Тепло кімнати проникає у стіни і там гальмується. Після вимикання системи опалення спрацьовує «ефект голландської печі». Стіни віддають тепло назад у приміщення. Тобто кімната не відразу остигає. Клімат всередині приміщення врівноважується. Тепла кам'яна стіна, крім того, запобігає шкоду, що наноситься морозом системі водопроводу, розташованій у кам'яній стіні. Влітку теплоізоляція захищає стіни від сонця. Непереносна спека зовні не проникає у приміщення. І ще одне маленьке «але»: при зовнішній ізоляції не втрачається житлове внутрішній простір [6].

Переваги зовнішньої ізоляції [7]:

- нейтралізує термальні мости;
- будівля лишається теплою більш тривалий час;
- забезпечує більш стабільну температуру;
- висока ступінь ізоляції;

- висока економія витрат на систему опалення;
- використання теплозберігаючої здатності стін на повну;
- захист стін від перепадів температур;
- захист від спеки влітку.

Недоліки зовнішньої ізоляції [8]:

- може змінити зовнішній вигляд будівлі;
- потребує більш тривалого часу на розігрів.

## Висновки

На даний час дуже гостро стоїть завдання зниження енерговитрат при експлуатації існуючих та будівництві нових будівель. Один з основних шляхів рішення цієї задачі – істотне підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій. Покращуючи теплозахист будівлі, можна скоротити витрату енергії більш, ніж на 35% і досягти теплового комфорту у приміщеннях при нижчих температурах теплоносія, що подається. Істотне підвищення нормативних вимог до теплозахисту будівель викликає необхідність їх додаткової теплоізоляції. Це стосується більшої частини будівель тих, що реконструюються, і нового будівництва. З точки зору ефективності утеплення зовнішніх стін будинку є зовнішній шар утеплювача є кращим, ніж внутрішня теплоізоляція. При такому підході знижується ймовірність конденсаутворення, а значить, нормалізується температурний і вологісний режим приміщення. До того ж зовнішня теплоізоляція дозволяє зберегти значно більшу кількість тепла, тому багато фахівців розглядають її як пріоритетний варіант. Сьогодні в основному застосовуються два способи утеплення фасадів при зовнішній ізоляції – мокрий і сухий.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2016. – 65 с.
2. Чистяков В.В., Гасан Ю.Г. Сучасні теплоізоляційні матеріали: Конспект лекцій / О.М. Петропавловський. – К.: КНУБА, 2007. – 28 с.
3. Технологія опоряджувальних робіт та захист споруд: навч. пос. / О.Ф. Шмаль – Любешів: ЛНТУ, 2013. – 278 с.
4. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. - Київ: Гама-Принт, 2009. - 216 с.
5. Шаповал С. В. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності – Архітектура та містобудування) / С. В. Шаповал, А. А. Баранова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.
6. В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчменний, С. Є. Верьовкіна. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одеса: Изд-во «Optimum», 2015. – 254 с.
7. Кочергин С.М. Изоляция. Материалы и технологии / Кочергин С.М. – К /: Стойинформ, 2006 – 656 с.
8. Теплоизоляционные материалы и конструкции / [Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю.] – М.: ИНФРА-М, 2003г. - 268с.

**Ободянська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Пономаров Руслан Іванович** – студент групи БТ-19мсз факультету будівництва, теплоенгетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Забіяка Ігор Олександрович** – студент групи БТ-19мсз факультету будівництва, теплоенгетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.

**Ponomarev Ruslan** – student group BT-19js Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University

**Zabiyaka Ihor** – student group BT-19js Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University

# ГІДРОТЕРМАЛЬНА ОБРОБКА ТА ІМПУЛЬСНЕ НАСИЧЕННЯ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*В доповіді розглядаються технології та варіанти сучасного устаткування для ефективного імпульсного насичення капілярно-пористих матеріалів, у тому числі будівельних виробів. Розглянуто та проаналізовано принципові схеми обладнання, що втілюють способи покращення фізичних, хімічних і механічних властивостей капілярно-пористих матеріалів органічного та неорганічного походження. Обґрунтовано актуальність використання запропонованого устаткування з гідроімпульсною складовою на виробництві.*

**Ключові слова:** обладнання для насичення, капілярно-пористі матеріали, будівельні вироби, бетонополімери, бетон, деревина, імпульсне насичення.

## Abstract

*The report examines variants of modern equipment for efficient impulse saturation of construction products. Circuit diagrams of equipment embodying ways to improve the physical, chemical and mechanical properties of building products of organic and inorganic origin are considered and analyzed. The urgency of using the proposed equipment with a hydro-impulse component in production is substantiated.*

**Keywords:** saturation equipment, capillary-porous materials, construction products, polymer impregnation concretes, concrete, wood, pulse impregnation.

## Вступ

Світові вимоги до сучасних будівельних виробів зумовлюють розвиток технологій модифікації мінеральних та органічних будівельних виробів і обладнання для їх ефективної реалізації. Досить ефективною в даному контексті є технологія виробництва будівельної продукції шляхом імпульсного насичення зразків спеціальними речовинами, яка полягає в глибокому проникненні рідини в капілярно-пористу структуру просочувального виробу [1]. З огляду на це, актуальним є питання щодо розробки апаратів для втілення виготовлення будівельних елементів з використанням імпульсного режиму імпрегнавання.

## Результати дослідження

На рисунку 1 представлено конструкцію установки для імпульсного баротермічного просочування органічних матеріалів, а саме деревини [2]. Представлене обладнання працює так. На початку технологічного процесу обробки виробів із деревини відбувається вакуумування технологічної робочої камери 1. Для цього відкривається запірний вентиль 11 і вмикається електропривід вакуумного насосу 5. Відбувається процес вакуумування порожнини технологічної робочої камери 1 та обробка матеріалу, що знаходиться в ній. Після певного часу витримки, що задається технологічними умовами, оброблювального матеріалу під вакуумом, відбуваються процеси видалення із капілярно-пористої структури деревини вологи та розкриття внутрішніх каналів. Це дає можливість їх подальшого заповнення технологічною речовиною антисептиками чи полімеризаторами. Після завершення етапу вакуумування електропривід насосу 5 виключається, запірний вентиль 11 перекривається. Запірний вентиль 22 відкривається та зв'язує внутрішню порожнину технологічної робочої камери 1 із атмосферою. Далі відбувається заповнення робочої камери технологічною рідиною. Для цього відкривається двопозиційний гідророзподільник 7, через який підігріта термонагрівачами 12 до необхідної температури технологічна рідина із резервуара 3 надходить до циліндричної розточки 20. При включенні електроприводу гідронасоса 4 робоча рідина під тиском надходить у взвідні камери 18. В результаті дії зростаючого тиску робочої рідини у взвідних камерах 18 плунжери робочого органу 2 переміщуються вправо, стискаючи при цьому пружини зворотнього ходу 17, а протилежна сторона плунжерного робочого органу 2, що

знаходиться у крайньому лівому положенні, витісняє із нагнітальної камери 19 технологічну рідину. Далі рідина під тиском через відкритий вентиль 16 і зворотній клапан 8 надходить до внутрішньої порожнини технологічної робочої камери 1.

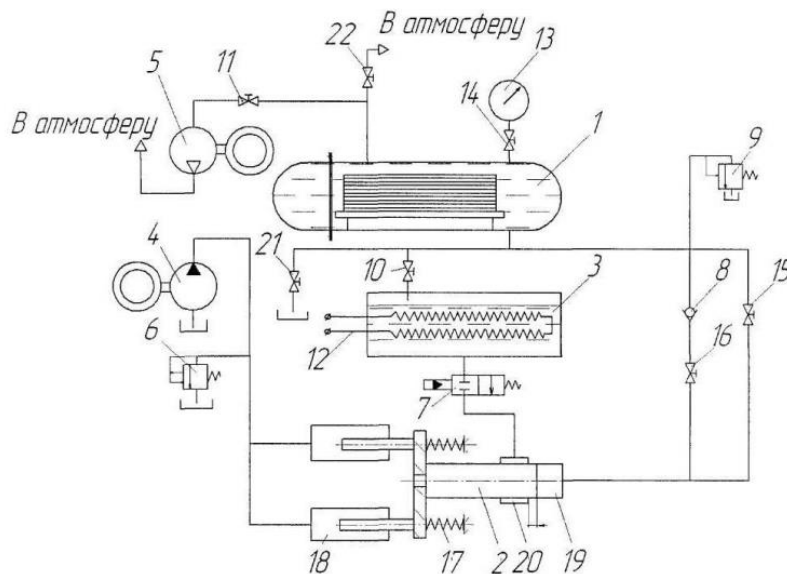


Рисунок 1 – Устаткування для імпульсного баротермічного просочування деревних матеріалів: 1 – технологічна робоча камера імпульсної баротермічної обробки; 2 – плунжерний робочий орган; 3 – резервуар для зберігання та нагріву технологічної рідини (антисептика чи полімеризатора); 4 – гідроприводний насос; 5 – вакуумний насос; 6 – гідравлічний генератор імпульсів тиску; 7 – двопозиційний гідророзподільник; 8 – зворотний клапан; 9 – запобіжний клапан; 10 – зливний вентиль; 11, 15, 16 і 22 – запірні вентиля; 12 – теплогенеруючий пристрій; 13 – манометр; 14 – манометричний кран; 17 – пружина зворотного ходу; 18 – взвідна робоча камера; 19 – нагнітальна камера; 20 – циліндрична розточка; 21 – дренажна камера

Технологічна робоча камера заповнюється технологічною рідиною, яка нагнітається та по завершенню її заповнення запірний вентиль 22 закривається. Після відкриття манометричного крану 14 проводиться контроль тиску за показами манометра 13. По досягненню в технологічній робочій камері необхідної величини тиску технологічної рідини манометричний кран 14 і запірний вентиль 16, а також двопозиційний гідророзподільник 7 закриваються, а запірний вентиль 15 відкривається. Насос — демультиплікатор продовжує працювати в режимі імпульсного навантаження об'єму рідини, що знаходиться у технологічній робочій камері. При цьому плунжерний робочий орган здійснює періодичні зворотно-поступальні рухи, створюючи при цьому імпульси тиску рідини.

Завдяки імпульсному режиму навантаження рідинного середовища в середині технологічної робочої камери 1 відбувається ефективне насичення та заповнення капілярно-пористої товщі органічного будівельного матеріалу. При цьому, в якості технологічної рідини прийнято використовувати антисептики, антипірени, полімеризатори. Імпульсне навантаження оброблювальних матеріалів здійснюється на протязі визначеного терміну, який визначається станом початкової сировини і технологічними умовами. По завершенню технологічної обробки просочуванням гідропривід створення імпульсів тиску, тобто насос 4 і генератор імпульсів тиску 6 відключаються, запірний вентиль 15 перекривається, а зливний вентиль 10 відкривається. В результаті цього технологічна рідина зливається резервуар для зберігання та нагріву технологічної рідини.

Технологія імпульсного просочування дерев'яних будівельних виробів забезпечує ефективне наскрізне просочення деревини антисептиками і стабілізаторами. Розглядувана технологія та обладнання можуть знайти широке застосування при виготовленні дерев'яних паль, балок, елементів обшивки фасадів, підлог та терас будинків, дерев'яних шпал для залізниць, а також в меблевій та інших галузях промисловості.

Для імпрегнування виробів, мінерального походження, наприклад бетону може використовуватись запропоноване устаткування для виробництва бетонополімерів [3]. Модифікація бетонних зразків відбувається шляхом насичення капілярно-пористої структури бетону або залізобетону з

використанням імпульсної зміни величини тиску. При цьому, визначними параметрами процесу імпрегнування є амплітуда коливань тиску, а також частота повторень коливань.

На рис. 2 представлена схема запропонованого обладнання [3] із позначенням основних його елементів.

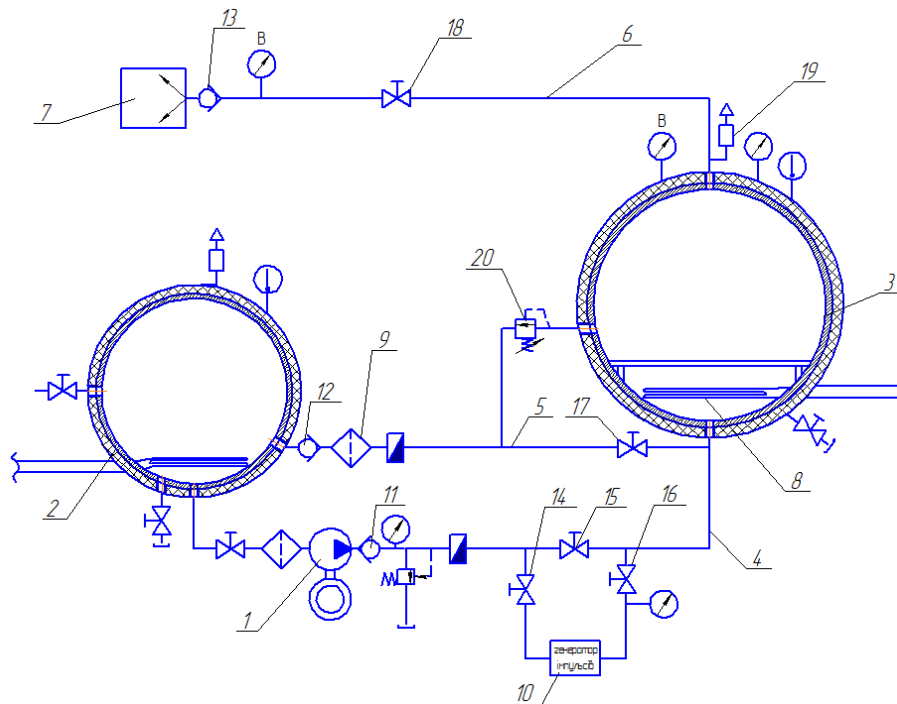


Рисунок 2 – Устаткування для циклічного гідротермального насичення бетонних та залізобетонних виробів: 1 — рідинний насос; 2 — маневрова камера; 3 — робоча камера; 4 — напірний трубопровід; 5 — зливний трубопровід; 6 — вакуумна лінія; 7 — вакуумний насос; 8 — термонагрівач; 9 — фільтр; 10 — генератор імпульсів; 11, 12, 13 — зворотні клапани; 14, 15, 16, 17, 18 — засувки; 19 — дихальний клапан; 20 — запобіжний клапан

Запропоноване обладнання працює так. Після завантаження бетонних виробів, які підлягають насиченню, до герметичної робочої камери 3 підключається рідинний насос 1, який через зворотній клапан 11 і систему напірного трубопроводу 4, при відкритій засувці 15 і закритих засувках 14, 16, 17, 18 заповнює робочу камеру 3 мономером із маневрової камери 2. В процесі заповнення робочої камери 3, повітря, що залишилось у ній, витискається через дихальний клапан 19. Рідинний насос 1, що повністю заповнив мономером робочу камеру 3, створює у ній проектний статичний тиск, після чого відключається. Одночасно з цим відкривається засувка 16 і закривається засувка 15. Далі включається у роботу генератор імпульсів 10, що створює циклічні імпульси тиску заданих параметрів у робочій камері 3.

Робота генератора імпульсів 10 та рідинного насоса 1 виконується по чергово, з інтервалами часу згідно заданих технологічних параметрів. В процесі насичення будівельних виробів терморегулятор із термоелектричним нагрівачем 8 підтримує задану температуру мономера в робочій камері 3. При перевищенні проектних величин тиску, відбувається скид надлишкової кількості мономера через запобіжний клапан 20, який сполучений зі зливною лінією 5. Після завершення процесу імпрегнування генератор імпульсів 10 та рідинний насос 1 відключаються, засувки 15, 16 перекриваються. Далі, відривається засувка 17 і залишок мономера по зливному трубопроводу 5 перетікає до маневрової камери 2 через фільтр 9 та зворотній клапан 12, де змішується із підготовленим мономером.

Після повного зливу залишкової кількості мономера, засувка 17 перекривається одночасно з відкриттям засувки 18. Далі в роботу вмикається вакуумний насос 7, що виконує вакуумування робочої камери 3 через вакуумну лінію 6 і зворотній клапан 13. Після завершення процесу, вакуумний насос 7 відключається. Далі проводиться розгерметизація і видалення продукції із робочої камери 3.

Завдяки використанню запропонованого обладнання відкривається можливість глибокого проникнення просочувальної рідини в товщу бетонних зразків і, як наслідок, покращення фізичних, хімічних та механічних характеристик бетонополімера.

### **Висновки**

Під час імпрегнування матеріали на основі бетону слід вважати такими, що мають капілярно-пористу будову. Завдяки застосуванню розглянутих варіантів устаткування відкривається можливість ефективної реалізації вимог сучасних технологій для імпульсного насичення будівельних виробів на органічній та мінеральній основі. Внаслідок чого передбачається суттєве підвищення якості та глибини насичення будівельних виробів, а також підвищення продуктивності технологічного обладнання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Коц І. В., Горюн О.О., «Аналітичний огляд сучасних технологій виготовлення бетонополімерних виробів», materials of the XIII international scientific and practical conference «SCIENTIFIC HORIZONS — 2018», Sheffield, UK, September 30 - October 7, 2018 Volume 7.

2. Патент України 58430. МПК В27К 3/08, В27К 3/50. Установа для гідроімпульсного баротермічного просочування органічних матеріалів / І.В. Коц, І.В. Кирилова. – u201011743, Заявл. 04.10.2010. Одерж. 11.04.2011, Бюл. № 7.

3. Патент України 140195. МПК С04В 41/45. Устаткування для циклічного гідротермічного насичення бетонних та залізобетонних виробів / І.В. Коц, О.О. Горюн. – u201907557, Заявл. 05.07.2019. Одерж. 10.02.2020, Бюл. № 3.

**Олег Олегович Горюн** – аспірант кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання. Вінницький національний технічний університет, Україна, м. Вінниця, e-mail: olezhka.gor.94@gmail.com.

**Oleh O. Horiun** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : olezhka.gor.94@gmail.com.

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ЛІКАРНІ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проаналізовано сучасний стан і розвиток енергозберігаючих технологій з визначенням їх питомої ваги при застосуванні в будівлях лікарень. Запропоновано шляхи вирішення питання енергозбереження в приміщеннях лікарні. Встановлено, що для залучення коштів в проекти енергозбереження лікарні необхідно побудувати організаційно-економічний механізм вкладання інвестицій в проекти енергозбереження медичних закладів*

**Ключові слова:** енергоефективність, мікроклімат, лікарня, енергозбереження, вентиляція, опалення.

### Abstract

*The current state and development of energy-saving technologies are analyzed with the determination of their specific weight when used in hospital buildings. Ways to solve the problem of energy saving in the hospital are proposed. It is established that in order to attract funds to hospital energy saving projects it is necessary to build an organizational and economic mechanism for investing in energy saving projects of medical institutions*

**Keywords:** energy efficiency, microclimate, hospital, energy-savings, ventilation, heating.

### Вступ

Розвиток мережі лікарень та медичної допомоги потребує влаштування сучасних, енергоефективних будівель із ефективними системами опалення та вентиляції. Інженерні мережі є основними споживачами теплової та електричної енергії і від рівня їх енергоефективності буде залежати загальне споживання енергоносіїв будинком. Нормативні документи накладають ряд обмежень на влаштування систем вентиляції, опалення і кондиціонування, зокрема і с позиції енергозбереження. Тому техніко- економічне порівняння можливих варіантів влаштування внутрішніх інженерних мереж в приміщеннях лікарні та розроблення їх проектних рішень є актуальною задачею

До приміщень лікарні пред'явлено підвищені вимоги до мікроклімату, температурного режиму та параметрів якості повітряного середовища. Ця особливість стосується приміщень інфекційних відділень. Системи вентиляції повинні забезпечити чисте повітря, недопущення потрапляння мікроорганізмів та вірусів. Системи вентиляції повинні забезпечити непоширення в приміщеннях лікарні інфекцій в умовах пандемії. В лікарнях недопустиме використання систем рециркуляції повітря. В зв'язку з цим актуальною проблемою є впровадження енергоефективних систем забезпечення мікроциркуляції в лікарнях.

Метою дослідження є аналіз можливості влаштування енергоефективних систем опалення та вентиляції в приміщеннях лікарні.

### Основна частина

Основні нормативні вимоги до влаштування систем внутрішнього мікроклімату медичних закладів містяться в ДБН В 2.2-10:2001 «Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я», ДБН В2.25-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря [1-3].

Оптимальні параметри мікроклімату в приміщеннях лікарні забезпечуються в холодний період раціональним опаленням та вентиляцією, а в теплий період року – вентиляція та кондиціонування. Для більшості хворих температура комфорту  $+(20-22)^{\circ}\text{C}$ . Добові перепади температури повітря в холодний період року не повинні перевищувати  $3^{\circ}\text{C}$ . Швидкість руху повітря повинна бути більше  $0,25\text{ м/с}$ , а відносна вологість повинна бути в межах 30-65%. Обсяг припливного повітря в палату до хворих повинен бути не менше  $80\text{ м}^3/\text{год}$ . При цьому провітрювання необхідно здійснювати не рідше за чотири рази за добу. Особливі вимоги до оцінки мікробного забруднення повітря. Наведені вимоги до мікроклімату приміщень лікарень є підґрунтям для розроблення енергоефективних

систем забезпечення необхідних параметрів мікроклімату. Розроблення та впровадження енергоефективних систем потребує значних інвестицій, враховуючи існуючий стан приміщень лікарень, які фізично й морально застаріли.

Масове розповсюдження коронавірусної інфекції збільшує навантаження на медичні установи, існує великий ризик поширення вірусів безпосередньо в приміщення лікарень, що загрожує здоров'ю хворих та лікарів. В зв'язку з цим підвищуються вимоги до вентиляційних систем. Приміщення різного призначення пред'являють різні вимоги до організації повітрообміну в них. Природна вентиляція не дозволяє забезпечити не переміщення внутрішніх лікарняних інфекцій з повітряним потоком. Це вимагає виконання реконструкції систем створення мікроклімату шляхом створення індивідуальної механічної вентиляції з використанням вартісного обладнання. В результаті енергоємність відповідно й вартість систем створення мікроклімату в приміщеннях лікарень збільшується.

В Україні інвестиційний потенціал сфери енергозбереження не використовується в повному обсязі. Особливо це стосується енергозберігаючих проектів в медичній сфері, зокрема в лікарнях. Основна частина грошей, які витрачаються на зменшення енергозатратності будівель надають міжнародні організації або міський бюджет. Інші інвестори мало зацікавлені у вкладанні коштів в проекти енергозбереження, оскільки існує ризик їх неповернення, складний механізм отримання дозволів на реалізацію таких проектів, відсутність гарантій реалізації проектів, тривалий термін окупності [2].

Крім фінансування проектів енергозбереження з державних та місцевих бюджетів іншими джерелом є залучення коштів з міжнародних фінансових організацій та приватних інвесторів. На сьогодні українським урядом підписано угоду з Північною екологічною фінансовою корпорацією (НЕФКО), яка фінансує енергозберігаючі та ресурсозберігаючі проекти щодо модернізації існуючих об'єктів, які покращують екологічну ситуацію в країні.

При розробленні механізму реалізації комплексної інвестиційної політики щодо реалізації проектів енергозбереження слід прагнути рівноваги між економічною ефективністю, соціальною результативністю та екологічними обмеженнями, що висувуються до проектів енергозбереження, забезпечуючи комплексність реалізації проекту, й мати певну науково-методичну основу. Відповідне збалансування дій всіх рівнів органів влади, органів місцевого самоврядування в рамках реалізації організаційно-економічного механізму залучення інвестицій в проекти енергозбереження повинне забезпечити динамічне зростання економічної, енергетичної, соціальної і екологічної результативності реалізації проектів енергозбереження [3].

Проектування енергоефективних будівель лікарень необхідно здійснювати з застосуванням енергозберігаючих технологій з урахуванням методів енергозбереження з визначенням їх питомої ваги, а саме:

1. Зменшення тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на ізольовані трубопроводи. Реконструкція теплових пунктів із застосуванням ефективного тепломеханічного обладнання.

2. Індивідуальне джерело теплопостачання (індивідуальна котельня із застосуванням газових котлів ККД 90 % або джерело когенерації енергії) зменшує втрати тепла завдяки від'єднанню від зовнішніх теплових мереж, скорочує до 15 % втрати тепла за рахунок повнішої відповідності між режимами виробництва тепла та його споживанням.

3. Система механічної витяжної вентиляції з індивідуальним регулюванням температурного режиму і утилізації тепла витяжного повітря. Завдяки використанню системи кондиціонування з енергоутилізацією досягається енергозбереження до 75 % теплової енергії.

4. Заощадження електроенергії, що витрачається на загальнобудинкові потреби, шляхом автоматизації освітлення (встановлення фото релейних пристроїв), повне або часткове вимкнення освітлення вночі, застосування енергоощадних ламп [4].

Найдоцільніший варіант енергозберігаючих заходів необхідно вибирати з урахуванням величини мінімальних зведених капітальних витрат та щорічних експлуатаційних витрат.

### **Висновки**

Нагальною необхідністю є дослідження менеджменту при впровадженні енергозберігаючих технологій при термомодернізації теплоізоляційної оболонки існуючих будівель лікарень. Це особливо актуально при обмеженому інвестуванні заходів з регулювання процесів підвищення



енергоефективності систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях з особливими умовами експлуатації.

Вирішення проблеми із забезпечення економічної та екологічної безпеки шляхом регулювання енергозбереження потребує розроблення та впровадження інноваційних технологій з підтримання санітарно-гігієнічних параметрів повітря в приміщеннях лікувальних закладів.

Однією із причин значної енергоємності та низької надійності систем забезпечення мікроклімату приміщень лікарень є відсутність комплексного інструментарію для оцінювання та прогнозування їх стану з метою підвищення енергоощадності систем повітрообміну, особливо з умов поширення різних інфекційних захворювань.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню: ДСТУ 2155-93 – К. : Держстандарт України. – 1993. – 13 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013: Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ.: К. Мінрегіонбуд, 2013. - 141 с.
3. Лялюк О.Г. Проекти енергозбереження – один із напрямків залучення інвестицій / Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 125-128.
4. Лялюк О. Г. Енергозбережні технології в будівництві/ Лялюк О.Г.// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. - № 4. - с. 20-23.
5. Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 112 с.
6. Ратушняк Г.С., Ратушняк О.Г. Управління енергозберігаючими проектами термореновації будівель: монографія. – Вінниця, УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009.- 130 с.
7. Вентилювання приміщень: навч. посібник / С.С. Жуковський, О.Т. Возняк, О.М. Довбуш, З.С. Люльчак. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2007. – 476 с.
8. ДСН 3.3.6. 642-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

*Сухорук Захар Юрійович – студент групи ТГ-19м факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: zaharsuhoruk9999@gmail.com*

*Sukhoruk Zakhar – student of group TG-19m of the Faculty of Construction, Heat Power Engineering and Gas Supply of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zaharsuhoruk9999@gmail.com*

*Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ratusnakg@gmail.com*

*Ratushnyak Georgy Sergeevich – Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ratusnakg@gmail.com*

# ГІДРОПРИВОДНЕ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСІВ ВИСОКОГО ТИСКУ РІДИН ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Гідроприводне устаткування призначене для застосування у спеціальних технологічних процесах, зокрема, для імпульсного нагнітання методом ін'єктування під високим тиском рідинних скріпних сумішей в ґрунтові основи, які підлягають підсиленню. Устаткування містить привідну гідросистему із імпульсним блоком керування, який налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії, що виконана з можливістю подачі робочої рідини, і з'єднання її із зливною гідромагістраллю. Напірна гідролінія сполучена з гідроциліндром, який містить робочу порожнину з рухомим плунжером, який здійснює періодичні зворотно-поступальні рухи. В гідросистему устаткування також введено резервуар для подачі технологічного розчину, сполучений з розчинонасосом та компресором.*

**Ключові слова:** гідроприводне устаткування; імпульсне нагнітання; рідинні скріпні суміші; ін'єктування; імпульсний блок керування; робоча рідина; технологічний розчин; рухомий плунжер; розчинонасос; компресор

## **Annotation**

*The hydraulic drive equipment is intended for application in special technological processes, in particular, for pulse injection by a method of injection under high pressure pressure of liquid fastening mixes in soil bases which are subject to strengthening. The equipment includes a drive hydraulic system with a pulse control unit, which is configured to periodically open-close the connection of the pressure hydraulic line, which is made with the possibility of supplying the working fluid, and connect it with the drain highway. The pressure hydraulic line is connected to a hydraulic cylinder, which contains a working cavity with a movable plunger, which performs periodic reciprocating movements. A tank for supplying process solution connected to a mortar pump and a compressor has also been introduced into the hydraulic system of the equipment.*

**Key words:** hydraulic equipment; pulse injection; liquid fastening mixes; injection; pulse control unit; working fluid; technological solution; movable plunger, mortar pump; compressor

## **Вступ**

Запропоноване устаткування належить до будівництва та може бути використане для імпульсного нагнітання під високим тиском твердіючих рідинних скріпних сумішей та анкерування тріщин гірських порід, ґрунтів основ фундаментів, залізобетонних, бетонних та кам'яних конструкцій з метою їх зміцнення. Відомі конструктивні рішення ряду ін'єкторів, але їм властива відносно мала продуктивність, невисока надійність, недостатня проникність технологічного розчину у товщу ґрунтових основ і відповідно заповненість пор і щілин у ґрунті, що суттєво знижує несучу здатність та міцність основ.

## **Результати дослідження**

В основу розробленого в НДЛ гідродинаміки ВНТУ устаткування поставлена задача застосування технології імпульсного ін'єктування під високим тиском розчинів скріпних сумішей, в якому за рахунок введення нових конструктивних елементів та зв'язків між ними досягається підвищення продуктивності та надійності пристрою, а також підвищується його ефективність, знижується трудомісткість процесу та підвищується мобільність і забезпечується якісне ін'єктування, що гарантує підвищену несучу здатність основ [1-4, 7, 8].

Устаткування для імпульсного ін'єктування під високим тиском скріпних рідинних сумішей містить привідну гідросистему із імпульсним блоком керування, який налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії, що служить для подачі робочої рідини, і з'єднання її із зливною гідро магістраллю. Напірна гідролінія сполучена з гідроциліндром, який містить робочу порожнину, до якої під'єднано резервуар для подачі технологічного розчину, що сполучений з розчинонасосом та компресором, і по трубопроводу з'єднаний з технологічною камерою, яка містить рухомий плунжер та по трубопроводу сполучена з пористим ґрунтовим матеріалом основи, в якому розташований ін'єктор з перфорованими отворами.

На рисунку показана конструктивна схема гідроприводного експериментального устаткування для імпульсного ін'єктування рідинних сумішей [5, 6]. До складу устаткування входять: привідна гідросистема 8 із імпульсним блоком керування 9, який налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії, яка служить для подачі робочої рідини, і з'єднання її із зливною гідромагістраллю. Напірна гідролінія сполучена з гідроциліндром 13, який містить робочу порожнину 4, а також резервуар для подачі технологічного розчину 1, що сполучений з розчинонасосом 3 та компресором 10, і по трубопроводу 2 з'єднаний з технологічною камерою 5, в якій розташований рухомий плунжер 6 та по трубопроводу 12 вона сполучена з резервуаром 7, що заповнений пористим ґрунтовим матеріалом, в якому розташований ін'єктор 11 з перфорованими отворами. Устаткування для імпульсного ін'єктування сумішей працює так. При включенні електродвигуна приводу розчинонасоса 3 скріпний розчин під заданим тиском по трубопроводу заповнює резервуар для подачі технологічного розчину 1, звідки під дією сили тиску стисненого повітря, що нагнітається компресором 10 здійснюється витиснення скріпного розчину через зворотній клапан по трубопроводу 2 в технологічну камеру 5, а далі через інший зворотній клапан, що встановлений у трубопроводі 12, до внутрішньої порожнини ін'єктора 11 та у пори і тріщини у ґрунтового масиву – пористого ґрунтового матеріалу, яким заповнюється резервуар 7.

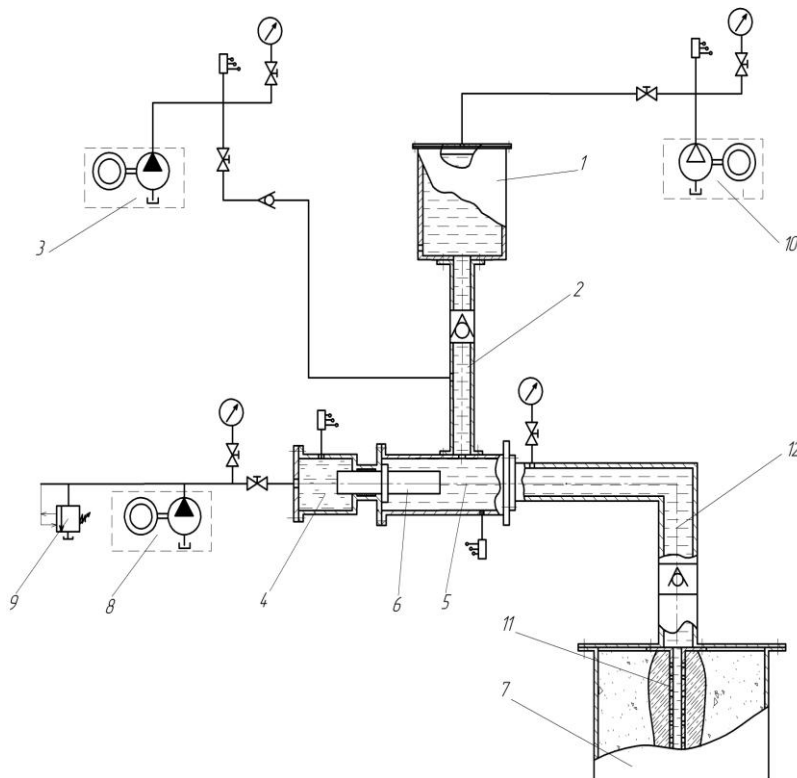


Рисунок – Принципова схема експериментального стенду

При включенні привідної гідросистеми 8 робоча рідина надходить під тиском робочу порожнину 4 гідроциліндра 13. Тиск робочої рідини починає зростати до певного критичного значення, на яке налаштоване спрацювання імпульсного блока керування 9, і під дією сили тиску робочої рідини на ефективну площу плунжера 6 останній починає переміщуватися вправо, 5 створюючи додаткове

навантаження на об'єм скріпного розчину у технологічній камері 5, виштовхуючи при цьому додаткову порцію скріпної рідини по трубопроводу 12 і через ін'єктор 11 у ґрунтовий масив. При досягненні заданого критичного значення тиску робочої рідини робочі порожнини 4 відбувається спрацювання імпульсного блока керування 9, тиск робочої рідини в привідній гідросистемі 8 падає до зливного і робоча рідина видаляється на злив. Надалі додаткові періодично повторювані навантаження – силові гідравлічні імпульси на статичне навантаження при ін'єктуванні скріпної суміші повторюються в автоматичному режимі.

### Висновки

Проведені експериментальні дослідження підтвердили гіпотезу, щодо збільшення глибини проникнення розчину із застосуванням гідроімпульсного ін'єкційного устаткування, яке дозволяє створювати додаткову пульсацію на стаціонарний потік рідинних скріпних розчинів. Експериментальний зразок гідроприводної установки для підсилення несучих ґрунтових основ споруд показав достатню працездатність і можливість регулювання параметрів устаткування (величини тиску та частоти повторюваності пульсацій скріпного розчину, об'єму розчину, що викидається за один імпульс), вплив яких досліджувався при теоретичних дослідженнях.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dupla J.-C. Injectability properties of sands by fine cement grouts/ J.-C. Dupla & J. Canou, D. Gouvenot// Proceedings of the 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Osaka. Rotterdam : Millpress, 2005. – Vol.3 – P.1181-1185.

2. Головин К.А. Обоснование параметров и создание оборудования для гидроструйной цементации неустойчивых пород в горном производстве: автореф. дис. на соискание ученой степени д.т.н.: спец. 05.05.06 «Горные машины» / К. А. Головин – Тула, 2007. – 38 с.

3. Камбефор А. Инъекция грунтов. Принципы и методы / А. Камбефор; [пер. с фр. Р.В.Казаковой, В.Б.Хейфица]. – М.: «Энергия», 1971. – 333 с.

4. Разрядно-импульсные технологии и аппараты [электронный ресурс]: Разрядно-импульсные технологии и аппараты. Режим доступа к ресурсу: <http://to-info.ru/article>.

5. Патент на корисну модель № 63266, МПК<sub>8</sub> E02D 3/12, E21B 43/20, E21D 20/00. Установка для нагнітання будівельних розчинів в ґрунтовий масив / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет. – № u201100502; заявл. 17.01.2011; опубл. 10.10.2011. Бюл. № 19.

6. Патент на корисну модель № 92360, МПК<sub>8</sub> E02D 5/46. Устаткування для імпульсного ін'єктування сумішей / Коц І.В., Бадьора Н.П., Колесник О.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет. – № u201402945; заявл. 23.03.2014; опубл. 11.08.2014. - Бюл. №15.

7. Гамеляк І.П. Ремонт дорожнього та аеродромного одягу з використанням гідроімпульсного ін'єкційного устаткування / І.П. Гамеляк, І.В. Коц, Н.П. Бадьора // Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги та дорожнє будівництво» – №85. –2012.– С. 59-65.

8. Коц І.В. Дослідження процесу імпульсного підсилення несучих основ споруд при ін'єкційному закріпленні ґрунтових масивів / І.В. Коц, Н.П. Бадьора // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 72-76.

**Коц Іван Васильович**, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

**Kots Ivan V.**, PhD, Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

## ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ГЕОТЕРМАЛЬНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Проаналізовано особливості геотермальної енергії та способів її реалізації. Розглянуто методи та технології використання низькопотенціальної енергії з надр Землі та описано принципову схему забору, трансформації та реалізації теплової енергії для побутових та інших потреб.

**Ключові слова.** Геотермальна енергія, екологічно чисте джерело енергії, тепловий насос, традиційна енергетика.

**Abstract.** Peculiarities of geothermal energy and methods of its realization are analyzed. Methods and technologies of using low-potential energy from the bowels of the Earth are considered and the basic scheme of intake, transformation and sale of thermal energy for household and other needs is described.

**Keywords.** Geothermal energy, environmentally friendly energy source, heat pump, traditional energy.

### Вступ

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке переважно утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії. Усю природну теплоту, яка міститься в земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів:

- розігріті гірські породи
- пара, вода, газ

Для отримання теплоти, акумульованої в надрах землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього бурять свердловини і, якщо вода досить гаряча, вона піднімається на поверхню природним чином, за нижчої температури може знадобитися насос. Геотермальні води - екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов і пори року.

### Основна частина

Середня температура Землі на глибині 3-5 м впродовж року становить 10-13°C і вище. Цим можна скористатися для опалення й охолодження будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок, що дає змогу заощаджувати до 50-70% теплоти, яка використовується для створення оптимального температурного режиму в приміщеннях. Для цього в землі за певною схемою прокладають канали для руху повітря або заривають труби, у які подається вода (чи інший теплоносіє). Незалежно від того, що циркулює в такій системі, за рахунок теплообміну з землею такий тепловий насос може поглинати тепло землі й передавати його в будинок у холодну пору року або переміщувати тепло з будинку в землю в спекотну пору.

В деяких випадках використання теплової геотермальної помпи дозволяє економити до 2/3 енергії, що використовується для опалення.

Тепловий насос складається з:

1. Теплообмінник передачі тепла землі внутрішньому контуру.
2. Компресор
3. Теплообмінник передачі тепла внутрішнього контуру системі опалення
4. Дросельне пристрій для зниження тиску
5. Розсолу контур і земляний зонд
6. Контур опалення та ГВП

Первинний контур-поліетиленова труба U-подібної форми, занурена в свердловину. По трубі циркулює незамерзаюча рідина. У результаті циркуляції до другого контуру теплового насоса надходить рідина з температурою 8 ° С (температура землі).

Рідина передає свою температуру (8 ° С) другому контуру. У другому контурі циркулює фреон. (Відмінна особливість фреону полягає в тому, що при температурі вище 3 ° С він з рідкого стану переходить в газоподібний). Рідкий фреон, отримуючи від первинного контуру температуру 8 ° С переходить в газоподібний стан. Далі, газоподібний фреон поступає в компресор, де газ стискається з 4 до 26 атмосфер. При такому стисненні він нагрівається з 8 ° С до 75 ° С.

Енергія газу (фреон), розігрітого до 75 ° С, передається в третій контур - систему опалення та гарячого водопостачання будинку. У процесі передачі енергії газу третьому контуру після втрат (10-15 ° С), опалювальний контур нагрівається до температури 60-65 ° С.

Газ (фреон), віддавши свою енергію опалювального контуру, охолоджується до 30-40 ° С. При цьому він як і раніше знаходиться під тиском у 26 атмосфер. Потім відбувається зниження тиску до 4 атмосфер (так званий ефект дроселювання). У результаті падіння тиску відбувається значне охолодження газу (ефект, зворотний підвищення температури при збільшенні тиску). Він охолоджується до 0-3 ° С і стає рідиною. Температура фреону 0-3° С передається теплоносію первинного контуру, який відносить її вглиб землі. Проходячи по свердловині, теплоносієм нагрівається і виходить на поверхню землі з температурою 8 ° С, яка знову подається на другий контур. А в цей час відбувається процес завершення циклу в другому контурі. Рідкий фреон з температурою 0-3 ° С знову стикається з первинним контуром, що приносить із землі 8 ° С. Процес повторюється.

### Висновок

Різні невідновлювані ресурси планети перебувають під загрозою зникнення, а традиційна енергетика поступово дорожчає. Тому слід активно впроваджувати більш економні та відновлювані способи генерації енергії, яких на сьогодні є дуже багато.

Геотермальна енергетика повинна зайняти важливе місце в загальному балансі використання енергії. Широкомасштабне впровадження нових схем теплопостачання з тепловими насосами з використанням низькопотенціальних джерел тепла дозволить понизити витрату органічного палива на 20-25%.

### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Енергетичні ресурси України / За ред. Руденка В.П. - К., 2004.
2. Проблеми електроенергетики в Україні. - К., 2001.
3. Саламов А.А. «Геотермические электростанции в энергетике мира» Теплоэнергетика 2000№1», с. 79-80.
4. Мельникова О.В., Праховник А.В., Конеченков А.Є., Іншеков Є.М., Дешко В.І., Енергозбереження. Рациональне використання ресурсів та енергії, Київ: Палітра Друку, 2003, с. 88
5. Дорогунцов С., Ральчук О., Сталый розвиток -- цивілізаційний діалог природи і культури, Вісник НАНУ.-- 2001. -- № 10.
6. [http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/pages/sec11\\_10.pdf](http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/pages/sec11_10.pdf).
7. <http://uk.wikipedia.org/wiki/Геоенергетика>.

**Валерій Радецький Тарасович**, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики тагазопостачання, ст. гр. ТГ-19М, e-mail:bt15.radetskiy@gmail.com.

**Науковий керівник: Дзеджула В'ячеслав Васильович**, д.е.н., професор кафедри Інженерних систем в будівництві, доцент кафедри Фінансів та інноваційного менеджменту.

**Valeriy Radetsky Tarasovych**, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Heat Power Engineering and Gas Supply, a student group TG-19M, e-mail: bt15.radetskiy@gmail.com.

**Scientific adviser: Dzhedzhula Vyacheslav Vasilyevich**, Doctor of Economics, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Associate Professor of the Department of Finance and Innovation Management.

## Вибір устаткування для створення нормативного мікроклімату у приміщеннях для утримання тварин

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У роботі розглянуто питання створення системи мікроклімату у приміщеннях для утримування тварин та обґрунтовано необхідність дотримання необхідних умов для їх проживання.*

**Ключові слова:** мікроклімат, системи, продуктивність, економія, ефективність забруднене повітря, відхилення, вентиляція, нормативні вимоги.

### Abstract

*In this paper considers the issue of creating a microclimate system in the premises for keeping animals and substantiates the need to comply with the necessary conditions for their residence.*

**Keywords:** microclimate, systems, productivity, economy, efficiency of polluted air, deviations, ventilation, regulatory requirements.

Основою продовольчої безпеки нашої держави є збільшення тваринницької продукції. Одним з напрямків вирішення даної проблеми є – поліпшення умов утримання тварин, в тому числі мікроклімату тваринницьких і птахівничих приміщень [1]. Забезпечення необхідного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях – одне з найважливіших умов ефективного ведення тваринництва. Щоб навіть тварини в повній мірі реалізували свій генетичний потенціал, їм необхідно створити відповідні умови утримання.

Мікроклімат у тваринницьких приміщеннях залежить від багатьох умов — зонального клімату, теплозахисних властивостей огорожуючих конструкцій приміщень, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, стану каналізації, способів прибирання та видалення гною, освітленості, а також технології утримання тварин та впливає на продуктивність, розвиток і збереження поголів'я тварин і птиці, термін експлуатації приміщень, умови праці обслуговуючого персоналу [2].

З усіх факторів мікроклімату найбільший вплив на продуктивність сільськогосподарських тварин і споживання ними корму має температура повітря. Біохімічні процеси, що протікають в організмі тварин, а саме, перетворення поживних речовин на м'ясо, молоко і яйця, залежать від зовнішньої температури [3]. Тваринам необхідна енергія на підтримання фізіологічних функцій організму. Вони мають механізм теплорегуляції, щоб при зміні температури навколишнього середовища температура їх тіла залишалася постійною.

Відхилення параметрів мікроклімату в тваринницькому приміщенні від норм призводить до зниження надоїв на 10 - 20 %, зменшення приросту маси на 20 - 30 %, збільшення відходу молодняка до 5 - 40 %, зниження яйценосності курей на 30 - 35 %, до витрат додаткової кількості кормів, скорочення терміну експлуатації обладнання, машин і самих приміщень, зниження опірності тварин різним захворюванням.

Технологічне обладнання для забезпечення мікроклімату, особливо підтримання температурного режиму, має бути економічно вигідним. Порушення як верхньої, так і нижньої межі оптимальної температури призводить до перевитрат корму, зниження продуктивності, захворювання і навіть загибелі тварин [4].

Створення і підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язані з вирішенням комплексу інженерно-технічних завдань і разом з повноцінною годівлею є визначальним чинником в забезпеченні здоров'я тварин, їх відтворній здатності і отриманні від них максимальної кількості продукції високої якості. Сучасні технології утримання тварин висувають високі вимоги до мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. На думку учених, фахівців тваринництва і технологів, продуктивність тварин на 50...60% визначається кормами, на 15...20% – утриманням та обслуговуванням і на 10...30% – мікрокліматом в тваринницькому приміщенні. Відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж приводить до скорочення удоїв молока на 10...20%,

приросту живої маси – на 20...33%, збільшення відходу молодняка до 5...40%, зменшення несучості курей – на 30...35%, витрати додаткової кількості кормів, скорочення терміну служби устаткування, машин і самих будівель, зниження стійкості тварин до захворювань. Щорічно з приміщень тваринницьких ферм галузі потрібно видалити 166 млрд. м<sup>3</sup> водяної пари, 39 млрд. м<sup>3</sup> вуглекислого газу, 1,8 млрд. м<sup>3</sup> аміаку, 700 тис. м<sup>3</sup> сірководню, 82 тис. т пилу, патогенну мікрофлору [1,5,6].

Окрім того, ферми є потужними джерелами забруднень навколишнього середовища і споживачами енергії: щорічно з приміщень тваринницьких ферм потрібно видаляти велику кількість водяної пари, вуглекислого газу, аміаку, сірководню, пилу, патогенної мікрофлори тощо. Для видалення шкідливих речовин, що утворюються в тваринницьких приміщеннях, на вентиляцію та на обігрів приміщень використовується велика кількість електроенергії, природного газу, рідкого і твердого палива. Згідно даних окремих дослідників загальні витрати енергії на забезпечення мікроклімату витрачається близько 30% всієї енергії, споживаної в галузі тваринництва. Окрім того, несприятливий стан повітряного середовища тваринницьких приміщень негативно позначається на здоров'ї працівників ферм, а інколи призводить і до нещасних випадків та професійних захворювань [7].

Для підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях на рівні нормативних вимог застосовують системи вентиляції. Вони здатні забезпечувати обмін забрудненого повітря на свіже, нагрівання або охолодження його, очищення від пилу і мікроорганізмів, осушування чи зволоження, озонування, дезодорацію, знезараження тощо.

При виборі вентиляційної системи, необхідно враховувати також тип і види тварин, які міститимуться в приміщенні, для того, щоб можна було підібрати відповідну вентиляцію, яка зможе надати подачу чистого і свіжого повітря в приміщення в повній необхідній мірі. Для створення мікроклімату також використовують та електрокалорифери.

Основні вимоги до конструктивного виконання вентиляційних систем у тваринницьких та птахівничих приміщеннях: - витяжні канали влаштовують у нижній частині приміщень, у зоні розташування тварин та під підлогами; - виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати один напроти одного, щоб не було протягів, - виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати на відстані понад 2,5м, інакше в приміщенні можуть утворитися застійні зони; - припливні канали влаштовувати у верхній або середній частині приміщення та обладнувати дефлекторами для відведення потоків повітря від тварин [8].

Впровадження систем створення нормативного мікроклімату у приміщеннях для тварин позитивно вплине на якість продукції, на здоров'я тварин та обслуговуючого персоналу, а також це зекономить кошти підприємців.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савост'янова К.В. Зниження мікробного забруднення повітря у пташниках для утримання курей-несучок / К.В. Савост'янова, В.О. Мельник // Птахівництво: Міжвідомчий тематичний зб. -2008.- Вип. 61.- С. 155-162..
2. Новейшие беспроводные технологии на службе птицеводства. Микроклимат под контролем // Рекламный CD ООО «НПФ «Севекс». - 2004..
3. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema\\_2.htm](http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_2.htm) – Засоби теплопостачання та формування мікроклімату тваринницьких приміщень.
4. Лысенко В. Экологические и экономические перспективы птицеводческих хозяйств / В. Лысенко // Эффективное птахівництво та тваринництво.- 2004.- №4.- С. 24-26.
5. Косицын О.А. Совершенствование энергоэкономных инфракрасных электрообогревателей для цыплят-бройлеров / О.А. Косицын, Е.А. Овсянникова // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Тр. 4-й Международной науч.-техн. конф. г. Москва, ГНУ ВИЭСХ. - Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М., 2004. - С. 272-274.
6. Modern broilers require optimum ventilation // World Poultry-Elsevier. - 2000. – Vol. 16, № 11. - P. 30-31.
7. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://buklib.net/books/35527/> – Автоматизація створення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.
8. Науменко О.А. Машины та обладнання для тваринництва: підручник /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, В.М. Полупанов та ін.; за ред. І.Г. Бойка. – Том 1. – Харків: Видавництво ЧП «Черв'як», 2006. – 225с.

**Дедова Олена Володимирівна** – студентка групи ТГ-19м, ФБТЕГП, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [o.diedova2104@gmail.com](mailto:o.diedova2104@gmail.com).

Науковий керівник: **Іван Васильович Коц** – канд. техн. наук, професор кафедри теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [ivkots@i.ua](mailto:ivkots@i.ua)

**Diedova Olena** – student group TG-19m, Vinnytsia national technical university, **email:** : [o.diedova2104@gmail.com](mailto:o.diedova2104@gmail.com).

Supervisor: **Ivan V. Kots** – Ph. D., Professor of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: [ivkots@i.ua](mailto:ivkots@i.ua)



# ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ПРИРОСТУ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ УКРАЇНИ

ДП “ДерждорНДІ”

**Анотація.** В роботі приведені матеріали зміни складу парку транспортних засобів за період 2006 – 2017 р.р. для основних груп транспортних засобів за класифікацією EURO-6 (легкові автомобілі, вантажні легкі, вантажні середні, вантажні важкі автомобілі, автобуси середні, автобуси багаторічних візуальних обліків та даних з автоматичних лічильників обліку транспортних засобів. Підібрані параметри та функції зміни приросту інтенсивності для кожної з груп транспортних засобів.

**Ключові слова.** транспортні засоби, коефіцієнт приведення.

**Abstract.** The paper presents the materials of the change in the composition of the fleet of vehicles for the period 2006 - 2017 for the main groups of vehicles according to the EURO-6 classification (cars, light trucks, medium trucks, heavy trucks, medium buses, buses of long-term visual records and data from automatic Selected parameters and functions of change of intensity increase for each of groups of vehicles.

**Keywords.** The vehicles, reduction factor.

## Вступ

Встановити дані зміни складу транспортного потоку та коефіцієнтів приросту є досить непростий процес, який потребує збору даних їх аналізу та синтезу з наступним встановленням залежності зміни інтенсивності і складу руху транспортного потоку протягом року, так як кожна автомобільна дорога має свої особливості формування транспортного потоку. Тому основою для практичного визначення характеристик транспортного потоку для оцінки залишкового ресурсу дорожніх конструкцій є матеріали моніторингу.

На практиці ж часто виходить так, що проектні організації в роботі використовують інтенсивність руху транспортних засобів, визначену за 10-15 років, які передують початку робіт, збільшуючи їх на коефіцієнт приросту інтенсивності, не враховуючи, що відбулися зміни у складі транспортного потоку і параметрів руху автомобілів.

## Основна частина.

За даними виконаного аналізу (табл. 1) наведено результати зміни приросту інтенсивності до попереднього року на автомобільних дорогах державного значення за період 2005-2017 років.

Таблиця 1 - Зміна складу транспортного потоку на автомобільних дорогах державного значення України (міжнародного, національного та регіонального значення) за даними обліку руху 2005-2017 років

Значення автомобільної дороги та рік спостереження	Легкові, %	Вантажні легкі, %	Вантажні середні, %	Вантажні важкі, %	Автобуси середні, %	Автобуси важкі, %	Тягачі з напівприцепом, %	Тягачі з причепом, %	Мотоцикли та інші ТЗ, %
<b>Міжнародні</b>									
2005	54,38	14,65	10,36	8,75	3,30	2,56	2,81	3,41	0,01
2006	65,90	9,74	5,08	5,43	2,28	1,63	5,68	4,34	0,02

2007	65,90	9,74	5,08	5,43	2,28	1,63	5,68	4,34	0,02
2008	65,48	10,38	4,09	4,52	2,43	1,22	7,56	4,24	0,07
2010	62,91	11,31	4,34	5,08	2,79	1,34	7,83	4,37	0,02
2011	62,73	11,12	4,54	5,15	2,84	1,38	7,70	4,47	0,02
2012	60,38	10,38	3,65	3,71	1,90	0,60	14,28	5,02	0,00
2013	57,55	15,45	3,25	4,19	2,81	0,83	13,87	2,06	0,00
2014	59,67	13,66	3,43	4,14	2,09	0,90	13,84	2,27	0,00
2015	63,29	7,57	2,78	5,21	2,08	0,38	1,53	16,84	0,32
2016	65,49	3,11	0,88	8,76	3,33	3,94	12,14	2,35	0,00
2017	67,83	8,98	2,78	4,32	1,41	0,77	12,41	1,50	0,00
<b>Національні</b>									
2006	68,90	8,08	5,03	6,28	3,37	1,74	3,16	3,43	0,01
2007	68,90	8,08	5,03	6,28	3,37	1,74	3,16	3,43	0,01
2008	66,11	11,07	4,65	5,41	2,85	1,33	4,96	3,63	0,02
2010	62,46	12,00	4,69	5,92	2,78	1,20	6,43	4,51	0,00
2011	62,60	11,84	4,67	5,92	2,86	1,22	6,44	4,45	0,00
2012	61,16	11,88	3,59	5,41	1,08	0,44	11,16	5,27	0,00
2013	64,10	17,82	3,69	4,00	3,13	0,70	5,63	0,93	0,00
2014	64,77	13,51	3,30	4,21	2,83	0,46	8,20	2,72	0,00
2015	72,08	7,91	3,81	6,86	3,34	0,49	2,56	1,33	0,05
2016	69,94	3,68	0,98	8,68	3,20	4,01	7,45	2,07	0,00
2017	73,46	9,50	2,92	4,20	1,65	0,40	6,55	1,32	0,00
<b>Регіональні</b>									
2006	64,83	10,55	5,46	6,19	2,67	2,21	3,60	4,48	0,00
2007	64,91	10,53	5,44	6,18	2,67	2,21	3,59	4,46	0,00
2008	64,60	11,43	5,00	5,49	2,71	1,09	6,20	3,36	0,11
2010	63,91	12,19	4,76	5,81	3,01	1,14	5,53	3,60	0,04
2011	63,14	11,57	4,72	5,40	2,81	1,07	7,40	3,78	0,11
2012	63,07	12,22	5,15	5,15	2,21	0,46	7,87	3,87	0,00
2013	61,48	17,45	4,11	4,87	3,26	0,51	6,71	1,61	0,00
2014	65,88	12,75	3,88	4,55	2,56	0,28	8,03	2,06	0,00
2015	75,86	12,74	3,95	2,75	2,90	0,26	0,79	0,72	0,04
2016	70,52	4,13	1,25	8,36	3,66	3,70	5,78	2,58	0,01
2017	71,30	9,83	3,23	4,43	1,94	0,27	7,32	1,65	0,00

У таблиці 2 наведені дані зміни коефіцієнту приросту інтенсивності до першого року спостереження.

Таблиця 2. Коефіцієнти приросту транспортного потоку по типах транспортних засобів на автомобільних дорогах державного значення за період 2005-2017 років

Значення автомобільної дороги та рік спостереження	Легкові,	Вантажні легкі	Вантажні середні	Вантажні важкі	Автобуси середні	Автобуси важкі	Тягачі з напівприцепом	Тягачі з причепом	Мотоцикли та інші ТЗ
<b>Міжнародні</b>									
2006	1,21	0,66	0,49	0,62	0,69	0,64	2,02	1,27	3,72
2007	1,21	0,66	0,49	0,62	0,69	0,64	2,02	1,27	3,72
2008	1,20	0,71	0,39	0,52	0,74	0,48	2,69	1,24	1,34
2010	1,16	0,77	0,42	0,58	0,85	0,53	2,79	1,28	3,20

2011	1,15	0,76	0,44	0,59	0,86	0,54	2,74	1,31	3,83
2012	1,11	0,71	0,35	0,42	0,58	0,23	5,08	1,47	0,00
2013	1,06	1,05	0,31	0,48	0,85	0,32	4,94	0,60	0,00
2014	1,10	0,93	0,33	0,47	0,63	0,35	4,92	0,67	0,00
2015	1,16	0,52	0,27	0,60	0,63	0,15	0,54	4,94	2,04
2016	1,20	0,21	0,09	1,00	1,01	1,54	4,32	0,69	0,40
2017	1,25	0,61	0,27	0,49	0,43	0,30	4,41	0,44	0,00
<b>Національні</b>									
2006	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2007	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2008	0,96	1,37	0,92	0,86	0,84	0,76	1,57	1,06	3,09
2010	0,91	1,48	0,93	0,94	0,83	0,69	2,04	1,32	0,00
2011	0,91	1,46	0,93	0,94	0,85	0,70	2,04	1,30	0,00
2012	0,89	1,47	0,71	0,86	0,32	0,25	3,54	1,54	0,00
2013	0,93	2,21	0,73	0,64	0,93	0,40	1,78	0,27	0,00
2014	0,94	1,67	0,65	0,67	0,84	0,26	2,60	0,79	0,00
2015	1,05	0,98	0,76	1,09	0,99	0,28	0,81	0,39	2,45
2016	1,02	0,46	0,19	1,38	0,95	2,30	2,36	0,60	0,00
2017	1,07	1,18	0,58	0,67	0,49	0,23	2,07	0,39	0,00
<b>Регіональні</b>									
2006	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2007	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
2008	1,00	1,08	0,92	0,89	1,02	0,49	1,72	0,75	1,14
2010	0,99	1,16	0,87	0,94	1,13	0,52	1,53	0,80	0,44
2011	0,97	1,10	0,87	0,87	1,05	0,48	2,05	0,84	1,06
2012	0,97	1,16	0,94	0,83	0,83	0,21	2,18	0,87	0,00
2013	0,95	1,65	0,75	0,79	1,22	0,23	1,86	0,36	0,00
2014	1,02	1,21	0,71	0,73	0,96	0,13	2,23	0,46	0,00
2015	1,17	1,21	0,72	0,44	1,08	0,12	0,22	0,16	0,42
2016	1,09	0,39	0,23	1,35	1,37	1,68	1,60	0,58	0,09
2017	1,10	0,93	0,59	0,71	0,73	0,12	2,03	0,37	0,00

### Висновки:

У результаті роботи встановлено, що неможливо встановити математичні закономірності, які дають змогу прогнозувати зміну приросту інтенсивності та складу транспортного потоку із заданою ймовірністю, що необхідно при розрахунках конструкцій дорожнього одягу на динамічну дію навантаження.

За результатами отриманих даних є можливість приведення фактичної інтенсивності руху до розрахункового нормативного навантаження, для цього необхідно розглянути марки конкретних транспортних засобів вітчизняного та закордонного виробництва, які найбільш часто рухаються автошляхами України та визначити сумарну інтенсивність руху розрахункових осей за весь строк служби.

Отримані значення зміни приросту інтенсивності вантажних автомобілів необхідно використовувати при:

- проектуванні конструкцій дорожніх одягів жорсткого та нежорсткого типів;
- розрахунку мостів та труб;
- контролі на пунктах вагового контролю (стаціонарних та пересувних);
- розробці конструктивних схем автомобілів;

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛПЕРАТУРИ

1. Гамеляк І.П., Райковський В.Ф. Встановлення параметрів режиму руху транспортних засобів для проектування дорожнього одягу Вісник Національного університету "Львівська політехніка" : [збірник

наукових праць] / Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – № 662 : Теорія і практика будівництва / відповідальний редактор З. Я. Бліхарський. – 368 с. : іл. С. 118 – 125.

2. Гамеляк І.П., Райковський В.Ф. Аналіз зміни коефіцієнтів приросту інтенсивності транспортних засобів в часі для автомобільних доріг України // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. К.: НТУ, Вип. 94, Науково – технічний збірник, 2015. – С. 226 – 238.

3. Gameliak I.P., Raikovsky V.F Change of coefficients of growth and composition Of the flow of transport in transport of ukrainian roads Міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні конструкції та інноваційні будівельні матеріали», 14 травня 2020 року м. Херсон, С. 8 – 12.

4. Гамеляк І.П., Райковський В.Ф. Встановлення параметрів режиму руху транспортних засобів для проектування дорожнього одягу// Теорія і практика будівництва. - Львів.: Вісник НУ Львівська політехніка, № 662, 2010. – С.116 – 125.

***Райковський Віталій Францевич*** - завідувач сектором науково-технічного супроводу Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут». E-mail: [vintikntu@ukr.net](mailto:vintikntu@ukr.net)

***Raikovsky Vitaly Frantsevich*** - Head of the Sector of Scientific and Technical Support of the State Enterprise "State Road Research Institute". E-mail: [vintikntu@ukr.net](mailto:vintikntu@ukr.net)

# СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Проаналізовано сучасний стан і розвиток енергозберігаючих технологій з визначенням їх питомої ваги при застосуванні в приватних житлових будинках. Запропоновано шляхи вирішення питання енергозбереження в приміщеннях котеджу. Встановлено, що влаштування систем забезпечення мікроклімату з застосуванням альтернативних джерел енергії високої початкової вартості в житловому будинку є економічно доцільним, простим і практичним у подальшому використанні, так як правильно зроблена система гарантує надійність і тривалість її експлуатації.*

**Ключові слова:** енергоефективність, мікроклімат, приватний будинок, енергозбереження, відновлювальні джерела енергії

## Abstract

*The current state and development of energy-saving technologies are analyzed with the determination of their specific weight when used in residential buildings. Ways to solve the problem of energy saving in the cottage are proposed. It is established that installation of microclimate systems with the use of alternative energy sources of high initial cost in a residential building is economically feasible, simple and practical for further use, as a properly made system guarantees the reliability and duration of its operation.*

**Keywords:** energy efficiency, microclimate, hospital, energy-savings, renewable energy sources

## Вступ

Виходячи з наявного стану справ у світі і нашій країні можна стверджувати, що влаштування сучасних автономних житлових будинків із ефективними системами опалення та вентиляції, які є автоматизованими і програмованими, є необхідністю. Інженерні мережі, які забезпечать створення мікроклімату, є основними споживачами теплової та електричної енергії і від рівня їх енергоефективності залежить загальне споживання енергоносіїв будинком. Нормативні документи накладають ряд обмежень на влаштування систем вентиляції, опалення і кондиціонування, зокрема з позиції енергозбереження [1,2]. Тому техніко-економічне порівняння можливих варіантів влаштування внутрішніх систем забезпечення мікроклімату та розроблення їх проектних рішень є актуальною задачею.

Метою дослідження є аналіз енергоефективних систем мікроклімату в житловому будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

## Основна частина

Проектуючи енергоефективну систему, слід застосовувати інноваційні технології [1-7], а саме:

1. Зменшення тепловтрат в усіх елементах будинку (утеплення, вікна, стеля, підлога, наявність підвалу, горища, ізоляція усіх інженерних мереж і т.п.).

2. Влаштування індивідуальної котельні із застосуванням твердопаливних котлів або джерело когенерації енергії зменшує втрати тепла завдяки від'єднанню від зовнішніх теплових мереж, скорочує до 15 % втрати тепла за рахунок повнішої відповідності між режимами виробництва тепла та його споживанням.

3. Встановлення рекуператорів чи мікро-спліт систем з індивідуальним регулюванням температурного режиму і утилізації тепла витяжного повітря. Завдяки цьому досягається енергозбереження до 75 % теплової енергії.

4. Заощадження електроенергії, що витрачається на загальнобудинкові потреби, шляхом автоматизації усіх елементів будинку та функцією дистанційного управління [4].

Більшої енергоефективності систем створення мікроклімату житлового будинку при реалізації перерахованих заходів можна досягти шляхом використання нетрадиційних відновлювальних джерел енергії. Такими джерелами є: використання сонячної енергії за допомогою сонячного колектора та систем пасивного сонячного опалення; використання геотермальних вод; використання низькопотенційної теплової енергії ґрунту та ґрунтових вод, а також утилізацією теплових викидів за допомогою теплових насосів.

Найдоцільніший варіант енергозбережних заходів необхідно вибирати з урахуванням величини мінімальних зведених капітальних витрат та щорічних експлуатаційних витрат. Орієнтовна вартість таких систем 250-450 тис. грн. без утеплення будинку. Влаштування дистанційного управління та автоматизація процесу потребує додаткових 20-40 тис грн.

### Висновки

Скорочення витрат фінансів та енергоресурсів шляхом влаштування ефективних сучасних енергозберігаючих систем, зокрема систем забезпечення мікроклімату житлових будинків з використанням альтернативних джерел енергії, є очевидним. Енергоефективні якісні системи суттєво зменшують витрати на подальшу їх експлуатацію і обслуговування, тому будь-яка з запропонованих систем буде ефективною. Для підтримання якісної роботи системи необхідно розробити і контролювати організаційно-економічний механізм вкладання інвестицій в проект створення мікроклімату будинку з використанням відновлювальних джерел енергії та максимально автоматизувати систему.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню: ДСТУ 2155-93 – К. : Держстандарт України. – 2019. – 13 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013: Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2019. - 141 с.
3. Лялюк О.Г. Проекти енергозбереження – один із напрямків залучення інвестицій / Лялюк О.Г., Ратушняк Г.С. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 125-128.
4. Лялюк О. Г. Енергозбережні технології в будівництві/ Лялюк О.Г.// Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. - № 4. - с. 20-23.
5. ДБН В.2.2-15:2019: Житлові будинки. Основні положення. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2019. - 44 с.
6. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посібник / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула, К.В. Анохіна. – Вінниця, ВНТУ. – 170 с.
7. Низькопотенційна енергетика: навч. посібник / А.О. Редько, М.К. Безродний, М.В. Загорученко, О.Ф. Редько, Г.С. Ратушняк, М.Г. Хмельнюк. – Харків, ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. – 412 с.

***Ратушняк Георгій Сергійович** – зав. кафедри інженерних систем у будівництві, професор, Вінницький науковий технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ratusnag@gmail.com](mailto:ratusnag@gmail.com)*

***Пригода Костянтин Сергійович** - студент групи ТГ-19м факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: [kprighoda74@gmail.com](mailto:kprighoda74@gmail.com)*

***Ratushnyak Georgy Sergeevich** - head Department of Engineering Systems in Construction, Professor, Vinnytsia Scientific and Technical University, Vinnitsa e-mail: [ratusnag@gmail.com](mailto:ratusnag@gmail.com)*

***Prighoda Kostiantyn** – student of the TG-19m group of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power and Gas Supply of Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa*

## Дослідження режимів ущільнення бетонних сумішей глибинними вібраторами з гідроімпульсним приводом

Вінницький національний технічний

**Анотація** Якість і довговічність звичайного бетону безпосередньо залежить від кількості та форми порожнеч, тому, щоб отримати міцний бетон, необхідно зменшити кількість повітря, що затримується всередині бетону, що зазвичай робиться за допомогою вібрації бетону на стадії змішування або стадії лиття. Розроблене навісне вібраційне обладнання з гідравлічним приводом від базової гідрофікованої вантажопідійомної машини. Проведені випробування, які підтвердили придатність і практичну доцільність цього устаткування до застосування у будівельній галузі.

**Ключові слова:** бетон, бетонні суміші, вплив вібрацій, глибинне ущільнення, гідропривод, вібробудувач

**Annotation** The quality and durability of normal concrete directly depends on the number and the shape of voids, so, in order to produce durable concrete, it is necessary to reduce the amount of air that is trapped inside the concrete, which is usually done by vibrating the concrete in the mixing stage or the casting stage. Developed mounted vibration equipment with hydraulic drive from the basic hydrated lifting machine. Tests were conducted, which confirmed the suitability and practical feasibility of this equipment for use in the construction industry.

**Keywords:** concrete, concrete mixes, influence of vibrations, deep consolidation, hydraulic drive, vibrating exciter

### Вступ

Бетон – це результат прагнення виготовити міцний та дешевий будівельний матеріал, який би забезпечив швидке та недороге будівництво з прийнятною довговічністю конструкції. Перша мета по суті була досягнута, тоді як у питанні міцності бетон все ще відстає від свого зразка для наслідування: природного каменю. Ось чому в сучасних вимогах довговічність приймається як параметр якості, настільки ж важливий, як параметри стабільності конструкції.

Вперше віброуцільнювачі в бетоні було запропоновано в 1951 році французьким інженером Еженом Фрейсине. Спосіб виявився настільки ефективним, що з того стали застосовуватися на будівельних об'єктах у всьому світі. З того часу, коли L'Hermite перевіряв вплив вібрацій на поведінку свіжого бетону, до цього часу було багато робіт на цю тему. Однак все ще можливо стверджувати, що теорія та механізм коливань у бетоні, тобто кореляція між джерелом коливань та поведінкою свіжого бетону, недостатньо вивчена [7-10]. Глибинні вібратори призначені для видалення повітря з бетонної суміші. Будівельники часто називають глибинні вібратори «зануреними». На будівельному майданчику при монолітних роботах глибинні вібратори для бетону – просто незамінний пристрій. Це завдяки тому, що глибинні вібратори для бетону здатні істотно заощадити час, необхідний для виконання будівельних робіт, а також ще й підвищити текучість бетону та рівномірно розподілити бетонну суміш за опалубкою.

Відомі глибинні віброуцільнювачі бетонних сумішей, що містять двояковипуклі корпуси з розміщеними в них дебалансними вібробудувачами коливань [2]. Зокрема, відомо ряд технічних рішень в яких застосовуються електромагнітні вібратори з рухомими стінками, що містять корпус в вигляді двох зв'язаних по периметру гнучких мембран і розміщений між ними вібробудувач

коливань [7,8]. До недоліків цих відомих пристроїв відносять недостатню інтенсивність процесу ущільнення бетонної суміші, причому, відсутність коливань рамки і значні поперечні розміри вібраторів, що викликані розміщенням між діафрагмами вібробудника коливань, ускладнюють процес занурення останніх в бетонну суміш.

### Виклад основного матеріалу

Мета запропонованої розробки – інтенсифікація процесу ущільнення. Ця мета досягається тим, що в пристрої для глибокого віброущільнення бетонних сумішей, що містить порожнистий з гнучких пластин корпус, всередині розміщений збудник спрямованих коливань, кожна гнучка пластина корпусу виконана з конічним виступом, внутрішня поверхню якого контактує з елементом шарнірної опори з одним з торців збудника спрямованих коливань, а жорсткість однією з гнучких пластин перевищує жорсткість іншої. Опора виконана у вигляді кульового шарніра.

На рисунках зображено пристрій для глибокого віброущільнення з гідроімпульсним приводом [1, 4, 6]: загальний вигляд показаний на рис.1; на рис. 2 – розріз по Б-Б на рис. 1; розріз по А-А на рис. 1.

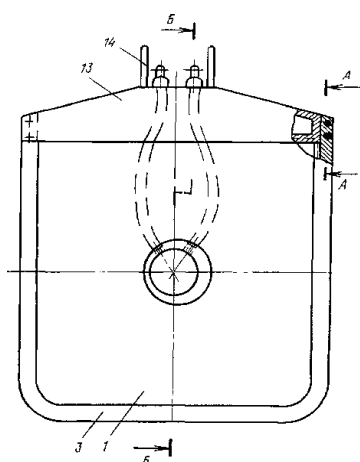


Рис. 1

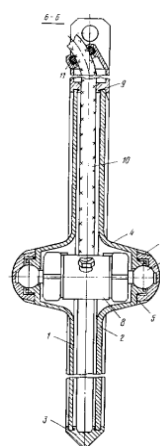


Рис. 2

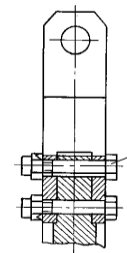


Рис. 3

Рисунки: Пристрій для глибокого віброущільнення з гідроімпульсним приводом

Пристрій для глибокого віброущільнення бетонних сумішей містить порожнистий корпус з гнучких пластин 1 і 2, пов'язаних по периметру рамкою 3, виконаної у вигляді вигнутого трикутного профілю з пазами. Гнучкі пластини 1 і 2 облаштовані з конічними виступами 4, днищами 5, які виконані сферичними і в них за допомогою гайок 6 змонтовані кульові шарніри 7. Між останніми розміщений гідро приводний вібробудник 8 спрямованих коливань.

Гнучкі пластини 1 і 2 виконані з різною жорсткістю, причому жорсткість однієї з них перевищує жорсткість іншої приблизно у 1,5...2 рази. З огляду на нерівні жорсткості гнучких пластин 1 і 2, гідроприводний вібробудник спрямованих коливань 8 чинить силову дію на пластини з однаковими і протилежно направленими зусиллям, що викликає їх нерівні амплітуди коливань (тобто прогини – пружні деформації пластин), які створюють, в свою чергу, нерівний динамічний тиск бетонної суміші по обидві площині пристрою. В результаті цього корпус зміщується до рівноважного положення в сторону меншого динамічного опору, створюючи при цьому врівноважений вплив на бетонну суміш всією площиною корпусу, в тому числі і рамкою 3. Коливання всієї площини корпусу пристрою сприяють інтенсивному ущільненню бетонної суміші, а коливання рамки 3 прискорюють процес занурення його в бетонну суміш.



Нижня межа коливань обирається, виходячи з мінімальної амплітуди коливань пластин (тобто прогини в межах пружних деформацій), яка здатна чинити силову дію на бетонну суміш. Верхнє відношення жорсткості є найбільш ефективним, так як дозволяє реалізувати максимально можливу допустиму амплітуду коливань рамки, що, в свою чергу, дозволить здійснювати найбільш інтенсивний процес занурення в бетонну суміш. По периметру гнучкої пластини розташовані заокруглення, які входять в паз рамки 3. Герметичність з'єднання забезпечується ущільненням 9. Трубопровід 10 високого тиску з герметизуючи ми ущільнювачами 11 з'єднує гідроприводний віброзбудник 8 направлених коливань з джерелом тиску з привідною насосною станцією та генератором гідравлічних імпульсів тиску робочої рідини (не показаний). У верхній частині вільні кінці рамки 3 пов'язані болтами 12 з траверсою 13, на якій закріплені кронштейни 14 для кріплення пристрою.

Пристрій для глибинного віброущільнення працює так. Робоча рідина, що під змінним тиском, керування яким здійснюється генератором гідравлічних імпульсів, від насосної станції подається до гідроприводного віброзбудника 8 спрямованих коливань, викликає його зворотно-поступальні рухи із заданою амплітудою і частотою. Через кульові шарніри 7 коливання передаються на гнучкі пластини 1 і 2, які деформуються в межах пружної деформації на величину власного прогину, відповідно до пропорційності їх жорсткостей, але в сумі рівно до величини робочого ходу гідроприводного віброзбудника спрямованих коливань. При попередньому зануренні пристрою в більш щільне середовище, ніж повітря, наприклад, в бетонну суміш, на глибину занурення понад висоти рамки 3, нерівномірні амплітуди коливань гнучких пластин починають створювати нерівномірний динамічний тиск по обидві сторони корпусу, викликаючи його коливання. Вібрація корпусу, в тому числі, рамки 3, сприяє інтенсифікації ущільнення бетонної суміші і подальшого (після попереднього) занурення пристрою в бетонну суміш. Незначні поперечні розміри корпусу зменшують зусилля першого початкового занурення в бетонну суміш на висоту рамки, а при вилученні з бетонної суміші не створюють незатоплюваних порожнин.

Таким чином, з'єднання гідроприводного віброзбудника коливань з днищем кожного конічного виступу за допомогою кульової шарнірної опори збільшує довговічність гнучких рухомих деталей, а також місць з'єднання конічних виступів з кожною пластиною. У даній конструкції кожна гнучка пластина з конічним виступом виконана з можливістю повертатися на кульовому шарнірі, а вигинальний момент в місцях контакту при цьому розподіляється по всій площині пластини. Форма виступу у вигляді усіченого конуса (з похилою бічною поверхнею) створює складову збурюючого зусилля від гідроприводного віброзбудника коливань, що спрямоване у напрямку занурення в товщу бетонної суміші (перпендикулярно до дії віброзбудника). Ця складова сприяє інтенсивному зануренню виступу в бетонну суміш, що в кінцевому рахунку дозволяє інтенсифікувати процес ущільнення бетонної суміші.

Відповідним налагодженням генератора гідравлічних імпульсів тиску робочої рідини, а також регулюванням продуктивності привідного насоса, можна в широких межах змінювати робочі параметри віброущільнення здійснюваного гідроприводним віброзбудником глибинного вібратора внаслідок зміни частоти і амплітуди коливань корпусу 3 пристрою та гнучких пластин 1 і 2, тривалості проходження силового імпульсу в ущільнюваному середовищі.

## **Висновки**

Згідно запропонованого конструктивного рішення був виготовлений лабораторний зразок у вигляді навісного змінного устаткування на гідравлічний екскаватор, попередні випробування якого показали його високу ефективність при ущільненні бетонних сумішей у виробничих умовах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент на корисну модель № 17231 У Україна, МПК6 В28В 1/08. Гідравлічний вібратор для глибинного ущільнення бетонної суміші / І.В. Коц, О.П. Сліпенька, С.Б. Сторожук, І.І. Ніколайчук.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u200603245; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9.
2. А.с. СССР № 340759, М.Кл. В28в 21/08, Е04г 21/08. Глубинный виброуплотнитель / О. А. Савинов, Н.Я. Цукерман, А.А. Равкин, Б.Г. Гольдштейн и др.; заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – № 1409231; заявл. 02.03.1970; опубл. 05.06.1972, Бюл. № 18.
3. А.с. СССР № 1090827, М.Кл. Е04г 21/08, В28в 21/08. Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей / А.Н. Вишневков; заявитель: Пермский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института буровой техники. – № 3465320/29-33; заявл. 06.05.1982; опубл. 07.05.1984, Бюл. № 18.
4. А.с. СССР № 1728440, М.Кл. Е04г 21/08. Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей / И.В. Коц, В.С. Павленко; заявитель Винницкий политехнический институт – № 4666921/33; заявл. 27.03.1989; опубл. 23.04.1992, Бюл. № 15.
5. Maslov O. The Theory of Concrete Mixture Vibratory Compacting / O. Maslov, Janar Batsaikhan, Yu. Salenko. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol. 7 (3.2) – p.p. 239–244.
6. Иванов М. Е. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М. Е. Иванов, И. Б. Матвеев, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. А. Пишенин, И. В. Коц // Монография. – Москва : Машиностроение, 1977. – 174 с.
7. Neville AM. *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited; 2000. [ [Links](#) ]
8. Wünsch O. Oscillating sedimentation of spheres in viscoplastic fluids. *Rheologica Acta*. 1994; 33:292-302. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00366955>
9. American Concrete Institute – ACI. ACI Committee 309: *Behaviour of Fresh Concrete During Vibration*. *ACI Journal*. 1981; 78(1):36-53.
10. American Concrete Institute – ACI. ACI Committee 309: *Behaviour of Fresh Concrete During Vibration*, Reapproved. ACI; 1998; 96(1):51-62.

**Куриленко Юрій Петрович** аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [urakurilenko1@gmail.com](mailto:urakurilenko1@gmail.com)

**Коц Іван Васильович** кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

**Kurilenko Yuriy P.**, graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [urakurilenko1@gmail.com](mailto:urakurilenko1@gmail.com)

**Kots Ivan V.**, PhD, professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

## КРИТЕРІЇ НАЙДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У роботі описано критерії надійності систем вентиляції та кондиціонування на випадок доцільного використання у житлових та громадських будівлях.*

**Ключові слова:** система вентиляції, класифікація, надійність технічних систем, інженерний розрахунок.

### Abstract

*This paper describes criteria for the reliability of ventilation and air conditioning systems in case of appropriate use in residential and public buildings.*

**Keywords:** ventilation system, classification, reliability of technical systems, engineering calculation.

### Вступ

Ефективність вентиляційної системи впливає на чистоту повітря в приміщенні, на здоров'я людей, які знаходяться в даному приміщенні. Робота вентиляційних систем без відмов гарантує створення нормативного мікроклімату в приміщенні. Правильна вентиляція в будинку виконує дві функції – видалення відпрацьованого повітря і подача чистої повітряної суміші з вулиці [1,2].

Надійність системи вентиляції, як технічної системи, характеризує здатність забезпечувати в заданих режимах та умовах її застосування та технічних інструментів. Вона обумовлюється такими важливими показниками, як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість [3-4,6].

Атмосфера житлових кімнат забруднюється кількома продуктами життєдіяльності людей:

- Водяна пара, що виділяється при диханні і під час приготування їжі;
- Вуглекислий газ та інші шкідливі сполуки у невеликих кількостях;
- Різноманітні неприємні запахи

Метою роботи є аналіз критеріїв надійності систем вентиляції.

### Результати дослідження

Технічні параметри є одними з основних чинників довговічності, а так і надійності системи вентиляції та кондиціонування, що забезпечують основні фактори підбору та встановлення обладнання системи у житлових та громадських будівлях. До основних параметрів входять такі як ефективність роботи, продуктивність і втрати тиску, потужність.

Якість роботи місцевої витяжної вентиляції може бути оцінено різними групами критеріїв, що складає три основні групи параметрів: технічні параметри; економічні параметри, що враховують власне економічні показники, а також рівень енергоспоживання; функціональні параметри, що включають надійність роботи (стійкість до абразивного, корозійного дії, залипання і засмічення та т.п.) і характеристики електро-, вибухо-, і пожежобезпеки та довговічність у використанні.

При появі відмови вентиляційна система перестає виконувати своє основне функціональне призначення, а саме забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні, необхідних санітарно-гігієнічних вимог якості повітря робочих зон і приземного шару атмосфери. З огляду на специфіку функціонування систем вентиляції, до основних критеріїв безвідмовності цих систем можна віднести ймовірність безвідмовної роботи, частоту виникнення відмов, інтенсивність виникнення відмов, середній час безвідмовної роботи, напрацювання на відмову (середній час роботи між відмовами).

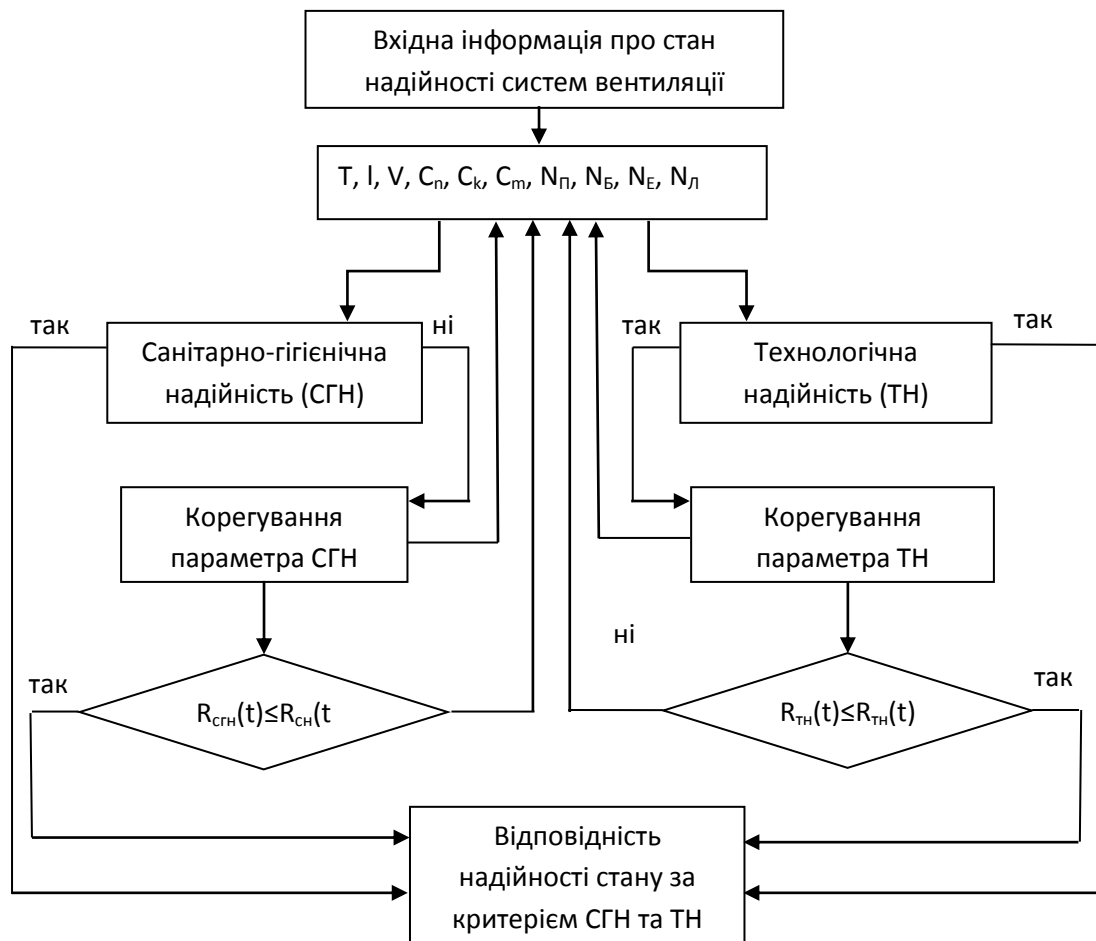
Розрахунок надійності за інженерною методикою включає в себе два підходи: точний розрахунок при наявності статистичних даних і наближений розрахунок по відомим математичним залежностям. Розрахунок має три основних етапи: подання вихідних даних, визначення основних критеріїв надійності, розрахунок величини ймовірності безвідмовної роботи за обраним законом розподілу.

Покращення мікроклімату в приміщеннях дозволяє поліпшити забезпечення здоров'я людей та підвищити продуктивністю їх праці. На сьогоднішній день недостатня розроблена методології та критерії оцінки надійності систем вентиляції. Дослідженням надійності систем вентиляції присвячені роботи [3-10]. За показники надійності вентиляційних систем приймають імовірно-статистичні показники безвідмовності забезпечення унормованих кількісних та якісних показників повітряного середовища приміщень [3]. Більшість показників критеріїв надійності вентиляційних систем отримують з використанням статистичних методів, які враховують вплив факторів на безвідмовність окремих елементів і в цілому системи на кількісний та якісний стан повітряного середовища приміщень. На сьогоднішній день актуальним є розроблення моделей для комплексної оцінки надійності систем вентиляції.

Надійність та підтримання необхідного мікроклімату в приміщеннях визначається санітарно-гігієнічними та технологічними чинниками кількісні та якісні критерії забезпечення надійності. Комфортне санітарно-гігієнічні умови людини в приміщенні визначається такими факторами: температура  $T$  та вологість  $l$  повітря, швидкість руху повітряних потоків  $V$ , вміст пилу  $C_p$ , вміст шкідливих газів  $C_g$ , вміст кисню  $C_k$  та вміст шкідливих мікроорганізмів  $C_m$ .

Кількісні та якісні критерії, що впливають на технологічність надійність систем вентиляції, є такими: проектні рішення ( $N_p$ ), будівельно-монтажні роботи ( $N_b$ ), експлуатації ( $N_e$ ) та людський фактор ( $N_l$ ).

Запропоновано структурно-алгоритмічну модель оцінювання надійності систем вентиляції з врахуванням критеріїв, що враховують санітарно-гігієнічну та технологічну надійність.



Структурно-алгоритмічна модель оцінки надійності системи вентиляції

Імовірність безвідмовної роботи вентиляційної системи визначається як функція, що враховує імовірність безвідмовної роботи за санітарно-гігієнічними вимогами ( $R_{сгн}(t)$ ) та за технологічними показниками ( $R_{тн}(t)$ )

$$R(t) = f[R_{\text{сгн}}(t) + t_{\text{тн}}(t)], \quad (1)$$

Одним із критеріїв надійності систем вентиляції, як одного із видів технічної системи, є імовірність її безвідмовної роботи протягом проектного терміну експлуатації

$$N_B = R(t) = 1 - F(t) = P(t \leq K). \quad (2)$$

де  $R(t)$  – імовірність безвідмовної роботи вентиляційної системи;  
 $t$  – час імовірності виходу із ладу вентиляційної системи;  
 $F(t)$  – імовірність виходу із ладу вентиляційної системи;  
 $P$  – імовірність відмови вентиляційної системи;  
 $K$  – значення критерію, що характеризує безвідмовну роботу.

### Висновки

1. Аналіз літературних джерел з оцінювання надійності технічних систем, різноманітністю яких є система вентиляції, якісна та безвідмовна робота системи вентиляції визначається такими основними критеріями як забезпечення нормованих кількісних та якісних санітарно-гігієнічних вимог та технологічних чинників.
2. Використання запропонованої структурно-алгоритмічної моделі дозволяє відстежити причинно-наслідковий розвиток взаємодії критеріїв із забезпечення ймовірності безвідмовного функціонування системи вентиляції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В 2.5-67:2013. – Мінрегіон України. – К. : 2013. – 146 с.
2. Системи вентиляції. Загальні вимоги: ДСТУ Б.А. 3.2-12:2019: Мінрегіонбуд України. – 2010. – 8 с.
3. Вентилювання приміщень / С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбуш, З. С. Люльчак: Навч. посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», - 2007. – 476 с.
4. Галкина Н.И. Надежность работы систем местной вытяжной вентиляции // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №5 (2013) <https://naukovedenie.ru/PDF/08trgsu513.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
5. Капур К., Ламберсон Л. Надёжность и проектирование систем/ Под. ред. И.А. Ушакова; Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
6. Надежность и долговечность технических систем / Е.С. Переверзев. – М.: Высш. шк., 1993. – 312 с.
7. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
8. Райкин А.Л. Элементы теории надежности при проектировании технических систем, М.: Недра, 1967. – 318 с.
9. Ратушняк Г.С., Степанковський Р.В. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія. – Вінниця: ВНТУ. – 2015. – 112 с.
10. Mechanical Ventilation in Office Buildings and the Sick Building Syndrome. An Experimental and Epidemiological Study Jaakkola1, Olli P. Heinonen2, Article first published online: 22 APR 2004. DOI: 10.1111/j.1600-0668.1991.02-12.x.

**Ратушняк Георгій Сергійович** – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університету, м. Вінниця, email: ratusnag@gmail.com

**Юзькова Єлизавета Платонівна** – студентка, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email [elizabethka2001@gmail.com](mailto:elizabethka2001@gmail.com).

**Лялюк Андрій Олександрович** – студент, Вінницький національний технічний університет

**Ratushnyak Georgiy** – Ph.D. (Engineering), Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Heat and Gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

**Yuzkova Elizaveta** student, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.

**Lyalyuk Andrii** - student, Vinnytsia National Technical University

## ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ СЛАБКИХ ҐРУНТІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Авторами виконано наукове дослідження відомих методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ будівель і споруд. В результаті цього дослідження встановлено, що найбільш перспективним методом підвищення міцності несучих основ є ін'єктування цементного чи іншого скріпного розчину під визначеним тиском. Ін'єкційний метод підсилення ґрунтових масивів має ряд суттєвих переваг у порівнянні з іншими методами, а саме: простота виконання робіт, гарантована надійність та міцність основ, можливість використання в будь-яких геологічних умовах. Проведений аналіз показав особливі переваги нового методу закріплення ґрунтових масивів, сутність якого полягає у додатковому накладенні на стаціонарний потік скріпного розчину створених періодичних імпульсів тиску.*

**Ключові слова :** ін'єктор, ін'єкційне нагнітання розчину, методи відновлення та підсилення ґрунтових масивів, силікатизація, цементация

### *Annotation*

*The authors performed a scientific study of known methods of restoration and strengthening of soil massifs of bearing foundations of buildings and structures. As a result of this study, it was found that the most promising method of increasing the strength of load-bearing bases is the injection of cement or other fastening solution under a certain pressure. The injection method of soil reinforcement has a number of significant advantages over other methods, namely: ease of work, guaranteed reliability and strength of the foundations, the possibility of use in any geological conditions. The analysis showed the special advantages of a new method of fixing soil massifs, the essence of which is the additional imposition on the stationary flow of the binding solution of the created periodic pressure pulses.*

**Key words:** injector, injection of solution, methods of restoration and strengthening of soil massifs, silicateization, cementation

### **Вступ**

**Актуальність проблеми.** При тривалій експлуатації об'єктів, доріг, споруд, будинків, а також ряду інших причин можуть відбуватися зміни фізико-механічних властивостей ґрунтового масиву, утворюватись ослаблені, водопроникні, розуцільнені зони. Утворення розуцільнених зон в інженерній споруді або поблизу її, безумовно сприяє розвитку аварійних ситуацій. Для стабілізації масиву і запобігання аварійної ситуації необхідно перевести ослаблену, розуцільнену зону до її первісних властивостей.

В наш час існують різні технології із підсилення ґрунтових основ, як при реконструкції споруд, так і при новому будівництві. Кожна технологія має певний ряд переваг і недоліків. Значними недоліками окремих із цих технологій є обмежена можливість їх застосування лише у визначених діапазонах ґрунтових умов, а також відсутність чітких рамок їх застосування. Вибір методу підсилення повинен бути науково та економічно обґрунтований і забезпечувати надійну та безаварійну роботу фундаменту. Питанням ін'єкційного закріплення ґрунтів займалися такі вчені: В.М. Марголін, А.Р. Ржаніцин, Е. Мааг, А.Н. Адамович, А. Камбефор, Т.С. Каранфілов А.А. Горбунов, Ю.А. Богомоллов, Д.В. Власов, М.Л. Зоценко, С.І. Головка та інші [1-3]. Однак розроблені рекомендації та отримані залежності авторів є не досить досконалыми в питаннях, які пов'язані із розповсюдженням технологічного розчину в товщі ґрунтового масиву, визначенням максимального радіусу та глибини нагнітання і потребують подальшого вивчення та уточнення. Необхідно ще також розв'язати ряд таких важливих питань як, наприклад: оптимальний час ін'єктування та визначення закономірностей зміни робочого тиску нагнітання при накладенні додаткового створених періодичних імпульсів тиску. Подібні питання на сьогоднішній день ще залишаються відкритими, а тому виникає

необхідність та є актуальним продовження дослідження процесів ін'єктування технологічних розчинів в ґрунтові масиви.

Ці обставини зумовлюють доцільність подальшого вдосконалення та розробки нової технології для інтенсифікації підсилення несучих основ споруд шляхом нагнітання твердіючих сумішей у ґрунтові масиви з використанням ін'єкційного устаткування. Одним з найбільш ефективних способів зміцнення основ фундаментів є гідроімпульсне ін'єкційне нагнітання технологічного розчину в основи під певним тиском за допомогою спеціальних пристроїв. З використанням ін'єкційного методу в даний час вирішується велике коло завдань механіки ґрунтів та фундаментобудування: підсилення ґрунтових основ; усунення їх просадних властивостей; підсилення фундаментів та зміна характеристик основи; стабілізація осідань будівель; влаштування протифільтраційних завіс тощо. Таким чином, подальша розробка нових технологій підсилення несучих основ споруд, зокрема, із використанням гідроімпульсного ін'єкційного устаткування та дослідження процесів пов'язаних з імпульсним нагнітанням розчинів, є актуальною проблемою.

### **Виклад основного матеріалу**

**Метою** даної роботи є розроблення обладнання для гідроімпульсного ін'єктування цементуючих розчинів при закріпленні ґрунтових основ споруд.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі:

- проводився аналіз відомих пристроїв та конструкцій для закріплення ґрунтових основ споруд;
- на основі здійсненого аналітичного огляду розроблено ряд нових принципових та конструктивних схем устаткування для закріплення ґрунтових основ споруд;
- розроблені теоретичні основи розрахунку параметрів процесу ін'єкційного закріплення ґрунтових основ із використанням запропонованого імпульсного устаткування;
- проведено експериментальну перевірку отриманих теоретичних результатів та виконати апробацію запропонованої технології на будівництві.

**Об'єкт** виконуваного дослідження – встановлення закономірностей процесів проникнення розчинів в пористі структури ґрунтових масивів, основи фундаментів, гірських порід, залізобетонних, бетонних та кам'яних конструкцій, що відбуваються при їхньому посиленні з використанням спеціального імпульсного ін'єкційного устаткування.

**Предмет** дослідження – обґрунтування впливу величини тиску та частоти повторюваності, асиметрії гідравлічних імпульсів нагнітання запропонованого ін'єкційного обладнання на зменшення сил тертя та збільшення проникності розчину при закріпленні ґрунтових основ споруд.

**Ідея** виконуваної роботи полягає у використанні нової технології підсилення та закріплення несучих основ споруд із використанням спеціального імпульсного ін'єкційного устаткування, яке дає змогу зменшити сили опору між середовищем та технологічним розчином, а як наслідок, зменшення в'язкості розчину та збільшення глибини проникності, що забезпечує збільшення активної площі фундаменту та підвищення його несучої здатності.

В результаті виконання наукових досліджень отримані такі результати:

1. Розроблено нові принципові і конструктивні рішення імпульсного ін'єкційного обладнання для практичного застосування при закріпленні ґрунтових основ споруд, яке відрізняється тим, що досягається зменшення коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя при нагнітанні ін'єкційного розчину, завдяки накладенню додаткового імпульсного навантаження на потік ін'єкційного розчину.

2. Запропоновано математичну модель процесу розповсюдження потоку ін'єкційної рідини при її імпульсній подачі в ґрунтові основи споруд із використанням запропонованого устаткування, яка базується на застосуванні диференційних рівнянь гідродинаміки течії неньютонівських рідин та конкретних граничних умов, що відповідають реальному фізичному процесу нагнітання.

3. Отримані критеріальні рівняння, що дозволяють визначити максимальну глибину проникнення технологічного струменя рідини з накладенням додаткового імпульсного навантаження, а також тривалість нагнітання порції технологічного розчину в ґрунт, в залежності від величини та частоти повторення гідравлічних імпульсів створюваних за допомогою запропонованого устаткування.

### **Висновки**

1. Виконано огляд відомих способів, пристроїв та обладнання для підсилення ґрунтових основ. На підставі здійсненого огляду були запропоновані нові принципові та конструктивні рішення пристроїв для підсилення ґрунтових масивів.

2. Наведені рівняння по визначенню максимальної глибини проникнення розчину та отримані залежності, які дозволяють визначити радіус розтікання розчину в пористій структурі ґрунту.

3. Аналіз отриманих експериментальних зразків показав більшу ефективність насичення отриманих структур при гідроімпульсному нагнітання розчинів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабаскин Ю.Г. Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог / Ю.Г. Бабаскин // Под. ред. И.И. Леоновича – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 177 с. Монография.
2. Камбефор А. Инъекция грунтов. Принципы и методы / А. Камбефор; [пер. с фр. Р.В.Казаковой, В.Б.Хейфица]. – М.: «Энергия», 1971. – 333 с.
3. Каранфилов Т.С. Определения величины радиуса закрепления грунтов при постоянном коэффициенте фильтрации. // Гидротехническое строительство №1. – М.: Госэнергоиздат, 1951. – С.39-42.
4. Сбитнев А.В. Особенности устройства буронабивных свай при подаче бетонной смеси под давлением / А.И. Осокин, А.В. Сбитнев, С.В.Татаринов // Промышленное и гражданское строительство: научн.-техн. и произв. журнал. – М., 2006. – №9. – С.65-66.
6. Бадьора Н.П. Порівняльний аналіз методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ споруд / Бадьора Н.П., Коц І.В. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 4. – С. 61-64.
7. Патент на корисну модель № 54122 У Україна, МПК<sub>8</sub> E02D 3/12, E21B 43/20, E21D 20/00. Установка імпульсної дії для нагнітання сумішей в ґрунтовий масив / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – и 201005469; заявл. 05.05.2010; опубл. 25.10.2010 - Бюл. №20.
8. Патент на корисну модель № 81613 У Україна, МПК<sub>8</sub> E02D 5/46. Ін'єктор для закріплення несучих основ споруд / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – и 201214112; заявл. 11.12.2012; опубл. 10.07.2013 - Бюл. №13.
9. Патент на корисну модель № 83367 У Україна, МПК<sub>8</sub> E02D 3/12. Спосіб корегування нерівномірності просідань під будівлями та спорудами на плитному фундаменті / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – и 201300763; заявл. 22.01.2013; опубл. 10.09.2013 - Бюл. №17.
10. Патент на корисну модель № 81614 У Україна, МПК<sub>8</sub> E02D 3/12. Спосіб закріплення схилів ін'єкцією / Коц І.В., Гамеляк І.П., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – и 201214113; заявл. 11.12.2012; опубл. 10.07.2013 - Бюл. №13.

**Трубаєнко Андрій Анатолійович** - аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [trubaenko@i.ua](mailto:trubaenko@i.ua)

**Бадьора Наталя Петрівна** - аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [natasha-badora@gmail.com](mailto:natasha-badora@gmail.com)

**Коц Іван Васильович**, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

**Trubaenko Andriy A.**, graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [trubaenko@i.ua](mailto:trubaenko@i.ua)

**Badiora Natalya P.**, graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [natasha-badora@gmail.com](mailto:natasha-badora@gmail.com)

**Kots Ivan V.**, PhD, professor of of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)



# АВТОКЛАВНА КАМЕРА З АЕРОДИНАМІЧНИМ НАГРІВАЧЕМ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ТИПУ ДЛЯ ТЕПЛОВОЛОГІСНОЇ ОБРОБКИ БЕТОННИХ ВИРОБІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Виконане порівнювальне оцінювання відомих установок і запропонованого устаткування з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом для тепловологісної обробки бетонних і залізобетонних виробів за тривалістю циклу обробки та показниками їх енергетичної ефективності. Показані результати математичного моделювання на підставі складання рівнянь теплового балансу для пропарювальної автоклавної камери та встановлені напрямки підвищення її енергетичної ефективності.*

**Ключові слова:** автоклавна пропарювальна камера, тепловологісна обробка, математична модель, енергетична ефективність, бетонні та залізобетонні вироби.

## Annotation

*A comparative evaluation of the known installations and the proposed equipment with recirculating aerodynamic heating for heat and moisture treatment of concrete and reinforced concrete products by the duration of the treatment cycle and their energy efficiency. The results of mathematical modeling based on the compilation of heat balance equations for the steaming autoclave chamber and the directions of increasing its energy efficiency are shown.*

**Keywords:** energy performance, heat- and moist curing, curing chamber, concrete and reinforced concrete products. autoclave steaming camera thermal and humidity treatment, mathematical model, energy efficiency, concrete and reinforced concrete products.

## Вступ

Одним з найпоширеніших методів прискореного твердіння бетону є тепловологісна обробка (ТВО) поряд з використанням хімічних добавок і швидкотверднучих цементів. Теплові методи засновані на збільшенні швидкості реакцій взаємодії в'язучих речовин з водою при підвищенні температури. У виробництві бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій ТВО є найбільш енергоємною і тривалою стадією [1-3, 5].

При виготовленні будівельних виробів тепла обробка є одним з найбільш енергоємних етапів, при якій споживається близько 60% від загальної кількості енерговитрат. Теоретично на нагрів виробу із бетону і металоформ необхідно всього лише 10-15% теплової енергії, а решта, що витрачається за відомими технологіями, – заплановані і незаплановані втрати, які досягають майже 50% від загальної кількості енерговитрат. Сучасний стан устаткування підприємств з виготовлення будівельних виробів, зокрема, із бетону, потребує проведення подальшої реконструкції і модернізації виробництва з метою збільшення асортименту та якості, а також зниження собівартості продукції в умовах сучасного ринку. При цьому енергетична ефективність нових технологій та ефективна система управління процесом повинні бути одними з головних критеріїв їх вибору [4, 5].

В НДЛ гідродинаміки ВНТУ розроблена пропарювальна автоклавна установка для тепловологісної обробки бетонних виробів з рециркуляційним аеродинамічним нагрівом [6,7]. Принцип дії аеродинамічного нагрівача роторного типу, полягає в тому, що в результаті рециркуляції повітряного потоку і виникають аеродинамічних втрати тиску в роторному колесі, яке спричиняє нагрів повітряного середовища всередині робочої камери. Потік гарячого повітря, що рециркулює в робочій камері, передає тепло конструктивним елементам робочої камери і рівномірно розігріває бетонні вироби, що розташовані в ній. Необхідний надлишковий тиск у повітряному середовищі в теплоізолюваному корпусі створюється компресором з пневморесивером. Коли всередині бетонних виробів при нагріванні відбуватимуться процеси хімічної чи фізичної модифікації матеріалів, що пов'язані із поглинанням вологи (процеси гідратації цементу у бетонних виробках), то для забезпечення необхідного тепловологісного балансу в повітряному середовищі робочої камери необхідно додатково подавати воду. Для цього над аеродинамічним нагрівачем роторного типу

відбувається розбризування води через форсунки. Вода під дією високої температури перетворюється в пару, яка разом із теплим повітрям рециркулює всередині робочої камери, створюючи відповідне за тиском і температурою пароповітряне середовище, що здійснює подальше нагрівання і зволоження поверхні та внутрішнього об'єму виробу. В разі потреби дотримання необхідного за технологічними вимогами тепловологісного режиму процеси подачі води періодично повторюються.

Як відомо, режими обробки бетонів в пропарювальних камерах призначаються за нормативними рекомендаціями з обов'язковою експериментальною перевіркою та уточненнями, а методики розрахунку режимів, що виключають експеримент, відсутні. Нами проведено математичне моделювання процесу тепловологісної обробки бетонних виробів. При цьому розглядається пропарювальна камера як складна система, в якій її складові частини взаємодіють між собою: пароповітряний об'єм, вироби, форми виробів, корпус камери. При створенні математичної моделі динаміки робочого процесу тепловологісної обробки будівельних виробів в пропарювальній камері із аеродинамічним нагрівом було прийнято наступні припущення [5]: пароповітряний об'єм камери є об'єктом із зосередженими параметрами; термічний опір, який створює плівка конденсату при конденсації пари нескінченно малий порівняно з опором дифузійного шару пароповітряної суміші, наявність плівки конденсату та її товщина не впливає на процеси тепломасообміну; тепло у виробі поширюється в основному за рахунок теплопровідності, причому, кількість теплоти, яка віддається нагрітими тілами стікаючому конденсату, є нескінченно малою порівняно з теплом, яке віддається пароповітряним середовищем; виріб – однорідне та капілярно-пористе тіло: арматура і грубодисперсні заповнювачі не впливають на розповсюдження тепла за просторовими координатами; деформація об'єму виробу, що пов'язана зі зміною температури, є досить незначною в порівнянні з вихідним об'ємом; закономірності процесу розповсюдження тепла є однаковими для всіх виробів: бетонний виріб являє собою необмежену пластину, тобто товщина виробу значно менша двох інших розмірів (довжини та ширини). Розроблено математичну модель процесів тепло- і масообміну, що протікають в бетонних виробі при їх ТВО в пропарювальних автоклавних камерах в пароповітряній середовищі [5]. Для встановлення напруженого стану, який виникатиме у бетонному виробі окремо розглянута також математична модель напруженого стану бетонного виробу в процесі його тепловологісної обробки в пропарювальній камері у пароповітряному середовищі, яка відрізняється від відомих особливостями передачі теплової енергії та зміни вологовмісту в робочих камерах запропонованого типу, що надає можливість встановити раціональні режими зміни сумарних напружень у виробі, які сприятимуть оптимальному проходженню процесу гідратації та тужавіння суміші. Запропоновані алгоритми числового розв'язання методом скінчених різниць математичних моделей процесів тепло- і масообміну та напруженого стану у бетонних виробі. Здійснено перевірку адекватності запропонованих моделей на підставі отриманих експериментальних даних. Аналітично та експериментально встановлено взаємозв'язок між температурою, яка створюється всередині робочої камери пропарювальної автоклавної установки та її робочими, конструктивними параметрами і характеристиками, а саме: об'ємом робочої камери, геометричними розмірами нагрівача роторного типу, частоти обертання ротора. Результати експериментальних досліджень підтверджують перетворення кінетичної енергії потоку повітряного середовища в теплову енергію. Внаслідок гальмування швидкості потоку зменшується його кінетична енергія, але вона не зникає, а перетворюється в теплоту, при цьому, загальний запас енергії залишається постійним у відповідності з першим законом термодинаміки.

### **Висновок**

В результаті проведених досліджень запропоновано ефективні режими та раціональне конструктивне виконання запропонованої пропарювальної автоклавної установки із рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем для тепловологісної обробки бетонних і залізобетонних виробів, як

такою, що має суттєві технічні переваги у порівнянні із відомим серійним обладнанням. На підставі проведеного математичного моделювання розроблено науково обґрунтовану методику для проектування пропарювальних автоклавних установок різних типорозмірів з відповідними технологічними параметрами.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучеренко А.А. Тепловые установки заводов сборного железобетона. Проектирование и примеры расчета / А.А. Кучеренко. – Киев: Вища шк., 1977. – 280 с.
2. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии: монография / С.В. Федосов. – Иваново: ПресСто, 2010. – 363 с.
3. Федосов С.В. Влияние тепловлажностной обработки на эксплуатационные свойства бетона [Электронный ресурс]: С.В. Федосов, С.М. Бабанов, М.В. Акулова, М.В. Торопова //Изв. вузов. Строительство, 2003. – №7. С. 47 – 50. Режим доступа к журн.: <http://old.sibstrin.ru/izv2003.html>.
4. Сліпенька О.П. Аналітичне дослідження автоклавних установок із аеродинамічним нагрівом / О.П. Сліпенька, І.В. Коц // Вісник Хмельницького національного університету, 2006. – № 5. – С. 93 – 98.
5. Коц І.В. Тепловологісна обробка бетонних виробів з використанням аеродинамічного нагрівання : монографія / І.В. Коц, О. П. Колісник. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 114 с.
6. Патент на корисну модель № 40453. МПК С04В 40/00. Пропарювальна камера/ Колісник О. П., Коц І. В.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет. - № u200812905; Заявлено 05.11.2008; Опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.
7. Патент на корисну модель № 40455. МПК С04В 40/00. Спосіб тепловологісної обробки будівельних виробів/ Колісник О. П., Коц І. В.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет - № u200812911; Заявлено 05.11.2008; Опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.

**Осадчук Наталя Миколаївна** – студентка кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [3b16bosadchyk@gmail.com](mailto:3b16bosadchyk@gmail.com)

**Коц Іван Васильович**, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

**Osadchuk Natalya M.**, student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [3b16bosadchyk@gmail.com](mailto:3b16bosadchyk@gmail.com)

**Kots Ivan V.**, PhD, professor of of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: [ivan.kots.2014@gmail.com](mailto:ivan.kots.2014@gmail.com)

## Сучасна нормативна база України з енергоефективності

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проаналізовані методичні та організаційні основи, що втілені в Україні в напрямку розвитку сучасної нормативної бази з забезпечення енергоефективності будівель за останній час.*

**Ключові слова:** Нормативна база, енергозбереження, енергоефективність

### Abstract

*The methodological and organizational bases embodied in Ukraine in the direction of development of the modern normative base on maintenance of energy efficiency of buildings for the last time are analyzed.*

**Keywords:** Regulatory framework, energy saving, energy efficiency

### Вступ

Україна сьогодні відноситься до найбільш енергомістких країн Європи. Низька ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів у технологічних процесах переважно енергомістких галузей, електроенергетики та у структурі економіки обумовлює збереження високого рівня енергомісткості ВВП в Україні. Враховуючи високий рівень енергомісткості економіки країни, енергоефективність стала найважливішим ресурсом і гарантом формування необхідного потенціалу для подальшого розвитку держави і суспільства.

На сучасному етапі вирішення проблеми енергозбереження особливе значення має створення системи норм та стандартів, що регламентують правила проектування житлових та громадських будівель, на експлуатацію яких витрачається до 40% всіх енерговитрат в Україні. Метою роботи є аналіз методичних та організаційних засад, що втілюються в Україні для рішення проблеми забезпечення енергоефективності об'єктів будівництва.

Нормативні вимоги повинні стимулювати розробки та впровадження ефективних технічних рішень у практику будівництва, а також встановлювати вимоги до методів оцінювання показників енергоефективності та енергетичної паспортизації та сертифікації будівель. [1,3].

### Результати дослідження

Державна влада приділяє особливу увагу формуванню нормативної бази та розробленню цільових програм у сфері енергоощадності. Розроблено велику кількість нормативно-правових актів різного рівня (понад 250 актів), відповідними державними актами затверджено ряд заходів, у тому числі і з урахуванням досвіду європейських країн [2]. Серед основних заходів енергоощадності є сприяння залученню інвестицій у термомодернізацію житлових будівель і в будівництво споруд з близьким до нульового споживанням енергії; адаптація стандартів палива та технологій його використання до європейських; запровадження сертифікації енергетичної ефективності будівель, системи енергоаудиту та енергоменеджменту, а також забезпечення 100% комерційного обліку споживання газу, електро-, теплової енергії та води.

Вагомою частиною державної енергетичної політики країни щодо зниження її енергетичної залежності, стало також комплексне впровадження різних видів альтернативної енергетики. Розпорядженням Кабінету Міністрів України затверджено Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (НПД ВЕ) та План заходів з реалізації Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Головною метою НПД ВЕ є доведення до 2020 р. частки енергії, отриманої з поновлюваних джерел енергії в кінцевому енергоспоживанні країни до 11%. [4,5] Також був створений Фонд енергоефективності (далі - Фонд) він утворюється з метою підтримки ініціатив щодо енергоефективності, впровадження інструментів стимулювання і підтримки здійснення заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівель та

енергозбереження (далі - заходи з енергоефективності), зокрема в житловому секторі, з урахуванням національного плану щодо енергетичної ефективності, зменшення викидів двоокису вуглецю з метою виконання Паризької угоди, впровадження *acquis communautaire* Європейського Союзу та Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, забезпечення дотримання Україною міжнародних зобов'язань у сфері енергоефективності.[6]

### Висновок

Комплекс нормативних документів, що є вже чинними або готуються до прийняття, охоплює питання нормування обов'язкових вимог по енергетичній безпеці, встановлення фізичних показників, що характеризують виконання цих вимог, правила оцінки показників на стадії проектування будівельних об'єктів, експериментального їх виготовлення та використання, планової експлуатації будинків, методик випробування і критеріїв оцінки відповідності будівельних виробів та об'єктів. Крім вирішення питань нормування вимог по енергетичній безпеці та забезпеченню необхідного експлуатаційного рівня вітчизняних будинків із зниження тепловтрат на опалення будинків при одночасному підвищенню теплового комфорту комплекс нормативних документів впливає на вирішення глобальних екологічних проблем, які пов'язані із суттєвим зменшенням викидів парникових газів CO<sub>2</sub> внаслідок макроекономічного ефекту енергозбереження .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергоефективне освітлення як інструмент енергоефективності / Черкашин І.Ю. // Промелектро. – 2015. – №5 – 6.
2. Державна підтримка населення та ОСББ за програмами енергозбереження / Лістрова С. – Електрон. дан. – <http://www.osbb-inform.com.ua/>
3. Енергоефективність у регіональному вимірі. Проблеми та перспективи, Шевцов А.І., Бараннік В.О., Земляний М.Г., Рязова Т.В., 2014 р.
4. ЗАКОН УКРАЇНИ Про альтернативні види палива 1391-XIV від 16.10.2020 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14%23Text>
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 05.10.04 № 1307 «Про порядок видачі свідоцтва про належність палива до альтернативного»; <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2004-п#Text>
6. ЗАКОН УКРАЇНИ Про Фонд енергоефективності <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text>

*Лисий Богдан Володимирович* — студент групи ТГ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [bodya00899@gmail.com](mailto:bodya00899@gmail.com)

*Панкевич Ольга Дмитрівна* – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Lysyi Bohdan** - student of the group TG-19m, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia, e-mail: [bodya00899@gmail.com](mailto:bodya00899@gmail.com),

**Olga Pankevych** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

## Комбінована система опалення дев'яти поверхового будинку

Вінницький національний університет

### Анотація

*Одним з основних критеріїв вибору на користь проживання в квартирі багатопверхового будинку є система опалення але задля монтажу якісного монтажу потрібно зважати на безліч факторів які впливають на ефективність її роботи, але при правильному підборі матеріалів і якісних розрахунків дає можливість повноцінно оцінити дану систему.*

**Ключові слова:** система опалення, монтаж, фактори, ефективність, система.

### Abstract

*One of the main criteria for choosing to live in a flat of a high-rise building is the heating system, but in order to install a quality installation, it is necessary to take into account the many factors that influence the efficiency of its work, but with the correct selection of materials and qualitative calculations makes it possible to fully evaluate this system.*

**Keywords:** heating system, installation, factors, efficiency, system.

### Вступ

Вимоги сьогодення вимагають використовувати автономне опалення, системи регулювання, для економії теплової енергії та газу. В таких системах зведені до мінімуму витрати тепла, гідравлічні втрати, а також питомі капітальні і експлуатаційні витрати. Перспективним для опалення є використання поряд з традиційними видами енергії, як вагомий додаток до них, сонячну енергію. Сонячна енергетика може використовуватись для забезпечення технологічних процесів приготування та транспортування теплоносія до житлового будинку [1]. Використання сонячної енергетики для опалення ще недостатньо вивчено та рідко прийнято до експлуатації. Тому вивчення цієї теми та розроблення науково-обґрунтованих проектних рішень є досить актуальним.

Метою даної магістерської роботи є розробка варіанту проектного рішення комбінованої системи опалення та гарячого водопостачання з використанням модульної дахової котельні в основі якого буде використано конденсаційний котел та сонячна електростанція для забезпечення технологічних процесів приготування та транспорту теплоносія в житлового будинку.

### Результати дослідження

Будь-яка система опалення багатоквартирного будинку – це складна гідравлічна конструкція, що вимагає розробки проектної документації, грамотного монтажу та відповідного налагодження. Існують різні варіанти схем опалення будинку: з вертикальним і горизонтальним розведенням, однотрубні і двотрубні, з верхньою та нижньою подачею теплоносія, комбіновані тощо.[3] Серед наявних будівель, побудованих до 1990 року, найбільш поширеними стали однотрубні системи з вертикальним розведенням, рідше – двотрубні. Якщо у вашому будинку використовується тепловий вузол з гідроелеватором – його необхідно замінити на індивідуальний тепловий пункт (ІТП) з насосною циркуляцією і засобами автоматизації. Завдяки тепловій автоматизації ІТП будинок буде споживати ту кількість тепла, яка йому необхідна в цей момент, а застосування альтернативних джерел енергії, надасть можливість вирішення проблеми щодо отримання додаткової теплової енергії та визначення їх показників.[4]

### Висновок

Завдяки цим діям це дає можливість якісно налаштувати систему опалення, крім цього одержувати дані про її роботу та про помилки їх і порушень. За рахунок застосування балансувального обладнання ви можете забути про необхідність повної заміни всього опалення та призвести економію коштів

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування ДБН В.2.5-67:2013. – [ Чинний від 25.01.2013 р.] - (ДП "УкрНДІспецбуд") – 5с.
2. Розпорядження Кабінету міністрів України від 15.03.2006 №145-р “Енергетична стратегія України на період до 2030 року”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>.
3. Стаття “заходи термомодернізації”. [балансування системи опалення]- Режим доступу до ресурсу <https://thermomodernisation.org/chy-potribno-balansuvaty-systemu-opalennia/>
4. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентноспроможність». Розпорядження КМУ від 18 серпня 2017 р. № 605-р.

**Чижевський Владислав Олександрович** — студент групи ТГ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zorroslavik2@gmail.com

**Науковий керівник: Дзеджула В'ячеслав Васильович** — д.е.н., професор, професор кафедри Інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет.

**Chyzhevsky Vladislav Alexandrovich** — student of the group TG-19m, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia, e-mail: zorroslavik2@gmail.com

**Scientific supervisor: Dzhedzhula, Vyacheslav Vasylovich.** — Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University.

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ У СУЧАСНИХ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

Розглянуто найбільш оптимальне вирішення теплопостачання громадських будівель. Акцентовано увагу на енергоспоживанні будівель та вимог до енергоефективності.

**Ключові слова:** енергоефективність, енергоспоживання, теплове навантаження, тепло-технічний розрахунок.

### *Abstract*

The most optimal solution of heat supply of public buildings is considered. Emphasis is placed on energy consumption of buildings and energy efficiency requirements.

**Keywords:** energy efficiency, energy consumption, heat load, heat and technical calculation.

### **Вступ**

Відомо, що на теплопостачання житлових, громадських та промислових будівель витрачається біля однієї третини всього органічного палива, яке видобувається.

Зокрема встановлено, що Україна тільки на 43% може забезпечити потреби країни у самому паливі.

Промисловість щорічно непродуктивно витрачає близько 3 млрд. кВт. год електроенергії та 6 млн. Гкал теплової енергії.

Метою роботи є розробка проекту системи опалення для забезпечення комфортних умов мікроклімату в громадському приміщенні, забезпечення приміщень сучасними опалювальними приладами та пристроями для обліку і регулювання подачі теплоносія, збільшення економії теплоенергії.

### **Результати дослідження**

Україна - світовий лідер з енергоємності. Енергоємність України майже в 3 рази вища за середньосвітову. Близько 40% енергетичних ресурсів використовується на забезпечення нормативних метеорологічних та санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях. Потенціал енергозбереження будівель становить 50-60%. Загальновідомо, що тепловий захист будівель, зокрема громадських, не відповідає сучасним вимогам. Крім того, будівлі мають недосконалі системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Через скрутні економічні умови, низький рівень експлуатації та відсутність енергетичного менеджменту досить часто у громадських будівлях порушуються нормативи мікроклімату та санігієни. Практично всі будівлі України потребують проведення термомодернізації.

При проектуванні системи опалення у сучасних громадських будівлях значну роль відіграє саме енергоефективність.

Енергоефективність є одним з головних стратегічних напрямків розвитку бюджетної галузі, необхідним інструментом досягнення комфортних умов в будівлях закладів освіти та громадських закладах з метою втілення стандартів життя сучасної європейської спільноти.

Енергоефективність – це галузь знань, що знаходиться на стику інженерії, економіки, юриспруденції та соціології.



В стандарті ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку Енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітлення та гарячому водопостачанні» надана наступна схема послідовності розрахунку енергоефективності будівлі:

- визначення границь кондиціонованих та некондиціонованих об'ємів та розподіл будівлі на розрахункові зони (за необхідності);
- визначення вхідних величин щодо теплоізоляційної оболонки будівлі, умов внутрішнього і зовнішнього середовища, моделі зайнятості (роботи) та інженерних систем для кожної зони;
- розрахунок теплопередачі трансмісією та вентиляцією для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок внутрішніх та сонячних теплових надходжень для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок енергопотреби для опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання (ГВП) для кожної зони будівлі для місяця року;
- розрахунок додаткової енергії, теплових втрат систем виділення, розподілення та вироблення енергії для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, ГВП та освітлення для кожної зони будівлі та місяця року;
- підсумовування результатів енергоспоживання для всієї будівлі за рік;
- складання звіту для будівлі.

Слід зауважити, що відтепер при проектуванні будівлі в Україні головною вимогою стає досягнення нормованого рівня енергоефективності, яке забезпечує в тому числі контрольованим рівнем тепловитрат трансмісією через зовнішню оболонку. Але вимога до показників опорів теплопередачі її окремих конструктивних елементів виступає не головною.

Загальний показник енергоефективності будівлі  $EP$  згідно ДБН В.2.6-31:2016 повинен визначатися за формулою:

$$EP \leq EP_{\max},$$

де  $EP$  – розрахункова або фактична питома річна енергопотреба будівлі;

$EP_{\max}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі, кВт-год/м<sup>2</sup> або кВт-год/м<sup>3</sup>, що встановлюють за таблицею 1, залежно від призначення будівлі, її поверховості та температурної зони експлуатації.

Розрахункове значення  $EP$  визначають за формулою:

для житлових будинків:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f,$$

для громадських (нежитлових) будівель:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / V$$

де  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_{DHW,nd}$  – річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання, відповідно, кВт год;

$A_f$ ,  $V$  – кондиціонована (опалювальна) площа для житлової, м<sup>2</sup>, та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Фактичне значення  $EP$  визначають за ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

Таким чином діють досить жорсткі вимоги до енергетичної ефективності будівель. Нові будівлі необхідно обов'язково проектувати з низьким споживанням енергії.

Зводити нові будівлі з великим споживанням енергії в Україні не дозволяється.

Після розрахунку енергоефективності будівлі значну увагу потрібно приділити тепловому навантаженню самої будівлі.

Теплове навантаження громадської будівлі складається з навантаження системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та технологічного навантаження.

Навантаження системи опалення та вентиляції є сезонними, а навантаження системи гарячого водопостачання та технологічних об'єктів є цілорічними. Навантаження системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання складають орієнтовно 30% від загального теплового навантаження. Час використання сумарного теплового навантаження складає 3000 – 4000 годин за рік. Це пояснюється значною питомою вагою сезонного навантаження в технологічних процесах.

При виборі теплоносія слід вибирати гарячу воду, якщо середня температура теплоносія у споживача дорівнює 100 - 110°C.

Таблиця 1. Нормативна максимальна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель ( $EP_{max}$ )

№ пор.	Призначення будівлі	Значення $EP_{max}$ кВт.год/м <sup>2</sup> [кВт-год/м <sup>3</sup> ], для температурної зони України	
		I	II
1	2	3	4
1	Житлові будинки поверховістю:		
	від 1 до 3	120	110
	від 4 до 9	83	81
	від 10 до 16	77	75
	17 і більше	70	68
2	Громадські будівлі та споруди поверховістю:		
	від 1 до 3	[20 <sup>abc</sup> i +33]	[19,4 <sup>abc</sup> i +33]
	від 4 до 9	[38]	[40]
	від 10 до 24	[37]	[39]
	25 і більше	[34]	[36]
3	Підприємства торгівлі	[28 <sup>abc</sup> i +17]	[32 <sup>abc</sup> i +18]
4	Готелі		
	ВІД 1 до 3	110	100
	від 4 до 9	75	70*
	10 і більше	65	60
5	Будинки та споруди навчальних закладів	[28]	[30]
6	Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів	[48]	[50]
7	Заклади охорони здоров'я	[48]	[50]

При розрахунку теплових навантажень промислових будівель потрібно враховувати нерівномірність споживання теплоти на промислових підприємствах: добову, годинну, тижневу та річну.

Вибір здійснюється враховуючи технологічні особливості роботи. Залежно від цього приймається кільцева або тупикова схема ТМ, та визначається необхідність побудови резервного джерела теплоти.

В якості опалювальних приладів найкращим варіантом будуть сталеві панельні радіатори. Сталеві радіатори представляють собою зварені пластини товщиною 1,25-1,5 мм зі штампованими поглибленнями, які утворюють сполучні канали.

Головні переваги приладів цього типу — великий розмірний ряд (одна, дві або три панелі довжиною 0,4-3 м, висотою 0,3-0,9 м), висока тепловіддача на одиницю об'єму завдяки ребренню, мала інерційність і хорошу регульованість. При невисокій вартості їх відносять до досить ефективним приладів.

Естетичний вигляд, гігієнічність, простота монтажу та масі однієї секції лише роблять їх більш привабливими.

Оптимальні комфортні умови досягаються при правильному виборі опалення і виду опалювальних приладів. Радіатори розміщуємо під кожним світловим прорізом.

### Висновки

Аналізуючи все вищесказане, можна зробити висновок, що найкращим варіантом для громадської будівлі є встановлення панельних радіаторів.

Вибір способу опалення повинен залежати від цілей і території, яка опалюється.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богословский В.Н. Отопление : учеб. для вузов / В.Н. Богословский, А.Н. Сканави. – М. : Стройиздат, 1991. – 735 с.
2. Ратушняк Г. С. Энергобережения та експлуатація систем теплопостачання : навч. посібн. / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2009. – 120 с

3. Киевский Национальный Университет Строительства и Архитектуры Курс лекций по теплоснабжению Автор: Швачко Наталья Анатольевна, доцент кафедры теплоснабжения. 46с.
4. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку Енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітлення та гарячому водопостачанні» : Мінрегіон України Київ 2015 – 140 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016: Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017 – 31 с.
6. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель»: Київ Мінрегіон України 2016.

**Амонс Анна Ярославівна** – студент групи ТГ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: bt.15b.amons@gmail.com.

**Amons Anna** - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bt.15b.amons@gmail.com.

**Слободян Наталія Михайлівна** – Доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, email: NSlobodian61@gmail.com.

**Slobodian Natalia** – lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: NSlobodian61@ gmail.com.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ УТЕПЛЕННЯ ВУЗЛІВ ПРИМИКАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Виконано аналіз утеплення вузлів примикання огорожувальних конструкцій із використанням інноваційних матеріалів. Проаналізовано, як нове конструктивне виконання вузла примикання впливає на зміну напрямку теплового потоку крізь вузол.

**Ключові слова:** енергоефективність, вузол примикання, балкоена плита, плита перекриття, цоколь, вікно.

### Abstract

The simulation of heat transfer in the modified node of the adjacent balcony slab to the outer wall was performed. According to the simulation results, a linear coefficient of heat transfer is calculated. It is analyzed how the new constructive design of the joint of the adjoining the balcony slab to the outer wall soldered to change the direction of heat flow through the node.

**Keywords:** energy efficiency, junction, balcony slab, floor slab, plinth, window.

### Вступ

Проблема підвищення енергоефективності будівлі актуальна та потребує детального дослідження [1]. Теплопровідні включення в огорожувальних конструкціях спричинюють пониження температури на поверхні конструкції, що сприяє погіршенню санітарно-гігієнічному режиму приміщень. До конструктивно обумовлених «містків холоду» можна віднести:

- віконні та дверні примикання та перемички;
- бетонні колони та перекриття, що виходять на фасад будівлі;
- огорожувальні конструкції цокольних і підвальних поверхів вище рівня землі;
- міжпанельні шви та інші подібні вузли.

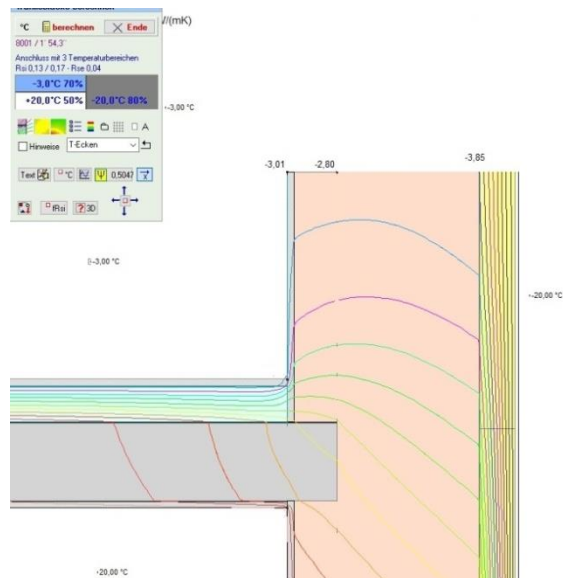
При термомодернізації багатопверхових будинків використовують інноваційні тепло ізолюючі матеріали. Сучасні вимоги до термічного опору будівель збільшені, що спонукає звернути особливу увагу на підвищення ефективності утеплення вузлів примикання [2].

Для підвищення термічного опору вузлів примикання до зовнішньої стіни запропоновано нові конструктивні схеми теплоізоляції, що дозволяють підвищити термічний опір вузлів примикання до зовнішніх стін огорожувальної конструкції будівлі.

### Результати дослідження

Найбільшої ефективності при термомодернізації будівлі можливо досягти, використовуючи сучасні теплоізоляційні матеріали, та детально дослідивши теплові потоки крізь конструкції "містків холоду" [4]. Від виду утеплювача та його товщини залежить ефективність утеплення конструкції. Використання інноваційних матеріалів у вузлах примикання дозволяє зменшити тепловтрати та скоригувати тепловий потік. У програмному забезпеченні [3] виконано моделювання розподілу температурних полів запропонованого конструктивного вузла примикання горищного перекриття до зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Результати моделювання теплового режиму у вузлі примикання горищного перекриття до зовнішніх огорожувальних конструкцій наведено на рисунку.



Розподіл температур у вузлі примикання горищного перекриття до зовнішніх огорожувальних конструкцій

Аналіз рисунка свідчить, що в місці розташування утеплювача спостерігається підвищення температури. Причому дане виконання вузла примикання задовольняє вимозі щодо допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні зовнішньої стіни для усіх конструкцій. Як видно з рисунка, траєкторія теплових потоків змінилась та спостерігається тренд до зменшення їх інтенсивності. Це є підтвердженням енергоефективності за рахунок збільшення термічного опору даного вузла примикання.

## Висновки

Результати моделювання розподілу температур у вузлі примикання горищного перекриття до зовнішніх огорожувальних конструкцій та значення розрахункового лінійного коефіцієнта теплопередавання свідчать про те, що використання сучасних теплоізоляційних матеріалів при утепленні будинків дозволить підвищити їх енергоефективність. Розраховано лінійний коефіцієнт теплопередавання. За рахунок зменшення тепловтрат в зонах теплопровідних включень при термомодернізації будівлі підвищується її енергоефективність.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" [Електронний ресурс]: за станом на 2 червня 2017 р. / Верховна Рада України.— Офіц. вид.—К.: Відомості Верховної Ради, 2017.—204 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.01.2014]. Київ, 2014. 51 с. (Інформація та документація).
3. Програмне забезпечення An Therm. Режим доступу: <http://antherm.eu/antherm/Beispiele.htm>
4. Ратушняк Г. С. Горюн О. Ю. Підвищення енергоефективності багатоповерхових будинків шляхом удосконалення вузла примикання цоколя технічного підпілля / Наук. техн. зб. «Вентиляція, освітлення та теплозапобігання», К.: КНУБА. – 2018. – Вип. 26. – с. 44-49.

**Оксана Юрївна Горюн** — аспірант, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oksana2718@ukr.net.

Науковий керівник: **Георгій Сергійович Ратушняк**, кандидат технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

**Horiun Oksana J.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : sputnyk51@mail. ua

Supervisor: **Ratushniak Georgii S** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair of Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Наведено приклади впровадження теплонасосних установок в провідних країнах світу. Проаналізовано чинники впливу на енергоефективність теплонасосних установок в системах забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень. Запропоновано структурно-логічну модель управління економічними параметрами підвищення енергоефективності теплонасосних установок.*

**Ключові слова:** енергоефективність, мікроклімат, економічні параметри, теплонасосна установка.

### Abstract

*Examples of introduction of heat pump installations in the leading countries of the world are given. The factors influencing the energy efficiency of heat pump installations in the systems of ensuring the optimal parameters of the microclimate of the premises are analyzed. The structural-logical model of management of economic parameters of increase of energy efficiency of heat pump installations is offered.*

**Keywords:** energy efficiency, microclimate, economic parameters, heat pump installation.

### Вступ

Теплонасосні установки є ефективним енергозберігаючим джерелом теплової енергії для системи опалення та кондиціонування. Вони використовують відновлювальну низькопотенційну теплову енергію та споживають майже втричі менше первинної енергії, ніж системи традиційного теплопостачання [1-14]. Теплонасосні установки впроваджені в США, Канаді та країнах Європейського Союзу, встановлюються в громадських будівлях, приватних будинках і на промислових об'єктах [8]. У США щорічно виробляється близько 1 млн теплових насосів. У Швеції 50% всього опалення забезпечують теплові насоси. У Стокгольмі 12% всього опалення міста забезпечується тепловими насосами загальною потужністю 320 МВт з використання джерела тепла Балтійського моря з температурою +8°C. У Німеччині передбачена дотація держави на встановлення геотермальних теплових насосів у розмірі 400 євро за кожен кВт встановленої потужності.

Використання інноваційних екологічно чистих технологій генерації теплової енергії для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень є своєчасним в житлово-комунальному господарстві [1,2,7,9,10,12].

Метою роботи є аналіз шляхів підвищення енергоефективності теплонасосних установок в системах забезпечення нормативних показників мікроклімату приміщень.

### Результати дослідження

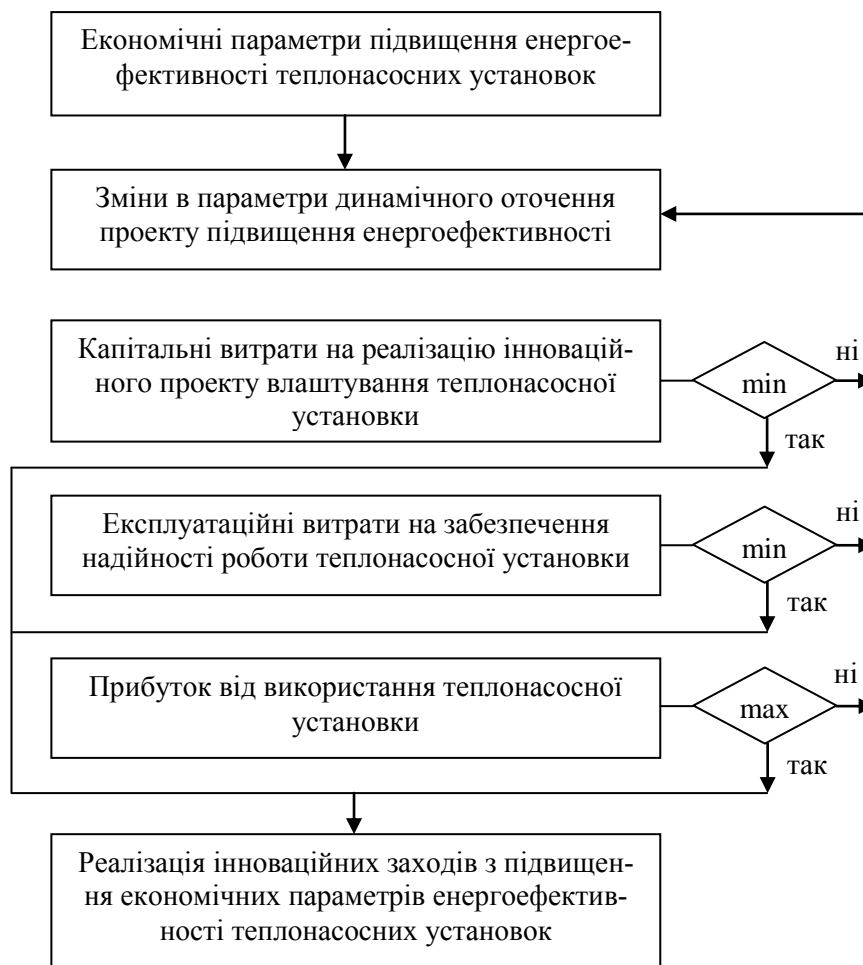
Енергоефективність теплонасосних установок визначається технологічною схемою теплозабезпечення, визначальним чинником при виборі якої є джерело низькопотенційної енергії для теплового насоса. Джерелом низькопотенційної теплової енергії можуть служити: атмосферне повітря, сонячна енергія, незамерзаючі водойми, слабомінералізовані геотермальні та ґрунтові води, ґрунт, скидні води комунальних та промислових підприємств, каналізаційні стоки, вентиляційні викиди та інші теплові відходи. Кількісні та якісні параметри цих джерел низькопотенційної теплової енергії різноманітні та суттєво впливають на величину капітальних та експлуатаційних витрат при використанні теплонасосних установок в системах забезпечення теплового режиму будівель [7,10,12].

На енергоефективність теплонасосних установок в системах забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень суттєво впливає надійність технологічного обладнання, основним з яких

є тепловий насос. Аналіз факторів з оцінювання прогнозування технічного стану теплового насоса свідчить про необхідність комплексного підходу з врахування кількісних та якісних чинників впливу на енергоефективність [4,5].

Однією із перешкод упровадження теплонасосних установок для забезпечення параметрів мікроклімату приміщень є значні початкові капіталовкладення, що обумовлені значною вартістю обладнання, та конфлікт між стратегічним інтересом енергопостачальних компаній в житлово-комунальному господарстві. На сьогодні відсутні загальноприйняті методики проектування теплонасосних установок та науково-обґрунтовані методики оцінювання їх ефективності та надійності, особливо із використання теплонасосних технологій для індивідуальних житлових будівель [3,7,9].

Для оцінювання шляхів підвищення енергоефективності теплонасосних установок запропоновано структурно-логічну модель управління економічними параметрами, що враховують капітальні та експлуатаційні витрати та прибуток від впровадження інноваційних технологій при використанні низькопотенційної теплової енергії.



Структурно-логічна модель управління економічними параметрами підвищення енергоефективності теплонасосних установок

При виборі варіанта технічного рішення з підвищення енергоефективності теплонасосних установок доцільно використовувати структурно-логічну модель управління економічними параметрами, як одним із визначальних чинників впливу на прийняття рішення щодо вибору інноваційного проекту вдосконалення тепlopостачання будівель.

### Висновки

При впровадженні відновлювальних джерел в Україні теплові насоси є найбільш привабливими, незважаючи на існуючі проблеми їх застосування. Комбінування теплових насосів з іншими низько-

потенційними джерелами теплоти підвищить ефективність їх роботи та дозволить економити капіталовкладення.

Варіанти комбінацій використання відновлювальних джерел енергії залежать від призначення та розташування будівлі та дають економічний ефект у довгостроковій перспективі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безродний М. К. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання / М. К. Безродний, Н. А. Притула. – К.: НТУУ, КПІ, - 2012. – 208 с.
2. Мацевитий Ю. М., Чиркин Н. Б., Богданович Л. С., Клепанда А. С. О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – №3. – с. 20-31.
3. Мандрика В. А. Підвищення еколого-економічної ефективності комунального теплопостачання шляхом використання теплових насосів / Механізм регулювання економіки. 2017. - №4. – с. 201-207.
4. Ратушняк Г. С. Аналіз факторів оцінки надійності технічного стану теплового насоса / Г. С. Ратушняк, Д. А. Шпіта // Вісник машинобудування та транспорту / ВНТУ, 2018. - №2(8). – с. 98-105.
5. Ратушняк Г. С. Моделювання надійності технічного стану теплонасосної установки з використанням системи нечітких рівнянь лінгвістичних змінних / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк, Д. А. Шпіта // Вентиляція, освітлення та теплопостачання: Наук. техн. зб. / К.: КНУБА. – 2019. – вип. 29. – с. 25-33.
6. Теплові насоси. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tteh.com.ua/pub.php?id=15&lang=ukr>.
7. Навчальний посібник. Низькопотенційна енергетика. А.О.Редько, М.К. Безродний, М.В. Загорученко, О.Ф. Редько, Г.С. Ратушняк, М.Г.Хмельнюк. Харків 2016.
8. Мальований М. С. Світовий досвід, переваги та недоліки застосування теплових насосів у теплоенергетиці України / М. С. Мальований, О. Ю. Берлінг // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3 – С. 89–94.
9. Адаменко О. М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія./ О.М. Адаменко, В. А. Височанський, В. М. Лютко – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.
10. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монография / Г. П. Васильев. – М: Издательский дом «Граница», 2006. –176 с., ил. С. 62 – 66.
11. Ostapenko O. P. Scientific basis of evaluation energy efficiency of hest pump plants: monograph / O. P. Ostapenko. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2016. – 64 p.
12. Амерханов Р. А. Гетротермальная энергия в системах теплоснабжения / Р. А. Амерханов // Промышленная тепло-техника. – 2006. – Т. 28, № 2. – С.30-34.
13. Пуховий І. І. Спільна робота систем опалення з безпосереднім та теплонасосним використанням природних та техногенних скидних вод // техн. електродинаміка. – 2004. - №3. – с. 94-96.

**Ратушняк Георгій Сергійович** – канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

**Лялюк Олена Георгіївна** - канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Шпіта Дмитро Анатолійович** – аспірант, кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця: [shpitadima@gmail.com](mailto:shpitadima@gmail.com)

**Ratushniak Heorhiy Sergeevich** – Ph.D., Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [ratusnak@gmail.com](mailto:ratusnak@gmail.com)

**Lyalyuk Olena Georgievna** - Candidate of Philology tech. Sciences, Associate Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Shpita Dmitri Anatolievich** – postgraduate, Department of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [shpitadima@gmail.com](mailto:shpitadima@gmail.com)



## ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАНУРЕНОГО ВІБРУЮЧОГО КОНФУЗОРА З ГІДРО- ІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ, ВИКОРИСТОВУВАНОВОГО В ЕКСТРАКТОРАХ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ КОРИСНИХ КОМПОНЕНТІВ ІЗ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В доповіді представлені результати дослідження авторів екстракційного обладнання. Запропонована конструкція віброекстрактора з гідроімпульсним приводом. Проведений аналіз сучасних переробних галузей промисловості показав, що поглиблена переробка та раціональне використання багатьох видів рослинної сировини та її відходів є економічно вигідними. Одним з перспективних методів інтенсифікації процесів є використання низькочастотних механічних коливань. На підставі теоретичного огляду існуючих екстракційних апаратів та аналізу їх основних недоліків, запропонована нова конструкція вібраційного екстрактора з гідроімпульсним приводом для процесів у системі «тверде тіло - рідина». Складена математична модель роботи обладнання. Виведені узагальнені функціональні залежності, що зв'язують між собою основні параметри привідної гідросистеми і конструкції гідропривідного вузла поршневого активатора, придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці і, виборі їхніх раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.*

**Ключові слова:** вібраційний екстрактор, гідроімпульсний привід, математична модель робочого процесу, робочий цикл гідравлічного приводу.

### *Annotation*

*The article presents the results of the study of authors of extraction equipment. The construction of a vibroextractor with a hydroimpulse drive is proposed. Analysis of modern processing industries showed that in-depth processing and rational use of many types of plant materials and their waste economically viable. One of the promising methods of intensifying processes is the use of low-frequency mechanical vibrations. Based on the theoretical review of existing extraction devices and analysis of their main drawbacks, a new design of a vibration extractor with a hydro-impulse reason for processes in the "solid-liquid" system has been proposed. Compiled a mathematical model of the equipment. Generalized functional dependencies are derived that connect the main parameters of the hydraulic drive system and the design of the hydraulic actuator unit of the piston activator, which are suitable for practical calculations in the preliminary assessment and the selection of their rational parameters at the stage of preliminary design.*

**Key words:** vibration extractor, hydroimpulsive drive, mathematical model of the process, the duty cycle of the hydraulic drive.

### **Вступ**

Велике значення для політики енергозбереження України має сектор харчового виробництва. Це пояснюється тим, що харчова промисловість є великим споживачем енергетичних ресурсів. Переважна кількість масообмінних процесів харчових виробництв потребує значних енергетичних затрат. До одного з таких процесів відноситься екстрагування.

Переробка рослинної сировини, в основу якої покладено процес екстрагування, є перспективним способом одержання концентратів біологічно активних речовин, настоїв, екстрактів та ін. [1,2]. Масштаби сучасного переробного та харчового виробництв разом з їх енергозатратністю дозволяють з впевненістю стверджувати, що розробка енергоефективного обладнання у цих галузях є перспективною.

## Аналіз відомих досліджень і публікацій

Часто при створенні високоефективних апаратів використовують принцип підведення енергії ззовні. Одним з ефективних способів підведення додаткової зовнішньої енергії є накладення на взаємодіючі фази низькочастотних коливань. Такий ефект на середовище відзначається високою ефективністю при незначних габаритах обладнання, оскільки зовнішня енергія може рівномірно розподілятися по робочому об'єму апарату. Окрім того, рух перфорованої вібраційної тарілки в апараті здійснюється по заздалегідь визначеному закону, з встановленою частотою та амплітудою, що в свою чергу створює знакозмінний рух середовища. Проходження оброблювального середовища через перфорацію тарілок супроводжується зміною тиску, що призводить до інтенсифікації проникнення екстрагенту у товщ оброблювальної сировини. Таким чином, створюються умови для дроблення дисперсної фази, а також до збільшення швидкості відновлення поверхні контакту фаз, прискоренню проникнення екстрагенту в пори твердої фази. Ці та інші ефекти сприяють зниженню зовнішньодифузійного опору і прискоренню масопереносу всередині капілярно-пористих тіл.

Поле низькочастотних коливань може накладатись на середовище за рахунок коливань корпусу апарату, проте, зважаючи на те, що даний метод потребує значних затрат енергії [2], характерною ознакою обладнання, що реалізує накладення на взаємодіючі фази низькочастотних коливань є вібраційні насадки.

Вібраційні апарати, що мають місце у промисловому виробництві є великогабаритними та потужними. Одним з найпоширеніших приводів таких машин є інерційний привід на основі дебалансних та ексцентрикових віброзбудників [3]. Їх основною перевагою є компактність при великій рушійній силі, відносній легкості їх розрахунку та простоті застосування. Потрібно також пам'ятати, що завжди поряд з перевагами існують також і недоліки: складність регулювання амплітуд коливань робочих органів під час роботи машини; тривалий час «розгону» та зупинки приводу; важкість синхронізації декількох віброзбудників; низька надійність; небезпечність роботи біля машин з відкритими віброзбудниками; порівняно висока вартість обладнання, що може використовуватись у приміщеннях з підвищеною вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Варто зазначити, що широке використання віброекстракторів в різних галузях харчової, фармацевтичної та хімічної промисловості стримується складністю гідродинаміки всередині апарату, недостатньою вивченістю їх масообмінних характеристик, що ускладнює конструювання і масштабування нових апаратів.

### Постановка задачі

В основу досліджень поставлено мету розробки конструкції вібраційного екстрактора з віброприводом, який зможе забезпечити необхідні робочі параметри роботи обладнання з різною рослинною сировиною, буде енергоефективним, даватиме змогу дистанційному керуванню амплітудою та частотою, володітиме необхідною гнучкістю у підборі робочих параметрів.

### Виклад основного матеріалу

На даний момент, найпоширенішим приводом переважної більшості віброекстракторів є інерційний на основі дебалансних віброзбудників та привід з ексцентриком. Подібна популярність виникла завдяки їх компактності при великій рушійній силі, відносній легкості їх розрахунку та простоті застосування.

Проте, незважаючи на своє широке застосування, ексцентрикові та дебалансні віброзбудники мають і низку недоліків [5]: складність регулювання амплітуд коливань робочих органів під час роботи машин, що обмежує їх використання на автоматичних ділянках виробництва; значний час виходу на номінальні режими роботи зі стану спокою і тривалий час зупинки; білярезонансний робочий режим роботи коли примусово синхронізуються рухи двох і більше дебалансів, що може привести до їх руйнування внаслідок значних динамічних навантажень; встановлення спеціальних технічних пристроїв для примусової синхронізації, чи необхідність дотримання певних конструктивних параметрів для

самосинхронізації віброзбудників; низька надійність; низька безпечність роботи біля обладнання з відкритими дебалансами, що викликано обертальним рухом тіл зі зміщеними центрами ваги.

Ексцентрикові віброзбудники мають аналогічні недоліки.

Недоліками більшості існуючих апаратів є складність та металоємність конструкції, підвищені енергетичні затрати пов'язані з необхідністю роботи живильного шнека, необхідність узгодження параметрів роботи живильного шнека та вібропривідної системи, складність підбору (регулювання) робочих параметрів електромеханічного приводу, які б забезпечували ефективну роботу вібротурбулізуючої системи, що впливає на якість оновлення поверхні фазового контакту системи екстрагент-сировина і в кінцевому рахунку впливає на якість та продуктивність всього процесу екстрагування.

В основу розроблюваного устаткування поставлено задачу створення вібраційного екстрактора, в якому за рахунок введення нових елементів та їх розташування досягається зниження металоємності, експлуатаційних енергозатрат та спрощуються експлуатаційні умови, досягається збільшення якості та продуктивності по вилученню водорозчинних сухих речовин за рахунок гнучкості регулювання віброприводу та підбору оптимальних робочих параметрів, що підвищує якість процесу екстрагування.

Поставлена задача досягається тим, що у вібраційний екстрактор, що включає вертикальний корпус з пристроями введення і виведення фаз, встановлений в корпусі з можливістю поздовжнього зворотно-поступального руху шток із закріпленими на ньому тарілками, перфорованими отворами для проходу фаз, у пристроях введення та виведення фаз розміщені односторонні клапани, а перфоровані отвори виконані у вигляді гідравлічних насадок. При цьому на кришці циліндричного корпусу розміщений гідроциліндр з'єднаний напірним трубопроводом з імпульсним клапаном керування, встановленим з можливістю періодичного відкриття-закриття зв'язку напірного трубопроводу і з'єднання його зі зливом, окрім того, напірний трубопровід з'єднаний з привідним гідронасосом.

Конструкція пояснюється кресленням, на якому схематично зображено загальний вигляд устаткування (рис. 1, 2).

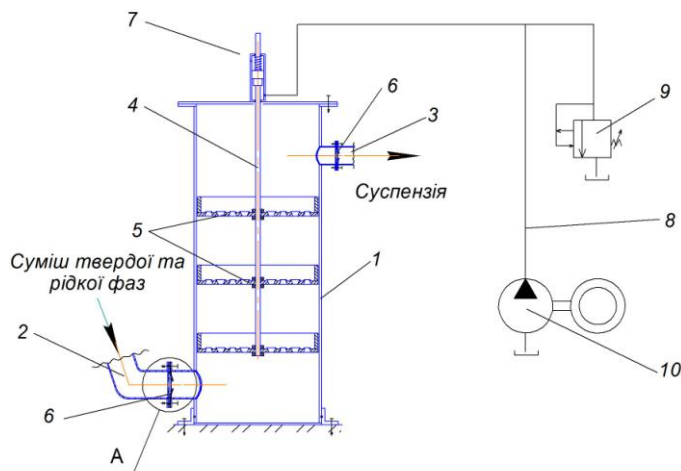


Рисунок 1 – Схема вібраційного екстрактора

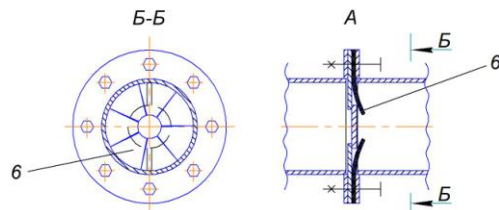


Рисунок 2 – Конструкція одностороннього клапана

Вібраційний екстрактор працює так. Суміш твердої та рідкої фаз подається у вертикальний корпус 1 екстрактора через пристрій введення фаз 2 у якому розміщений односторонній клапан 6. Потрапляючи у нижню частину корпусу 1, суміш піддається вібраційному впливу першої з тарілок 5, закріплених на штоку 4. При рухові тарілок 5 вниз, об'єм нижньої частини вертикального корпусу екстрактора 1 у якому знаходиться суміш твердої та рідкої фаз зменшується, а тиск порівняно з тиском у пристрої введення фаз 2 та рештою об'єму вібраційного екстрактора піднімається, що спричинює перекриття пристрою введення фаз 2 одностороннім клапаном 6, та перетікання суміші твердої та рідкої фаз через перфоровані отвори у тарілках 5 у простір над ними. Рух тарілок 5 вгору призводить до збільшення об'єму та зниження тиску нижньої частини вертикального корпусу екстрактора 1, що спричиняє відкриття одностороннім клапаном 6, пристрою введення фаз 2. Перетікання суміші у нижню частину екстрактора відбувається також і з простору над тарілками 5, проте зважаючи на те, що перфоровані отвори тарілок 5 виконані у вигляді гідравлічних насадок, а вони мають різний гідравлічний опір перетіканню через них середовища у взаємно протилежних напрямках, подібне явище має незначний вплив, порівняно з надходженням суміші твердої та рідкої фаз через пристрій введення фаз 2.

Процес роботи віброприводу можна описати так. Вмикають імпульсний клапан керування 9 та привідний гідронасос 10. При включенні привідного гідронасоса 10, робоча рідина під заданим тиском по напірному трубопроводу 8 потрапляє в робочу порожнину гідроциліндра 7. Під дією робочої рідини гідроциліндр 7 приводить до руху шток 4 (прямий хід). Коли тиск робочої рідини досягає певного значення, відбувається спрацювання імпульсного клапана керування 9, внаслідок цього, гідроциліндр починає здійснювати зворотний хід. В результаті цього вібраційні тарілки 5 закріплені на рухомому штоку 5 отримують силовий імпульс у вигляді коливального руху, який активно чинить вплив на суміш.

Завдяки застосуванню для збудження направлених вертикальних прямолінійних коливань забезпечується підвищення ефективності періодичної взаємодії вібраційних тарілок з рослинною сировиною, а завдяки тому, що запропонована конструкція виконана з можливістю регулювання амплітуд коливань робочих органів під час роботи машини та з можливістю дистанційного керування робочими параметрами, стає можливим створення таких умов роботи вібротурбулізуючої системи, які б забезпечили якісне оновлення поверхні фазового контакту системи екстрагент-сировина і в кінцевому рахунку підвищили якість та продуктивність всього процесу екстрагування.

Потоки, що виникають за рахунок перетікання суміші через отвори тарілок при їх коливальному русі (обмінні потоки між комірками), пропорційні швидкості руху тарілок.

Розроблена математична модель для дослідження закономірностей амплітуди коливання і швидкостей тарілок, яку можна описати системою рівнянь умовно розбивши їх переміщення на дві фази.

Одним з методів інтенсифікації процесу екстрагування є екстрагування при багатократному впливові на рослинний матеріал точкових імпульсів тиску. Імпульси тиску виникають внаслідок схлопування кавітаційних каверн, різкому закипанню перегрітої рідини, ударів частинок рослинного матеріалу між собою, чи з робочими органами екстракційних апаратів та в інших випадках [6].

Перетікання потоку рідини через насадки вібраційних тарілок супроводжується перепадами тиску внаслідок зміни площі поперечного перерізу, процес перетікання нашої оброблювальної сировини може також супроводжуватись виникненням такого явища, як кавітація.

Для того, щоб оцінити кавітаційні ефекти, що можуть виникати в процесі роботи апарату, пропонується розглянути число кавітації [7]. Фізична суть числа кавітації полягає у співвідношенні повного тиску, що призводить до лопування кавітаційної каверни, до швидкісного напору цього потоку:

$$\chi = 2 \frac{p_3 - p_n}{\rho_c V_2^2},$$

де  $p_3$  – абсолютний тиск, Па;  $p_n$  – тиск насиченої пари, Па;  $\rho_c$  – густина рідкої фази,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $V_2$  – швидкість потоку рідкої фази на виході з найвужчої ділянки насадки, м/с.

Зміна тиску у насадках перфорованих тарілок пов'язана зі зміною швидкості течії. Швидкісний напір розглядається як величина, що визначає падіння тиску, внаслідок чого відбувається утворення та зростання кавітаційної каверни. А отже, число кавітації це співвідношення тиску, під дією якого відбувається схлопування кавітаційних каверн, до тиску який призводить до їх утворення та зростання.

Розв'язок системи рівнянь математичної моделі дозволяє знайти швидкість зміни об'єму нижньої комірки екстрактора, а отже і об'єм суспензії, що буде витіснена цим рухом, що в свою чергу дозволяє оцінити витрату суміші рідкої та твердої фаз через вібраційні тарілки в загальному та окремо через кожну з насадок.

### Висновки

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних конструкцій масообмінних апаратів для переробної та харчової промисловості. Водночас значна їх доля має досить обмежені по функціоналу границі. Сучасна промисловість потребує апаратів здатних забезпечувати широкий діапазон робочих параметрів. Подібне обладнання повинно мати зручну надійну конструкцію, воно повинно легко регулюватись (бажано дистанційно). Здатність віброекстракторів працювати на різних амплітудах, частотах, законах руху віброзбуджуючих елементах дозволить підібрати та в подальшому використовувати ці параметри для найефективнішої роботи з різними типами сировини, що буде екстрагуватись. Перспективними у цьому плані є екстрактори з гідроімпульсним приводом, також актуальним є їх подальше дослідження.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксельруд, Г. А. Экстрагирование (система «твердое тело – жидкость») / Г.А. Аксельруд, В. М. Лысянский. – Л.: Химия, 1974. – 256 с.
2. Городецкий, И. Я. Вибрационные массообменные аппараты / И. Я. Городецкий, А. А. Васин, В. М. Олевский, П. А. Лупанов; Под ред. В. М. Олевского. – М.: Химия, 1980. – 192 с., ил.
3. Мищенко, В. Я. Применение вибрационных технологий в массообменных процессах в пищевой и перерабатывающей промышленности / В. Я. Мищенко // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №1, – 123 с.
4. Симонюк, В. П. До особливостей вибору приводу вібромашин з метою покращення перемішування робочих сумішей у віробункері / В. П. Симонюк – Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» 2013 (42), 262-266.
5. Патент України на корисну модель UA 25088 U, МПК В 01 D 11/02. Екстрактор / В.Л. Зав'ялов, Н.В. Попова – № u200703024; заявл. 22.03.2007; опубл. 25.07.2007. – Бюл. №11, 2007р.
6. Бабенко Ю.И., Иванов Е.В. Экстрагирование. Теория и практические приложения. СПб.: НПО «Профессионал», 2009. 334 с.
7. Бауман К.В. Кавітаційна технологія виготовлення бітумних емульсій / К.В. Бауман, І.В. Коц // Вінниця: ВНТУ, 2013. - 128 с.

**Тимошук Марія Романівна**, студентка кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: m.timoshchuk@gmail.com

**Кутняк Микола Миколайович**, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: nikolas1319@gmail.com

**Коц Іван Васильович**, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

**Tymoschuk Maria R.**, student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, of Heat and Gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: m.timoshchuk@gmail.com

**Kutnyak Mykola M.**, graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, of Heat and Gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: nikolas1319@gmail.com

**Kots Ivan V.**, PhD, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

# ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Досліджено сучасні методи збереження енергії в житлових будинках і вибрано енергоощадне обладнання для систем опалення, вентиляції та кондиціювання, яке дозволить зменшити витрати енергії на створення комфортних параметрів мікроклімату в будівлі.*

**Ключові слова :** енергоощадне обладнання, збереження енергії, опалення, вентиляція, багатоповерхові житлові будинки, мікроклімат.

## *Abstract*

Modern methods of energy conservation in residential buildings have been studied and energy-saving equipment for heating, ventilation and air conditioning systems has been selected, which will reduce energy costs to create comfortable microclimate parameters in the building.

**Keywords:** energy-saving equipment, energy conservation, heating, ventilation, air conditioning, multi-storey residential buildings, microclimate.

## **Вступ**

У багатоповерхових житлових будинках системи вентиляції та кондиціювання повітря разом із системами опалення є основними споживачами енергії. Заходи щодо зниження енерговитрат системами ОВК сьогодні досить добре відомі, але проблема практичного вибору енергоефективного обладнання і досі актуальна [1, 2]. Не втрачає своєї актуальності потреба в альтернативних видах джерел енергії.

На даний час заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції й кондиціювання повітря головним чином передбачають [2, 3]:

1. Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат.
2. Підбір раціональної системи опалення, вентиляції й кондиціювання повітря;
3. Контроль обліку використання енергоносіїв та енергоресурсів;
4. Удосконалення інженерних систем та їхніх елементів.

Метою дослідження є підбір такого обладнання, яке ефективно здійснюватиме перелічені заходи щодо енергозбереження.

## **Основна частина**

Перехід у нове тисячоліття став історичною віхою розвитку систем опалення в Україні. В даний час в Україні проходить новий етап розвитку систем забезпечення мікроклімату, який полягає у широкому використанні сучасних систем та новітніх розробок, та заходах енергозбереження.

Головною ознакою даного періоду є автоматизація теплових та гідравлічних режимів на рівні споживача, що дає змогу індивідуального автоматичного підтримування бажаного теплового комфорту.

При проектуванні інженерних систем будівель застосовують автоматичне обладнання, яке призначене забезпечити тепловий комфорт в приміщеннях при мінімальних експлуатаційних витратах.

Розроблення науково-обґрунтованих енергоощадних технологій з забезпечення комфортних умов мікроклімату у приміщеннях, що оснащені сучасними опалювальними приладами є метою роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- за результатами аналітичного огляду виконати техніко-економічне обґрунтування систем опалення і вентиляції;
- виконати математичне моделювання теплових втрат з приміщень житлової будівлі;
- визначити оптимальні проектні розміри трубопроводів та повітропроводів;
- обґрунтувати вибір енергоощадного технологічного обладнання;
- визначити потреби в основних та допоміжних матеріально-технічних ресурсах, в монтажних інструментах та витрати праці;
- провести аналіз умов праці, виявити основні небезпечні і шкідливі фактори праці, забезпечити комфортні умови при виконанні монтажних робіт.

Технічні заходи енергозбереження: удосконалення інженерних систем та їхніх елементів передбачають :

- Заміна вентиляторів старих типів із ККД 50-63% на сучасні вентилятори з ККД 80-86% дає економію електроенергії 20-30%.
- Застосування рекуператорів для зниження втрат тепла, яке викидається з повітрям системи вентиляції та нагріву припливного повітря. Підсумковий ефект – зниження споживання енергії будівлею від 20 до 30%.

### Висновок

Отже, вибір запропонованого переліку технологічних рішень допоможе зменшити витрати енергії при експлуатації та забезпечить комфортні умови мікроклімату в багатоповерхових житлових будинках.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В.1-27:2010.-[Чинний від 2011-11-1] К,: Мінрегіонбуд України, 2011,- 119с. – (Державні стандарти України)
2. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – (Державні будівельні норми України).
3. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.092108 – «Теплогазопостачання і вентиляція» та до підготовки спеціалістів з вищою освітою всіх форм навчання. /Уклад. Г.С. Ратушняк, І.В. Коц, Н.М. Слободян, О.П. Колісник, - Вінниця: ВНТУ, 2009.-57с.

**Дарій Ярославович Тумак**- студент групи ТГ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : e-mail: bt15.tumak@gmailcom;

Науковий курівник: **Віталій Володимирович Петрусь**– канд. техн. наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві (ІСБ), Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

**Darii Y. Tumak**- Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Vitaliy A. Petrus**- Ph.D., Docent of the Engineering Systems in Construction(ISB), Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

## ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

У статті порушено питання актуальності підвищення енергоефективності у закладах освіти. В роботі наведені результати оцінки впровадження окремих заходів та терміни їх окупності. Визначені заходи щодо заощадження енергоресурсів у сфері закладів освіти.

**Ключові слова:** заклад освіти, енергоефективність, енергоощадність,

### Abstract

The article studies the urgency of energy efficiency improving in educational institutions. The paper presents the evaluation results of the individual measures implementation and their payback period. Measures to save energy resources in the field of educational institutions have been identified.

**Key words:** educational institution, energy efficiency, energy-saving.

Енергозбереження на державному рівні визнано одним із пріоритетів економічної політики держави. В умовах залежності економіки України від імпорту паливно-енергетичних ресурсів і тенденції зростання цін на енергоносії їх ефективне використання стало нагальною потребою.

Проте, якщо в сфері житлово-комунального господарства частину заходів впроваджують мешканці житлових будівель самостійно, то в закладах освіти вся відповідальність приходить на державні кошти чи залучення коштів від різних недержавних програм та грантів, кошти від яких в кінцевому випадку все одно частково повинні бути повернуті (іноді частково, іноді як сплачений ПДВ тощо) але вже безпосередньо на рівні самих закладів освіти. В закладах освіти готують майбутніх фахівців (починаючи навіть з ДНЗ), які в майбутньому працюватимуть на користь держави, тому їх комфортне перебування в стінах закладів має бути одним із пріоритетних напрямів державної політики. Недотримання температурного режиму в закладах освіти негативно впливає як на якість навчального процесу так і безпосередньо на стан здоров'я тих, хто навчає та навчається. Згідно досліджень Університету Селфорда (Манчестер) (Лютый 2015) - освітлення, температура та якість повітря в будівлі складають половину всіх факторів, які мають визначальне значення на якість та результативність навчального процесу [2].

Україна посідає перше місце за енергоємністю ВВП на кілограм умовного палива, а саме 0,89 кг у.п. / долар США. Середня витрата кілограма умовного палива на 1 долар США в цілому по світовому співтовариству – 0,34, у Франції та Німеччині - 0,26, в Угорщині – 0,30, у Білорусі – 0,50 [1].

Підприємства житлово-комунального господарства щорічно споживають понад 8 млрд. кВт електроенергії та 10 млрд м<sup>3</sup> природного газу.

До економії витрат ресурсів і зниження тепловтрат у закладах бюджетної сфери, зокрема в закладах освіти, у першу чергу, слід віднести енергозбереження у споживачів, системах тепlopостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Вирішення цього завдання пов'язане із здійсненням комплексу інженерно-технічних заходів серед яких є:

- підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;
- встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;
- впровадження автоматизованих систем моніторингу і управління інженерними системами;
- підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;
- використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);
- застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі.
- розроблення нових технічних рішень з підвищення теплоефективності зовнішніх стін, повна термомодернізація будівель та інженерних систем.



Заходи з підвищення енергоефективності об'єктів сфери освіти розробляються за результатами обстеження об'єкту (енергоаудиту), що виявляє всі чинники, що негативно впливають на експлуатаційну надійність будівлі і безперебійну роботу інженерних систем та зовнішніх теплових мереж.

Загальним показником енергоефективності будівлі є її питома річна енергопотреба EP. Відповідно до ДБН В.2.6-31:2016 [3] нормується максимально допустима питома енергопотреба (EPmax). На рисунку 1 наведено нормативну максимальну питому енергопотребу будівель EPmax для закладів освіти.

№ п.п.	Призначення будівлі	Значення EPmax, кВт·год/м <sup>3</sup> , для температурної зони України	
		I	II
1	Будинки та споруди навчальних закладів	28	30
2	Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів	48	50

Рисунок 1. Нормативна максимальна питома енергопотреба будівель EPmax

Найбільш поширеними фінансовими механізмами проведення енергозберігаючих заходів є:

- фінансування за рахунок власних коштів;
- використання механізму ЕСКО;
- залучення кредитних коштів;
- продаж з подальшою орендою;
- фінансування енергозберігаючою установою згідно з угодою;
- державна або муніципальна підтримка [1].

Якщо використовувати державну підтримку, то необхідно пройти сертифікацію енергетичної ефективності, яка є обов'язковою для будівель, де здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі.

Як вже зазначалось вище, першими кроками для подолання енергетичної кризи є теплотехнічна санація та термомодернізація фонду закладів освіти.

Реалізація заходів з підвищення енергоефективності дозволить зменшити споживання енергії в будівлі. Орієнтовний потенціал економії від виду заходів наведений на рисунках 2 - 4.

Утеплення огорожувальної конструкції				Заміна вікон	Загальна економія
Зовнішні стіни	Підвал	Дах, перекриття горища			
30-40%	5-15%	15-20%	10-20%	<b>50-65%</b>	

Рисунок 2. Орієнтовний потенціал економії теплової енергії за рахунок впровадження енергоефективних заходів щодо огорожувальних конструкцій, %

Люмінесцентні лампи	Світлодіодні лампи (LED)
30-40%	50-80%

Рисунок 3. Орієнтовний потенціал економії від модернізації системи освітлення, %

Комплексна модернізація системи опалення	Гідравлічне балансування системи опалення	Теплоізоляція труб, клапанів	Терморегулюючі клапани, контроль споживання	Тепловідбиваючі екрани за радіаторами	Зняття решіток	Загальна економія
20-30%	2-6%	2-3%	10-15%	4%	2-4%	30-40%

Рисунок 4. Орієнтовний потенціал економії теплової енергії за рахунок впровадження енергоефективних заходів щодо інженерних систем будівлі, %

Розглянемо деякі приклади технічних рішень, які можуть бути реалізовані в закладах освіти та орієнтовні терміни окупності таких заходів [2].

Таблиця 8. Приклади **орієнтовних термінів окупності** проектів в залежності від комбінації енергозберігаючих заходів [2]

№	Набір технічних рішень з підвищення енергоефективності	Сер.термін окупності
1	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання)	Від 2 років
2	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання) + утеплення зовнішніх стін, перекриття над підвалом, перекриття горища	Від 5 років
3	Утеплення зовнішніх стін, заміна вікон, утеплення перекриття горища ІТП з погодним регулюванням + автоматичне гідравлічне балансування	Від 6 років
4	Утеплення зовнішніх стін, заміна вікон, утеплення перекриття горища без модернізації та автоматизації систем теплопостачання	Від 7 років
5	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, автоматизоване керування та регулювання) + утеплення зовнішніх стін та заміна вікон	Від 9 років
6	Модернізація системи опалення (прочистка, автоматичне гідравлічне балансування, ІТП з погодним регулюванням) + утеплення зовнішніх стін та заміна вікон + вентиляція з рекуперацією	Від 10 років
7	Заміна системи опалення на двотрубну з ІТП з погодним регулюванням + утеплення зовнішніх стін, перекриття горища, перекриття (над холодним підвалом), заміна вікон + вентиляція з рекуперацією (індивідуальні рекуператори з ефективністю не менше 75%)	Від 12 років
8	Заміна системи опалення на двотрубну з ІТП з погодним регулюванням + утеплення зовнішніх стін, перекриття горища перекриття над холодним підвалом, заміна вікон + вентиляція з рекуперацією (індивідуальні рекуператори з ефективністю не менше 75%) + відновлювальні джерела енергії (сонячні колектори)	Від 14 років

Для постійного контролю та аналізу енергоспоживання будівлею рекомендується впровадження системи енергетичного менеджменту. Захід є маловитратним, але забезпечить постійний моніторинг витрат на енергоносії і своєчасне визначення відхилень та першочергових дій, що дозволить підтримувати досягнутий рівень споживання енергоресурсів після впровадження енергозберігаючих заходів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: довідник / С. Ф. Вольфф, Г. Онишук, Л. Вуллкопф та ін.; Держ. наук.-дослідн. та проектно-вишукув. ін.-т «НДІпроектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU). – К., 2006. – 144 с.
2. Цибулько А. Новий освітній простір. Енергоефективність. Інформаційний посібник. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/NOP\\_Energoefektivnist.pdf](https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/NOP_Energoefektivnist.pdf)
3. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель
4. International Energy Agency (Міжнародне енергетичне агентство). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iea.org/>
5. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / під заг. редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.: Поліграф плюс, 2015. – 176 с. с. 19-21.
6. Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації», затверджений Верховною Радою України від 25 грудня 2015 року № 922-VIII.

*Петрусь Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [petrus@vntu.edu.ua](mailto:petrus@vntu.edu.ua)*

*Petrus Vitalii, PhD, docent of Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, [petrus@vntu.edu.ua](mailto:petrus@vntu.edu.ua)*

*Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [pankevich@vntu.edu.ua](mailto:pankevich@vntu.edu.ua)*

*Pankevych Olga, PhD, docent of Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, [pankevich@vntu.edu.ua](mailto:pankevich@vntu.edu.ua)*

# ТЕХНОЛОГІЯ БЕТОНУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО УСТАТКУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Розроблена технологія та навісне обладнання з гідроімпульсним приводом від базової гідрофікованої вантажопідійомної машини. Експериментальні та виробничі випробування підтвердили придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування. Запропонована методика розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.*

**Ключові слова:** технологія, монолітний фундамент, жорсткі бетонні суміші, гідроімпульсний привод, віброімпульсна технологія, пустотоутворювач

## Annotation

*Designed technology and mounted equipment with impulsive of hydraulic drive basic hydroficated hoisting machine. Experimental and production tests confirmed the suitability and the economic feasibility of equipment for practical application. The suggested method of calculating and design of drive parameters of the equipment and technology of application of this equipment in production conditions.*

**Keywords:** technology, monolithic foundation, hard concrete mixes, impulsive hydraulic drive, vibration impulsive technology, creator of voids .

## Вступ

Вирішення проблеми зниження трудомісткості ущільнення жорстких бетонних сумішей можливе при використанні віброімпульсних технологій формування конструкцій. Застосування віброімпульсної технології дозволяє значно знизити величину питомої змушуючої сили вібратора, тривалість і трудомісткість процесу ущільнення. Вона основана на ефекті сумісного впливу на бетонну суміш, гармонічних вібраційних коливань і ударних імпульсів, які забезпечують досягнення необхідної міцності і щільності бетону при значенні змушуючої сили віброзбуджувача в 4-5 разів меншої, ніж за традиційної технології ущільнення [ ].

Віброімпульсна технологія дозволяє при використанні жорстких бетонних сумішей (жорсткістю 5-15 секунд) бетонувати конструкції з негайним зняттям опалубки в умовах виконання робіт на будівельному майданчику, що знижує трудомісткість до 30%, а витрати на заробітну плату на 20-25%. По вказаній технології можна формувати одиночні фундаменти та палеві ростверки об'ємом до 1,5 м<sup>3</sup>, стрічкові фундаменти, стіни підвалів та інші подібні конструкції [ ].

## Виклад основного матеріалу

Віброімпульсні пристрої із запропонованим нами гідравлічним приводом прості у виготовленні і надійні в роботі. Повний цикл формування, наприклад, бетонних пустотілих блоків (об'ємом 0,65 м<sup>3</sup>) складає не більше 15 хвилин, при чисельності ланки бетонувальників – 2 роб., тобто змінна виробка може сягнути 16-20 м<sup>3</sup> на одного працівника. Можливість формування пустотілих конструкцій дозволяє в частині випадків економити до 25% бетону.

Метою роботи є розробка технології віброімпульсного формування монолітних бетонних конструкцій, в тому числі фундаментів та стін підвалів житлових, громадських і промислових споруд, що забезпечує зниження трудомісткості, тривалості зведення, вартості і покращення умов виконання робіт.

Існуючі технології зведення заглибленої частини малоповерхових споруд відрізняються відносною складністю. Відсутні рішення, що дозволяють за допомогою лише однієї установки (машини) виконати весь комплекс операцій по зведенню конструкцій монолітних основ і фундаментів. Існує потреба в більш досконалих технологічних рішеннях, що забезпечують зниження вартості, зменшення трудомісткості робіт при збільшенні надійності, а також можливість застосування пристрою (машини) при зведенні інших конструкцій з використанням жорстких бетонних сумішей [2,4,6].

Нами запропонована і захищена патентом України [1,3,5,7] конструкція ущільнювача ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей, яка містить опорну плиту з пустотоутворювачем, з розташованими всередині стержневим віброводом. Опорна плита закріплена за допомогою напрямних з фіксаторами. Пристрій також містить рухому інерційну масу з стержневим віброводом у нижній частині, яка підпружинена силовою пружиною і з'єднана через внутрішню порожнину з верхньою частиною рухомої інерційної маси, відносно верхньої траверси, яка за допомогою напрямних прикріплена до нижньої частини опорної плити з пустотоутворювачем. На опорній плиті встановлені силові плунжерні гідроциліндри, плунжери встановлені з можливістю контакту з опорною поверхнею рухомої інерційної маси. Внутрішні робочі порожнини силових плунжерних гідроциліндрів гідравлічно зв'язані із привідною гідросистемою, до якої підключено імпульсний клапан керування, що налаштований на періодичне відкриття-закриття зв'язку напірної гідролінії гідросистеми, і з'єднання її зі зливом. Принцип роботи устаткування полягає в ударно-вібраційному спонуканні заглиблення пустотоутворювачів у жорстку бетонну суміш. В результаті цього масив бетонної суміші одночасно ущільнюється і в ньому утворюються пустоти, які потім почергово заповнюються при подальшому нарощуванні переставної опалубки. Таким чином формуються основи будь-якої висоти в залежності від виробничих потреб.

Розроблене конструктивне виконання і впроваджене навісне обладнання з гідроімпульсним приводом від базової гідрофікованої вантажопідіймної машини. Виконано експериментальну перевірку функціонування устаткування, яка підтвердила придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування. Отримані результати експериментальних та виробничих випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також використані при відпрацюванні технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

## Висновки

1. Розроблене конструктивне виконання і впроваджене навісне обладнання з гідроімпульсним приводом від базової гідрофікованої вантажопідіймної машини.
2. Виконано експериментальну перевірку функціонування устаткування, яка підтвердила придатність і економічну доцільність цього устаткування до практичного застосування.
3. Отримані результати експериментальних та виробничих випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних параметрів устаткування, а також використані при відпрацюванні технології застосування цього устаткування у виробничих умовах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент на корисну модель № 73079 U Україна, МПК<sub>6</sub> В28В 1/093. Ущільнювач ударно-вібраційної дії для формування жорстких бетонних сумішей / Коц І. В., Бадьора Н. П., Сторожук С.Б.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u201202375; заявл. 28.02.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 17.
2. Маслов А. Г. Теоретические основы вибрационного уплотнения цементобетонных смесей / А. Г. Маслов, А. Ф. Иткин // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2004. – Вип. 5/2004 (28). – С. 45 – 49.
3. А.с. № 1728440 (СРСР), МПК Е 04 С 21/08. Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей / І.В. Коц, В.С. Павленко. – 4666921/33; Заявл. 27.03.1989. Одерж. 23.04.1992, Бюл. № 15.
4. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.).— М.: Машиностроение, 1981. — Т. 4. Вибрационные процессы и машины. Под ред. Э. Э. Лавендела.1981. – 509 с.
5. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М.Е. Иванов, И.Б. Матвеев, Р.Д. Искович-Лотоцкий, В.А. Пишенин, И.В. Коц. – М.: Машиностроение, 1977. – 174 с.

6. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянский А.А. Технология бетонных и железобетонных изделий. К.: Вища школа, 1982.– 166 с.

7. Коц И.В. Разработка и исследование клапанов-пульсаторов для гидравлических приводов вибрационных и ударно-вибрационных узлов горных машин. - Дис... канд. техн. наук: 05.02.03. - Винница, 1994. - 227 с.

**Сторожук Сергій Болеславович**, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: tovgran@gmail.com

**Коц Іван Васильович**, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

**Storujuk Sergiy B.**, graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, of Heat and Gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: tovgran@gmail.com

**Kots Ivan V.**, PhD, Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

## ГАЛУЗЕВА ПРОГРАМА - РЕАЛЬНИЙ ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

У статті розглянуто питання якості як головного чинника конкурентоспроможності товару. Зроблено висновок щодо необхідності програми дії, в якій формулюються цілі та завдання, методи і засоби вирішення проблеми якості.

**Ключові слова:** якість продукту, споживач, конкурентоспроможність, оцінка якості.

### *Abstract*

This article given the definition of quality, quality is considered as a factor in the competitiveness of the goods. The conclusion on the need for action programs, which are stated goals and objectives, methods and means of dealing with quality issues.

**Keywords:** product quality, consumer, competitiveness, quality assessment.

Досягнути сталого розвитку управління якістю будівельної продукції – це непросте завдання.

Для цього потрібні суттєві зміни в прийнятті важливих рішень у сфері управління якістю продукції на найвищому рівні. Ці рішення полягають у створенні необхідних правових, економічних та організаційних умов. Умови, в свою чергу, направлені на підтримку зусиль підприємств та організацій у задоволенні потреб споживачів [1].

Для досягнення цієї мети управління будівництва та архітектури Вінницької облдержадміністрації визначила Стратегічні програмні напрями та доручила спеціалізованому центру консультативно-методичної та практичної допомоги підприємствам та організаціям регіону як консультативно-дорадчому органу розвинути діяльність, що направлена на допомогу в рішенні проблем, пов'язаних з поліпшенням якості та забезпеченням конкурентоспроможності продукції. Стратегічні програмні напрями є передумовою галузевої програми.

Якість продукції та її конкурентоспроможність тісно пов'язані між собою, оскільки суттєвою особливістю підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку є її якісні параметри.

**Галузева програма** є реальним шляхом вирішення цих проблем.

**Основними факторами розроблення галузевої програми є:**

- спад виробництва та економічна криза в Україні;
- недоліки економічної політики, зокрема надмірна лібералізація ринку, що відкрила необмежений доступ імпорту товарів;
- відсутність важелів у сфері управління якістю;
- не узгодженість між собою законодавчих актів та їх не спрямованість на забезпечення випуску конкурентоспроможної продукції;
- неналежне стимулювання виробників до поліпшення якості продукції діючої системи державного регулювання;
- недостатність інформаційного забезпечення у сфері якості та довкілля;
- недостатнє навчання у сфері управління якістю;
- недостатнє проведення наукових досліджень у сфері управління якістю;
- недостатнє застосування сучасних методів поліпшення якості та рівня ділової досконалості вітчизняними підприємствами;
- неналежна популяризація досвіду підприємств, які досягли високого рівня ділової досконалості та не налагодженість взаємодії та обміну інформацією між ними;
- затягування розв'язання проблеми якості та довкілля.

### **Завданнями галузевої програми є:**

- виробництво якісної та конкурентоспроможної будівельної продукції;
- задоволення попиту на безпечну та якісну будівельну продукцію;
- збереження та відновлення довкілля;
- збільшення доходів бюджету за рахунок посилення розвитку економіки;
- зростання зайнятості та підвищення життєвого рівня громадян;
- розвиток активних капіталовкладень у будівельну галузь;
- забезпечення стабільного розвитку економіки регіону;
- впровадження принципів всеохоплюючого управління якістю (Total Quality Management).

### **Механізм реалізації галузевої програми**

Законодавчо - правові заходи:

- промислові кодекси, галузеві правила та норми, інші кодекси практичної діяльності;
- угоди та/або домовленості з органами державної і місцевої влади;
- настанови, що не є обов'язковими регламентами;
- міжнародні, міждержавні, національні стандарти та інші документи в галузі підтвердження відповідальності продукції, систем управління якістю та довкіллям;
- міжнародні, національні стандарти, технічні умови та інші нормативні документи, що визначають показники якості та екологічної безпеки продукції.

Економічні заходи спрямовані на стимулювання діяльності виробників щодо поліпшення якості будівельної продукції, збереження та відновлення безпеки довкілля, підвищення їх відповідальності за виготовлення, реалізацію неякісної та небезпечної продукції [2].

### **Висновки**

Досягнення конкурентоспроможності будівельної продукції на внутрішньому і зовнішньому ринку, забезпечення на цій основі сталого розвитку економіки регіону та її поєднання зі світовою економікою, задоволення попиту населення на якісну та безпечну будівельну продукцію, сприяння збільшенню зайнятості населення, платоспроможного попиту, підвищення рівня життя населення регіону - це очікувані результати виконання заходів галузевої програми.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Криворучко О. Мотивація якості на підприємстві / О. Криворучко // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2007. – №3. – С. 34-39
2. Пинда Ю.В. Фактори підвищення рівня конкурентоспроможності будівельних робіт та продукції / Ю.В. Пинда // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект: [Сб. науч. тр.] – Донецк: ДонНУ, 2008. – С. 793-801.

Шевченко Алла В. - професор кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

Осаулко Роман— студент групи ІБЦІ-20, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Shevchenko Alla V. — Cand. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e - mail:allashev1950@gmail.com.

Osaulko Roman— student of group ІБЦІ-20 Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.  
e - mail:romanosaulko@gmail.com.

## ЕФЕКТИ КОФЕРМЕНТАЦІЇ ВІДХОДІВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Наведено основні переваги біогазової технології утилізації органічних відходів. На основі проаналізованої інформації виявлено ефект підвищення виходу біогазу з тваринницьких відходів та стічних вод завдяки додаванню рослинних залишків, відходів рослинництва тощо. Запропоновано ефект коферментації в біогазовій установці оцінювати за енергетичним ефектом, який залежить від способу утилізації біогазу. Проаналізовано відомі способи утилізації біогазу, виявлено найбільш ефективний на даний момент і перспективні в майбутньому*

**Ключові слова:** біогазова технологія, коферментація, тваринницькі відходи, рослинні відходи, енергетичний ефект

### Abstract

*The main advantages of biogas technology of organic waste utilization are given. Based on the analyzed information, the effect of increasing the yield of biogas from livestock waste and wastewater due to the addition of plant residues, crop waste, etc. was revealed. It is proposed to evaluate the effect of cofermentation in a biogas plant on the energy effect, which depends on the method of biogas utilization. The known methods of biogas utilization are analyzed, the most effective at the moment and perspective in the future are revealed*

**Keywords:** biogas technology, cofermentation, livestock waste, vegetable waste, energy effect

### Вступ. Постановка задачі

Біогазові технології останнім часом інтенсивно впроваджуються в Україні, в тому числі, завдяки впровадженню «зеленого тарифу» на електроенергію з поновлюваних джерел. Такі системи мають ряд переваг, що підтверджують їх актуальність та ефективність. З одного боку це раціональний спосіб перероблення відходів сільського господарства, харчової та переробної промисловості, з іншого боку отримання енергії з біомаси це технологія відновлюваної енергетики [1]. Особливо велике значення біогазові технології мають для децентралізації енергопостачання, оскільки дозволяють забезпечити диверсифікацію енергопостачання приватних, комунальних та державних підприємств, фермерських господарств тощо. Внесення отриманого після анаеробного зброджування відходів дигестату забезпечує підтвержене збільшення врожайності [2]. Анаеробній переробці як рідкі відходи тваринництва так і тверді органічні відходи рослинництва.

Мета роботи – оцінка ефектів від сумісного зброджування (коферментації) тваринницьких та рослинницьких відходів в біогазових установках.

### Результати досліджень

На даний момент не розроблено методик для відносно точного оцінювання виходу біогазу з різних органічних відходів та сумішей відходів. Особливості відгодівлі та технологій збирання відходів не дозволяють в повній мірі використовувати результати досліджень закордонних авторів.

Тваринницькі відходи характеризуються відносною безперервністю та спрощеним збиранням, але їх біохімічні особливості не дозволяють отримувати високі значення виходу біогазу. У світі активно використовуються технології сумісного зброджування різних видів органічних відходів. Відомі результати по зброджуванню відходів ВРХ з травою, фруктовими та овочевими залишками, силосом кукурудзи тощо.

Статистика показує, що в Німеччині до 9% сільськогосподарських орних земель використовуються для вирощування кукурудзи на силос із подальшим сумісним зброджуванням її з відходами тваринництва в біогазових установках [3].

Згідно досліджень авторів [4] завдяки додаванню рослинних залишків у стічні води вдалося збільшити вихід біогазу в 2,7 рази в порівнянні із монозброджуванням стічних вод.



В роботі [5] зафіксовано збільшення виходу метану на 18...35% в результаті додавання відходів кукурудзи, трави, овочів, злакових до відходів тваринництва в порівнянні з монозброджуванням тваринницьких стоків.

На даний час є значні перспективи в удосконаленні технологій збирання та переробки рослинницьких відходів овочевого бадилля, соломи зернових та олійних культур, залишків кукурудзи та соняшника. Натомість біогазові технології їх переробки дозволять не тільки отримати більш якісне добриво, ніж під час процесів компостування, але й забезпечити підприємство диверсифікацією енергопостачання.

Ефекти біогазової технології детально описані в [6]. Комплексний ефект від коферментації на першому етапі розробки проекту можна оцінити на основі енергетичного ефекту від виробленого біогазу та експертних даних щодо співвідношення енергетичного, економічного та екологічного ефектів.

Енергетичний ефект від виробленого біогазу може визначатись за різними методами: техніко-економічним, термодинамічним, термоекономічним тощо. Його величина також залежить від вибору технології утилізації біогазу. Технології отримання водню та біометану з біогазу в майбутньому забезпечуватимуть найвищі значення енергетичного ефекту. Завдяки «зеленому тарифу» на електроенергію найбільш ефективним на даний час є спалювання біогазу в когенераційних установках з отриманням теплової та електричної енергії, що дозволяє впроваджувати децентралізацію та диверсифікацію енергопостачання, компенсувати пікові навантаження центральної енергосистеми. Для молочнотоварних підприємств можна запропонувати тригенераційні системи із відпуском теплової, електричної енергії та холоду.

## Висновки

Аналіз особливостей біогазової утилізації відходів показав ряд переваг такої технології, а саме більш ефективна переробка відходів із отриманням якісного добрива, вироблення екологічно чистої енергії з відновлюваних джерел.

Біохімічні особливості тваринницьких відходів не дозволяють отримувати високий вихід біогазу. Додавання рослинних залишків, відходів фруктів і овочів, силосу, трави тощо забезпечує підвищення виходу біогазу і зростання ефективності біогазової технології в цілому.

Сумісне зброджування (коферментація) дозволяє не тільки більш ефективно утилізувати відходи рослинництва, але й підвищити енергетичний ефект біогазової технології.

Комплексний ефект біогазової установки запропоновано визначати виходячи з її енергетичного ефекту, який залежить від способу утилізації біогазу. На даний момент, на нашу думку, найбільш ефективним є вироблення електроенергії з біогазу. А в подальшому на перше місце має вийти вироблення біометану та водню.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г.Г. Перспективи біогазу в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2013/07/3/383399/>
2. Малиновський Б. Характеристики дигестата біогазових установок. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/kak-v-biogazovyh-ustanovkah-udobrenie-proizvodyat?fbclid=IwAR0ICIWZM3DSffpqYpA9hGzcf5ESIKtPZG5XTUuaxnSsjomccRbhVgXNTg8>
3. Більковська Г.В. Відходи рослинництва у сільському господарстві Одеської області: перспективи для виробництва біогазу / Г. В. Більковська, Т. П. Шаніна // Український гідрометеорологічний журнал, 2015. – №16. – С. 107 – 111.
4. Галицкая П.Ю. Совместная утилизация отходов различных производств с получением полезных продуктов и биогаза / П. Ю. Галицкая, П. А. Зверева, С. Ю. Селивановская. // Ученые записки Казанского университета. – Том 153, кн. 1. – С. 152-160.
5. D. M. F. Lima. ANAEROBIC MODELING FOR IMPROVING SYNERGY AND ROBUSTNESS OF A MANURE CO-DIGESTION PROCESS // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2016. – №4. – P.871-883.
6. Ткаченко С.Й., Степанов Д.В., Степанова Н.Д. Аналіз соціальної та енерго- і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології // Вісник ВПП. – 2020. – №2. – С.34 – 41.
7. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія –Вінниця: ВНТУ, 2011.– 136 с.

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Stepanov Дмитро**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Stepanova Nataliya**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ БІОГАЗУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

**Анотація** Вінницький національний технічний університет

*Наведено актуальність впровадження біогазових установок у Вінницькій області. Наведено статистичні дані щодо обсягів реалізації продукції у сільському господарстві Вінниччини, проаналізовано споживання енергоресурсів та об'єми шкідливих викидів в області. Співставлено кількість голів сільськогосподарських тварин в 1998 та 2020 роках на Вінниччині, зроблено висновок про збільшення сировинної бази для вироблення біогазу. Розраховано потенційний річний вихід біогазу з органічних відходів тваринництва, спиртової та цукрової галузі Вінницької області. Оцінено потенціал вироблення електричної та теплової енергії. Виконано співставлення енергетичного потенціалу та енергетичних потреб області. Оцінено економічно доцільний потенціал вироблення біогазу на Вінниччині*

**Ключові слова:** біогаз, тваринницькі відходи, відходи цукрової та спиртової галузі, тепла енергія, електроенергія, енергетичний ефект, економічно доцільний потенціал

### Abstract

*The relevance of the introduction of biogas plants in Vinnytsia region is given. Statistical data on sales volumes in agriculture of Vinnytsia region are given, energy consumption and volumes of harmful emissions in the region are analyzed. The number of heads of farm animals in 1998 and 2020 in Vinnytsia region was compared, it was concluded that the raw material base for biogas production was increased. The potential annual yield of biogas from organic livestock waste, alcohol and sugar industry of Vinnytsia region is calculated. The potential for electricity and heat generation is estimated. The comparison of energy potential and energy needs of the region is performed. The economically feasible potential of biogas production in Vinnytsia region is estimated*

**Keywords:** biogas, livestock waste, sugar and alcohol waste, thermal energy, electricity, energy effect, economically feasible potential

### Вступ. Постановка задачі

В зв'язку із вичерпанням традиційних палив та збільшенням промислового потенціалу і, відповідно, споживання енергоресурсів на планеті на перше місце виходять проблеми енергоефективності та впровадження поновлюваних джерел енергії. Крім того гостро стоїть проблема збільшення кількості органічних відходів сільського господарства, харчової і переробної промисловості тощо.

Біогазові технології дозволяють комплексно вирішити проблеми утилізації органічних відходів та вироблення екологічно чистої енергії для потреб народного господарства [1].

Вінницька область займає перше місце за обсягами виробництва сільськогосподарської продукції та її переробці. Обсяг реалізованої продукції сільського господарства складає більше 8,4% в економіці України. Темпи приросту сільськогосподарського виробництва сягають 10...12% щороку. В сільському господарстві працюють понад 200 тис. чол. При цьому використовується понад 2 млн. га угідь, серед яких 1,725 млн. га орних земель.

Провідне місце в промисловому потенціалі області займає харчова промисловість (понад 64%). На Вінниччині працює 6 цукрових заводів з виробництвом понад 3 млн. т цукру на рік [2].

За величиною техногенного впливу на навколишнє середовище Вінниччина посідає 5 місце в Україні, причому основна частка викидів припадає на Ладизинську ТЕС, що виробляє електроенергію спалюючи вичерпний енергоресурс – кам'яне вугілля.

В той же час в області споживається більше 750 млн. м<sup>3</sup> природного газу, причому лівова частка споживання припадає на населення (60%).

Мета роботи – оцінка потенціалу біогазової технології на Вінниччині для покриття її енергетичних потреб.

### Результати досліджень

За статистичними даними з 1998 по 2020 рік відбулися суттєві зміни у поголів'ї сільськогосподарських тварин у Вінницькій області. Так, кількість корів зменшилась на 17%, іншої ВРХ – на 56%, свиней – на 32%. Натомість кількість кіз та овець збільшилася на 67%, а кількість птиці – в 31,9 разів. Такі зміни дозволяють оцінити збільшення біогазового потенціалу Вінниччини в 4,4 рази.

Для розрахунку енергетичного потенціалу біогазу у Вінницькій області взято до уваги статистичні дані по кількості тварин на 1 травня 2020 року [3]. Обсяги утворення відходів на спиртових та цукрових заводах відповідають статистичним даним 2019 року.

Розрахункова річна кількість відходів тваринництва, цукрової та спиртової галузі складає біля 13 млн. тон. Потенційний вихід біогазу з таких відходів в процесі монозброджування, розрахований за питомими показниками [4], складає 939 млн. м<sup>3</sup> на рік. На нашу думку, на даний час найбільш ефективним методом утилізації виробленого біогазу є спалювання його в когенераційних установках з виробленням товарної електроенергії та теплоти. Розрахунки показали, що річний потенціал вироблення електроенергії з біогазу складає 2083 млн. кВт·год. Додатково можна виробити 11,8 млн. ГДж теплоти на рік.

Згідно статистичних даних по Вінницькій області такого енергетичного ефекту достатньо для покриття всіх енергопотреб Вінниччини за основними видами економічної діяльності.

Оцінено також економічно доцільний потенціал біогазу, що розрахований за рекомендаціями Біоенергетичної Асоціації України [5]. Він склав 545 млн. м<sup>3</sup> на рік, що становить 58% від загального потенціалу.

### Висновки

Проаналізовано стан сільського господарства Вінницької області, обсяги споживання енергоресурсів та об'єми шкідливих викидів в навколишнє середовище. Виявлено збільшення сировинної бази для біогазової технології за рахунок збільшення в 31,9 рази поголів'я птиці на Вінниччині.

Користуючись статистичними даними проведено розрахунок кількості відходів тваринництва, цукрової та спиртової галузі Вінницької області, яка склала 13 млн. тон на рік. Анаеробна біоконверсія такої кількості органічних відходів дозволить отримати біля 939 млн. м<sup>3</sup> біогазу на рік.

Для аналізу енергетичного ефекту біогазу вибрано варіант утилізації його в когенераційних установках. Таким чином, потенційно можна отримати 2083 млн. кВт·год електроенергії та додатково 11,8 млн. ГДж теплоти. Тобто, енергетичного потенціалу біогазу з органічних відходів тваринництва, цукрової та спиртової галузі достатньо для покриття енергетичних потреб Вінницької області за основними видами економічної діяльності.

Користуючись рекомендаціями Біоенергетичної Асоціації України оцінено економічно доцільний потенціал біогазу на Вінниччині. Він склав 545 млн. м<sup>3</sup> на рік або 58% від загального потенціалу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С.Й., Степанов Д.В., Степанова Н.Д. Аналіз соціальної та енерго - і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології //Вісник ВПП. – 2020. – №2. – С.34 – 41.
2. Аналітично-описова частина до Стратегії регіонального розвитку Вінницької області на період до 2027 року. Режим доступу: [http://vin.gov.ua/images/doc/vin/ODA/strategy/CEanaliz\\_\\_.pdf](http://vin.gov.ua/images/doc/vin/ODA/strategy/CEanaliz__.pdf)
3. Кількість сільськогосподарських тварин у 2020 році з сайту Головного управління статистики у Вінницькій області. Режим доступу: <https://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information/6595-kilkist-sg-tvaryn.html>.
4. Баадер Б., Доне Е., Брендерфер М. Биогаз: Теория и практика:– М. : Колос, 1982. – 148 с.
5. Гелетуха Г.Г Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні. Аналітична записка БАУ №4. /Г.Г. Гелетуха, П.П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев. Режим доступу: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/04/position-paper-uabio-4-ua.pdf>

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Метла Денис Олегович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет  
**Stepanov Дмитро**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Metla Denis**, student on Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБІГРІВУ БАСЕЙНІВ.

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Наведено актуальність впровадження енергоефективних систем використання поновлюваних джерел енергії. Наведено переваги і недоліки роботи теплових насосів з використанням теплоти ґрунту, атмосферного повітря, стічних вод та витяжного повітря.*

*Проаналізовано ефективність використання теплового насосу «повітря – вода» для обігріву басейну. Розглянуто характеристики теплового насосу для обігріву басейну HydroPro13.*

**Ключові слова:** тепловий насос, обігрів басейну, енергоефективність, коефіцієнт перетворення, атмосферне повітря

### Abstract

*The relevance of the introduction of energy efficient systems for the use of renewable energy sources is given. The advantages and disadvantages of heat pumps using soil heat, atmospheric air, wastewater and exhaust air are presented.*

*The efficiency of using the air-to-water heat pump for pool heating is analyzed. The characteristics of the heat pump for pool heating HydroPro13 are considered.*

**Keywords:** heat pump, pool heating, energy efficiency, coefficient of performance, atmospheric air

### Вступ. Постановка задачі

Економія паливно-енергетичних ресурсів на даний момент виходить на перший план. Вичерпання традиційних палив, а саме природного газу, вугілля та нафти спричиняє необхідність пошуку енергоефективних рішень та застосування поновлюваних джерел енергії. З іншого боку спалювання традиційних палив призводить до суттєвого погіршення стану навколишнього середовища. Традиційні енерготехнології збільшують теплове навантаження і викиди парникових газів в атмосферу та прискорюють процеси глобального потепління.

Одним з ключових споживачів енергоресурсів в Україні є житлово-комунальний сектор. Пошук і впровадження енергоефективних рішень для теплопостачання об'єктів невеликої потужності дозволить значно знизити навантаження на енергосистему України та скоротити техногенне навантаження на навколишнє середовище. Одним з напрямів підвищення енергоефективності в житлово-комунальному секторі є впровадження теплонасосних технологій, що використовують теплоту ґрунту, стічних вод, витяжного повітря та атмосферного повітря [1].

Відомо, що ґрунтові теплонасосні системи відрізняються рівномірною сезонною ефективністю, але вимагають значних інвестицій у влаштування вертикальних або горизонтальних ґрунтових теплообмінників.

Обладнання, що використовує енергію стічних вод та витяжного повітря значно ускладнює системи водо- та повітровідведення, вимагає доочищення теплоносія, який характеризується нерівномірністю та невеликим енергетичним потенціалом.

Недоліком теплонасосного обладнання, що використовує теплоту атмосферного повітря є суттєва залежність коефіцієнта перетворення від температури навколишнього середовища [2]. Тому особливо ефективними теплові насоси «повітря – вода» можуть бути для теплозабезпечення споживачів в перехідний та теплий період року. Одним з таких споживачів є система підігріву води в басейнах.

Мета роботи – оцінка ефективності використання теплонасосного обладнання для обігріву басейнів.

### Результати досліджень

Для підігріву води в басейні можна розглянути 3 варіанти джерел теплоти: електричний котел; котел на газовому чи твердому паливі; тепловий насос.

Використання електрокотлів вимагає мінімальних експлуатаційних витрат, інвестиції в котельне обладнання також мінімальні. Перевагою такого варіанту є відсутність димової труби та шкідливих викидів в навколишнє середовище в місці встановлення. Основний недолік – значні витрати на електроенергію.

Встановлення котлів, що спалюють паливо, для обігріву басейну погіршує стан навколишнього середовища через викидання димових газів, вимагає влаштування системи зберігання, підготовки та подавання палива. Крім того вартість непоновлюваних енергоресурсів постійно зростає, а використання, наприклад, біомаси вимагає кваліфікованого обслуговуючого персоналу.

В загальному випадку коефіцієнт перетворення теплового насоса «повітря – вода» може складати від 1,1 до 10 в залежності від температур випарника та конденсатора. Особливістю системи обігріву басейну, на відміну від систем опалення, є невисока температура споживача, тому температура конденсатора складає 35...40°C. Це забезпечує коефіцієнт перетворення не нижче 3.

В даній роботі розглянуто характеристики теплового насосу для обігріву басейну HydroPro13. Згідно паспортних даних розрахункова теплова потужність теплового насоса  $Q_{\text{тн}} = 13$  кВт, а коефіцієнт перетворення COP = 5,5, витрата води через конденсатор  $V = 6...8$  м<sup>3</sup>/год, розрахунковий струм 12,1 А, холодоагент R407C.

Виходячи з паспортних даних можна оцінити, що електрична потужність теплового насосу складає 2,66 кВт. Таким чином, при розрахунковій потужності 13 кВт коефіцієнт перетворення складає біля 4,9. За умов витрати води через конденсатор біля 7 м<sup>3</sup>/год різниця температур води на вході/виході складе 1,6°C.

Отже, використання теплового насосу для обігріву басейну має ряд переваг: дозволить зменшити в 3...5 разів використання електроенергії, в порівнянні з електричним котлом; немає необхідності в системі зберігання, підготовки, подавання та спалювання палива, відсутні викиди шкідливих речовин у місці встановлення обладнання.

## Висновки

Вказано, що в умовах вичерпання традиційних органічних палив особливу увагу слід приділити підвищенню енергоефективності обладнання та впровадженню систем використання поновлюваних джерел енергії. Одним з ключових споживачів енергоресурсів є житлово-комунальний сектор та системи тепlopостачання населення.

Проаналізовані переваги і недоліки теплонасосних технологій, що використовують теплоту ґрунту, атмосферного повітря, стічних вод та витяжного повітря.

Розглянуті варіанти тепlopостачання басейну від електрокотла, котла на органічному паливі та теплового насосу. Виявлено, що тепловий насос споживає в 3...5 разів менше електроенергії, ніж електрокотел і на відміну від котла на органічному паливі не викидає шкідливих викидів в місці встановлення.

Розглянуті основні характеристики теплового насосу для обігріву басейну HydroPro13. Оцінений його коефіцієнт перетворення та нагрів води в конденсаторі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов Д.В., Степанова Н.Д., Гайдейчук О.О. Вибір ефективного джерела теплорозподілу житлової будівлі // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 149–152..
2. Рей Д, Макмайкл Д. Тепловые насосы. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
3. Степанов Д.В. Ефективність застосування реверсивних чиллерів «повітря-вода» в схемах котелень на різних паливах / Д. В. Степанов, О. К. Сулима // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. - №1. – 2018. - С.117-121.
4. Інструкція з обслуговування теплового насосу Hydro Pro 13. Режим доступу: <https://www.manualslib.com/products/Hydro-Pro-13-3942758.html>

*Степанов Дмитро Вікторович*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

*Дуднік Іван Юрійович*, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

*Лисюк Денис Ярославович*, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

*Stepanov Dmitro*, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

*Dudnik Ivan*, student on Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University *Lysyuk Denis*, student on Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University

# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ХОЛОДУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

## Анотація

У роботі аналізується енергоефективність підтримання температурних і вологісних умов у виробничому приміщенні в теплий період року за допомогою теплонасосної системи вентиляції та кондиціонування повітря з рециркуляцією холоду в залежності від параметрів зовнішнього повітря. Розроблено теоретичну модель цієї системи та виконано числовий аналіз її термодинамічної ефективності. Встановлено, що дана модель може застосовуватись в країнах з помірним континентальним кліматом в усьому діапазоні параметрів навколишнього середовища, коли об'єктом вентиляції є приміщення з невисокою кратністю повітрообміну.

**Ключові слова:** теплонасосно-рекуператорна схема, повітряний тепловий насос, вентиляція та кондиціонування, холодильний коефіцієнт, рециркуляція.

## Abstract

The work analyses energy efficiency of maintaining temperature and humidity conditions in the production area during warm season using a heat pump ventilation and air conditioning system with recirculation of generated cold depending on the outside air parameters. A theoretical model of this system has been developed and a numerical analysis of its thermodynamic efficiency has been performed. It is established that this model can be used in countries with a temperate continental climate in the whole range of environmental parameters, when the object of ventilation is an area with a low rate of air exchange.

**Keywords:** heat pump-recuperator system, air heat pump, ventilation and conditioning, refrigeration coefficient, recirculation.

## Вступ

За підсумками Рамкової конвенції ООН 2015 року в Парижі Європейський Союз встановив мету до 2050 р. скоротити викиди CO<sub>2</sub> на 80 % [1]. Для досягнення цілей було запропоновано використання відновлюваних джерел енергії та електроенергії замість викопного палива для цілей теплопостачання та генерації холоду. На сьогодні застосування теплових насосів (ТН) продовжує зростати, оскільки дана технологія пропонує можливість забезпечення вентиляції та кондиціонування в будівлях, зменшуючи споживання первинної енергії по відношенню до традиційних систем [2]. Повітряні ТН є особливо ефективними в системах кондиціонування та вентиляції житлових та виробничих приміщень. Проте питання їх правильної інтеграції та підвищення продуктивності досі мають велике значення для економії енергії.

У даній роботі пропонується схема з високою ефективністю в усьому діапазоні температури та відносної вологості навколишнього середовища за рахунок високого коефіцієнта рециркуляції вентиляційного повітря. Ефективність зростає за рахунок більшої частки повітря з приміщення, яка в суміші зі свіжим повітрям надходить до випарника ТН. Тобто в умовах більшої рециркуляції холоду, який генерується системою.

Метою роботи є аналіз енергоефективності підтримання теплового та вологісного режиму у виробничому приміщенні в теплий період року за рахунок теплонасосної установки (ТНУ) вентиляції та кондиціонування повітря з максимально допустимим коефіцієнтом рециркуляції в залежності від параметрів зовнішнього повітря, а також геометричних і теплофізичних характеристик будівлі, кратності повітрообміну об'єкта кондиціонування та внутрішніх тепловиділень (величина  $K$ ). Результатом дослідження є оцінка енергетичної ефективності (холодильні коефіцієнти ТН і ТНУ) та параметрів повітря у вузлових точках даної системи.

## Результати дослідження

На рис. 1 зображена принципова схема вентиляції та кондиціювання з рециркуляцією відпрацьованого повітря та зі змінною часткою свіжого зовнішнього повітря. Принцип роботи схеми: два потоки свіжого зовнішнього повітря з температурою  $t_0$ , вологовмістом  $d_0$  і масовими витратами  $G_p$  та  $G_0$  поступають до першої та другої камер змішування відповідно (КЗ1 і КЗ2), де змішуються з двома потоками відпрацьованого повітря з приміщення за температури  $t_2$ , вологовмісту  $d_2$  і з масовими витратами  $G_0$  та  $G_p$  відповідно. Таким чином, на виході з КЗ отримуються суміші повітря з однаковими масовими витратами, які рівні необхідній витраті повітря для задоволення потреб вентиляції  $G_{зар}$ . Суміш повітря після КЗ1 за температури  $t_{c1}$  і вологовмісту  $d_{c1}$  надходить до конденсатора ТН, де нагрівається і на виході має температуру  $t_k$  за постійного вологовмісту. Суміш повітря після КЗ2 за температури  $t_{c2}$  і вологовмісту  $d_{c2}$  надходить до випарника ТН, де охолоджується з частковою конденсацією водяної пари до температури  $t_b$  та заданого технологічними умовами вологовмісту  $d_1$ . Обидва потоки спрямовуються до рекуператора, у якому відбувається нагрівання потоку повітря після випарника до заданої температури  $t_1$  за рахунок теплоти повітря, нагрітого в конденсаторі ТН. Процес теплообміну проходить за постійних вологовмістів обох повітряних потоків. Нагріта суміш повітря ( $t_1$ ,  $d_1$ ,  $G_{зар}$ ) після рекуператора спрямовується до виробничого приміщення для цілей вентиляції та кондиціювання (для компенсації надходжень теплоти через огороження та внутрішніх тепло- і вологовиділень).

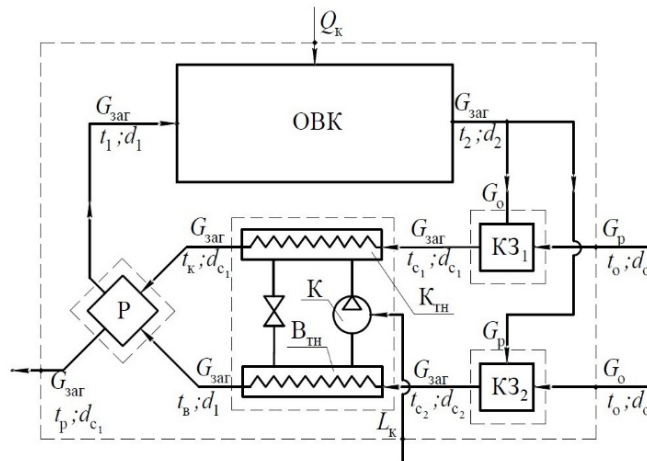


Рис. 1. Принципова ТНУ вентиляції та кондиціювання повітря в приміщенні: К<sub>ТН</sub> – конденсатор ТН; В<sub>ТН</sub> – випарник ТН; К – компресор; КЗ1 – перша камера змішування; КЗ2 – друга камера змішування; Р – рекуператор; ОВК – об’єкт вентиляції та кондиціювання повітря.

Розрахунковий аналіз параметрів ТНУ вентиляції та кондиціювання повітря виконано для типового виробничого приміщення з вологовиділенням. Як прототип був обраний виробничий цех кондитерської фабрики «Рошен» в Київській області [3]. Для забезпечення комфортних умов роботи в приміщенні цеху були встановлені наступні параметри внутрішнього повітря [4]: температура в приміщенні  $t_2 = 18$  °С; відносна вологість повітря в приміщенні  $\varphi_2 = 50$  %. На рис. 2 побудовано графічні залежності холодильних коефіцієнтів ТН та ТНУ вентиляції та кондиціювання від температури  $t_0$  та відносної вологості  $\varphi_0$  навколишнього середовища. Випадок, коли  $K_p = 0$ , описує відсутність рециркуляції повітря та вказує на різке погіршення температурного режиму роботи ТНУ.

## Висновки

Аналіз даної ТНУ вентиляції та кондиціювання показав вагомість рециркуляції холоду для забезпечення високої ефективності роботи схеми в широкому діапазоні температур і відносних вологостей навколишнього середовища. Збільшення теплових притоків зумовлює до ще більш ефективної рециркуляції холоду, так як для кондиювання потребується більш низька температура припливного повітря. Дана теоретична модель ТНУ може бути придатною для застосування як в країнах з помірним сухим континентальним кліматом, так і з вологим тропічним кліматом в усьому діапазоні температур навколишнього середовища, коли об’єктом вентиляції виступає виробниче приміщення з невисокою кратністю повітрообміну (цех, склад, машинне відділення).



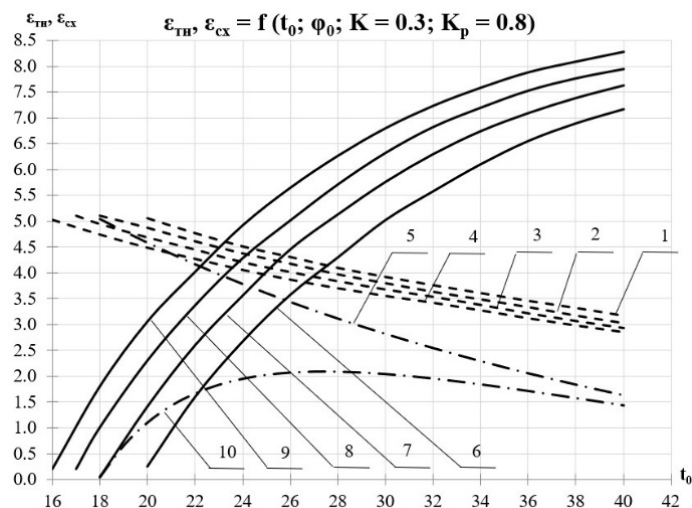


Рис. 2. Залежності холодильних коефіцієнтів ТН та схеми в цілому від температури та відносної вологості навколишнього середовища, величини  $K$  і коефіцієнта рециркуляції  $K_p = 0,8$ :  $K = 0,3$ : 1-4 ( $\epsilon_{ТН}$ ), 6-9 ( $\epsilon_{СХ}$ ) –  $\phi_0 = 40\%$ ;  $50\%$ ;  $60\%$ ;  $70\%$ ; 5 ( $\epsilon_{ТН}$ ), 10 ( $\epsilon_{СХ}$ ) –  $K_p = 0$ .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. F. Aguilar, D. Crespi-Llorens, P.V. Quiles, “Techno-economic analysis of an air conditioning heat pump powered by photovoltaic panels and the grid”, *Solar Energy*, vol. 180, pp. 648-663, 2019.
2. Domenico Mazzeo. “Solar and wind assisted heat pump to meet the building air conditioning and electric energy demand in the presence of an electric vehicle charging station and battery storage”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 213, pp. 1228-1250, 2019.
3. М. К. Безродний, Н. О. Притула, М. О. Цветкова, «Термодинамічний аналіз теплонасосної системи вентиляції для підтримання комфортних умов в виробничих приміщеннях з вологовиділенням», *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"*, №13, с. 77-82. 2018.
4. *Опалення, вентиляція та кондиціонування // Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-67:2013*. Київ, Україна: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013, 149 с.

**Безродний Михайло Костянтинович** — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua).

**Місюра Тимофій Олексійович** — аспірант, теплоенергетичний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, [Sconosciuto.T@gmail.com](mailto:Sconosciuto.T@gmail.com).

Науковий керівник: **Безродний Михайло Костянтинович** — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

**Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua)

**Misiura Tymofii O.** — postgraduate, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [Sconosciuto.T@gmail.com](mailto:Sconosciuto.T@gmail.com).

Supervisor: **Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

## МЕТОДИ І СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ В СУШИЛЬНИХ ПРОЦЕСАХ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Розглянуто та наведено перспективні методи та способи збереження енергії в сушильних процесах.

**Ключові слова:** енергія, сушіння, теплотехнічні методи, параметри, паливо, теплота, процес, енергозбереження.

**Abstract.** Promising methods and ways of energy conservation in drying processes are considered and given.

**Keywords:** energy, drying, heat engineering methods, parameters, fuel, heat, process, energy saving.

### Вступ

Зростаючий дефіцит і постійне підвищення цін на енергоресурси (нафту, природний газ, вугілля) є причиною одного з сучасних пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки – енергозбереження і ефективного використання енергії. Дана проблема актуальна і для процесів сушіння і теплової обробки матеріалів, які є досить енергоємними і в то ж час знаходять широко використовуються в різних галузях переробних виробництв агропромислового комплексу [1].

### Основна частина

Методи економії енергії або енергозбереження в процесах сушіння і сушильних установках можна класифікувати таким чином.

1. Технологічні методи, коли за рахунок технологічних заходів можна знизити витрати енергії (зниження початкової вологості матеріалу механічним зневодненням, випарюванням; застосуванням органічних розчинників, які мають низьку теплоту випаровування, зміна розмірів, форми і внутрішньої структури матеріалу подрібненням, сортуванням за ступенем стиглості, спінюванням; дотриманням відповідності кінцевої вологості матеріалу максимально допустимою; застосуванням різних добавок, які дозволяють інтенсифікувати процес сушіння, таких як, поверхнево-активні речовини і наповнювачі, котрі покращують гідродинамічний режим в сушарках; попередньою підготовкою матеріалів – гомогенізацією, фільтруванням, підігрівом) [1].

2. Теплотехнічні методи, які можна розділити на загальні методи, які стосуються установки в цілому і на кінетичні методи, спрямовані безпосередньо на інтенсифікацію процесів тепло масообміну [2-6].

До загальних теплотехнічних методів можна віднести такі:

- вдосконалення систем підготовки (нагрівання) сушильного агента (калориферів, топкових агрегатів), схем підведення теплоти;
- оптимізація режимів роботи установки і тепловологісних параметрів сушіння; застосування рециркуляції сушильного агента і оптимізація його кількості;
- регулювання кінцевого вологовмісту і температури сушильного агента;
- оптимізація числа зон сушіння і проміжного підігріву;
- суміщення з сушінням інших технологічних процесів в одному апараті (подрібнення, грануляція, сепарація тощо);
- застосування замкнутого циклу руху сушильного агента;
- утилізація теплоти відхідних газів і висушеного матеріалу (використання теплообмінників, конденсаторів, теплових труб, теплових насосів);
- зниження втрат в навколишнє середовище за рахунок вдосконалення теплоізоляції установки;
- дотримання нормативних режимів експлуатації (видатності установки, витрати теплоносія);
- автоматизація процесу;

- вдосконалення систем очищення газових викидів при зниженні витрати енергії;
- використання альтернативних видів палива – відходів різних виробництв (деревобробки, сільського господарства тощо).

Кінетичні методи можна розділити на методи інтенсифікації зовнішнього і внутрішнього тепломасопереносу.

Інтенсифікації зовнішнього тепломасообміну можна досягти за рахунок:

- збільшення різниці температур і концентрацій вологи, що випаровується в потік сушильного агента і біля поверхні матеріалу;
- збільшення активної міжфазної поверхні внаслідок інтенсивного перемішування, подрібнення дисперсної фази, дрібнодисперсного розпилювання рідин при їх сушінні;
- реверсування напрямку руху сушильного агента, створення закручених, зустрічно спрямованих і зустрічно закручених потоків, підвищення міри турбулентності потоку;
- зміни і регулювання властивостей сушильного агента, наприклад, застосування інертних газів, перегрітої пари, осушеного повітря, створення вакууму або підвищеного тиску з його періодичним скиданням;
- застосування інтенсивних теплових потоків – інфрачервоного випромінювання, електромагнітного поля;
- створення нестационарних умов взаємодії фаз, наприклад шляхом генерації пульсуючих потоків;
- застосування комбінованих методів підведення енергії, наприклад, поєднання конвективного підведення теплоти з інфрачервоним або високочастотним, конвективно-кондуктивним підведенням теплоти, накладання акустичного поля.

Інтенсифікація внутрішнього тепломасопереносу може бути досягнута внаслідок:

- застосування максимально допустимих високотемпературних режимів сушіння;
- збільшення рушійної сили за рахунок управління тепловологісним режимом, і тиском в масі сировини, наприклад вакуумування, створення осцилюючих, імпульсних режимів енергопідведення і використання ефектів термовологопровідності та фільтраційного перенесення вологи;
- використання енергетичних полів, котрі забезпечують інтенсивне підведення теплоти і нагрівання матеріалу, наприклад застосування СВЧ, інфрачервоного випромінювання, комбінованих способів підведення теплоти;
- введення в масу матеріалу різних добавок поверхнево-активних речовин, які прискорюють внутрішнє вологоперенесення;
- зміни структури матеріалу в процесі сушіння, якщо це допустимо технологією, з метою зниження дифузійного опору переносу вологи і збільшення вологопровідності матеріалу.

### Висновки

Вибір раціонального способу сушіння і енергозберігаючих заходів визначається властивостями сировини і технологічним завданням сушіння. Одним з основних критеріїв при виборі способу сушіння, методу економії енергії є вартість стадії сушіння в технологічній лінії виробництва продукту.

Найкращим способом буде той, котрий забезпечує мінімальні капітальні і експлуатаційні витрати, що входять в собівартість продукції при забезпеченні її необхідної якості.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данилов О. Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О. Л. Данилов, Б. И. Леончик. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
2. Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528с.
3. Кабалдин Г. С. Модернизация распылительных и барабанных сушильных установок / Г. С. Кабалдин. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 112 с.
4. Долинский А. А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А. А. Долинский, Г. К. Иваницкий. – К. : Наук. думка, 1984. – 240 с.
5. Співак О. Ю. Дослідження кінетики процесів сушіння сільськогосподарської сировини в побутових сушарках / О. Ю. Співак, М. О. Кучинський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: Універсум-Вінниця. – 2012.–№1.– С.85-89.
6. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. – Вінниця.: ВНТУ. 2008.– 98с.

*Олександр Юрійович Співак – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : spivak000@gmail.com*

*Дзюбанчук Максим Сергійович – студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : dziubanchuk.maksym@gmail.com*

*Савенко Олександр Анатолійович – студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : syawa.sw@gmail.com*

*Olexandr Y. Spivak – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*

*Dzubanchuk M.S. — student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*

*Savenko O.Y. — student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СХЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В КОНВЕКТИВНИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Розглянуто перспективні способи енергоефективних схем підключення тепло утилізаційного обладнання в конвективних сушарках.

**Ключові слова:** тепловий процес, сушіння, утилізація, теплоносії, робоче тіло, сушільний агент, тепловтрати, повітря, теплота.

**Abstract.** Promising ways of energy-efficient schemes of connection of heat utilization equipment in convective dryers are considered.

**Keywords:** thermal process, drying, utilization, heat carrier, working body, drying agent, heat exchangers, air, heat.

### Вступ

В конвективних сушільних установках найбільші втрати теплоти відбуваються з відпрацьованим сушільним агентом і в навколишнє середовище через теплову ізоляцію корпусу. Звідси випливають найочевидніші шляхи підвищення економічності роботи сушільних установок, пов'язані з зменшенням зазначених вище втрат теплоти.

Перший найбільш раціональний шлях зумовлений скороченням втрат теплоти з відпрацьованим теплоносієм (зниженням температури відхідних газів, їх витрати, рециркуляції сушільного агента) і зменшенням втрат в навколишнє середовище (наприклад, за рахунок зменшення тепловіддаючих поверхонь, габаритів камери, покращення теплоізоляції).

Другий шлях – раціональне використання теплоти відпрацьованого теплоносія в різних типах утилізаційних установок та теплових насосів [1].

### Основна частина

Застосування утилізаторів і регенераторів теплоти різних типів дозволяє значно підвищити ефективність використання палива, економічність роботи промислових сушільних установок. Утилізатори теплоти (теплообмінники) діляться на такі групи:

- регенеративні (з проміжним теплоносієм);
- рекуперативні (газоповітряні, водоповітряні, повітряноповітряні);
- змішувальні.

Принципові схеми сушільних установок з утилізаторами (регенераторами) теплоти представлені на Рис.1.

Найпростіший утилізатор (рекуператор) є теплообмінником рекуперативного типу, в якому вхідне повітря підігрівається відпрацьованим сушільним агентом (Рис.1,а).

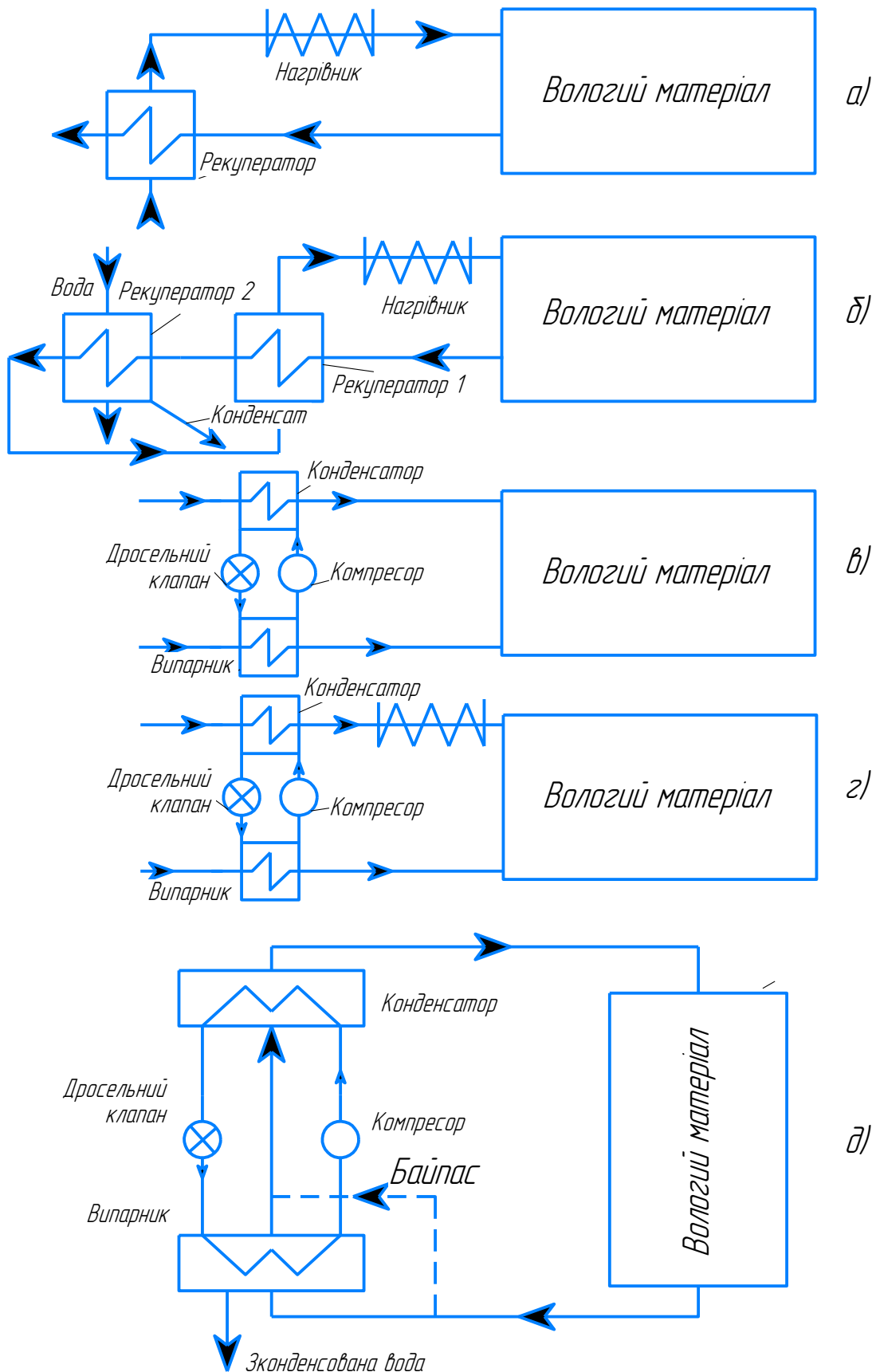


Рисунок 1 – Принципові схеми сушильних установок з утилізацією теплоти:  
 а) – з рекуператором; б) – з рекуператором і осушувачем  
 в) – з тепловим насосом; г) – з тепловим насосом і додатковим підігрівачем;  
 д) – з теплонасосним осушувачем

Якість утилізації теплоти (і якість висушеного продукту!) можна покращити, застосувавши схему з двома теплообмінниками: газоповітряним і газоводяним (Рис.1, б).

При використанні в якості утилізатора теплоти теплового насоса відпрацьований сушильний агент надходить в його випарник, де віддає теплоту киплячому робочому тілу (Рис 1,в). Пара робочого тіла, що утворилася внаслідок поглинання теплоти стискається в компресорі і надходить в конденсатор, де теплою, що виділяється при конденсації нагрівають атмосферне повітря, що надходить в сушильну установку.

У випадку, якщо неможливо нагріти повітря в конденсаторі до необхідної температури, додатково встановлюють електронагрівник (Рис.1,г).

В сушильній установці з теплонасосним осушувачем можна організувати замкнутий контур сушильного агента (Рис.1.д) за аналогією з (Рис. 1,б). У випарнику вологе повітря охолоджується нижче точки роси, внаслідок чого осушується і далі поступає в конденсатор, де нагрівається до необхідної температури.

При високій відносній вологості відпрацьованого сушильного агента найбільш ефективним є застосування теплонасосного осушувача з байпасуванням повітря. Застосування байпасування частини повітря повз випарник збільшує температуру повітря перед конденсатором і тим самим знижує необхідну для нагрівання кількість теплоти.

На Рис.2 представлено питоме енергоспоживання в сушильних установках з різними типами утилізаційних пристроїв [2-7].

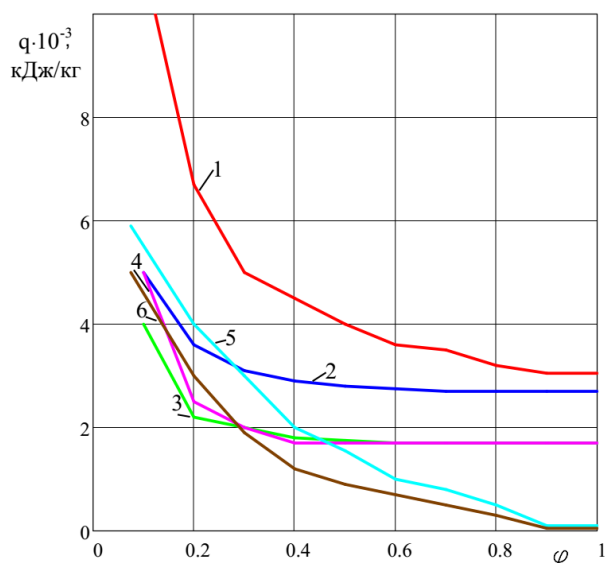


Рисунок 2 – Енергоспоживання сушильних установок з утилізацією теплоти

- 1 – відсутність утилізатора; 2 – рекуператор; 3 – тепловий насос;
- 4 – тепловий насос з додатковим нагрівачем;
- 5 – теплонасосний осушувач без байпасування повітря;
- 6 – теплонасосний осушувач з байпасуванням повітря

Зі зменшенням відносної вологості відпрацьованого повітря ефективність застосування теплового насоса знижується, і при її значенні менше 30% тепловий насос стає не вигідним. Це зумовлено тим, що зі зменшенням вмісту водяної пари в повітрі скорочується кількість теплоти пароутворення і це призводить до зниження температури кипіння у випарнику. Отже, при сталій температурі конденсації зменшується коефіцієнт перетворення теплоти.

З рисунка видно, що за температури вхідного повітря  $t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$  і його відносній вологості 100%, температури відпрацьованого сушильного агента  $t_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$  і відносній вологості 80% питома витрата енергії для схем з теплонасосним осушувачем становить близько 800 кДж/кг, тоді як для звичайної сушильної установки без утилізатора – близько 3500–4000 кДж/кг.

### Висновки

Застосування теплоутилізаційного обладнання підвищує коефіцієнт корисної дії сушильного комплексу, сприяє енергозбереженню і збереженню паливних ресурсів.

Застосування теплового насоса для утилізації теплоти відпрацьованого сушильного агента доцільне лише за вологості останнього не менше 30%.

Для вибору способу утилізації необхідно враховувати вартість утилізаційного обладнання, можливість його надійної роботи, простоту експлуатації і ремонту та зміну собівартості висушеної продукції при забезпеченні її необхідної якості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акулич, П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок / П. В. Акулич. - Минск : Беларус. навука, 2010. – 443 с.
2. Ганжа В. Л. Об эффективности использования газопоршневых когенерационных установок / В. Л. Ганжа, С. Г. Горошевич // Тепло и массоперенос–2005: Сб. науч. тр. ИТМО НАН Беларуси. – Минск, 2005. – С. 12–19.
3. Данилов О. Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О. Л. Данилов, Б. И. Леончик. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136 с.
4. Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528с.
5. Янговский Е. И. Промышленные тепловые насосы / Е. И. Янговский, Л. А. Левин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.
6. Долинский А. А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А. А. Долинский, Г. К. Иваницкий. – К. : Наук. думка, 1984. – 240 с.
7. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. – Вінниця, : ВНТУ. 2008.– 98с.

**Олександр Юрійович Співак** – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : spivak000@gmail.com.

**Дзюбанчук Максим Сергійович** – студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : dziubanchuk.maksym@gmail.com.

**Dziubanchuk M.S.**— student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : dziubanchuk.maksym@gmail.com.

**Spivak O.Y.** — scientific supervisor, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail : spivak000@gmail.com



## ГЕЛІОУСТАНОВКА ДЛЯ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ НА ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовано доцільність застосування енергії Сонця для забезпечення потреб теплопостачання та можливі схеми геліоустановок. Запропоновано схему підготовки гарячої води на основі сонячної системи гарячого водопостачання з дублером – газовим котлом. Оцінено техніко-економічний ефект від впровадження системи сонячного гарячого водопостачання.*

**Ключові слова:** геліоустановка, гаряче водопостачання, котельня.

### *Abstract*

*The expediency of using solar energy to meet the needs of heat supply and possible schemes of solar installations are analyzed. The scheme of preparation of hot water on the basis of solar system of hot water supply with the doubler - a gas copper is offered. The technical and economic effect of the introduction of the solar hot water supply system is estimated.*

**Keywords:** solar power plant, hot water supply, boiler room.

### **Вступ**

Споживання енергії невідпинно зростає щороку. Традиційна енергетика на викопному паливі вже не здатна забезпечити необхідний рівень енергоозброєності суспільства. Хоча ще наявні запаси природних палив, але проблема їх вичерпання при прогнозованих темпах їх розробки переходить у реальну і недалеку перспективу [1].

Зростання забруднення навколишнього середовища відходами виробництва енергії є ще одним фактором, що обмежує значне збільшення об'ємів виробництва енергії за рахунок спалювання викопних палив. Відходи спалювання палива значні за масою та містять велику кількість різних шкідливих компонентів. Не менш шкідливим є і теплове забруднення навколишнього середовища, що призводить до глобального потепління клімату Землі, танення льодовиків і підвищення рівня світового океану.

Тому все більш актуальним стає широке практичне використання поновлюваних джерел енергії, природа яких визначається процесами на Сонці і у надрах Землі, гравітаційним впливом Сонця, Землі та Місяця [2].

Метою роботи є досягнення економії палива в тепловій схемі котельні на газоподібному паливі на відміну від існуючої, що здійснюється за рахунок застосування геліоустановки для системи гарячого водопостачання.

### **Результати дослідження**

Серед вторинних енергоносіїв енергія Сонця є найбільш перспективною по масштабах ресурсів, екологічній чистоті і поширеності. У муніципальній теплоенергетиці використовують метод перетворення сонячної енергії в теплову. Добова періодичність надходження сонячної радіації змушує шукати способи акумуляції отриманої від Сонця теплоти з тим, щоб використовувати цю теплоту потім відповідно до графіка споживання для побутових і виробничих цілей.

Виконано аналіз найбільш поширених схем геліоустановок: пасивного термосифонного водонагрівника, активного водонагрівника без дублера, активна схема з резервним водонагрівником. Зважаючи на суттєву потужність системи гарячого водопостачання обраного об'єкту для дослідження обрано активну систему геліоустановок із дублером, у ролі якого виступатиме вже встановлений у ко-

тельні газовий котел. Через обмежену можливість використання площі для встановлення геліоколекторів через щільну забудову мікрорайону, наявна для встановлення лише площа покрівлі котельні.

До розгляду прийнята котельня, що забезпечує потреби торговельно-розважального центру у м. Вінниця: потужність чергового опалення – 400 кВт, теплова потужність системи гарячого водопостачання – 335 кВт, потужність повітряного опалення – 250 кВт, теплова потужність системи вентиляції – 422 кВт. Використовуючи методику розрахунку наведену у [3], кліматичні дані із [4] для м. Вінниця та характеристики обладнання для геліосистем [5, 6], визначено виробництво теплоти сонячною системою гарячого водопостачання і співставлено його із теплотою, що необхідно відпускати на потреби гарячого водопостачання об'єкту. Результати розрахунків показані на рис. 1

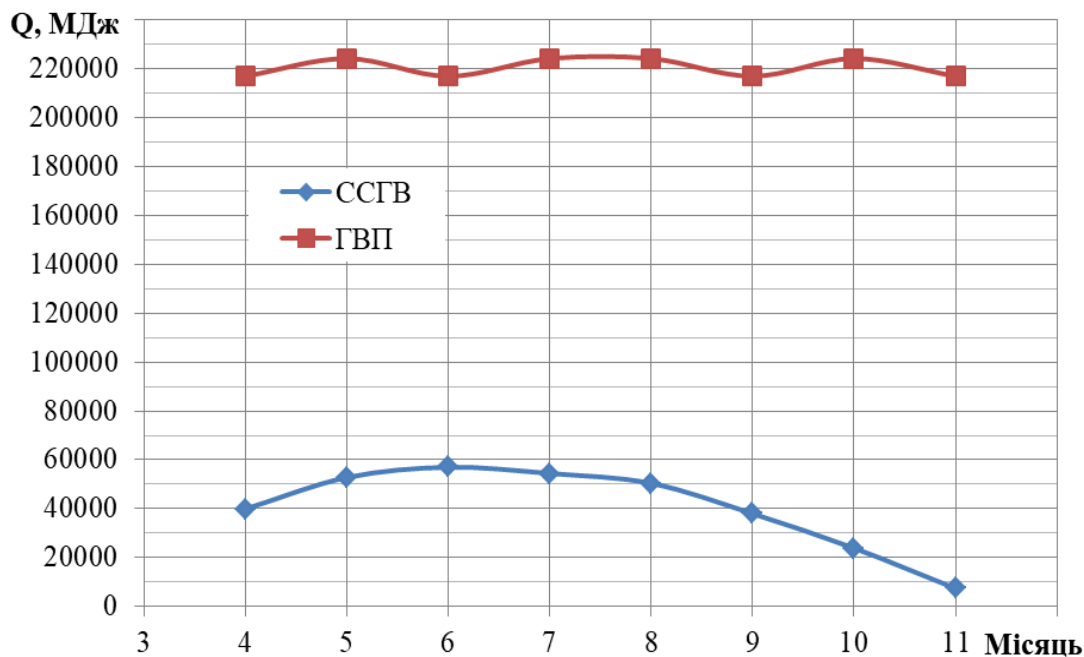


Рисунок 1 – Порівняння виробництва теплоти сонячною системою гарячого водопостачання (ССГВ) та теплоти, відпущеної на ГВП протягом терміну роботи ССГВ

Як видно із рис. 1, виробництво теплоти протягом терміну роботи сонячної системи гарячого водопостачання значно змінюється, якщо порівняти найбільше виробництво теплоти у червні і найменше – у листопаді, то відпуск теплоти у систему ГВП зменшується у 7,74 рази. А отже така система може покрити навантаження гарячого водопостачання у червні на 26,3 %.

Виходячи із показаних вище розрахунків видно, що сонячна система гарячого водопостачання не працює із грудня по березень включно, оскільки має надто низький коефіцієнт корисної дії у цей час. Тому забезпечення теплотою системи гарячого водопостачання у цей час відбувається виключно за допомогою дублера (газового конденсаційного котла).

Запропонована система сонячного гарячого водопостачання (із площею сонячних колекторів  $141 \text{ м}^2$ ) протягом року може виробити 350,5 ГДж теплової енергії, що складає 13,27% від загального відпуску теплоти на гаряче водопостачання.

Річна економія умовного палива за рахунок використання ССГВ складатиме 14,24 т/рік, що сприятиме зменшенню викидів шкідливих речовин і теплового забруднення навколишнього середовища. Використання такої системи дозволить також зменшити річні витрати коштів а паливо орієнтовно на 0,979 тис. грн (за нинішньої ціни на природний газ), що загалом для котельні об'єкту складає 1,9 %.

### Висновки

Встановлено, що застосування геліоустановки для системи гарячого водопостачання доцільною для будівлі торговельно-розважального центру як з економічної так і з екологічної точки зору.

Визначено, економічно доцільно застосовувати систему сонячного гарячого водопостачання з кві-

тня по листопад включно. Запропоновано активну систему геліоустановок із дублером. Визначено що така система може відпускати 350,5 ГДж теплоти на потреби гарячого водопостачання протягом запропонованого терміну роботи, покриваючи при цьому навантаження ГВП у червні на 26,3%.

Системи сонячного гарячого водопостачання із дублером дозволить заощадити 14,24 т умовного палива у рік і зменшити загальні річні затрати коштів на паливо на 1,9 %.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетичний потенціал сонячної радіації на території України. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4199/21204.pdf> (дата звернення: 08.11.2020 р)
2. Степанова Н. Д. Економічний та екологічний аспекти теплопостачання на базі геліоустановок / Н. Д. Степанова, Т. І. Пилипенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – №5. – С. 65 – 68. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_tekh\\_2013\\_5\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2013_5_14).
3. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового громадського призначення: ДСТУ-Н Б В.2.5-43.2010. – [Чинний від 2010-09-01]. – К. : ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 32 с. – (Національний стандарт України).
4. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27.2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
5. Сонячні колектори Vaillant. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/produktisia/solnechnie-sistemi/solnechnie-kollektori/> (дата звернення: 08.11.2020 р)
6. Каталог обладнання Vaillant 2020. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.vaillant.ua/downloads/catalog/2019-2020/vaillant-catalogue-2019-2020-1566394.pdf> (дата звернення: 08.11.2020 р)

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Дзядик Андрій Андрійович**, студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [pod.prodd@gmail.com](mailto:pod.prodd@gmail.com).

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Dziadyk Andrii A.**, student of TE-19m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [pod.prodd@gmail.com](mailto:pod.prodd@gmail.com).

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ ДЛЯ ПОТРЕБ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ТВЕРДОПАЛИВНОЇ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проаналізовано доцільність застосування геліоколекторів для потреб гарячого водопостачання та можливі схеми геліоустановок. Запропоновано схему підготовки гарячої води на основі активної сонячної системи гарячого водопостачання з резервним підігрівником – твердопаливним котлом. Оцінено економічну та енергетичну ефективність використання геліоколекторів у тепловій схемі твердопаливної водогрійної котельні.

**Ключові слова:** геліоколектори, гаряче водопостачання, котельня, тверде паливо.

### Abstract

The expediency of using solar collectors for the needs of hot water supply and possible schemes of solar installations are analyzed. The scheme of hot water preparation on the basis of active solar system of hot water supply with a reserve heater - a solid fuel boiler is offered. The economic and energy efficiency of the use of solar collectors in the thermal scheme of the solid fuel water heating boiler is estimated.

**Keywords:** solar collectors, hot water supply, boiler room, solid fuel.

### Вступ

Щороку зростає ринок житлового будівництва, а відповідно і споживання теплової енергії. Енергетична безпека для нашої держави завжди є досить актуальною. На даний час широко пропонують переходити на власні джерела енергії, адже залежність економіки від закордонних нафти та газу є доволі небезпечним фактором. Сонячна енергія упевнено завойовує стійкі позиції в світовій енергетиці [1].

Привабливість сонячної енергетики, на нашу думку, обумовлена тим, що сонячна радіація – це екологічно чисте джерело енергії, це дозволяє використовувати його без негативного впливу на довкілля. Крім того, сонячне випромінювання – це практично невичерпне джерело енергії.

У зв'язку зі збільшенням споживання теплової енергії, підвищення ціни викопного палива, підвищення екологічних вимог до виробництва теплової енергії постала необхідність застосування альтернативних джерел енергії для потреб теплопостачання, а саме – енергії сонця [2].

### Результати дослідження

Системи, що використовують енергію Сонця для вироблення теплоти можуть мати різне схемне виконання. Так, за конструкцією вони можуть бути пасивними і активними. Останні в свою чергу можуть працювати самостійно або із резервним підігрівником. З призначення системи сонячного теплопостачання поділяють на: гарячого водопостачання, опалення, сушки та інших технологічних споживачів.

Аналізуючи особливості різних видів споживачів, можна прийти до висновку, що пік споживання теплоти системою опалення припадає а зимові місяці, а споживання теплоти системою гарячого водопостачання практично рівномірне протягом року. Порівнюючи графік відпуску теплоти на споживачів із можливим графіком вироблення теплоти геліоколекторами, логічним вибором стає застосування системи сонячного теплопостачання для потреб гарячого водопостачання. Обрана активна геліосистема з резервним підігрівником (твердопаливним котлом).

Добова нерівномірність надходження сонячної радіації змушує шукати способи акумулювання теплоти, отриманої від Сонця.

Взята для конкретного прикладу твердопаливна водогрійна котельня відпускає гарячу воду таким споживачам: система гарячого водопостачання з максимальною потужністю 55 кВт, система венти-

ляції з максимальною тепловою потужністю 35 кВт, система опалення з максимальною потужністю 128 кВт. Прийнята котельня працює на дровах з теплою згорання 14,4 МДж/кг. Вибір такого палива обґрунтовано у [3, 4, 5].

Для оцінки ефективності впровадження геліоустановок на твердопаливній котельні використана методика розрахунку геліоколекторів, наведена у [6], кліматичні дані із [7] для м. Запоріжжя та характеристики обладнання для геліосистем [8].

Проведено оцінку інтенсивності сонячної радіації, що надходить на сонячний колектор спрямований на південь за різних кутів нахилу колектора до горизонту, а саме 35°, 50° та 65°. За результатами оцінки виявлено, що найбільше теплоти протягом року можна отримати при використанні геліоколектора з кутом нахилу 35° до горизонту. Причому коливання величини сумарної інтенсивності за добу протягом року змінюється в межах 1800...6500 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Оцінено коефіцієнт корисної дії колектора з кутом нахилу 35° до горизонту та необхідну площу колекторів для повного забезпечення потреб гарячого водопостачання. Результати розрахунків показано на рис.1 та рис. 2.

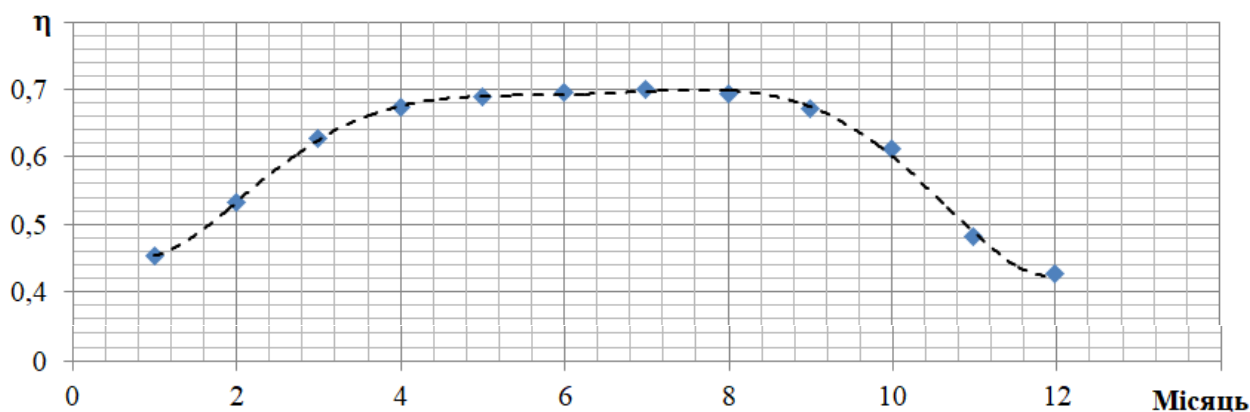


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта корисної дії геліоколектора від місяця року

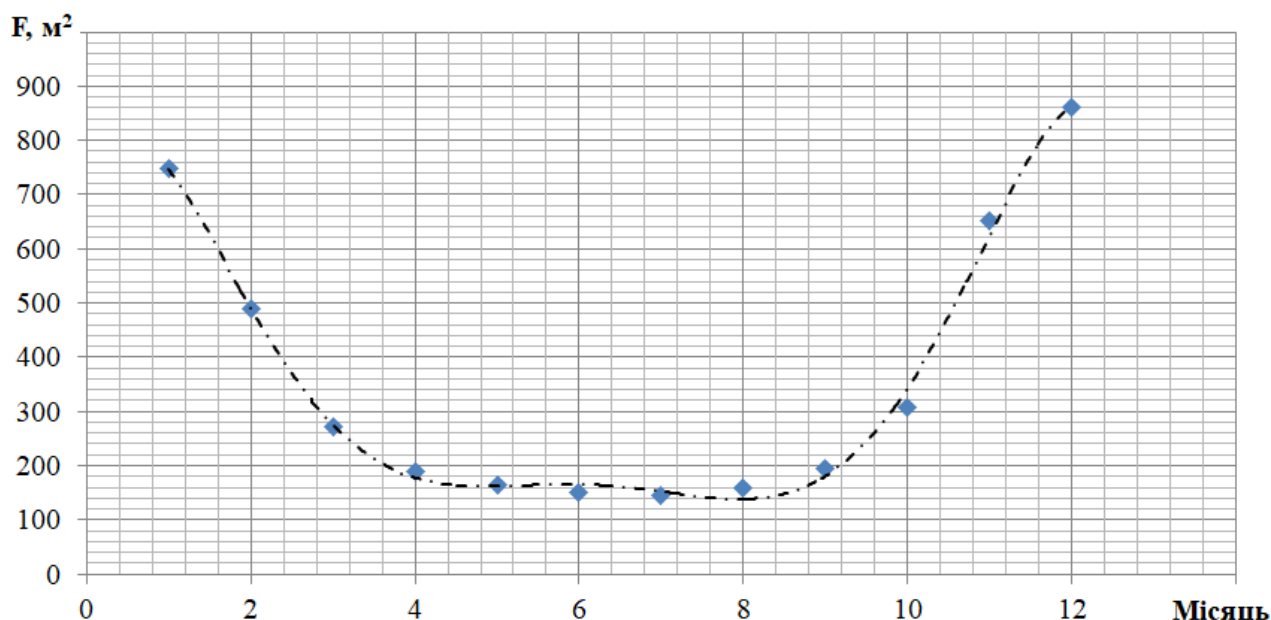


Рисунок 2 – Залежність необхідної площі колекторів для забезпечення потреб ГВП від місяця року

Як видно із рис. 1, найбільш ефективно геліоколектори працюють протягом квітня – вересня, в той час як у інші місяці року коефіцієнт корисної дії колектора знижується.

Аналізуючи дані, наведені на рис. 2, видно, що для забезпечення потреб гарячого водопостачання з квітня по вересень достатньо близько 200 м<sup>2</sup> геліоколекторів, що виходячи із креслень будівлі, можуть розміститись на даху.

Беручи до уваги рис. 1 та рис. 2, прийнято рішення підбирати кількість геліоколекторів, що забезпечить повністю потреби гарячого водопостачання з квітня по вересень місяць, а саме 83 колектори із площею 2,35 м<sup>2</sup> кожен. Тобто загальна площа колекторів складає 195,05 м<sup>2</sup>.

Система із геліоколекторів площею 195,05 м<sup>2</sup> може відпістити у систему гарячого водопостачання 618,4 ГДж теплоти, за складає 71,3% від загальної потреби.

Оцінено річну економію умовного палива за рахунок впровадження геліоустановок для потреб ГВП, що складає 25,12 т/рік, що складає 20,62 % від загального річного споживання палива на котельні. Такий захід дозволить заощадити близько 123,45 тис. грн./рік.

## Висновки

В результаті аналізу літературної інформації встановлено, що застосування геліоустановки для потреб гарячого водопостачання у тепловій схемі твердопаливної котельні є доцільним як з економічної так і з екологічної точки зору.

Визначено, що система геліоколекторів може працювати протягом року із ефективністю не менше 42% для забезпечення потреб гарячого водопостачання. Запропоновано система повністю покриває потреби ГВТ із квітня по вересень.

Оцінено, що відпуск теплоти системою із 83 геліоколекторів загальною площею 195,05 м<sup>2</sup> складатиме 618,4 ГДж.

Використання геліоустановки для потреб гарячого водопостачання у тепловій схемі твердопаливної котельні дозволить заощадити близько 25,12 тон умовного палива на рік.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сьогодення та майбутнє сонячної енергетики в Україні. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4199/21204.pdf>
2. Степанова Н. Д. Економічний та екологічний аспекти теплопостачання на базі геліоустановок / Н. Д. Степанова, Т. І. Пилипенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – №5. – С. 65 – 68. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_tekh\\_2013\\_5\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2013_5_14).
3. Степанова Н. Д. Вплив невизначеності характеристик палива на показники роботи твердопаливного котла / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали XLVIII Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019). – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ftbtegp/all-ftbtegp-2019/paper/view/7971/6654>
4. Степанова Н. Д. Дослідження показників роботи твердопаливного котла на різних видах палива / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Енергоефективність в галузях економіки України - 2019” – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8315>.
5. Степанова Н. Д. Обґрунтування вибору джерела теплоти для водогрійної котельні / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали XLIX Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2020). – 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ftbtegp/all-ftbtegp-2020/paper/view/9175/7523>
6. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового громадського призначення: ДСТУ-Н Б В.2.5-43.2010. – [Чинний від 2010-09-01]. – К. : ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 32 с. – (Національний стандарт України).
7. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27.2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
8. Сонячні колектори Vaillant. [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/produktisia/solnechnie-sistemi/solnechnie-kollektori/>

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Коломієць Іван Олегович**, студент групи ТЕ-20м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kolomawork@gmail.com](mailto:kolomawork@gmail.com).

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Kolomiets Ivan O.**, student of TE-20m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [kolomawork@gmail.com](mailto:kolomawork@gmail.com).

## ЕНЕРГЕТИЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ТА ПЕРІОДИ- ЧНОЇ ПРОДУВКИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Встановлено необхідність виконання безперервної та періодичної продувок парогенераторів. Запропоновано схему використання теплоти продувальної води з розширником продувок і водо-водяним теплообмінником. Оцінено економічний, енергетичний та екологічний ефекти від впровадження такого способу використання теплоти продувки.*

**Ключові слова:** продувка, солевміст, котельня, парогенератор.

### *Abstract*

*The need for continuous and periodic purging of steam generators has been established. The scheme of using the heat of the purge water with a purge expander and a water-water heat exchanger is proposed. The economic, energy and environmental effects of the introduction of this method of using purge heat are evaluated.*

**Keywords:** purge, salt container, boiler room, steam generator.

### Вступ

Більшість переробних підприємств використовують у технологічному процесі теплоту у вигляді перегрітої або насиченої пари, яку в свою чергу отримують в парогенераторах різної продуктивності. Якість пари, що виробляється парогенераторами, повинна задовольняти нормативним вимогам. Одним із основних обов'язкових елементів ефективної експлуатації парогенераторів є продувка [1]. Розрізняють нижню або періодичну продувку і верхню або безперервну продувку.

В результаті періодичної продувки із котла разом із невеликою кількістю котлової води видаляють осівший шлам, який утворюється із речовин, що кристалізуються у об'ємі котлової води. Безперервна продувка забезпечує рівномірне видалення із верхнього барабану розчинених у котловій воді солей. Згідно із експлуатаційними даними, за тиску пари 1,0 – 1,4 МПа кожен відсоток невикористаної продувки збільшує витрату палива приблизно на 0,3%.

Оскільки вартість палива, навіть біомаси, має тенденцію до зростання, то впровадження заходів із використання теплоти продувальної води є актуальним

### Результати дослідження

Використання теплоти безперервної продувки можливо у системі опалення, у водяних теплових мережах для підживлення або у спеціально встановлюваних сепараторах (розширниках) для отримання вторинної пари. Однак використання теплоти продувальної води не означає, що продувка може бути збільшеною. Навпаки треба враховувати, що котлова вода має більш високий тепловий потенціал у порівнянні з водою, що використовується в сепараторі продувки.

Заходи із використання теплоти продувальної води розглянемо на прикладі парової котельні з максимальною потужністю 5,29 МВт, в якій як паливо використовується лушпиння гречки з теплотворною здатністю 16,8 МДж/кг. За результатами розрахунку теплової схеми котельні встановлено, що витрата додаткової води складає 0,47 кг/с, сумарна витрата пари із розширника безперервної продувки складає 0,0084 кг/с, витрата палива у максимальному режимі – 0,353 кг/с.

Відповідно до закону збереження маси величина продувки повинна бути такою, щоб кількість солей, що надходять із живильною водою у парогенератор, було рівним кількості солей, що видаляється із котла з насиченою парою і продувальною водою. Продувка пов'язана з втратами теплоносія і

теплоти, що проявляється при складанні теплового і матеріального балансів котла. З метою зниження втрат із продувкою котла необхідно за можливості зменшувати солевміст живильної води і збільшувати солевміст продувальної води.

Для зниження втрат теплоти і теплоносія із продувкою котла встановлюють розширники продувки і водо-водяні теплообмінники (рис. 1) [2]. Спочатку продувальну воду направляють у розширник. У дроселювальній пристрої і у корпусі розширника тиск її знижується. Одночасно здійснюється часткове випаровування продувальної води. Утворена у розширнику водяна пара відводиться у деаератор і корисно використовується у котельній установці. Після розширника відсепарована вода (концентрат) направляється у водо-водяний теплообмінник, де охолоджується до температури близько 40 °С потоком додаткової води. Охолоджений концентрат може направлятися або у дренаж (каналізацію), або на підживлення теплової мережі закритого типу.

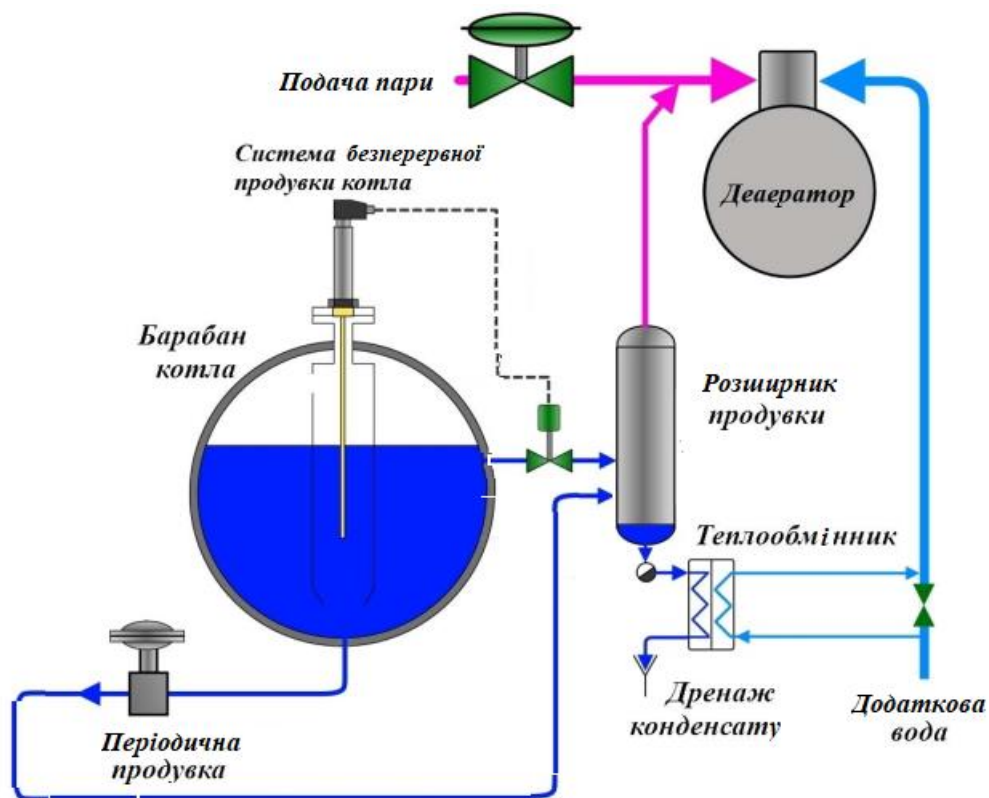


Рисунок 1 – Схема використання теплоти продувальної води

Суттєвими факторами періодичної продувки є швидкість накопичення шламу, яка визначає частоту відкриття продувального вентиля, та швидкість відкриття клапану продувки, під час якого падіння тиску є достатнім для формування розрідження, необхідного для видалення осаду у дренаж. Крім того, у теплових схемах котельні, в яких незначна частка додаткової води у живильній воді котла, необхідність проведення продувки регламентується лише вимогами з техніки безпеки [3].

Згідно попередньо виконаних розрахунків встановлено, що з розширника продувки зливається концентрат у кількості 0,5 т/год з температурою 113 °С. Використання теплоти цього потоку води дозволить заощадити 0,14 тон умовного палива за добу.

Повернення пари вторинного скипання у деаератор заощадить в свою чергу 0,231 тон умовного палива за добу.

Оскільки лушпиння гречки, яке використовується як паливо для котельні, має зольність 1,27% , то при його спалюванні у навколишнє середовище викидається значна кількість золи. Використання наведених вище заходів з енергозбереження дозволить зменшити викиди золи котельнею на 4,24 кг/добу, а за умови очищення димових газів від золи у циклонах – на 0,85 кг/добу.

Оскільки дана котельня використовує як паливо відходи виробництва даного підприємства, то вартість палива умовно прийнята 1 грн/кг, відповідно і економічний ефект складе 236,17 тис. грн./рік.



## Висновки

В результаті аналізу літературної інформації встановлено, що проведення періодичних і безперервних продувок парогенераторів обумовлено необхідністю забезпечувати якість пари та надійність роботи поверхонь нагріву котла.

Визначено, що система утилізації теплоти продувальної води з використанням розширника продувки і водо-водяного теплообмінника дозволить заощадити 0,371 тон умовного палива за добу.

Зменшення витрати палива на котельні покращує екологічні показники – зменшується викид золи у навколишнє середовище на 4,24 кг/добу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов, Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.
2. Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках тепловых электрических станций за счет использования вторичных энергоресурсов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Самара. – 2019. – 452 с.
3. Ткаченко С.Й. Энергозберігаючий спосіб періодичних продувок парових котлів на цукрових заводах / С. Й. Ткаченко, К. М. Савчук, Н. Д. Степанова, Д.В. Степанов //Вісник ТУП. – 2004. – № 5. – 107 – 110.

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Савіцький Олександр Володимирович**, студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [sanya.sawit@gmail.com](mailto:sanya.sawit@gmail.com).

**Бабійчук Ольга Олегівна**, студентка групи ТЕ-17б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kraplynka673@gmail.com](mailto:kraplynka673@gmail.com).

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Savitskyi Oleksandr V.**, student of TE-19m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sanya.sawit@gmail.com](mailto:sanya.sawit@gmail.com).

**Babichuk Olha O.**, student of TE-17b group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kraplynka673@gmail.com](mailto:kraplynka673@gmail.com).

## Використання теплових насосів для утилізації техногенних повітряних джерел теплоти

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### Анотація

Проведено термодинамічний аналіз теплонасосної схеми використання теплоти техногенних повітряних викидів в системі низькотемпературного опалення. Умовою аналізу є оптимізація параметрів системи на основі отриманого корисного ефекту з урахуванням затрат енергії на привід компресора теплового насосу.

Отримано графічні залежності оптимального ступеня охолодження повітря на виході з випарника теплового насосу від температури джерела теплоти і розрахункової температури в низькотемпературній системі опалення.

Визначено, що при використанні даної схеми на стадії проектування системи теплонасосного опалення можливо суттєво знизити капітальні та експлуатаційні затрати. Використання отриманих залежностей в розробці систем теплонасосного опалення забезпечить максимальну енергоефективність їх роботи.

**Ключові слова:** тепловий насос, відпрацьоване повітря, джерело теплоти, сумарні питомі затрати зовнішньої енергії, низькотемпературна система опалення.

### Abstract

The thermodynamic analysis of the heat pump scheme of heat use of technogenic air emissions in the system of low-temperature heating is carried out. The condition of the analysis is the optimization of the system parameters on the basis of the obtained useful effect taking into account the energy costs for the drive of the heat pump compressor.

Graphical dependences of the optimal degree of cooling of the air at the outlet of the heat pump evaporator on the temperature of the heat source and the calculated temperature in the low-temperature heating system are obtained.

It is determined that when using this scheme at the stage of design of the system of heat pump heating it is possible to significantly reduce capital and operating costs. The use of obtained dependencies in the development of heat pump systems will ensure the maximum energy efficiency of their operation.

**Keywords:** heat pump, exhaust air, source of heat, total specific costs of external energy, low-temperature heating system.

В умовах зростання потреб споживачів в тепловій енергії, проблема енергозбереження для економіки України стає дуже актуальною. Це спричинено постійним зростанням дефіциту та росту цін на традиційні джерела енергії, посилення вимог до забезпечення екологічної чистоти технологічних процесів і охорони навколишнього середовища. Найбільш ефективним видом сучасної техніки нетрадиційної енергетики є теплові насоси (ТН) завдяки їх можливості використовувати поновлювану та нетрадиційну енергію [1,2].

Науково-дослідницькі розробки, що пов'язані з впровадженням теплонасосної технології генерації теплоти за рахунок утилізації техногенних повітряних джерел, перебувають на стадії окремих проектних рішень і практичних застосувань. У наявній літературі є лише поодинокі дослідження без узагальнення одержаних результатів та поширення їх на решту систем [1]. Таким чином, виконаний аналіз досліджень у сфері застосування ТН у системах теплопостачання показав, що дане питання є відкритим.

На рис.1 зображена принципова схема теплонасосної системи (ТНС) низькотемпературного водяного опалення з використанням утилізації техногенних повітряних джерел теплоти. Принцип роботи цієї схеми: низькотемпературне джерело теплоти, а саме відпрацьоване повітря з температурою  $t_1$  (змінюється в діапазоні 10...50 °С) й об'ємною витратою  $V$ , нагнітачем подається у випарник ТН. У випарнику ТН теплоносій охолоджується і на виході його температура становить  $t_b$ . Опалюване приміщення має теплові втрати в навколишнє середовище  $Q_{оп}$ . Для їх компенсації використовується

тепловий потік від конденсатора ТН  $Q_k$  з температурою гріючого теплоносія  $t_k$  на вході в систему опалення.

Температура теплоносія на виході з випарника теплового насоса  $t_b$  є неоднозначною, оскільки кількість теплоти, відібраної від нижнього джерела енергії залежить як від різниці температур на вході та виході з випарника ТН, так і від витрати теплоносія. При цьому теплова потужність ТН та температура теплоносія в системі опалення є відомими величинами, які визначаються характеристиками і потребами об'єкту в тепловій енергії для забезпечення цілей теплопостачання.

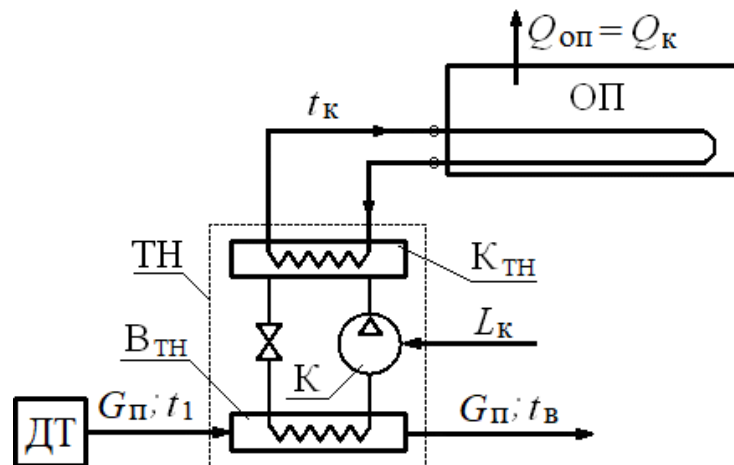


Рис. 1. Принципова схема теплонасосної системи опалення, що працює за рахунок утилізації техногенних повітряних джерел теплоти: ОП – опалюване приміщення, ДТ – джерело теплоти; ТН – тепловий насос,  $K_{ТН}$  – конденсатор ТН,  $B_{ТН}$  – випарник ТН, К – компресор

Питомий корисний ефект, який отримано в результаті утилізації теплоти техногенних повітряних джерел теплоти за допомогою теплового насоса з урахуванням затрат енергії на привід компресора теплового насоса, віднесений до 1 кг повітряного джерела теплоти, визначається за співвідношенням

$$q_k = \frac{Q_k}{G_n} = c_p(t_1 - t_b) \left[ 1 - \frac{1}{(\varphi - 1)\eta_{КЕС}\eta_{ЛЕП}} \right], \quad (1)$$

де  $c_p$  – питома теплоємність повітря відповідно,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ ;  $t_1$ ,  $t_b$  – температура техногенного повітряного джерела на вході та виході з випарника ТН  $\varphi$  – дійсний коефіцієнт трансформації ТН;  $\eta_{КЕС}$  – енергетичний ККД конденсаційної електростанції, приймається рівним 0,38;  $\eta_{ЛЕП}$  – ККД ліній електропередач, приймається рівним [3].

На основі методу балансних рівнянь розроблено теоретичну модель схемного рішення теплонасосної системи (ТНС) теплопостачання (рис.1), а також методику термодинамічного аналізу їхньої роботи. З використанням числового методу отримано дані щодо ефективності застосування ТН у системі теплопостачання та визначено оптимальну глибину використання техногенних повітряних викидів, як нижнього джерела енергії.

Встановлено, що при утилізації теплоти техногенних повітряних джерел заданої витрати і температури в ТНС теплопостачання існує оптимальна глибина охолодження теплоносія у випарнику ТН за умов отримання максимального корисного ефекту з урахуванням затрат первинної енергії палива на привід ТН (рис.2).

Отримано залежність оптимального ступеня охолодження теплоносія нижнього джерела енергії у випарнику ТН від температур джерела теплоти та теплоносія в системі опалення при розрахунковому режимі опалення (рис.3).

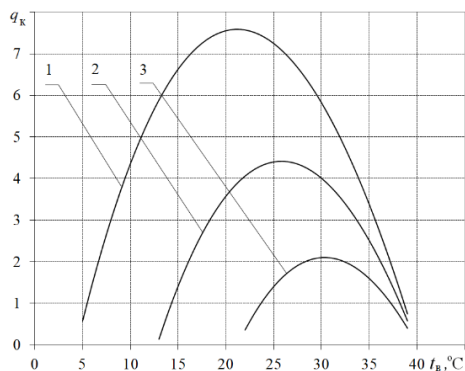


Рис. 2 Питомий корисний ефект, отриманий у результаті утилізації техногенних повітряних джерел теплоти за допомогою ТН: 1 – 3 - за розрахункової температури гріючого теплоносія в системі опалення  $t_t^p = 40; 50; 60$  °C.

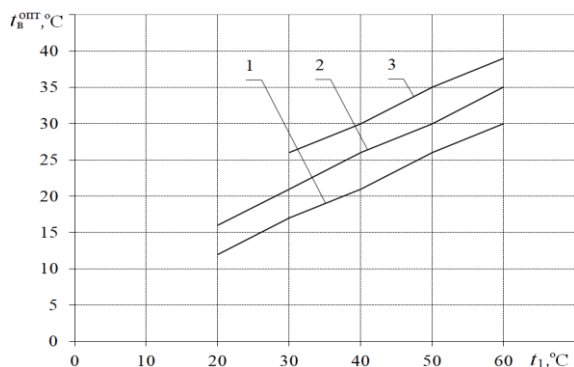


Рис. 3. Залежність оптимальної температури повітряних техногенних викидів від їхньої температури на вході у випарник ТН: 1 – 3 - за розрахункової температури гріючого теплоносія в системі опалення  $t_t^p = 40; 50; 60$  °C.

Проведено термодинамічний аналіз такої схеми, на основі якого зроблені висновки щодо оптимізації умов роботи повітряних теплових насосів та зменшення питомих затрат зовнішньої енергії на вироблення теплоти в системі опалення.

Дана теплонасосна система опалення використовує температурний потенціал, який раніше скидався в навколишнє середовище. Використання даного підходу в ТН схемам опалення суттєво знижує сумарні питомі затрати зовнішньої енергії, за рахунок чого можна зменшити як стартові капітальні затрати на систему ТН опалення, так і експлуатаційні затрати протягом використання даної системи.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гершкович, В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами [Текст] / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергоминимум”, 2009. – 60 с.
2. Безродний М. К. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: монографія / М. К. Безродний, Н. О. Прутула. – К.: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272с.
3. Безродний М. К. Теплові насоси та їх використання [Текст] : навч. посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.

**Безродний Михайло Костянтинович**, д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua).

**Прутула Наталія Олександрівна**, канд. техн. наук, доц., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, [nprytula@ukr.net](mailto:nprytula@ukr.net).

**Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua)

**Prytula Natalia O.** — candidate of technical sciences, docent of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [nprytula@ukr.net](mailto:nprytula@ukr.net)

# ІНТЕНСИВНІСТЬ ТЕПЛООБМІНУ ЗА УМОВ НАГРІВАННЯ І ОХОЛОДЖЕННЯ ЦУКРОВОГО РОЗЧИНУ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Досліджено інтенсивність теплообміну в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – цукровий розчин» в умовах нестационарних теплових процесів. Експериментально встановлено наскільки можливе використання експериментальних результатів отриманих на дослідній установці, коли замість твердого металічного циліндра досліджується металевий тонкостінний циліндр заповнений цукровим розчином різної концентрації.

**Ключові слова:** коефіцієнт тепловіддачі, темп нагрівання, нестационарний теплообмін.

## Abstract

The intensity of heat exchange in the system "water in an annular volume - a thin cylindrical metal wall - an organic medium" in the conditions of non-stationary thermal processes was studied. It is experimentally established to what extent it is possible to use the experimental results obtained in the experimental setup, when instead of a solid metal cylinder the metal thin-walled cylinder filled with sugar solution of different concentration is investigated.

**Key words:** heat transfer coefficient, heating rate, non-stationary heat transfer.

## Вступ

За умов проведення експерименту з використанням системи «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – цукровий розчин» («В-ЦП-Р») відбувався нестационарний теплообмінний процес. Методи розрахунку теплообміну в більшій мірі розроблені і апробовані для стаціонарного режиму.

Мета роботи: встановити можливість використання різних методів визначення інтенсивності тепловіддачі в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – цукровий розчин» за умов вільної конвекції.

## Результати дослідження

Оскільки вказаний теплообмінний пристрій використаний в експериментально-розрахунковому методі [1] для вкрай складних рідинних середовищ, то на нашу думку, потрібно подальші уточнення закономірностей теплообміну в цьому пристрої. При чому ці методи повинні відповідати по надійності і точності.

Досліджувався цукровий розчин з концентрацією 50%, 60% та 70%. Охарактеризовано процес нагріву та охолодження. Робоче середовище, масою  $m = 0,9$  кг, досліджено в діапазоні зміни середньої температури  $t_2 = 33,6...53,2^\circ\text{C}$ , а середня температура грійного середовища (води) –  $t_1 = 79,6...75,9^\circ\text{C}$ , масою  $M = 3$  кг. Теплофізичні властивості цукрового розчину змінювалися в таких межах: кінематичний коефіцієнт в'язкості  $\nu = (0,23...0,101) \cdot 10^{-6}$ ,  $\text{m}^2/\text{s}$ ; коефіцієнт теплопровідності  $\lambda = 0,417...0,436$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ; коефіцієнт теплоємності  $C = 4,171...4,174$ ,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ; густина  $\rho = 988,1...998,2$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$  [2].

Регулярний тепловий режим використовується для визначення в твердих тілах теплопровідності, температуропровідності, коефіцієнта тепловіддачі, тощо. Досліджувалася система «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – цукровий розчин». Термічний опір металевої тонкої циліндричної стінки  $\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$   $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , для води в кільцевому об'ємі  $1/\alpha_1 - 1 \cdot 10^{-3}...2,7 \cdot 10^{-3}$   $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , для цукрового розчину –  $2,9 \cdot 10^{-3}...9,8 \cdot 10^{-3}$   $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , а отже  $\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} \ll 1/\alpha_1$ ;  $1/\alpha_2$ .

Коефіцієнт тепловіддачі в циліндричному об'ємі від металевої стінки до розчину в даній роботі визначено трьома методами:

1. Розрахунковим методом  $\alpha_2$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$  [3]

$$\alpha_2^{\text{розрах}} = \text{Nu}_2 \cdot \lambda_2 / H; \quad (1)$$

де  $Nu_2$  – критерій Нуссельта;  $H$  – визначальний розмір внутрішньої посудини (висота), м;  $\lambda_2$  – коефіцієнт теплопровідності дослідної рідини, Вт/(м·К).

2. Розрахунково-експериментальним методом  $\alpha_2$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К)

$$\alpha_2^{p-e} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\text{експ}}} + \frac{1}{\alpha_1}}, \quad (2)$$

де  $K_{\text{експ}} = Q/(F \cdot \overline{\Delta t})$  – експериментальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $Q$  – тепловий потік, що сприймається холодним теплоносієм (натурною рідиною), кДж;  $\overline{\Delta t}$  – середній температурний напір, °С;  $F$  – площа циліндричної посудини, м<sup>2</sup>;  $\alpha_1$  – коефіцієнт тепловіддачі між зовнішнім середовищем (водою) і циліндричною металевою стінкою, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Необхідно зазначити, що спочатку був розрахований коефіцієнт тепловіддачі між зовнішнім середовищем (водою) і циліндричною металевою стінкою  $\alpha_1$ , а потім методом постійних приближень знайдено температуру циліндричної стінки  $t_{\text{ст}}$ .

Методи 1 і 2 відносяться до методів стаціонарного теплообміну.

3. З використанням методу регулярного теплового режиму, який розроблений для нестаціонарного режиму теплообміну системи «навколишнє середовище – тверде тіло» («НС-ТвТ»), де тверде тіло, наприклад, металевий циліндр. Проведені досліди в системі «В-ЦП-Р» дозволили експериментально встановити  $m \approx \text{const}$ , тобто ознака того, що в даній системі за умов нестаціонарного теплообміну реалізується режим близький до регулярного. На цій основі прийняли до уваги формулу (3) [4].

$$\alpha_2^{\text{rtr}} = K_{\text{експ}} \cdot \frac{F \cdot \alpha_1}{m \cdot C \cdot \xi} \quad (3)$$

де  $C$  – повна теплоємність, Дж/кг·К;  $m$  – темп нагріву (охолодження), с<sup>-1</sup>.

Так як даний метод є наближений, нами було введено поправку  $\xi=0,8$ .

Співставивши результати порашовані по трьом методам коефіцієнта тепловіддачі в циліндричному об'ємі від металевої стінки до розчину при їхньому нагріванні і охолодженні отримаємо розбіжність 30%.

### Висновки

1. В системі «В-ЦП-Р» по ознаці  $m=\text{const}$  експериментально встановлено, що режим близький до регулярного теплового режиму відомого для системи «НС-ТвТ».

2. Визначено з експериментальних розрахунків по теплообміну для системи «В-ЦП-Р» значення коефіцієнта тепловіддачі в циліндричному об'ємі від металевої стінки до розчину трьома методами: два методи розроблені для умов стаціонарного теплообміну, а один – з врахуванням регулярного теплового режиму.

3. Між цими значеннями коефіцієнта тепловіддачі  $\alpha_2$  встановлена розбіжність 30%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів : монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 148 с.
2. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов : Справочник / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. – Москва : Пищевая промышленность, 1980. – 288 с.
3. Михеев М. А. Основы теплопередачи. Изд. 2–е, стереотип / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – М. : «Энергия», 1977. – 344 с.
4. Календер'ян В. О. Методи дослідження процесів теплообміну. Експериментальні методи. Навчальний посібник. Частина 2 / В. О. Календер'ян. – Одеса: ОДАХ, 2006. – 75 с.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Власенко Ольга Володимирівна** – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olgakytysak7@gmail.com](mailto:olgakytysak7@gmail.com).

Науковий керівник: **Ткаченко Станіслав Йосипович** – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Tkachenko Stanislav Yosypovych** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com).

**Vlasenko Olga Vladimirovna** – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [olgakytysak7@gmail.com](mailto:olgakytysak7@gmail.com).

Scientific supervisor: **Tkachenko Stanislav Yosypovych** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com).

# ВИКОРИСТАННЯ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS ДЛЯ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У даній роботі наведено приклад застосування мови програмування Visual Basic for Applications для обробки експериментальних даних нестационарного теплообміну.

**Ключові слова:** Visual Basic for Applications; нестационарний теплообмін; експериментальне дослідження.

## Abstract

This paper presents an example of using the Visual Basic for Applications programming language to process experimental data of non-stationary heat transfer.

**Keywords:** Visual Basic for Applications; non-stationary heat exchange; experimental research.

## Вступ

В даній роботі показано застосування мови програмування VBA для обробки початкових експериментальних даних [1].

VBA - це підмножина візуальної мови програмування Visual Basic (VB), яке включає майже всі засоби створення додатків VB.

VBA відрізняється від мови програмування VB тим, що система VBA призначена для безпосередньої роботи з об'єктами Office, в ній не можна створювати проект незалежно від додатків Office [2]. Таким чином, в VBA мовою програмування є VB, а інструментальне середовище програмування реалізована у вигляді редактора VB, який може активізуватися з усіх програм MS Office [3].

Мета роботи: створення програми розрахунку початкових даних за допомогою мови програмування VBA.

## Результати дослідження

Дослідження проводилося на експериментальному стенді, складається із зовнішньої металевої посудини, яка має циліндричну форму; внутрішньої металевої циліндричної посудини ( $h_m = 115$  мм,  $d_m = 100$  мм, товщина стінки  $\delta_{ст} = 0,5$  мм) та ізолюваної ззовні металевої кришки. У внутрішню посудину, поміщається дослідне середовище; в експериментальну установку – грійний теплоносій. Внутрішня посудина поміщається в експериментальну установку, накривається ізолюваною кришкою і знаходиться там до зрівнянь температур  $\pm 3...5^\circ\text{C}$  в обох рідинах. Відповідно, в зовнішній і внутрішній об'єм по центру поміщаються зонди із п'яти термопар для фіксування температур через кожні 10 секунд. Термопари через передавальний пристрій підключенні до ЕОМ, їхні значення фіксуються поширеним протоколом в системах автоматизації Modbus Poll та значення яких записуються одразу в програму Microsoft Excel (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Type log name here										
2	Poll definition: ID = 1, Function = 03, Address = 0, ScanRate = 1000										
3											
4	09/23/20 08:48:04	795	811	820	829	288	191	190	194	215	833
5	09/23/20 08:48:14	790	812	820	825	252	194	193	203	236	830
6	09/23/20 08:48:25	773	804	817	821	223	196	201	212	277	825
7	09/23/20 08:48:36	764	809	818	822	213	201	213	239	317	821
8	09/23/20 08:48:47	752	802	818	820	225	201	213	245	335	816
9	09/23/20 08:48:57	744	797	813	819	230	204	217	255	354	814
10	09/23/20 08:49:07	742	795	810	817	229	207	221	268	374	812
11	09/23/20 08:49:18	735	789	808	814	222	212	230	293	402	809

Рис. 1 Фрагмент запису даних температур в програму Microsoft Excel



Для подальшого проведення розрахунків потрібно побудувати залежності температури від часу  $T=f(\tau)$ , для цього з рис.1 визначаємо середньоарифметичну температуру для зовнішньої і внутрішньої рідини. В колонці А (рис.1) показано дату і час замірів. Але для побудови залежності потрібно знати тривалість часу. Тому для спрощення побудови була створена програма розрахунку необхідної тривалості часу з використанням VBA. На рис. 2 показано фрагменти програми.

```
tay0 = tay01 * 60 + tay02      MsgBox "Отримано таке значення: toy0=" & toy0, vbOKOnly, "Результат"
tay1 = tay11 * 60 + tay12      MsgBox "Отримано таке значення: toy1=" & toy1, vbOKOnly, "Результат"
tay2 = tay21 * 60 + tay22      MsgBox "Отримано таке значення: toy2=" & toy2, vbOKOnly, "Результат"
tay3 = tay31 * 60 + tay32      MsgBox "Отримано таке значення: toy3=" & toy3, vbOKOnly, "Результат"
tay4 = tay41 * 60 + tay42      MsgBox "Отримано таке значення: toy4=" & toy4, vbOKOnly, "Результат"
tay5 = tay51 * 60 + tay52      MsgBox "Отримано таке значення: toy5=" & toy5, vbOKOnly, "Результат"
tay6 = tay61 * 60 + tay62      MsgBox "Отримано таке значення: toy6=" & toy6, vbOKOnly, "Результат"
tay7 = tay71 * 60 + tay72      MsgBox "Отримано таке значення: toy7=" & toy7, vbOKOnly, "Результат"
tay8 = tay81 * 60 + tay82      MsgBox "Отримано таке значення: toy8=" & toy8, vbOKOnly, "Результат"
tay9 = tay91 * 60 + tay92      MsgBox "Отримано таке значення: toy9=" & toy9, vbOKOnly, "Результат"
```

Рис. 2. Фрагменти розрахунку тривалості експерименту в VBA

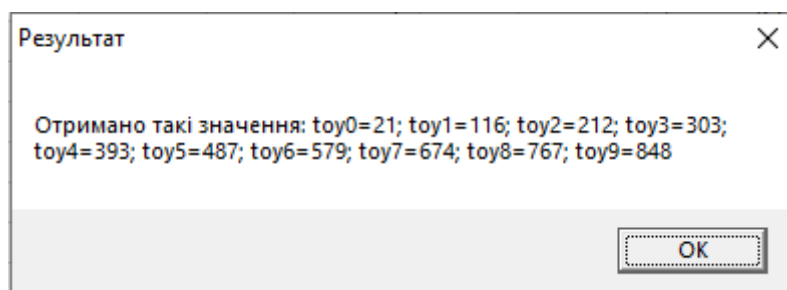


Рис. 3. Очікуваний результат

На рис.3 бачимо результат отриманих значень, які потім використовується для побудови залежностей температур грійного і нагріваного теплоносія від часу, а також залежності надлишкової температури від знайденого часу.

### Висновки

Було розроблено програму обчислення тривалості експерименту нестационарного теплообміну в будь-якій точці із застосуванням мови програмування Visual Basic for Applications.

Дана програма дає можливість суттєво скоротити час обробки даних.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронна стаття Объект Chart (Excel) | Microsoft Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba/api/excel.chart\(object\)](https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba/api/excel.chart(object))
2. Електронна стаття Свойство ChartObject. Chart (Excel) | Microsoft Docs [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba/api/excel.chartobject.chart>
3. Електронна стаття Объект Excel.Chart, программная работа с диаграммами средствами VBA, выбор типа диаграммы, добавление рядов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.askit.ru/custom/vba\\_office/m11/11\\_09\\_excel\\_chart\\_object.htm](http://www.askit.ru/custom/vba_office/m11/11_09_excel_chart_object.htm)

**Власенко Ольга Володимирівна** – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olgakysak7@gmail.com](mailto:olgakysak7@gmail.com).

**Задоян Владислав Олегович** – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vlad.zadoian@gmail.com](mailto:vlad.zadoian@gmail.com).

Науковий керівник: **Ткаченко Станіслав Йосипович** – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Vlasenko Olga Vladimirovna** – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [olgakysak7@gmail.com](mailto:olgakysak7@gmail.com).

**Zadoyan Vladislav Olegovich** – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vlad.zadoian@gmail.com](mailto:vlad.zadoian@gmail.com).

Scientific supervisor: **Tkachenko Stanislav Yosypovych** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com).



## ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ КОМБІНАТУ ХЛІБОПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА ІЗ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЧОГО ЦИКЛУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропоновані заходи для підвищення енергоефективності роботи котельні комбінату хлібопродуктів, зменшення собівартості виробництва теплової енергії та техногенного навантаження на навколишнє середовище.*

**Ключові слова:** біомаса, твердопаливний котел, екологія, енергоефективність, відходи виробничого циклу.

### *Abstract*

*Measures to increase the energy efficiency of the boiler plant of the bakery, reduce the cost of thermal energy production and the man-made load on the environment are proposed.*

**Key words:** biomass, solid fuel boiler, ecology, energy efficiency, production cycle waste.

### Вступ

Відновлювані джерела енергії наразі відіграють значну роль у світовій енергетиці [1 – 4]. Біомаса є одним із найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії. За розрахунками експертів Україна володіє достатнім потенціалом біомаси, доступної для виробництва енергії – більше 27 млн. т у.п./рік. Основними складовими потенціалу є первинні агровідходи: солома, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника та енергетичні культури [5 – 11].

Використання біомаси як відновлюваного джерела енергії має наступні переваги:

- заміщення споживання природного газу та викопних палив – біомаса є невичерпним джерелом енергії, використання якого сприяє сталому розвитку регіону;
- покращення екологічної ситуації – біомаса має відносно низький вміст сірки, а її спалювання не призводить до утворення оксидів азоту і посилення парникового ефекту;
- соціальний ефект – створюються додаткові робочі місця, що призводить до розвитку місцевої економіки;
- залучаються новітні технології для генерації теплової енергії, розвивається розробка нового обладнання, сучасні технології його монтажу та експлуатації;
- використання безвідходних технологій у виробничих процесах – зменшення обсягу відходів на полігонах, що сприяє очищенню засмічених територій та відновленню екосистеми.

Мета роботи авторів – підвищити енергоефективність роботи котельні комбінату хлібопродуктів та зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище шляхом використання в якості палива біомаси, як відходів виробничого циклу.

### Основна частина

Комбінат хлібопродуктів – це підприємство, яке займається наступними видами діяльності: виробництвом готових кормів для тварин, що утримуються на фермах; виробництвом дерев'яних будівельних конструкцій і столярних виробів; оптовою торгівлею зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин. Під час виробничої діяльності на підприємстві утворюються значна кількість відходів лушпиння зернових та пиломатеріалів (далі «біомаса»). В технологічному процесі виготовлення кормів застосовується устаткування для гранулювання.

Джерелом забезпечення тепловою енергією підприємства є пароводогрійна котельня, яка працює на природному газі. Найбільший недолік використання природного газу, як вичерпного виду палива, для котельні – це постійне зростання ціни, яке у найближчі 10 – 15 років за прогнозами

фахівців очікується в 3 – 5 разів. Зростання цін на енергоносії негативно відбивається на собівартості основної продукції підприємства. Зменшити енерговитрати, собівартість теплової енергії та собівартість основної продукції в різних галузях промисловості України дозволяє використання джерел скидної теплоти підприємства та відходів виробничого циклу в якості палива.

Зважаючи на вище викладене, для аналізу вибрано наступні варіанти зменшення собівартості виробництва теплової енергії котельнею: 1) встановлення додаткового котла на біомасі, 2) встановлення додаткового котла на вугіллі; 3) встановлення котла на мазуті; 5) встановлення котла на біомасі та теплообмінного обладнання для утилізації скидної теплоти технологічних процесів підприємства.

Проаналізувавши діяльність підприємства, зваживши на можливість виготовлення пелет з лушпиння та відходів деревини, що забезпечує їх утилізацію, запропоновано додатково встановити водогрійний котел потужністю 400 кВт, що працює на біомасі, а також теплообмінне обладнання для використання скидної теплоти підприємства.

Проведено розрахунок теплової схеми котельні за вибраним варіантом. Визначено, що витрата природного газу на котельню зменшується в 1,5 рази, а ККД котельні збільшується на 2%, підбрано основне та допоміжне обладнання, оцінено зменшення шкідливих викидів речовин в навколишнє середовище.

Як джерело енергії вибрано промисловий твердопаливний котел з автоматичною подачею палива Marten Industrial-T Pellet MIT-400P. ККД котла складає 92%.

Виявлено, що встановлення твердопаливного котла на відходах виробничого циклу та теплообмінників для утилізації скидної теплоти технологічних процесів дозволить підвищити енергоефективність підприємства, знизити собівартість виробництва теплової енергії в 2 рази, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище. Термін окупності додаткових капіталовкладень становить менше 1 року.

## Висновки

Перераховані переваги використання біомаси як відновлювального джерела енергії.

Розглянуті різні види палива для джерела тепlopостачання хлібокомбінату. Виявлено, що встановлення твердопаливного котла на відходах виробничого циклу та теплообмінників для утилізації скидної теплоти технологічних процесів дозволить підвищити енергоефективність підприємства, знизити собівартість виробництва теплової енергії в 2 рази, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ринок енергетики: сучасні тенденції. [електронний ресурс]. Назва з екрану. Режим доступу: <https://www.bdo.ua/uk-ua/news-2/2019/the-energy-zeitgeist>
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. [електронний ресурс]. Назва з екрану. Режим доступу: <https://de.com.ua/uploads/0/1703-EnergyStratagy2030.pdf>
3. Ткаченко С. Й. Теплообмін в системах біоконверсії / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2011.
4. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук, М. Чепелев, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бюлля в Україні. – Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017.
5. Біоенергетична асоціація України. Сайт. [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uabio.org/>
6. «Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні». Практичний посібник/За ред. Г. Гелетука. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.
7. Проект USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні». Біомаса – переваги та особливості Назва з екрану. Режим доступу: <https://merp.org.ua/articles/167-2015-04-14-06-55-50.html>
8. Вплив використання біомаси на зміну клімату. [електронний ресурс]. Назва з екрану. Режим доступу: <https://uspp.ua/assets/doc/uspp-biomass.pdf>
9. Гелетука Г.Г. Перспективы производства тепловой энергии из биомассы в Украине /

- Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, Е.Н. Олейник // ENERGY. Нефть & Газ, № 5, 2013.
10. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: [науково-методичні рекомендації] / В.О. Дубровін, М.Д. Мельничук, Ю.Ф. Мельник [та ін.] – К: НУБіП України, 2009. – 122 с.
  11. Новітні технології біоенергоконверсії: [монографія] / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк [та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.

**Резидент Наталія Володимирівна** – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)

**Кучер Наталія Анатоліївна** – магістрант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: [natka.kucher19@gmail.com](mailto:natka.kucher19@gmail.com).

**Nataliia Rezydent** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)

**Nataliia Kucher** – post-graduate student of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, E-mail: [natka.kucher19@gmail.com](mailto:natka.kucher19@gmail.com)

## АНАЛІЗ ТЕРМОДИНАМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ, СТІЧНИХ ВОД ТА ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ НА БАЗІ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

### Анотація

В даному дослідженні проводиться термодинамічний аналіз теплонасосної системи опалення та вентиляції з використанням теплоти ґрунту, стічних вод та вентиляційних викидів. Побудовано математичну модель балансових рівнянь (матеріальні та теплові баланси), з неї визначено основні величини, що впливають на роботу схеми. Для розв'язання задачі використано чисельний метод розрахунку. Результати розв'язку представлено у вигляді графічних залежностей визначальних величин від параметрів роботи системи. Визначено позитивний ефект від використання додаткових низькотемпературних джерел енергії. Зроблено висновки про можливе зниження капітальних і експлуатаційних витрат на опалення і вентиляцію за рахунок запропонованого рішення.

**Ключові слова:** тепловий насос, термодинамічний аналіз, стічні води, теплота ґрунту, вентиляційні викиди, вертикальний ґрунтовий теплообмінник, рекуператор, енергоефективність.

### Abstract

This study performs a thermodynamic analysis of the heat pump heating and ventilation system using heat of soil, wastewater and ventilation emissions. The mathematical model of balance equations (material and thermal balances) is constructed, from it the basic values influencing work of the scheme are defined. The numerical calculation method is used to solve the task. The results of the solution are presented in the form of graphical dependences of the determinants on the parameters of the system. The positive effect from the use of additional low-temperature energy sources is determined. Conclusions are made about the possible reduction of capital and operating costs for heating and ventilation due to the proposed solution.

**Keywords:** heat pump, thermodynamic analysis, wastewater, soil heat, ventilation emissions, vertical ground heat exchanger, recuperator, energy efficiency.

### Вступ

В даний час споживання енергії в будівельному секторі становить приблизно 40% від загального світового споживання енергії [1]. Ця енергія, в основному, поставляється за рахунок викопних енергоресурсів (вугілля, газ, нафта), які викликають близько 36% викидів парникових газів в світі [2]. Згідно з дослідженням Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), споживання енергії в комунальному секторі складає 41% від загального споживання енергії в країнах Європи [3]. Тому на даний момент питання енергоефективності та ресурсозбереження постає особливо гостро.

Для вирішення цих проблем необхідно зменшувати споживання енергії в комунальному секторі. Цього можна досягти за рахунок енергозберігаючих рішень в будівництві (мінімізація теплових втрат, рекуперація) і за рахунок впровадження альтернативних високоефективних джерел енергії, одним з яких є тепловий насос [4].

Теплонасосні технології заслуговують на особливу увагу на світовому енергетичному ринку. Коефіцієнт перетворення таких пристроїв коливається в межах 3-8 одиниць, в залежності від джерела теплоти нижнього контуру. Найбільш ефективними з цієї точки зору є ґрунтові теплові насоси, що використовують енергію, акумульовану в ґрунті, для забезпечення потреб теплопостачання будівлі. Головною їх перевагою є майже постійна температура низько потенційного джерела теплоти, яка забезпечує стабільний режим роботи системи. Коефіцієнт перетворення ґрунтових теплових насосів, в порівнянні з повітряними, цілий рік є високим і стабільним, тому дозволяє досягти суттєвої економії енергії при довгостроковій експлуатації, але вимагає істотних капітальних вкладень при спорудженні (ґрунтовий теплообмінник, буріння свердловини, монтажні роботи). У зв'язку з цим, набувають

актуальності дослідження, що мають на меті підвищення енергетичної та загальної ефективності систем теплопостачання з використанням ґрунтових теплонасосних установок (ТНУ).

### Результати дослідження

Розроблену схему опалення і вентиляції на основі ґрунтового теплового насоса з додатковим використанням теплоти умовно-чистих стічних вод і вентиляційних викидів будинку показано на рис. 1.

Головною особливістю даного рішення є комбінація ґрунтового ТН з додатковими низькопотенційного джерела енергії, такими як теплота вентиляційних викидів  $Q_{\text{вент}}$  і стічних вод  $Q_{\text{ст}}$ . Згідно зі схемою, в нижньому (ґрунтовому) контурі теплового насоса встановлюється теплообмінник стічних вод (гости), за рахунок якого розчин гліколю, який відібрав теплоту  $Q_{\text{гто}}$  від ґрунту, підігрівается від температури  $t_{\text{гто}}^{\text{ввих}}$  до  $t_1$ , тим самим утилізуючи скидну теплоту стоків. З іншого боку, в вихідну схему встановлюється теплообмінник-рекуператор (Р), за допомогою якого свіжий припливне повітря в системі механічної вентиляції підігрівается від температури  $t_0$  до  $t_n$ , за рахунок теплоти відпрацьованого витяжного повітря, що охолоджується від  $t_n$  до  $t_{\text{ох}}$ . Далі, потік припливного повітря проходить через підігрівач (П), де нагрівається до заданої температури  $t_{\text{п}}$  в приміщенні.

В даній схемі за рахунок ґрунтового теплового насоса покривається витрата теплоти як на вентиляцію  $Q_{\text{вент}}$ , так і на опалення  $Q_{\text{оп}}$ . Використовуючи додаткові низькопотенційні джерела теплоти, виникає можливість за рахунок скидний теплоти стоків і відпрацьованого повітря підвищити ефективність схеми теплопостачання на основі ґрунтового ТН. За рахунок такого рішення можна зменшити не тільки експлуатаційні витрати на теплопостачання (електроенергія), а й капітальні - за рахунок зменшення розмірів ґрунтового теплообмінника.

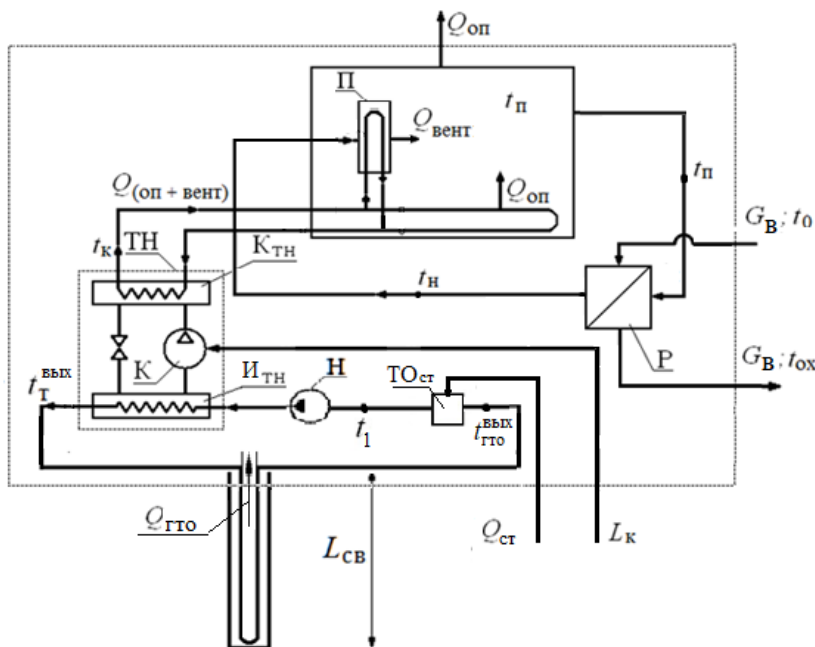


Рис. 1. Принципова схема комбінованої системи опалення та вентиляції на базі ґрунтового теплового насоса з додатковим використанням теплоти вентиляційних викидів і стічних вод: ТН-тепловий насос; К<sub>ТН</sub> - конденсатор ТН; И<sub>ТН</sub> - випарник ТН; К - компресор; ТО<sub>ст</sub> - теплообмінник-утилізатор теплоти стічних вод; П-підігрівач вентиляційного повітря; Н - насос нижнього контуру; Р - рекуператор.

Термодинамічний аналіз розробленої схеми починається з визначення основних величин в вузлових точках системи і оцінки впливу додаткових джерел енергії на параметри схеми. Використовуючи теплоту стічних вод, необхідно передбачити їх поділ на умовно-чисті (душ, ванна, рукомийники, раковини для миття посуду) і холодні (туалет) [5]. Це розділення необхідне для інтенсифікації процесів в теплообмінниках-утилізаторах, адже температура умовно-чистих стічних вод може досягати в середньому 32 °С, тоді як для холодних ця температура не перевищує 10 °С. Оцінка потужності такого джерела теплоти була проведена в [6] і її рівень визначався співвідношенням теплоти на гаряче водопостачання  $Q_{\text{гв}}$  до теплоті на опалення  $Q_{\text{оп}}$ .

Для визначення основних величин, що характеризують ефективність роботи системи теплонасосного опалення та вентиляції було використано чисельний метод.

Змінні параметри, які є визначальними в розрахунках взяті на рівні реальних для цільових об'єктів згідно з попередніми дослідженнями [6, 7]:

- частка теплоти стічних вод будівлі в загальній витраті теплоти на опалення при розрахункових умовах навколишнього середовища  $K_p = 0 \dots 0,3$ ;

- відношення кількості теплоти, що витрачається на підігрів вентиляційного повітря до кількості теплоти на опалення  $m = 0 \dots 2,0$ ;
- коефіцієнт ефективності рекуперативного підігрівача вентиляційного повітря згідно з рекомендаціями [8]  $\eta_p = 0,4 \dots 0,8$ .

На основі термодинамічного аналізу був проведений числовий аналіз зміни параметрів схеми і її енергетичної ефективності, який дозволив зробити наступні висновки.

### Висновки

1. Використання додаткових джерел теплоти в верхньому (вентиляційні викиди) і нижньому (умовно чисті стічні води) контурі комбінованої схеми опалення та вентиляції з ґрунтовим ТН в цілому характеризується значним позитивним ефектом.
2. Утилізація теплоти вентиляційних викидів в верхньому контурі за допомогою рекуператора для попереднього підігріву припливного повітря призводить як до значної економії зовнішньої енергії на привід ТН, так і до зниження необхідної потужності ґрунтового теплообмінника, наслідком чого є зменшення його розмірів і капітальних витрат на його спорудження.
3. Застосування теплообмінника стічних вод практично не впливає на оптимальне значення швидкості теплоносія в нижньому контурі ТН і на сумарні питомі витрати зовнішньої енергії на привід компресора ТН і циркуляційного насоса.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Computational analysis of wind-driven natural ventilation in a two sided rectangular wind catcher. / M. H.Ghadiri, N. Lukman, N. Ibrahim, M. F. Mohamed. // International Journal of Ventilation. – 2016. – №12. – P. 51–62.
2. Microcogeneration in buildings with low energy demand in load sharing application. / G.Angrisani, M. Canelli, C. Roselli, M. Sasso. // Energy Conversion and Management. – 2015. – №100. – P. 78–89.
3. World Energy Outlook [Электронный ресурс] // International Energy Agency. – 2019. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>.
4. Habibi M. Evaluation and improvement of the thermal performance of different types of horizontal ground heat exchangers based on techno-economic analysis. / M. Habibi, K. Hakkaki-Fard. // Energy Conversion and Management. – 2018. – №171. – P. 1177–1192.
5. Безродний М. К. Термодинамічна ефективність теплонасосної схеми опалення з використанням теплоти ґрунту та стічних вод / М. К. Безродний, Н. О. Притула, С. О. Ословський // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2018. – № 1. – С. 7–15.
6. Безродний М. К. Енергоефективність теплонасосно-рекуператорної системи водяного опалення і вентиляції з використанням теплоти ґрунту та вентиляційних викидів / М. К. Безродний, С.О. Ословський // Енергетика: економіка, технології, екологія.– 2018.–№ 3.–С. 95–103.
7. Безродний М. К. Аналіз комбінованої теплонасосної схеми опалення з використанням атмосферного повітря та стічних вод будівлі / М. К. Безродний, Н. О. Притула С. О. Ословський, // Енерготехнології та ресурсозбереження. – 2018. –№ 5. – С. 12–20
8. Безродний М. К. Аналіз енергетичних та екологічних аспектів утилізації теплоти відхідних виробничих газів. / М. К. Безродний, С. О. Хавін. // Енерготехнології та ре-сурсозбереження. – 2003. – №1. – С. 18–21

**Безродний Михайло Костянтинович** — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua).

**Ословський Сергій Олексійович** — аспірант, теплоенергетичний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, [work.oslovskiy@gmail.com](mailto:work.oslovskiy@gmail.com).

Науковий керівник: **Безродний Михайло Костянтинович** — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

**Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [m.bezrodny@kpi.ua](mailto:m.bezrodny@kpi.ua)

**Oslovskiy Serhii O.** — postgraduate, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: [work.oslovskiy@gmail.com](mailto:work.oslovskiy@gmail.com).

Supervisor: **Bezrodny Mykhailo K.** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ ТИКСОТРОПНИХ РЕЧОВИН

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Показані проблеми під час визначення інтенсивності теплообміну тиксотропних рідин.*

**Ключові слова:** інтенсивність теплообміну, тиксотропність, швидкість зсуву, теплообмін в багатокомпонентних середовищах.

### *Abstract*

*Problems in determining the intensity of heat transfer of thixotropic liquids are shown.*

**Key words:** heat exchange intensity, thixotropy, shear rate, heat exchange in multicomponent media.

### Вступ

Тиксотропія – невід’ємна властивість структурованої дисперсної системи, тобто системи, в якій частинки дисперсної системи утворюють агрегати [1]. Рівняння течії характеризують рівноважний стан течії за умов наявності деякої рівноважної структури. З точки зору експерименту рівноважний стан досягається, коли значення вимірюваної величини в подальшому не змінюється. Зрозуміло, що сама величина під час досягнення рівноваги залежить від похибки вимірювань конкретним приладом.

З точки зору механізму рівноважний стан течії досягається, коли структура в середньому не змінюється далі за часом. Це означає, що процеси руйнування і відновлення агрегатів взаємно скомпенсовані, є деяке рівноважне розподілення агрегатів за розмірами. В перше термін «тиксотропія» був запропонований в 1935 році [2] для опису ізотермічних змін колоїдного гелю. Автори [3] ввели різницю між руйнуванням структури за часом і руйнуванням структури завдяки зміні швидкості зсуву. В [4] запропоновано розглядати структурні зміни одночасно за умов варіації швидкості зсуву ( $\gamma$ ) і часу  $t$ . В [5] тиксотропія визначена як процес, в якому структура руйнується в результаті течії, але в стані спокою знову відновлюється. Щоб ввести тиксотропні властивості в реологічні властивості потрібно встановити залежності реологічних параметрів від часу.

Мета роботи - в експериментально-розрахунковому методі проаналізувати проблеми ідентифікації експерименту і перенесення його результатів на натурні об’єкти.

### Основна частина

На експериментальному стенді авторів [6 – 9] є можливість зафіксувати зміну реологічного стану за умов дії течії, теплового впливу і часу. Експеримент ускладняється тим, що для дослідження таких тиксотропних рідин для проведення експерименту потрібно виявити передісторію. На інтенсивність теплообміну крім швидкості впливає і другий фактор – руйнування структури. Під час проведення експериментів виникає складна проблема встановлення однозначних початкових умов. Ці умови пов’язані з характеристикою середовища, що досліджується. Початкові умови визначаються передісторією збереження, транспортування і т.ін. цієї рідини (наприклад, субстратів).

Проблема проведення експерименту полягає в наступному: встановили передісторію, провели експеримент. Далі потрібно встановити час повернення і можливість повернення тиксотропної рідини в початковий стан. Рідина може повернутися і не повернутися в початковий стан. Припустимо, що повернення відбулося в початковий стан, тоді зрозуміло з цією рідиною відносно прикладних питань, тобто можливість застосування отриманої інформації для розрахунку теплообмінників. Складніша ситуація, коли провели перший експеримент і після першого експерименту почали витримувати час,



а вона не повертається до початкового стану. Отже, в разі проведення серії однотипних дослідів після теплової, механічної і часової дії на тиксотропну рідину проблема виникає повернути її в той самий початковий стан. Для проведення повторних експериментів потрібно готувати нові зразки тиксотропної рідини такі ж самі, як в першому досліді для другого досліду. Для одного і того ж випадку для різних тиксотропних рідин час релаксації довший або коротший в одному досліді. Потрібно або нову рідину готувати або витратити час, щоб дочекатися її поновлення.

Питання поновлення не менш складне як руйнування структури. Виникають проблеми в поверненні початкового стану цієї рідини. Вона може повернутися, а може не повернутися до початкового стану. Релаксація може гальмуватися в одній і тій самій тиксотропній рідині. Після проведення досліду потрібно більше витратити зусиль і часу для повернення тиксотропної рідини в початковий стан, оскільки для повторення і відтворення експериментів потрібно мати таку ж саму рідину на вході в установку. Отже, виникають проблеми ідентифікації експерименту і перенесення його результатів на натурні об'єкти.

## Висновки

Відхилення течії від рівноважного стану призводить до гістерезису кривих течії.

На портативному стенді для дослідження інтенсивності теплообміну за умов вільної і вимушеної конвекції в рідинах схильних до зміни структури виникають проблеми з відтворенням експерименту, визначенням степені релаксації, перенесення цих результатів досліджень на натурний об'єкт. Проблема при проведенні серії однотипних дослідів виникає після теплової, механічної і часової дії на тиксотропну рідину.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвеев В. Н., Кирсанов Е.А. Вязкость и структура дисперсных систем. Вестн. Моск. ун-та. Сер.2. Химия, 2011. Том 52, №4.
2. Фрейд Г. Тиксотропия М. : 1939.
3. Gren H. Weltmann R. // Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed). 1949. 15. N3. p.11 – 22.
4. Goodeve C.F. // Trans. Faraday Soc. 1939. 35. N2. P. 342.
5. Cheng D.C., Evans F. // Brit. J. Appl. Phys. 1965. N16. P. 1599.
6. Ткаченко С. Й. Теплообмін в системах біоконверсії / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 124 с.
7. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 124 с.
8. Патент України № 105399 U, МПК (2006.01) G01N 25/18. Спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі за умов конвективного теплообміну органічної суміші / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна, С.В. Дишлюк; заявник та патентовласник ВНТУ – №а201204878 ; заявл. 18.04.2012. опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.
9. Ткаченко С. Й. Теплофізичне тестування реологічного поведіння складних рідинних середовищ / С. Й. Ткаченко, Н. В. Паламарчук, Д.І. Денесяк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 4. – С. 46 – 53.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com)

**Резидент Наталія Володимирівна** – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [rezidentnvl@ukr.net](mailto:rezidentnvl@ukr.net)

**Ткачук Владислав Сергійович** – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)

**Stanislav Tkachenko** – Dc. Sc., Professor, Heat of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com)

**Nataliia Rezydent** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rezidentnvl@ukr.net](mailto:rezidentnvl@ukr.net)

**Vladislav Tkachuk** – graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)



## СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТЕПЛА

Відокремлений структурний підрозділ «Вінницький фаховий коледж  
Національного університету харчових технологій»

### **Анотація**

*Показано ефективність сучасних систем вентиляції з рекуперацією тепла*

**Ключові слова:** вентиляція, теплова енергія, рекуператор тепла.

### **Abstract**

*The efficiency of modern ventilation systems with heat recovery is shown*

**Key words:** ventilation, thermal energy, recuperator heat

### **Вступ**

З подорожчанням енергоносіїв кожен, хто повинен сплачувати великі кошти за комфорт, задається питаннями: «Що робити, щоб не витратити зайвого? Як вберегти вже куплене тепло? Як з цими проблемами впоралися в інших країнах? Як краще економити кошти, що великими потоками витрачаються на опалення щорічно?».

В розвинених країнах світу ці питання вирішили давно, але розвиток сучасних технологій та енергозбереження спонукає до подальшого стимулювання вощадливості [1].

Вентиляція, в сучасних умовах, поняття надто вузьке, технічне. Але без ефективних сучасних систем вентиляції громадських будівель і споруд виробничого призначення неможлива їх повноцінна експлуатація [2]. Адже клімат в приміщенні – це не тільки свіже повітря, але і тепло взимку, прохолода влітку, забезпечення оптимального технологічного процесу [3 – 5].

Створити оптимальний мікроклімат в приміщеннях можна тільки за умови застосування раціональних вентиляційних систем на базі високоефективних технічних засобів. А якщо враховувати безперервне зростання вартості енергоресурсів, то економічність такого обладнання виходить на перше місце. Отже, пошук шляхів енергозбереження є першочерговим завданням, вирішення якого дозволить забезпечити максимальну продуктивність при мінімальних витратах паливно-енергетичних ресурсів.

Разом з тим відомо, що забезпечення необхідного мікроклімату є одним з найбільш енергоємних технологічних процесів.

Таким чином, мета роботи – проаналізувати та запропонувати раціональну схему системи вентиляції з рекуператорами теплоти.

### **Основна частина**

Серед інноваційних напрямів зараз велике поширення набуває децентралізована система вентиляції всієї будівлі. Подібна установка здатна забезпечити рівномірне і контрольоване повітряне середовище у всіх приміщеннях. Така система зазвичай включає в себе кілька силових вентиляторів, спеціальні канали, трубопроводи, фільтри та арматуру.

Багато процесів в будинках відбуваються зі значним виділенням теплової енергії. У більшості випадків дане тепло є «зайвим» і видаляється за допомогою вентиляції. Дана теплова енергія може бути повторно використана.

Доцільно звернути увагу на економію тепла і у вентиляційній системі, котра забезпечується за допомогою пристроїв рекуперації. Технологією утилізації енергії, найбільш підготовленої для практичної реалізації забезпечення комунально-побутових потреб населення, є застосування пристроїв рекуперації.

Найбільш ефективними рішеннями є установка систем рекуперації тепла витяжного повітря. Припливно-витяжні установки з рекуператорами спрямовані на те, щоб у приміщенні завжди було свіже, чисте повітря і при цьому здійснювалося енергозбереження.

Таке обладнання може утримувати до 70% теплової енергії, яка прагне вийти назовні і при цьому контролювати вологість повітря в системі.

Рекуператори – припливно-витяжні установки, в яких встановлений теплообмінник поверхневого типу, де теплообмін між повітрям з приміщення і повітрям з вулиці здійснюється безперервно через стінку, що розділяє їх, при цьому не змішуючись.

У сучасних системах вентиляції найчастіше використовують пластинчасті рекуператори, роторні рекуператори, водяні рециркуляційні рекуператори.

На основі аналізу існуючих видів рекуператорів, найкращим серед розглянутих видів є пластинчасті рекуператори, оскільки вони відрізняються простотою конструкції та обслуговування і дешевизною.

Для ефективнішої роботи такого рекуператора пропонується застосовувати комбіновану схему з двох послідовно з'єднаних пластинчастих рекуператорів та теплового насоса. На підставі розрахунків за відомими методиками [6 – 11] встановлено, що така схема дозволить підвищити ефективність утилізації тепла до 85% при незначному збільшенні капіталовкладень. До того ж при наявності автоматичної утилізації тепла, вони також вносять істотний вклад у зниження витрат на опалення. Якщо повітря, що видаляється з приміщення, має температуру 20–24<sup>0</sup>С а температура на вулиці - 0<sup>0</sup>С, то при проходженні припливного повітря через рекуператор його температура підвищується до +14–16<sup>0</sup>С. В результаті коефіцієнт ефективності складе близько 85%. Решта 5–7 <sup>0</sup>С припливного повітря догріває системою опалення або вбудованими нагрівачами системи вентиляції. Іншими словами, ми повертаємо в будинок те тепло, яке збираємо з усіх приміщень будинку.

Відносна дешевизна і істотний економічний ефект дають можливість проектам з рекуперацією тепла окупатися за 3-5 років

Використовуючи для підігріву припливного повітря тепло, що видаляється, можна тим самим, внести свій внесок у захист навколишнього середовища.

Рекуперація тепла стала основою актуальної сьогодні системи пасивного будинку, плюс до цього вона відіграє ключову роль у створенні ефективної системи повітряного опалення будинку

Розглянутими завданнями, методами і засобами рекуперації теплової енергії в системах вентиляції є істотне скорочення енергоспоживання, а також зниження навантаження на навколишнє середовище. Зростання цін на енергоносії стимулює зростання інтересу до рекуперації теплової енергії в проєктованих і реконструйованих системах вентиляції повітря.

## Висновки

У найближчому майбутньому системи вентиляції з рекуперацією тепла залишаться основами в складі централізованих вентиляційних агрегатів. Рекуперативні теплообмінники представляють великий практичний інтерес як найбільш доступний засіб впровадження енергозберігаючих технологій при реконструкції існуючих систем вентиляції

Саме тому питання вірного вибору обладнання з утилізацією тепла є досить актуальним в умовах загострення енергетичної і екологічної кризи, його вирішення принесе значний внесок у енергозбереження, економію ПЕР і збереження навколишнього середовища.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бродач М.М. Здание с близким к нулевому энергетическим балансом М.М. Бродач, В.И. Ливчак // АВОК. 2011. N. 5.
2. Дячук О. Утилізація тепла і енергоефективність систем вентиляції / Дячук О. // Збірник тез Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції Т. : ТНТУ, 2015 — Том 1. — С. 210-211.
3. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – РААСН.: НИИ строительной физики, 2008. – 496 с.
4. Страхова Н. А., Пирожникова А. П. Контроль энергоэффективности зданий и сооружений как инструмент энергосбережения. Научное обозрение, №7(3), 2014 год. С. 789-792.
5. Тюрина Н.С. Экологические аспекты энергосбережения в системах отопления и вентиляции. Научное обозрение, № 2, 2014 – С. 598-602.

6. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]: ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.– На заміну ГОСТ 26629.85; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с.
7. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 01.01.2014. – Київ: Укрархбудінформ, 2013. – V, 141 с.
8. ДСТУ Б EN 15251:2013. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. – Чинні від 01.01.2013. – Київ: Укрархбудінформ, 2012. – 71 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинні від 01.11.2011. – Київ: Укрархбудінформ, 2011. – IV, 123 с.
10. Павленко В. М., Ткаченко Д. О. Оцінювання ефективності використання рекуператора в системах вентиляції офісних приміщень – 2018 р.
11. Стефанов Е. В. Вентиляция и кондиционирование воздуха [Електронний ресурс] / Е. В. Стефанов. – СПб. : Изд-во «Авок Северо-Запад», 2005. – 399 с.

*Скородзієвська Лариса Василівна* – викладач вищої категорії, комісія тепло- та електроенергетичних дисциплін, відокремлений структурний підрозділ «Вінницький фаховий коледж Національного університету харчових технологій», м. Вінниця, e-mail: [lora050876@gmail.com](mailto:lora050876@gmail.com)

*Човган Алла Василівна* – викладач-спеціаліст, комісія тепло- та електроенергетичних дисциплін, відокремлений структурний підрозділ «Вінницький фаховий коледж Національного університету харчових технологій», м. Вінниця, e-mail: [alla.yanishevsky@gmail.com](mailto:alla.yanishevsky@gmail.com)

*Яковець Володимир Васильович* – викладач вищої категорії, комісія тепло- та електроенергетичних дисциплін, відокремлений структурний підрозділ «Вінницький фаховий коледж Національного університету харчових технологій», м. Вінниця, E-mail: [Jakovez59@ukr.net](mailto:Jakovez59@ukr.net)

## ВПЛИВ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЛІ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовано фактори, що впливають на енергопотребу системи кондиціонування повітря. Запропоновано схему системи холодопостачання. Оцінено вплив термічного опору стін, вікон, підлоги та теплопровідності ґрунту на величину енергопотреби системи теплохолодопостачання будівлі.*

**Ключові слова:** енергопотреба, кондиціонування повітря, огорожувальні конструкції.

### *Abstract*

*The factors influencing the energy consumption of the air conditioning system are analyzed. The scheme of the refrigeration system is offered. The influence of thermal resistance of walls, windows, floor and thermal conductivity of the soil on the energy consumption of the heat and cold supply system of the building is estimated.*

**Keywords:** energy consumption, air conditioning, fencing.

### **Вступ**

На даний час значно розширилось коло застосування комфортних систем кондиціонування повітря (СКП) у будівлях різного призначення, що пов'язано із необхідністю захисту від вуличного шуму, забруднення атмосфери тощо. В теперішній час системами кондиціонування повітря обладнують не лише залежно від кліматичних умов і необхідності підтримання оптимальних параметрів мікроклімату у певних приміщеннях, а й навіть у будівлях поліклінік, навчальних закладів, житлових багатопверхівок, торговельних центрів та магазинів [1].

Головний принцип, яким необхідно керуватись під час вибору технічного рішення в процесі проектування систем вентиляції і кондиціонування повітря – досягнення бажаної мети у економічно доцільних межах. Це означає, що споживання теплоти, холоду і електроенергії, а також капітальні витрати на обладнання повинні бути наближені до їх мінімального значення.

Показники роботи системи тепло і холодопостачання залежать від кліматичних умов [2], наявності та величини внутрішніх тепловидходжень, а також від теплотехнічних характеристик будівлі. Тому для оцінка впливу характеристик огорожувальних конструкцій будівлі на споживання енергоносіїв системою теплохолодопостачання є актуальною задачею.

### **Результати дослідження**

З метою вибору тієї чи іншої схеми забезпечення теплотою та холодом системи кондиціонування повітря нами проведено аналіз роботи таких холодильних машин: парокompресійних типу “повітря-вода”, типу “вода-вода” та абсорбційної [3]. За результатами оцінки техніко-економічних показників наведених систем для холодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення обрано варіант із холодильною машиною типу «повітря-вода».

Взята для ілюстрування будівля вміщує 407,51 м<sup>2</sup> приміщень громадського призначення, що мають потребу у кондиціонуванні повітря.

Керуючись настановами викладеними у [4, 5] було розроблено математичну модель і проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик будівлі на показники роботи системи теплохолодопостачання, а саме на величину сумарної енергопотреби та холодильної потужності системи кондиціонування повітря. Виконано оцінку таких величин теплового балансу приміщень: сумарна теплопередача трансмісією, сумарна теплопередача системою вентиляції, внутрішні тепловидходження, загальні сонячні тепло надходження (рис. 1). Виконувалася моделювання процесів для періоду робо-

ти системи кондиціонування повітря, а саме із травня по вересень місяць. Під час проведення досліджень встановлено, що у літні місяці року надходження теплоти від сонячного випромінювання переважають над іншими складовими теплового балансу приміщень, тоді як у вересні та травні усі величини відрізняються не більше ніж на 20 %.

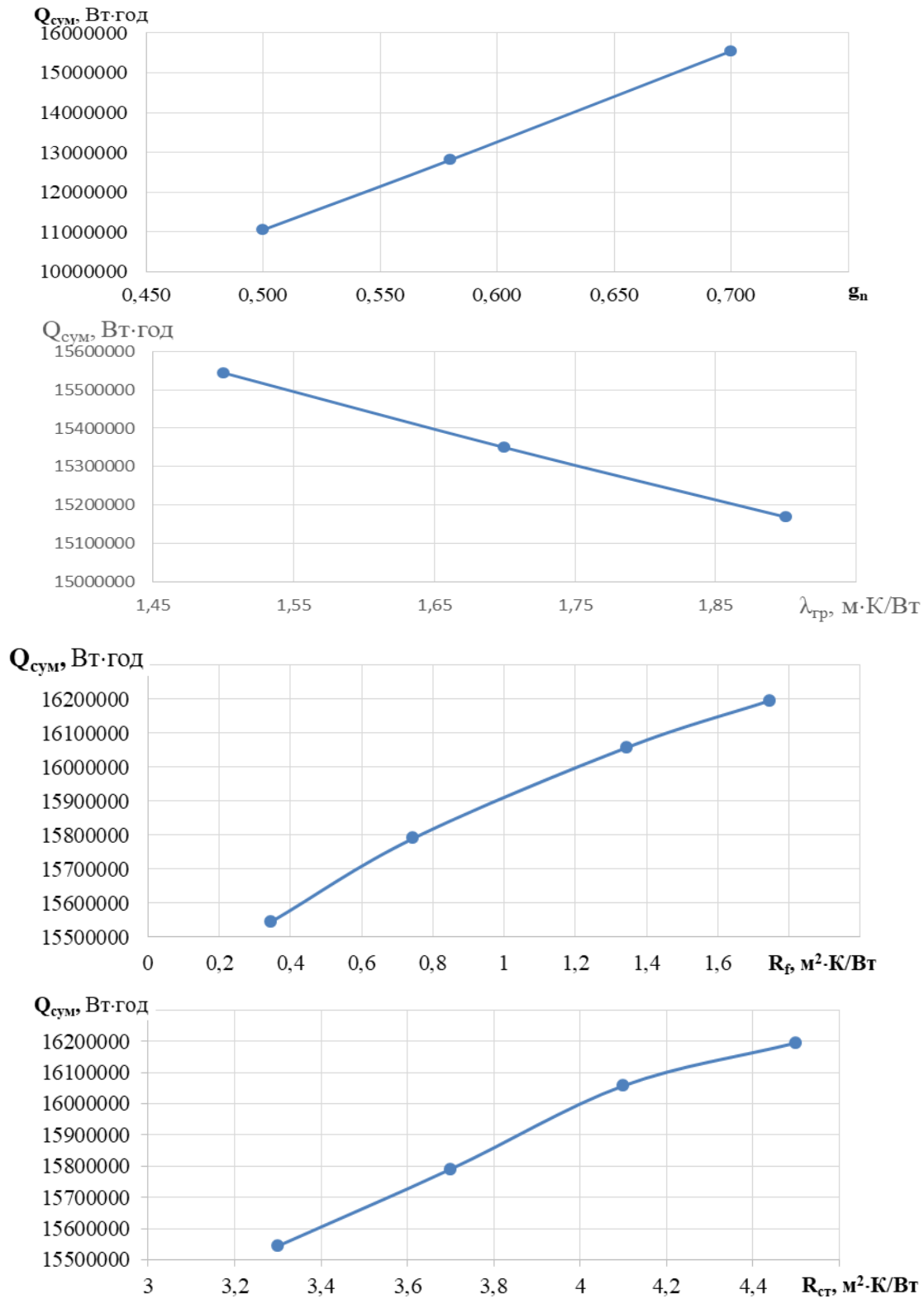


Рисунок 1 – Графіки залежності сумарної енергопотреби  $Q_{\text{сум}}$  від від коефіцієнту загального пропускання сонячної енергії  $g_n$ , теплопровідності ґрунту  $\lambda_{\text{тр}}$ , термічного опору підлоги  $R_f$ , та термічного опору стін  $R_{\text{ст}}$

Оскільки більша частина світлопрозорих зовнішніх огорожень громадських приміщень зорієнтовані на захід, то важливим є питання захисту від надмірного сонячного випромінювання в другій половині дня, особливо влітку. Проведено дослідження зміни сумарної енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  системи кондиціонування повітря від коефіцієнту загального пропускання сонячної енергії  $g_n$ . Результати дослідження показано на рис. 1.

Як видно з рис. 1 зміна селективного покриття вікна на 14,3 % призводить до зменшення енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  приміщень на 28,9%, тоді як максимальна холодильна потужність зменшується лише на 16,8%.

Відомо, що зміна вологості ґрунту збільшує його теплопровідність. Проведено оцінку впливу теплопровідності ґрунту на показники роботи системи холодопостачання, встановлено, що збільшення теплопровідності ґрунту  $\lambda_{\text{гр}}$  на 26,7% призводить до зменшення енергопотребы  $Q_{\text{сум}}$  лише на 2,4%.

За проектом підлога першого поверху будівлі не утеплена. В результаті утеплення підлоги товщиною 70 мм (коефіцієнт теплопровідності утеплювача 0,05 м·К/Вт) термічний опір підлоги  $R_f$  збільшиться до 1,745 м<sup>2</sup>·К/Вт, а сумарна енергопотреба в теплу пору року зростає на 4,19%, але при цьому покращаться умови мікроклімату у громадських приміщеннях у холодну пору року.

Вимоги [5] регламентують термічний опір стін не менше 3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт. Саме з такими характеристиками збудована розглянута будівля. Збільшення термічного опору стіни  $R_{\text{ст}}$  у 1,5 рази збільшує енергопотребу  $Q_{\text{сум}}$  у теплу пору року на 0,58%, але суттєво знизить енергопотребу взимку.

Згідно із [5] термічний опір світлопрозорих огорожень (вікон) має бути не менше ніж 0,75 м<sup>2</sup>·К/Вт, а збільшення термічного опору до 1,16 м<sup>2</sup>·К/Вт приведе до збільшення потреби у холоді на 3,32%.

### Висновки

Встановлено, що на показники роботи системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення впливають кліматичні характеристики району забудови, наявність внутрішніх тепло надходжень та теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі.

Визначено, економічно доцільно застосовувати систему холодопостачання на основі парокомпресійної холодильної машини типу “повітря-вода”.

Розроблено математичну модель та проведено дослідження впливу теплотехнічних характеристик стін, вікон, підлоги на сумарну енергопотребу та максимальну потужність системи холодопостачання. Встановлено, що зменшення енергопотребы системи кондиціонування повітря можна досягти нанесенням селективного покриття на вікна та збільшенням теплопровідності ґрунту. Покращення теплотехнічних характеристик стін та вікон призведе лише до зменшення енергопотребы взимку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с
2. Степанова Н. Д. Теплові мережі [Текст] : навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 135 с.
3. Степанова Н.Д. Ефективність системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горovenko // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції " Енергоефективність в галузях економіки України-2019", Вінниця, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/viewFile/8396/7002>.
4. ДСТУ Б.А. 2.2–12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_a\\_2\\_2\\_12/5-1-0-1781](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_a_2_2_12/5-1-0-1781).
5. ДБН В.2.6–31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель/ Мінбуд України. – К.:ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 66 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Строительная кліматологія. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : <http://dwg.ru/dnl/10758>.
7. Холодильні машини AQUACIAT. [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу : [http://www.ciat.ru/rubrique/index/rus-catalogue/33/AQUACIAT-\(NEW\)-LD/2346](http://www.ciat.ru/rubrique/index/rus-catalogue/33/AQUACIAT-(NEW)-LD/2346).

**Степанова Наталія Дмитрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Горovenko Яна Сергіївна**, студентка групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yanagorovenko98@gmail.com](mailto:yanagorovenko98@gmail.com) .

**Stepanova Nataliya D.**, Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)

**Gorovenko Yana S.**, student of TE-19m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: [yanagorovenko98@gmail.com](mailto:yanagorovenko98@gmail.com) .

## Експериментальне дослідження впливу домішок компресорного мастила в холодоагенті R290 на параметри ефективності холодильної компресорної системи

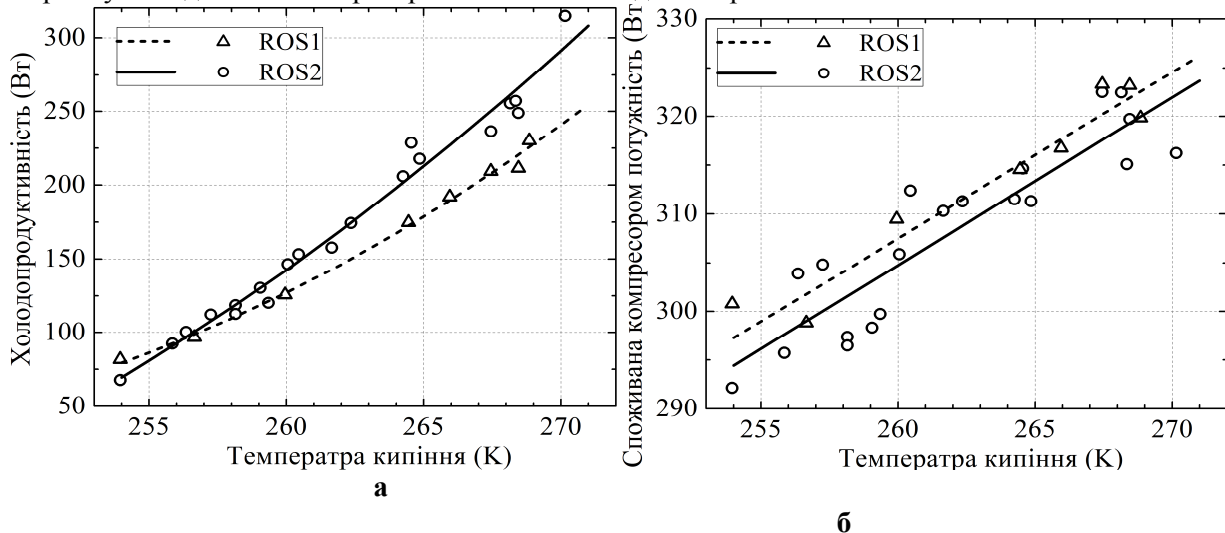
Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна 112, м. Одеса, 65039, Україна

Оптимальний вибір компресорного мастила є перспективним напрямком підвищення ефективності холодильного обладнання. Основною перешкодою на шляху практичної реалізації такого підходу є неможливість теоретичного прогнозування очікуваних ефектів на показники енергетичної ефективності холодильного обладнання.

Мета представленої роботи полягала у виявленні впливу в'язкості компресорних мастил на параметри ефективності парокompресійної холодильної системи, що працює з холодоагентом R290.

Для проведення експерименту була створена експериментальна установка (парокompресійна холодильна система с компресором EmbracoAspera EMT6152U). Отримані експериментальні значення холодопродуктивності, споживаної компресором потужності і холодильного коефіцієнта при роботі експериментальної установки. Для заправки системи застосовувався холодоагент R290 і два компресорних мастила: алкілбензолне RENISO SP46 (в'язкість  $46\text{мм}^2\cdot\text{с}^{-1}$  при  $40^\circ\text{C}$ ) та поліефірне ProEco® RF22S (в'язкість  $22.26\text{мм}^2\cdot\text{с}^{-1}$  при  $40^\circ\text{C}$ ). Експеримент був виконаний при температурі конденсації холодоагенту  $318.5\pm 1.0\text{ K}$  в інтервалі температур кипіння  $252\text{...}271\text{ K}$ .

Залежність експериментально отриманих значень споживаної компресором потужності, холодопродуктивності та холодильного коефіцієнту від температури кипіння холодоагенту в випарнику холодильної компресорної системи наведені на рис. 1.



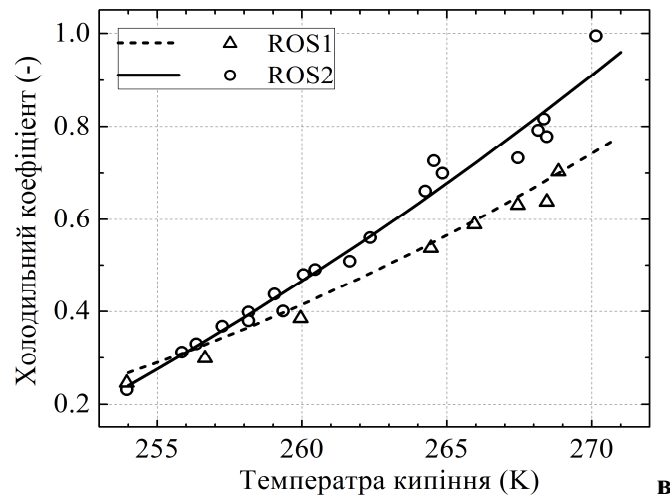


Рис. 1. Залежність споживаної компресором потужності (а), холодопродуктивності (б) та холодильного коефіцієнту (в) від температури кипіння холодоагенту в випарнику холодильної компресорної системи: де ROS1 – параметри, що відповідають роботі установки на робочому тілі R290/компресорне мастило RENISO SP46; ROS2 – параметри, що відповідають роботі установки на робочому тілі R290/компресорне мастило ProEco® RF22S

Різниця в значеннях потужності споживаної компресором для двох різних за хімічним складом компресорних мастил відрізняється не більше ніж на 2...3 % і пояснюється зниженням втрат енергії на тертя при використанні менш в'язкого масла.

Використання більш в'язкого мастила призводить до зростання холодопродуктивності. Отриманий ефект може бути пояснений збільшенням тиску насичених парів розчинів холодоагент/мастило.

Використання менш в'язкого масла ProEco® RF22S у порівнянні з маслом RENISO SP46 призводить до суттєвого (до 20 %) збільшення холодильного коефіцієнту при температурі кипіння 270 К та не оказує вплив на нього при низьких температурах кипіння.

Отримані результати показують, що вибір марки і в'язкості компресорного масла дозволяють змінювати в досить широких інтервалах показники ефективності холодильної компресорної системи. Тим самим, отримані в роботі дані підтверджують доцільність попереднього вибору компресорного масла певної в'язкості з метою підвищення показників енергоефективності пароконпресійної холодильного обладнання без його істотної модернізації.



**С.Г. Корнієвич**  
**П.С. Нестеров**  
**О.Я. Хлієва**  
**В.П. Желєзний**

## **Експериментальне дослідження середньої молярної маси компресорних мастил та їх розчинності у холодоагенті R290**

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна 112, м. Одеса, 65039, Україна

Останні роки спостерігається підвищений інтерес до застосування вуглеводневих холодоагентів у пароконпресійному холодильному обладнанні. Але в літературі практично відсутні данні з кривої розшарування розчинів холодоагенту R290 в синтетичних компресорних мастилах та данні з молярної маси цих мастил. Ця інформація потрібна для моделювання теплофізичних властивостей розчинів холодоагент/мастило.

У роботі наведено результати дослідження середньої молярної маси двох компресорних мастил, які рекомендоване для використання у холодильному обладнанні з холодоагентом R290.

При проведенні експериментальних досліджень було використано наступні речовини:

- промисловий зразок компресорного масла ProEco® RF 22S (полієфірне) фірми BASF виробництва Emgard®, в'язкість 22.26 мм<sup>2</sup>/с при 40 °С;
- промисловий зразок компресорного масла RENISO SP46 (алкілбензолне) фірми FUCHS (fuchspetrolubse), в'язкість 46 мм<sup>2</sup>/с при 40 °С;
- холодоагент R290 (пропан, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) CAS № 74-98-6, з чистотою 98 %.

Для визначення середньої молекулярної маси компресорних мастил була створена експериментальна установка, яка реалізує ебуліоскопічний метод. Розширена невизначеність отриманих даних не перевищує 5%. Результати наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Значення середньої молярної маси досліджуваних мастил

Тип мастила	Масло	Молярна маса, г/моль
Алкілбензолне	RENISO SP46	778
Полієфірне	ProEco® RF 22S	454

Крім того, в роботі наведено результати експериментального дослідження розчинності холодоагенту R290 в компресорних маслах ProEco® RF 22S і RENISO SP46 в інтервалі температур від мінус 58 до 62 °С і широкому інтервалі концентрацій холодоагенту. Для цього була створена експериментальна установка, що реалізує статичний метод вимірювання фазових рівноваг рідина-рідина.

В результаті проведених експериментальних досліджень було показано, що холодоагент R290 розчиняється в компресорних маслах ProEco® RF 22S і RENISO SP46 у всьому інтервалі параметрів стану характерних для роботи холодильного обладнання, в якому застосовується холодоагент R290.

З урахуванням отриманих даних компресорні масла ProEco® RF 22S і RENISO SP46 рекомендовані для застосування в холодильному обладнанні при температурах кипіння вище мінус 30 °С.

## ПЛІВКОВА КОНДЕНСАЦІЯ УСЕРЕДИНИ ГЛАДКИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ ТРУБ

<sup>1</sup>Одеська державна академія технічного регулювання та якості  
<sup>2</sup>НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### Анотація

Представлено розрахунки тепловіддачі за емпіричними залежностями з роботи Шалбаєв, Ісаченко і Саломзода, які свідчать про добре узгодження дослідів під час конденсації багатьох робочих речовин із розрахунками за формулами цих авторів з урахуванням їх граничних величин.

**Ключові слова:** теплообмін, конденсація у середині труб, гладка труба

### Abstract

Calculations of heat transfer based on empirical dependences on the work of Shalbaev, Isachenko and Salomzoda are presented, which testify to good coordination of experiments during condensation of many working substances with calculations according to the formulas of these author sincase of observance of their limit values.

**Keywords:** heat transfer, condensation inside tube, smooth tube

### Вступ

Значний інтерес щодо вивчення процесів теплообміну під час конденсації усередині вертикальних труб є достатньо актуальним у зв'язку з необхідністю уточнення методів розрахунку (конструювання) різних за призначенням теплообмінників (конденсатори холодильних машин і систем кондиціонування, вертикально-трубні теплообмінні апарати різного ступеню застосування, теплові труби тощо). За наявності великої кількості досліджень стосовно плівкової конденсації у середині вертикальних труб, існує велика потреба в новій інформації щодо зазначених процесів.

### Результати досліджень

Поряд із теоретичними і напівемпіричними моделями розрахунку теплообміну існує багато емпіричних методів розрахунку теплообміну.

Так, у роботі Шалбаєв, Ісаченко і Саломзода [1] виконані вимірювання квазілокальних коефіцієнтів тепловіддачі при конденсації водяної пари, що рухається зверху вниз, у середині вертикального кільцевого каналу ( $D_o/d_i = 32,5/20$  мм) при наступних режимних параметрах процесу: тиск пари  $p=0,1 - 0,35$  МПа, густина теплового потоку  $q=0,3 - 5 \cdot 10^5$  кг/м<sup>2</sup>, швидкість пари на вході у канал  $w_l=4 - 70$  м/с, об'ємний паровміст  $\varepsilon = 0 - 0,72$ .

У праці [1] авторами наводиться класифікація шести режимів під час плівкової конденсації, у залежності від співвідношення напруги межфазного тертя  $\tau_w$  і сил тяжіння  $\tau_g$ :

- ламінарна течія плівки при переважному впливі сил тяжіння ( $\tau_w \ll \rho_l g \delta$ );
- ламінарна течія плівки при співмірному впливі сил тяжіння і міжфазного тертя ( $\tau_w \approx \rho_l g \delta$ );
- ламінарна течія плівки при переважному впливі сил між фазного тертя ( $\tau_w \gg \rho_l g \delta$ );
- турбулентна течія плівки при переважному впливі сил тяжіння ( $\tau_w \ll \rho_l g \delta$ );
- турбулентна течія плівки при співмірному впливі сил тяжіння і міжфазного тертя ( $\tau_w \approx \rho_l g \delta$ );
- турбулентна течія плівки при переважному впливі сил між фазного тертя ( $\tau_w \gg \rho_l g \delta$ ).

Для кожного з цих режимів, на основі отриманих експериментальних даних, автори роботи пропонують свої розрахункові залежності або залежності інших авторів, які коректно узагальнюють отримані дані.

Так наприклад, при ламінарній течії плівки за переважним впливом сил тяжіння у області  $Fr_x \leq 10^3$  (вхід пари в канал) і  $Re_{lx} \leq 200$  розрахунок локальної тепловіддачі пропонується обчислювати за відомому рівнянню [2] виду:

$$Nu_x = c Re_{lx}^n Fr_x^m Pr_l^k, \quad (1)$$

де

$$Nu_x = \frac{\alpha_x}{\lambda_l} \left( \frac{v_l}{g} \right)^{1/3}; \quad Fr_x = \frac{\rho_v \bar{w}_{vx}^2}{\rho_l^2 (v_l^2 g)^{2/3}}; \quad Re_{lx} = \bar{q}_c x / r \mu_l; \quad Pr_l = \mu_l c_{pl} / \lambda_l$$

Із рішення Нуссельта для нерухомого пара ( $m=k=0$ ) випливає, що локальний коефіцієнт тепловіддачі описується формулою:

$$Nu_x = 0,63 Re_{lx}^{-1/3} \quad (2)$$

З урахуванням хвильової поправки  $\epsilon_v = 0,63 Re_{lx}^{0,04}$ :

$$Nu_x = 0,69 Re_{lx}^{-0,28} \quad (3)$$

Тепловіддача у цьому випадку не залежить від швидкості пари ( $\alpha \sim w_v^0$ ).

Дослідні дані авторів в області  $Fr_x \leq 10^3$  і  $Re_{lx} > 200$  (турбулентна течія плівки у разі переважного впливу сил тяжіння) у своїй більшості розраховуються за кореляцією:

$$Nu_x = 0,325 Re_{lx}^{0,25} Pr_l^{0,5} \quad (4)$$

тобто у даній області тепловіддача також розраховується за залежністю (1) за умови прийняття у ньому  $c=0,0325$ ,  $n=0,25$ ,  $m=0$ ,  $k=0,5$ .

У режимі ламінарної течії плівки при переважному впливу сил міжфазного тертя (область  $Fr_x \geq 10^4$ ,  $Re_{lx} < 200$ ), автори також пропонують використовувати рівняння (1), приймаючи наступні значення показників ступенів  $c=0,0218$ ,  $n=-0,28$ ,  $m=0,5$  і  $k=0,5$ :

$$Nu_x = 0,0218 Re_{lx}^{-0,28} Fr_x^{0,5} Pr_l^{0,5} \quad (5)$$

З рівняння видно, що у режимі, який розглядається, тепловіддача не залежить від сил тяжіння ( $\alpha \sim g^0$ ), і також лінійно залежить від швидкості пари ( $\alpha \sim w_v$ ).

На основі експериментальних даних, що відповідають режиму турбулентної течії плівки при переважному впливі міжфазного тертя ( $Fr_x \geq 10^4$ ,  $Re_{lx} > 200$ ) автори, використовуючи ту ж саму залежність (1) і приймаючи у ній  $c=0,0125$ ,  $n=-0,17$ ,  $m=0,5$  і  $k=0,5$  (рис. 1), запропонували рівняння щодо розрахунку локальної тепловіддачі

$$Nu_x = 0,0125 Re_{lx}^{-0,17} Fr_x^{0,5} Pr_l^{0,5} \quad (6)$$

При ламінарному (область  $10^3 \leq Fr_x \leq 10^4$ ,  $Re_{lx} \leq 200$ ) і турбулентному (рис. 2) (область  $1,5 \cdot 10^3 \leq Fr_x \leq 10^4$ ,  $Re_{lx} \geq 200$ ) режимах течії плівки, при співмірному впливу сил тяжіння і міжфазного тертя, у роботі запропоновано відповідно такі залежності:

$$Nu_x = 0,0356 Re_{lx}^{-1/3} Fr_x^{0,46} Pr_l^{0,5} \quad (7)$$

$$Nu_x = 0,0059 Fr_x^{0,46} Pr_l^{0,5} \quad (8)$$

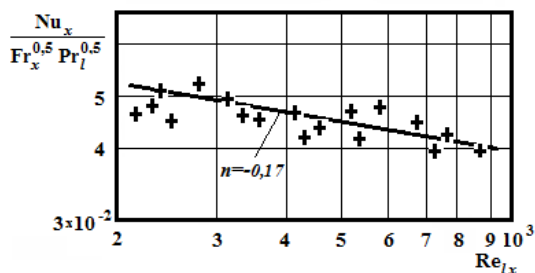


Рис. 1. Дослідні дані при  $\tau_w \gg \rho g \delta$  [1]

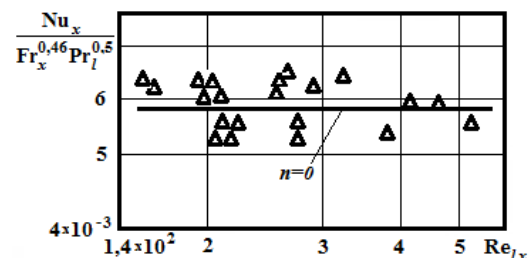


Рис. 2. Дослідні дані при  $\tau_w \approx \rho g \delta$  [1]

Автори роботи [1] для розрахунку локальної тепловіддачі узагальнили власні експериментальні дані, як показано на рис. 1 і 2, у безрозмірному виді у вигляді залежності  $Nu = (Fr_l, Pr_l, Re_l)$ , тобто залежності, яка є близькою до результатів теорії плівкової конденсації у разі наявності впливу швидкості пари з роботи Даклер [3]. Слід додати, що з аналізу рис. 1 і 2 роботи неможливо оцінити режими течії фаз і, відповідно, порівняти ці дані з розрахунком за іншими залежностями.

Ураховуючи наведене вище, нами виконано порівняльний аналіз результатів робіт Боришанського [4] і Трепутнева [5] у разі конденсації водяної пари у середині вертикальних труб із розрахунком за формулами [1]. Результати аналізу наведені на рис. 3 і рис. 4 відповідно.

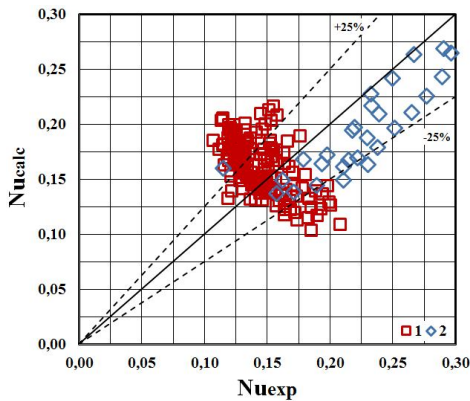


Рис. 3. Порівняння дослідних даних Боришанський [4] з розрахунком за: 1 - (4), 2 - (8)

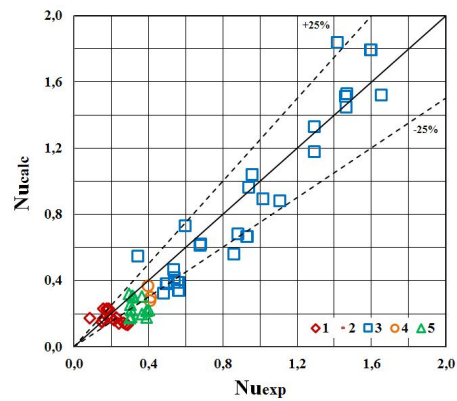


Рис. 4. Порівняння дослідних даних Трепутнев [5] з розрахунком за: 1 - (4); 2 - (5); 3 - (6); 4 - (7); 5 - (8)

Як зазначалося вище, автори роботи для розрахунку локальної тепловіддачі узагальнили власні експериментальні дані у вигляді залежності  $Nu = (Fr_l, Pr_l, Re_l)$ , тобто залежності, яка є близькою до результатів теорії плівкової конденсації у разі наявності впливу швидкості пари з роботи Даклер [3].

На підставі того, що теорія носить універсальний характер, нами проведено обчислення тепловіддачі за формулами з роботи [1] експериментальних даних відомих авторів по конденсації різних робочих речовин у середині горизонтальних труб, а саме: фреонів R22, R134a, R32, R410A (Cavallinietal [6]), гідро карбонів (пропан (R290), ізобутан (R600a), пропілен (R1270), диметилетил (DME), фреону R22 (Parketal [7]), діоксиду вуглецю (Kimetal [8]), нових холодоагентів R245fa, NOVEC649 iHFE-7000 (Ghim, Lee [9]) та водяної пари (Бойко [10]). Порівняльні результати обчислень за формулами з праці [1] із експериментальними даними різних авторів наведено на рис. 5 - 8. Слід додати, що усі експериментальні дані зазначених авторів були відібрані у відповідності до меж застосування відповідної формули з роботи [1].

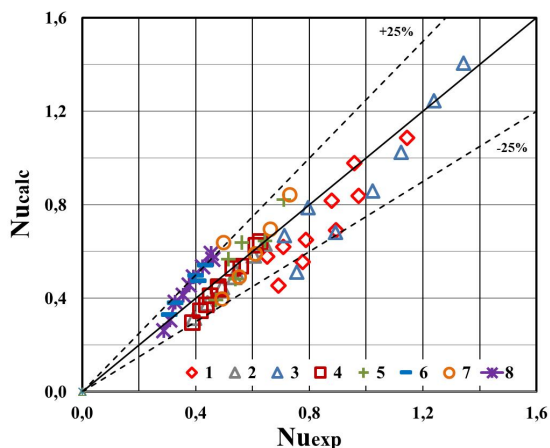


Рис. 5. Порівняння дослідних даних Cavallinietal.[6] з розрахунком за: (6): 1 - R22, 3 - R134a, 5 - R32, 7 - R410A; за (8): 2 - R22, 5 - R134a, 6 - R32, 8 - R410A

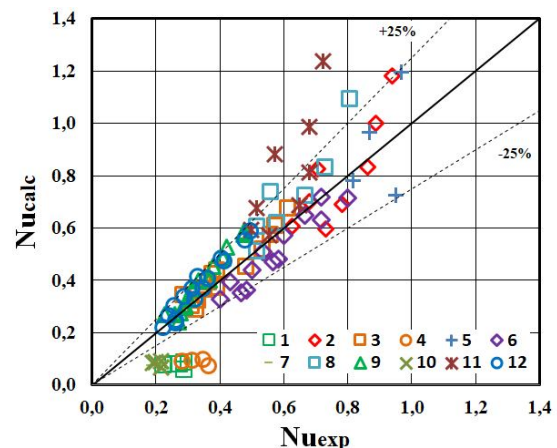


Рис. 6. Порівняння дослідних даних Parketal.[7] та Kimetal.[8] з розрахунком за (3): 1 - R290, 4 - R600a, 7 - R1270, 10 - DME; за (6): 2 - R290, 5 - R600a, 8 - R1270, 11 - DME; а (8): 3 - R290, 6 - R600a, 9 - R1270, 12 - DME

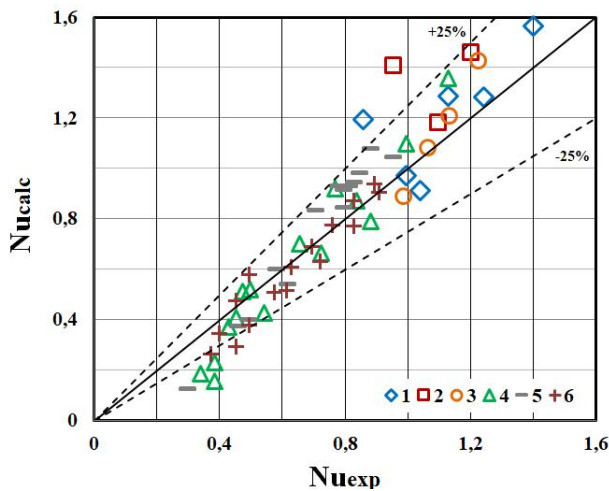


Рис. 7. Порівняння дослідних даних Ghim, Lee[9] з розрахунком за (6): 1 - R245fa; 2 - NOVEC649; 3 – HFE7000; за(8): 4 - R245fa; 5 - NOVEC649; 6 – HFE-7000

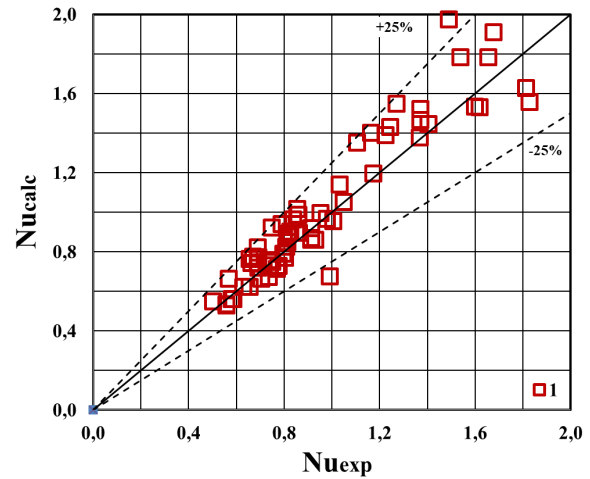


Рис. 8. Порівняння дослідних даних Бойко [10] з розрахунком за (6) для водяної пари

Аналіз рис. 5 – 8 свідчить, що майже для всіх розрахунків найкращу збіжність з експериментальними даними (похибка у межах  $\pm 25\%$ ) дають формули (6) для області турбулентної течії плівки при переважному впливі сил тяжіння і (8) для області турбулентної течії плівки при співмірному впливі сил тяжіння і міжфазного тертя з роботи [1].

### Висновки

1. Проведено розрахунки тепловіддачі за емпіричними залежностями з роботи Шалбаєв, Ісаченко і Саломзода [1], які демонструють найкращу збіжність з експериментами багатьох авторів під час конденсації багатьох робочих речовин із розрахунками за залежностями для області турбулентної течії плівки при переважному впливі сил тяжіння області турбулентної течії плівки при співмірному впливі сил тяжіння і міжфазного тертя.

2. Для інженерної практики може бути рекомендовано застосування формул (6) і (8) з праці [1] для розрахунку тепловіддачі під час конденсації водяної пари, фреонів R22, R134a, R32, R410A, природних вуглеводнів R290, R600a, R1270 та спеціалізованої речовини HFE-7000 не тільки для вертикальних труб, а і для горизонтальних труб. При цьому необхідно урахувати межі застосування граничних величин відповідної формули.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шалбаєв К. К., Ісаченко В. П., Саломзода Ф. Теплоотдача при пленочной конденсации на внешней поверхности труб, омываемых нисходящим потоком пара. Теплоэнергетика. 1982. No. 12. С. 63–66.
2. Nusselt, W. Die Oberflächenkondensation des Wasserdampfes, Zeitschrift VDI, 60 (1916), pp. 541-546, 568-575.
3. Dukler, A.E. Fluid mechanics and heat transfer in vertical falling film systems, Chemical Engineering Progress Symposium Series 30 (1960) 1-10.
4. Боришанский В. М., Волков Д. И., Иващенко Н. И., Кректунов О. П., Борков А. П., Макарова Г. А., Алексеев. Теплоотдача при конденсации пара внутри вертикальных труб и змеевиков. Тр. ЦКТИ. 1975. Вып. 131. С. 122–138.
5. Трепутнев В. В. Исследование теплообмена и гидравлического сопротивления при конденсации водяного пара в гладких и профилированных трубах. Дис. ... канд. техн. наук, Москва: Гос. иссл. энерг. ин-т им. Г. М. Кржижановского, 1979.
6. Cavallini A., Del Col D., Censi G., Doretti L. et al. Experimental investigation on condensation heat transfer and pressure drop of new refrigerants (R134a, R125, R32, R410A, R236ea) in a horizontal smooth tube. Int. J. Refrig. 2001. Vol. 24, No. 1. pp. 73–87.
7. Park K. J., Jung D., and Seo T. Flow condensation heat transfer characteristics of hydrocarbon refrigerants and dimethyl ether inside a horizontal plain tube. J. Multiphase Flow. 2008. V. 34, No. 7. pp. 628–635.
8. Kim Y. J., Jang J., Hrnjak P. S., and Kim M. S. Condensation heat transfer of carbon dioxide inside horizontal smooth and microfin tubes at low temperature. J. Heat transf. ASME. 2009. Vol. 131, No. 2. pp. 021501.
9. Ghim G. and Lee J. Condensation heat transfer of low GWP ORC working fluids in a horizontal smooth tube. Int. J. Heat Mass Transf. 2017. Vol. 104. pp. 718–728.
10. Ananiev E. P., Boyko L. D., and Kruzhillin G. N. Heat transfer in the presence of steam condensation in a horizontal tube. Int. Heat Transf. Conf. August 1961. Colorado. Part 2. pp. 290–295.

**Горін Вадим Вікторович** – канд. техн. наук, ст. наук. співробітник кафедри метрології та метрологічного забезпечення, Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Одеса, e-mail: gorin53@ukr.net

**Серєда Володимир Володимирович** - канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

**Gorin Vadim V.** – Cand. Sc. (Eng), Senior Researcher of the Department of Metrology and Metrological Support, Odessa State Academy of Technical Regulation and Quality, Odessa, e-mail: gorin53@ukr.net

**Sereda Volodymir V.** - Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

*Наукове видання*

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В БУДІВНИЦТВІ  
Збірник матеріалів

Міжнародної науково-технічної конференції  
10-12 листопада 2020 року

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до друку 29.12.2020 р.  
Формат 29,7×421/2. Папір офсетний. Гарнітура  
Times New Roman. Ум. др. арк. 49,55.  
Зам. № 2021-100

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,  
press.vntu.edu.ua,  
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.