

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Збірник матеріалів
Міжнародної науково-технічної конференції
20 – 22 листопада 2024 р.

Редакційна колегія:

Біліченко В. В., д.т.н., професор
Спіфанова І. Ю., д.е.н., професор
Меть І. М., к.т.н., доцент
Швець В. В., 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 20–22 листопада
2024 р. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 408 с.

ISBN 978-617-8163-27-3

Збірник містить тексти доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві (2024)».

Конференція проводилась 20–22 листопада 2024 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.

ISBN 978-617-8163-27-3

© Вінницький національний технічний
університет, укладання, оформлення, 2024

Зміст

Секція Промислового та цивільного будівництва

<i>Володимир Олексійович Попов</i> РАЦІОНАЛЬНЕ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ В УМОВАХ СКЛАДНОЇ МІСТОБУДІВНОЇ СИТУАЦІЇ.....	1
<i>Володимир Олексійович Попов, Дар'я Юріївна Антена</i> РАЦІОНАЛЬНІ КОМБІНОВАНІ АРКОВО-ФЕРМОВІ МЕТАЛЕВІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ПЛОЩ ПІДПРИЄМСТВ	6
<i>Марія Володимирівна Василич, Анастасія Володимирівна Василич</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАНАЛІЗАЦІЄЮ: НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ПЕРЕВАГИ.....	11
<i>Михайло Юрійович Мироненко</i> ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОДЖЕННЯ З БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	15
<i>Василь Романович Сердюк, Лілія Анатоліївна Лавренюк</i> УТЕПЛЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА	18
<i>Володимир Олексійович Попов, Сергій Володимирович Дикий, Аліна Віталіївна Клімишина</i> ЗАЛІЗОБЕТОННІ НАКЛАДНІ МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІ-ДСИЛЕННЯ ТРОТУАРНОЇ ЧАСТИНИ БАЛОЧНИХ МОСТІВ	21
<i>Ангеліна Дмитрівна Масалаб</i> ЗБІЛЬШЕННЯ ПОВЕРХОВОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ: ПЕРЕВАГИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ.....	26
<i>Володимир Олексійович Попов, Олександр Миколайович Цісавий, Софія Володимирівна Степанюк</i> ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ ТИПУ «БЕТОЛЬ» ТА «ВЕЛІТ» ДЛЯ ФАСАДІВ БЕЗКАРКАСНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	30
<i>Микола Миколайович Попович, Олег Віталійович Огірчук</i> ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ	34
<i>Микола Миколайович Попович, Віталій Миколайович Ребрій</i> ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	36
<i>Дар'я Сергіївна Іванова, Микола Миколайович Попович</i> ІНОВАЦІЙНІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ	40
<i>Віталій Олександрович Басістий</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ТА НАКОПИЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У НАСКРІЗНІЙ БАЗІ ПРОЕКТУ.....	43
<i>Андрій Потеха</i> ПЕРЕХІД НА АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	45
<i>Віталій Олександрович Басістий</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ТА НАКОПИЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У НАСКРІЗНІЙ БАЗІ ПРОЕКТУ.....	49
<i>Альона Василівна Бондар, Ірина Олександрівна Слюсар, Аліна Іванівна Коваль</i> КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ФАСАДІВ.....	51
<i>Вікторія Юріївна Чекотун, Микола Миколайович Попович</i> ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ДОРОЖНИХ ПОКРИТТІВ	56
<i>Андрій Іванович Комарницький</i> МЕХАНІЗАЦІЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ	59
<i>Андрій Русланович Козуб, Олександр Юрійович Шмундяк, Ірина Вікторівна Маєвська</i> ПЕРЕВАГИ КОМПЛЕКСНОГО СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ У ПОРІВНЯННІ З КЛАСИЧНИМИ ВАРІАНТАМИ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ	63
<i>Станіслав Олександрович Гладкий, Ірина Вікторівна Маєвська</i> ВПЛИВ РОЗМІРІВ ГРУНТОВОГО МАСИВУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СПОРУДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНТІНУАЛЬНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ОСНОВИ	67
<i>Андрій Вікторович Голощук</i> ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВІНОСУ	70
<i>Олександр Олексійович Шевчук, Наталія Вікторівна Блащук</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ЗАКРІПЛЕННІ ГЕЛЕВИМ КОМПОЗИТОМ	74
<i>Діана Олександрівна Валько, Аліна Андріївна Ткачук, Наталія Вікторівна Блащук</i> ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З МОНОЛІТНИМ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ	77
<i>Юрій Семенович Бікс, Ольга Георгіївна Ратушняк</i> ATTITUDE FOR ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF MULTILAYERED ENVELOPES.....	81

<i>Максим Дмитрович Беліков, Юрій Семенович Бікс</i> РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	86
<i>Сергій Гуменний, Юрій Семенович Бікс</i> РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ З ФУНКЦІЄЮ УКРИТТЯ	89
<i>Іван Миколайович Метъ, Алла Серафимівна Морзун, Сергій Миколайович Мороз</i> МЕХАНІКА КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ З ОСНОВАМИ ЗА МГЕ	92
Секція Містобудування та архітектури	
<i>Владислав Іванович Ямпільський, Вікторія Василівна Галіброда</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ У РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА	97
<i>Віталій Вікторович Швець, Андрій Іванович Гуцалов, Вікторія Василівна Галіброда</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ПРИНЦИПІВ РОЗТАШУВАННЯ ВИДОВИХ ТОЧОК ПАРКУ НА РІЗНИХ ФОРМАХ СКЛАДНОГО РЕЛЬЄФУ	99
<i>Віталій Вікторович Швець, Валентин Васильович Дмитрищак, Вікторія Василівна Галіброда</i> АНАЛІЗ МІСТОБУДІВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПІДВИЩЕННЯ ТУРИСТИЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ МІСТА.....	101
<i>Віталій Вікторович Швець, Олександр Анатолійович Кисіль, Вікторія Василівна Галіброда</i> АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ПІШОХІДНОГО ПРОСТОРУ МІСТА.....	103
<i>Віталій Вікторович Швець, Андрій Васильович Записов, Вікторія Василівна Галіброда</i> РОЗВИТОК ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА.....	105
<i>Віталій Вікторович Швець, Олександр Сергійович Подчос, Вікторія Василівна Галіброда</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ПРОСТОРУ МІСТА.....	107
<i>Дарія Олександрівна Ковбасюк, Ольга Сергіївна Підгорна, Софія Віталіївна Борова, Оксана Іванівна Хороша</i> ВІЗУАЛЬНИЙ ШУМ НА ФАСАДАХ ІСТОРИЧНИХ БУДІВЕЛЬ:ПРОБЛЕМАТИКА ТА ВПЛИВ НА СЕРЕДОВИЩЕ.....	109
<i>Юлія Юріївна Чумак, Микола Миколайович Попович</i> МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ЗОН	113
<i>Вероніка Олегівна Сопін, Микола Миколайович Попович</i> МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК РІШЕННЯ ДЛЯ ШВИДКОГО ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛА	116
<i>Валерія Леонідівна Ратинська, Юлія Юріївна Чумак, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИБЕРЕЖНИХ ЗОН	119
<i>Олена Максимівна Пташка, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ДЛЯ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ	123
<i>Інна Геннадіївна Гавронська, Микола Миколайович Попович</i> ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....	126
<i>Владислав Олександрович Денисенко, Лілія Василівна Кучеренко, Ігор Миколайович Бабій</i> ПОЄДНАННЯ СУЧАСНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ІСТОРИЧНІЙ ЗАБУДОВІ МІСТ	130
<i>Євгеній Павлович Якименко, Лілія Василівна Кучеренко, Ігор Миколайович Бабій</i> ОСОБЛИВОСТІ ВІТРОВОГО РЕЖИМУ РІЗНИХ ФОРМ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ	132
<i>Вячеслав Олександрович Дира, Лілія Василівна Кучеренко, Альона Василівна Бондар</i> ФОРМУВАННЯ КОЛОРИСТИКИ МІСТА.....	134
<i>Альона Василівна Бондар, Андрій Михайлович Баюра, Олександр Васильович Бондар</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	136
<i>Єлізавета Миколаївна Вікторова, Богдан Юрійович Ругініс, Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> ДИТЯЧИЙ САДОК ЯК ОБ'ЄКТ ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА.....	139
<i>Богдан Юрійович Ругініс, Єлізавета Миколаївна Вікторова, Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА МАЛИХ ІСТОРИЧНИХ МІСТ	142
<i>Денис Юрійович Плетньов, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ПІШОХІДНИЙ УРБАНІЗМ У СТРУКТУРІ МІСТА.....	145
<i>Надія Ярославівна Ганчевська, Світлана Володимирівна Риндюк</i> ДОСВІД ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКИХ ЗАКЛАДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ.....	148

<i>Діна Юрійівна Суржикова, Микола Миколайович Попович</i> КРЕАТИВНІ РІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СКЛОБЛОКІВ У СУЧАСНИХ ІНТЕР'ЄРАХ : ТЕНДЕНЦІЇ ТА НОВІТНІ ПІДХОДИ.....	152
<i>Катерина Костянтинівна Сівак</i> ЗАСТОСУВАННЯ НАНОЧАСТИНОК ОКСИДУ ТИТАНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИЛКАТНОГО ПОРИСТОГО БЕТОНУ	156
<i>Олексій Вячеславович Ковальський, Олександр Володимирович Мельник, Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ДИТЯЧИХ САНАТОРНО-КУРОРТНИХ ЗАКЛАДІВ ВІННИЦІ.....	159
<i>Олександр Володимирович Мельник, Олексій Вячеславович Ковальський, Альона Сергіївна Субін-Кожевнікова</i> КОНЦЕПЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ У СФЕРІ МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДІВНИЦТВА.....	162
<i>Альона Василівна Бондар, Марина Аркадіївна Максименко, Максим Юрійович Пахолок</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ НА АРХІТЕКТУРУ: ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	165
<i>Марина Аркадіївна Максименко, Олександр Васильович Бондар, Валерія Павлівна Леонтєва</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	169
<i>Микола Дем'янович Обідник, Віталій Вікторович Швець, Марія Вячеславівна Обідник</i> ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ РІВНЯ ТЕХНОЛОГІЇ 8D ВІМ.....	173
<i>Тетяна Вячеславівна Нікітченко, Світлана Володимирівна Риндюк</i> СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ В МІСЬКІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ.....	175
<i>Микита Ігорович Яценко</i> РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПОСТПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ	179
<i>Ігор Олександрович Євдокімов, Олена Георгіївна Лялюк</i> ВІДКРИТИ ПРОСТОРИ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ГРОМАДСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ СПІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЖИТЛОВИХ РАЙОНІВ	183
<i>Михайло Дмитрович Бондар, Ігор Михайлович Вознюк, Віктор Павлович Ковальський</i> ПЛАНУВАННЯ СХОВИЩ У ЛІКУВАЛЬНО-ОЗДОРОВЧИХ ЦЕНТРАХ.....	186
<i>Антоніна Геннадіївна Антонюк, Віктор Павлович Ковальський</i> УТЕПЛЕННЯ МІНВАТОЮ: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА КОМФОРТ	191
<i>Слизова Вікторівна Удуденко, Павло Олегович Зоря, Віктор Павлович Ковальський</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	194
<i>Анастасія Володимирівна Балинська, Віктор Павлович Ковальський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПІВ БЕТОНУ, ЩО САМОВІДНОВЛЮЄТЬСЯ.....	199
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Іван Васильович Сафроненко</i> ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО ЦЕНТРУ	205
<i>Катерина Віталіївна Яворська</i> УРБАНІСТИЧНІ РІШЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ	208
<i>Roman Sivak, Maksym Stadniychuk</i> COMPOSITE MATERIALS USING INDUSTRIAL WASTE	212
<i>Максим Стаднійчук, Михайло Лемешев</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЖАРОСТІЙКИХ БЕТОНІВ.....	215
<i>Олена Георгіївна Лялюк, Андрій Олександрович Лялюк, Євгеній Михайлович Опря</i> СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПРОЦЕСОМ УЛАШТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПОКРИТТЯ БУДІВЛІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ	218
<i>Анастасія-Юлія Олегівна Кошова, Оксана Іванівна Хороша</i> АКТУАЛЬНІСТЬ УЛАШТУВАННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ПОКРИВЛІ, ФАСАДІВ БУДИНКІВ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ СТОЯНОК АВТОТРАНСПОРТУ ТА ТРАМВАЙНИХ ШЛЯХІВ	220
<i>Ольга Костянтинівна Винник, Віктор Павлович Ковальський</i> АНАЛІЗ БЛАГОУСТРОЮ ПІШОХІДНИХ ЗОН В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ	223
<i>Оксана Іванівна Хороша, Юлія Олександрівна Мартинюк, Марина Михайлівна Кушнір, Ярослава Олегівна Медведь</i> ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ГРОМАДСЬКОГО ПРОСТОРУ, ЙОГО ОЗНАКИ ТА РОЛЬ	229
<i>Вадим Євгенович Калашніков, Віталій Вікторович Швець, Артур Олегович Бричанський</i> ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ.....	233
<i>Оксана Іванівна Хороша, Юлія Олександрівна Мартинюк, Марина Михайлівна Кушнір, Ярослава Олегівна Медведь</i> МЕТОДИ, ПРИНЦИПИ ТА ЗАХОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ІСТОРИЧНИХ БУДІВЕЛЬ	236

<i>Оксана Іванівна Хороша, Юлія Олександрівна Мартинюк, Марина Михайлівна Кушнір, Ярослав Олександрович Медведь</i> АНАЛІЗ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ.....	239
<i>Олександр Сергійович Вдовиченко, Віталій Вікторович Швець, Микола Дем'янович Обідник</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ТОРГОВО-ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	242
<i>Віталій Олександрович Тимошенко, Віктор Павлович Ковальський</i> ФОСФОГПС У ВИРОБНИЦТВІ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	245
<i>Анастасія Павлівна Оленюк, Віктор Павлович Ковальський</i> СУЧАСНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ.....	249
<i>Олександр Володимирович Стасюк, Ігор Никифорович Дудар, Микола Дем'янович Обідник</i> МІСТОБУДІВНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ВОДНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В УКРАЇНІ.....	252
<i>Віталій Олександрович Мельник</i> АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬО ІЗОЛЬОВАНИХ ТРУБ В МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	255
<i>Наталія Олександрівна Гончарук</i> ТЕХНОЛОГІЇ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ.....	259
<i>Альона Василівна Бондар, Денис Володимирович Охріменко, Марина Аркадіївна Максименко</i> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	261
<i>Марія Михайлівна Кацага, Олександр В'ячеславович Ковальський, Віктор Павлович Ковальський</i> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ, СТИЛІВ ТА МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРІВ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ.....	265
<i>Владислав Сергійович Мачушенко</i> ПРИНЦИПИ АРХІТЕКТУРНОГО ПЛАНУВАЛЬНОГО ФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ПОТРЕБ МІСТА.....	268
<i>Андрій Юрійович Дзюбенко, Віктор Павлович Ковальський</i> КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ УТЕПЛЮВАЧА НА ОСНОВІ ПІНОІЗОЛУ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ.....	270
Секція Енергоефективних систем створення мікроклімату	
<i>Наталія Михайлівна Слободян, Віктор Олександрович Гончарук</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОАСОСНИХ СИСТЕМ.....	275
<i>Наталія Михайлівна Слободян, Василь Петрович Андрусак</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ.....	278
<i>Георгій Сергійович Ратушняк</i> ВИЗНАЧЕННЯ КРЕНІВ ВЕЖОВИХ СПОРУД ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ВРАХУВАННЯМ БЕЗПЕКОВОЇ СИТУАЦІЇ.....	282
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Богдан Сергійович Шкробот, Владислав Олександрович Молодюк</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТРУБОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	284
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Максим Леонідович Туркот</i> ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВІДІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ВІД ЗОВНІШНЬОЇ КОРОЗИЇ.....	288
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Артем Олегович Романюк</i> ОСНОВНІ ТИПИ КОНДИЦІОНЕРІВ.....	292
<i>Георгій Сергійович Ратушняк, Ольга Ігорівна Ободянська, Валентина Сергіївна Гончарук</i> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ДАХОВОЇ КОТЕЛЬНІ.....	296
<i>Владислав Олександрович Молодюк, Богдан Сергійович Шкробот, Ольга Дмитрівна Панкевич</i> ВИБІР ТРУБОПРОВІДІВ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	300
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Владислав Валерійович Дубіняк</i> НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	303
<i>Сергій Анатолійович Слободянюк, Іван Васильович Коц</i> ТЕПЛОВОЛОГІСНА АВТОКЛАВНА ОБРОБКА БУДІВЕЛЬНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АЕРОДИНАМІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ТИПУ.....	305
<i>Ольга Ігорівна Ободянська, Вікторія Віталіївна Затхій</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ ТА КАРКАСНА ТЕХНОЛОГІЯ.....	308
<i>Володимир Вячеславович Панкевич, Георгій Сергійович Ратушняк</i> ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА КЛАСУ КОМФОРТНОСТІ БУДІВЛІ.....	311

<i>Олег Олегович Горюн, Іван Васильович Коц</i> ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЦИКЛІЧНОГО ГІДРОТЕРМІЧНОГО НАСИЧЕННЯ МОНОМЕРАМИ БЕТОННИХ ВИРОБІВ	314
<i>Ольга Дмитрівна Панкевич, Вячеслав Дацюк</i> НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	317
<i>Володимир Іванішин, Володимир Іванішин</i> ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ШКОЛИ	319
<i>Дмитро Вячеславович Жук, Іван Васильович Коц</i> ПІРОЛІЗНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ В БІОГАЗ І БІОНАФТУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	322
<i>Сергій Болеславович Сторожук, Юрій Петрович Куриленко, Іван Васильович Коц</i> РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА УСТАТКУВАННЯ З УДАРНО-ВІБРАЦІЙНОЮ ДІЄЮ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ І БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА БУДІВЕЛЬНИХ МАЙДАНЧИКАХ	324
<i>Олександр Олександрович Нестеренко, Іван Васильович Коц</i> УДОСКОНАЛЕНІ КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЛІОПОКРІВЕЛЬ ДЛЯ КОТЕДЖНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	327
<i>Іван Васильович Коц, Андрій Анатолійович Трубаєнко</i> ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ІН'ЄКТУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАСИЧЕНОСТІ ҐРУНТІВ ПРИ ПОСИЛЕННІ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ БУДІВЕЛЬ	330
Секція Технічної теплофізики та промислової теплоенергетики	
<i>Олександр Юрійович Співак, Владислав Володимирович Дудник, Денис Вікторович Присяжний</i> ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОНОСІЯ І СИРОВИНИ НА ВИДАТНІСТЬ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ	333
<i>Лілія Анатоліївна Боднар, Максим Олексійович Швець</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.....	337
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Денис Ярославович Лисюк, Олесь Сергійович Вудвуд</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОВОЇ ПРОТИТІСКОВОЇ ТУРБІНИ	340
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Павло Олександрович Дяченко</i> ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ У МІСТІ ВІННИЦЯ	342
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Ярослав Олександрович Глеба, Микола Олександрович Паламарчук</i> УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПІСЛЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА НА БІОМАСІ.....	344
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Владислав Вячеславович Блазина</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ БОЙЛЕРА НЕПРЯМОГО НАГРІВУ У СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОМ НА БІОМАСІ.....	348
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Сергій Миколайович Оникієнко</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НА ТОВ «ЛОНІНКІВСЬКА КАРТОННО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА».....	351
<i>Наталія Дмитрівна Степанова, Максим Володимирович Храмцов</i> ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ВИКОПНОГО ПАЛИВА НА ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ	354
<i>Лілія Анатоліївна Боднар, Максим Лазик, Євгеній Калашник</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ.....	357
<i>Дмитро Михайлович Снісарчук, Наталія Дмитрівна Степанова</i> НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА В СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ	360
<i>Лілія Анатоліївна Боднар, Сергій Васильович Гусар</i> СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ	364
<i>Микола Паламарчук</i> ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ В КОТЕЛЬНЯХ НА БІОМАСІ	367
<i>Дмитро Вікторович Степанов, Дмитро Миколайович Резидент, Наталія Володимирівна Резидент</i> ІЗОЕНТРОПІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПРЕСОРА ТЕПЛОВОГО НАСОСА	370
<i>Іван Михайлович Жученко</i> МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ НА ВОДОГРІЙНИХ КОТЛАХ	373

Секція Екології, хімії та технології захисту довкілля

<i>Євгеній Володимирович Гречанюк</i> УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ: АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ	377
<i>Богдан Глуценко, Віталій Іщенко</i> ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ СТАВКІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	379
<i>Володимир Валерійович Файчук, Роман Васильович Петрук</i> ВПЛИВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ ВІД БУДІВНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	381
<i>Володимир Валерійович Файчук, Роман Васильович Петрук</i> НЕБЕЗПЕЧНІ ВІДХОДИ ТА ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ У РАМКАХ БУДІВНИЧИХ ВІДХОДІВ	384
<i>Тарас Сергійович Тітов, Тетяна Іванівна Сидорук, Сергій Сергійович Крило, Анастасія Олександрівна Мельник, Роман Анатолійович Стасійчук</i> ХІМІЧНЕ ВИЛУЧЕННЯ СІРКОВУГЛЕЦЮ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ З УТВОРЕННЯМ ДІАЛКІЛДИТІОКАРБАМАТІВ МЕТАЛІВ	386
<i>Ігор Васильківський, Ангеліна Петрівна Кавун, Улліанодт Камачо Ернан Гарсія</i> ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА ГЕС НА ПІВДЕННИЙ БУГ	391
<i>Ігор Володимирович Васильківський, Дмитро Вячеславович Зелінський</i> МОНІТОРИНГ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТУ	394
<i>Оксана Володимирівна Міщук, Вадим Станіславович Гончарук, Сергій Михайлович Кватернюк, Святослав Васильович Мандебура, Дмитро Русланович Латуша</i> ТЕХНОЛОГІЇ СКОРОЧЕННЯ УТВОРЕННЯ ОСАДУ СТИЧНИХ ВОД	397

РАЦІОНАЛЬНЕ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ В УМОВАХ СКЛАДНОЇ МІСТОБУДІВНОЇ СИТУАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій науковій роботі описана методологія компонування архітектурно-планувального рішення мостових переходів в умовах складної містобудівної ситуації, притаманної більшості населених пунктів України, на прикладі проєктованої споруди у селищі Турбів Вінницького району Вінницької області. Запропоновані принципові рішення з будівництва мостового переходу дозволять значно знизити аварійність на дорозі Р-33 за рахунок покращення їх функціональних властивостей, приведенням параметрів доріг до вимог чинних норм, з врахуванням умов безпеки руху автотранспорту, включно зі збільшенням оглядовості транспортних засобів та врахуванням вимог інклюзивності.

Ключові слова: мостовий перехід, планувальне рішення, безпека руху, оглядовість, вираж, інклюзивність.

Abstract

Have been described the method of design of the architectural and planning solution of bridge crossings in the conditions of a complex urban planning situation, inherent in the majority of populated areas of Ukraine, which had been described, using the example of the designed structure in the Turbiv town, Vinnytsia district, Vinnytsia region.

The proposed principle solutions for the construction of the bridge crossing will allow to significantly reduce the number of accidents on the R-33 road by improving their functional properties, bringing the parameters of the roads to the requirements of current standards, taking into account the safety conditions of motor vehicle traffic, including increasing the visibility of vehicles and taking into account the requirements of inclusivity.

Keywords: bridge crossing, planning decision, traffic safety, visibility, turning, inclusivity.

Вступ. Постановка проблеми

На сьогодні в Україні існує проблема високої завантаженості транспортної інфраструктури населених пунктів, що вимагає вживання невідкладних заходів з розширення та оптимізації системи автомобільних доріг [1 – 4]. Існуючі дороги, збудовані, в основному, за часів СРСР, сильно зношені. Радянські інженери, для здешевлення, там де це було можливо використовували, як основу, древні мощені дороги імперських часів із складною формою та недосконалою геометрією. Через історичні чинники територія більшості сучасних населених пунктів Правобережжя України та їх дорожніх систем будувалася поблизу водних артерій. Тому часто, не тільки місцеві дороги, а і дороги загальнодержавного та регіонального значення, які перетинають місто чи селище, не відповідають чинним нормам за багатьма параметрами внаслідок щільної міської забудови, або через складний рельєф. Серед численних недоліків існуючих доріг слід особливо виділити невідповідність габаритів проїзної частини дороги та тротуарів чинним галузевим транспортним нормам, різкі зміни форми дороги, включаючи понаднормативне викривлення осі дороги в зоні перетину водних перешкод. Такі проблеми характерні для багатьох населених пунктів Поділля де прослідковується горбистий рельєф місцевості, часто перерізаний річками та озерами. В сиву давнину, коли швидкість руху дорогами не перевищувала 10 – 20 км/год, це не створювало значних логістичних складнощів. Разом із технічним прогресом зростав автомобільний потік і швидкість пересування дорогами, що значно підвищує аварійність. Тому на сьогодні ситуація у багатьох населених пунктах складна. В умовах обмеженого фінансування Національна поліція вживає всіх можливих заходів для упередження травматизму, встанов-

люючи відповідні дорожні знаки, які обмежують швидкість руху. Однак це не вирішує загальну проблему із ненормативною дорогою, оскільки суттєво знижує її пропускну здатність.

Одним зі шляхів розв'язання зазначеної вище проблеми недосконалої геометрії доріг є будівництво нових транспортних автомобільних систем та інженерних споруд для них. Нові шляхопроводи, мости та мостові переходи, прокладені за оптимальним для пересування напрямком, можуть стати набагато більш ефективною альтернативою, аніж латання морально застарілих давніх споруд. Зазначений спосіб реконструкції дорожніх систем продемонструємо на фрагменті автомобільної дороги Р-33 у селищі Турбів Вінницької області.

Основна частина

Проблеми із фрагментом дороги Р-33, що прокладена поблизу запрудженої частини річки Вільшанка у центральній частині селища Турбів Вінницької області відомі вже багато років. Численні резонансні ДТП, пов'язані зі складною формою дороги у плані, яка продиктована рельєфом місцевості, призвели до необхідності накладання суттєвих швидкісних обмежень. Поблизу існуючої мостової споруди, збудованої ще у позаминулому столітті в найскладнішому місці дороги, поряд з різким віражем з радіусом кривизни осі дороги $R < 40$ м, навіть улаштована ділянки із односмуговим рухом (рис. 1).



Рис. 1. Аварійна ділянка дороги Р-33 з віражем. Вимушене зниження швидкості руху автотранспорту до 20 км/год. Реверсивний рух на мостовій споруді через ненормативну кривизну віражу $R < 40$ м

Такі обмеження створюють значні логістичні проблеми громадянам та промисловості населеного пункту. Крім того, в умовах воєнного стану, дорога Р-33 є важливою альтернативою традиційного сполучення Подільського регіону зі столицею. Тому постала актуальна задача у вирішенні зазначеної логістичної проблеми раз і назавжди. Для цього були залучені відомі фахівці-дорожники силами яких було виконано комплексне обстеження проблемної дорожньої ділянки. В результаті комплексного обстеження зазначеного фрагмента дороги Р-33 в межах в'їзду до селища Турбів та виконаних перевірок розрахунків виявлено наступне.

1. Аварійний фрагмент дороги на якому збудована древня мостова споруда має ненормативну кривизну у плані ($R=37\dots47,8$ м), що менше найменшого радіусу кривої (50 м) згідно з вимогами [5]. Габарит проїзної частини не відповідає нормативним вимогам (Г-14,9).

2. Габарити дорожнього полотна ділянки руху (Г-7,26), не відповідають нормативним вимогам для автомобільних доріг II категорії з двома смугами руху. Згідно [5, табл. 5.1] габарит дорожнього полотна Г-14,9 (дві смуги по 3,75 м, 2 зупиночних смуги разом з укріпленою смугою по 3 м та 2 величини розширення по 0,7 м).

3. Мостова споруда на зазначеному аварійному фрагменті дороги знаходиться в обмежено працездатному стані за класифікацією [6]. Розрахунками встановлено, що споруда не може приймати

тимчасові навантаження НК-100 та А-15 та перевантажена при навантаженнях, на які вона була запроектована. Тротуар знаходиться в аварійному стані, не відповідає вимогам інклюзивності та не може сприймати тимчасове навантаження від натопву пішоходів.

4. У зв'язку із неможливістю забезпечення необхідної ширини їздового полотна та наявності аварійно-небезпечної ділянки рекомендується влаштувати новий мостовий перехід, який випрямляє вісь існуючої дороги, підвищує видимість у напрямку руху та безпеку руху автотранспорту.

5. До здійснення будівництва нового мостового переходу існуючу ділянку дороги та древню мостову споруду на ній відповідно визначеному стану слід експлуатувати із обмеженнями та передбачити такі заходи:

- замінити дорожній одяг на аварійно-небезпечній ділянці дороги;
- знизити максимально допустиму швидкість руху на мості до 15 км/год;
- знизити навантаження на мостову споруду шляхом обмеження руху транспортних засобів за вагою та габаритними параметрами;
- вести нагляд та контроль за виконанням обмежень руху з залученням спеціалізованої організації та вжити заходи щодо організації дорожнього руху для запобігання аварій.

Базуючись на результатах обстеження авторами цієї наукової роботи були розроблені конструктивні пропозиції із реконструкції.

1. Виведення існуючого мосту і криволінійного фрагмента дамби зі складу дороги Р-33 та передача на баланс міста, як резервного шляху пересування пішоходів.

2. Влаштування нового мостового переходу над водною перешкодою з такими технічними параметрами: габарит мосту - Г-13,5 + 2 x 2,25 м; кількість та ширина смуг руху 2 x 3,75 м + 2 x 3,0 м (рис. 2).

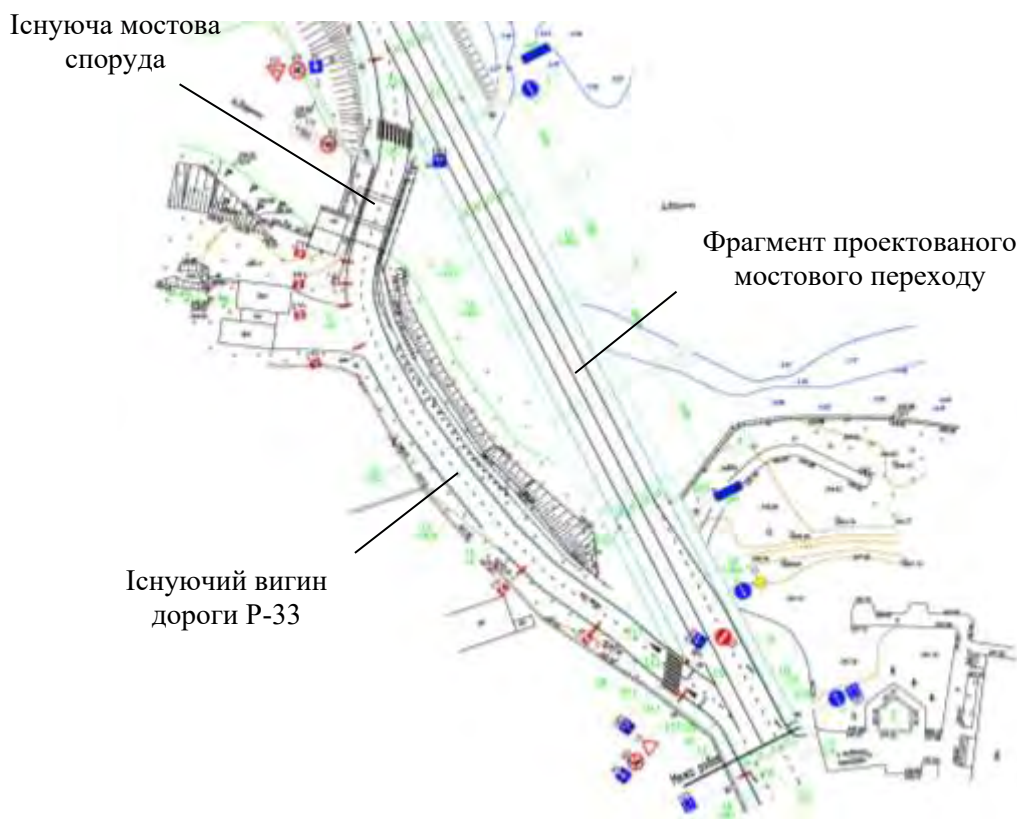


Рис. 2. Містобудівна ситуація у селищі Турбів після улаштування пропонованого мостового переходу: спрямлення осі дороги, збільшення проїзного габариту, покращення оглядовості

Для будівництва мостового переходу необхідно виконати комплекс будівельних робіт, які включають: улаштування пальових фундаментів під опори мосту; улаштування монолітних залізобетонних опор і ригелів мосту; улаштування збірних з/б прогонових балок; улаштування монолітної плити прогонової будови під проектні навантаження НК-100, А-15; улаштування монолітних лежневих опор та перехідних плит; улаштування укріплення укосів на підходах; улаштування на мостовій споруді

сучасної конструкції дорожнього одягу проїзної частини та інклюзивних тротуарів, водовідводу, дренажу; встановлення конструкцій деформаційних швів, бар'єрної та перильної огорожі, що відповідають вимогам сучасних норм; встановлення сучасної системи електроосвітлення (рис. 3).



Рис. 3. Візуалізація концепція пропонованого мостового переходу, що випрямляє вісь дороги та прокладається над водною перешкодою

Проектом організації будівництва слід передбачити виконання робіт з будівництва нового мостового переходу та будівельної логістики за рахунок використання існуючої інфраструктури із забезпеченням реверсивного руху на існуючому вигині дороги Р-33, що виводиться з експлуатації після завершення будівельно-монтажних робіт.

Висновки

Проведені в цій науковій роботі дослідження дозволили запропонувати спосіб суттєвого покращення логістичної ситуації у населених пунктах Подільського регіону України, для яких характерні суттєві невідповідності наявних автомобільних доріг чинній нормативній документації у розрізі планувальних рішень. Запропонований спосіб покращення транспортного сполучення полягає у будівництві нових мостових переходів над водними перешкодами, що вільні від забудови. Нові споруди не повинні прив'язуватися до існуючих криволінійних дорожніх форм та забудови, які склалися історично з різних причин. Їх планування повинно базуватись на вимогах зручності і безпеки руху автотранспорту, пішоходів та інклюзивності простору пересування. Зазначені пропозиції проілюстровано конкретним прикладом вирішення дорожньої проблеми селища Турбів на аварійній ділянці дороги Р-33. Запропоновано, також, після зведення нових мостових переходів, виводити аварійні криволінійні ділянки доріг з експлуатації, або перетворювати їх на альтернативні пішохідні зони населених пунктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Voitschivskiy O. Popov V. The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Proceedings of FIB Symposium, China, Shanghai, 2020. P. 1258 – 1264.
2. Попов В.О. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови / В.О. Попов, І.В. Маєвська, А.В. Попова, М.Я. Жилівський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5 – 15. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35576>.

3. Попов В.О., Войцехівський О.В., Стінський О.В. Порівняння ефективності методів реконструкції сталезалізобетонних однопролітних мостів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2023-1. С. 20 – 28. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/794>.

4. Попов В.О., Войцехівський О.В. Метод підсилення залізобетонних мостових опор улаштуванням бітрапецеїдальної обойми. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2022-1. С. 5 – 15. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/355784>; <https://dorndi.org.ua/ua/metod-pidsilennya-zalізobetonnih-mostovih-opor-ulashuvanniam-bitrapeceidalnoyi-oboymі>

5. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво із змінами. [Чинний від 01.04.2016]. К. Мінрегіонбуд України, 2015. – 91 с. – (Державні будівельні норми України).

6. ДСТУ 9181:2022 Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. [Чинний від 01.01.2023]. [На заміну ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2012]. К., ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 28 с. (Національний стандарт України).

Попов Володимир Олександрович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Азарков Михайло Сергійович — магістрант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: diamondchariot96@gmail.com.

Аврамчук Ольга Андріївна — студентка кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: Olga1980avramchuk@gmail.com.

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Aharkov Myhailo S. — graduate student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: diamondchariot96@gmail.com.

Avramchuk Olga A. — student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: Olga1980avramchuk@gmail.com.

РАЦІОНАЛЬНІ КОМБІНОВАНІ АРКОВО-ФЕРМОВІ МЕТАЛЕВІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ВИРОБНИЧО- СКЛАДСЬКИХ ПЛОЩ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій науковій роботі описане архітектурно-планувальне рішення розширення існуючих однопролітних виробничих приміщень улаштуванням двох осесиметричних прибудов. Описане, також, принципове конструктивне рішення арково-фермових пролітних металевих конструкцій, які доцільно використовувати для покриття виробничих площ прибудов існуючих підприємств при виконанні робіт з реконструкції. Несучі конструкції прибудов пропонується виготовляти з використанням бувиших в ужитку металевих арок з розібраних сільськогосподарських зерносховищ.

Ключові слова: виробничо-складська будівля, раціональне проектування, реконструкція, розширення, архітектурна виразність, планувальне рішення, металеві конструкції повторного використання.

Abstract

Have been described architectural and planning solution for the increase in area of the existing single-span production premises by the arrangement of two axisymmetric extensions. Also have been described the basic design solution of arch-truss span metal structures, which are expedient to use to cover the production areas of the annexes of existing enterprises when performing reconstruction. Have been proposed to produce the support structures of the outbuildings using reused metal arches from dismantled agricultural granaries.

Keywords: production and warehouse building, rational design, reconstruction, architectural expressiveness, planning solution, metal constructions of reuse.

Вступ.

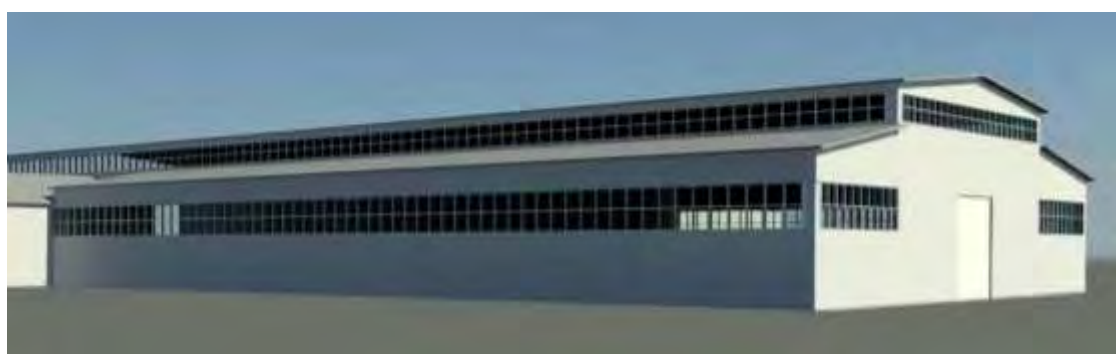
На сьогодні в нашій державі існує гостра проблема виробництва, складування та накопичення продукції у зв'язку з порушенням усталених транспортно-логістичних ланцюжків через воєнний стан. Для цих потреб у промислових передмістях крупних обласних та районних центрів будуються нові сучасні виробничо-складські комплекси для харчової, легкої та переробної промисловості. В основному такі комплекси зводять одноповерховими [1, 2]. Вартість квадратного метра таких споруд значна. Водночас, у промислових зонах сучасних обласних центрів накопичилася велика кількість залізобетонних каркасних будівель (рис. 1,а), які залишилися від потужної виробничої інфраструктури колишнього СРСР. У сучасних реаліях, ці виробництва, через неефективність, у своїй переважній більшості закриті. Отже, існуючі споруди, з одного боку, займають значні площі коштовних міських земельних ділянок, а, з іншого боку, простоюють, чекаючи інвестицій. Враховуючи сучасні економічні реалії, для економії матеріальних ресурсів, доцільно і актуально використовувати ці існуючі виробничо-складські споруди шляхом їх перепрофілювання, модернізації та розширення для забезпечення потреб нових ефективних виробничих ланцюгів [1, 2].

Головними недоліками існуючих стандартних пострадянських виробництв є високі питомі енергетичні витрати та не ефективне планування, пов'язане з віддаленістю виробничих потужностей від складських приміщень. Тобто, у минулому сторіччі, згідно з розповсюдженими серійними рішеннями, виробничі приміщення та склади були різними спорудами, часто розташованими у межах виробничого підприємства на незначній віддалі [4 – 5]. Для переміщення сировини чи продукції між ними потрібно задіювати або ручну працю робітників, або навантажувально-розвантажувальну техніку. Досвід багаторічної експлуатації різних типів виробництв, де заготівки та готова продукція не є токсичними або вибухонебезпечними, доводить, що виробничу будівлю доцільно суміщати зі складами

під одним дахом. Для дрібносерійного переробного виробництва найкраще зарекомендували себе будівлі із трьома прольотами, центральна частина яких являє собою виробничий цех, одне з крил – склад готової продукції, інше – склад заготівок (рис. 1, б).



а)



б)

Рис. 1. Виробничо-складська будівля у селищі Рудниця Вінницької області: а – існуюча споруда, збудована за радянських часів, б – архітектурна концепція пропонованої споруди з осесиметричним розширенням улаштуванням двох складських прольотів по обидва боки існуючої споруди з великою площею світлопрозорих конструкцій.

Складська частина будівлі при цьому може бути організована за поверховою стележною схемою з використанням модульних сталевих збірних поверхових систем, виготовлених згідно [3] із проходами для руху механізованих підйомників. Головною проблемою багатопролітних споруд є низька природна освітленість [1, 2, 4, 6]. Ця проблема може бути вирішена збільшенням світлопрозорих огороджувальних конструкцій улаштуванням їх у декількох рівнях (див. рис. 1,б), улаштуванням зенітних освітлювально-аераційних ліхтарів та штучним енергоефективним освітленням [4].

Постановка проблеми

Пропоновані двобічні прибудови з конструктивних міркувань, як і основну споруду, доцільно виготовляти за каркасною конструктивною схемою. Відомо, що зводити каркасні прибудови ефективніше з використанням металу. Однак, зведення зазначених каркасів прибудов в умовах значного зменшення обсягів виробництва металопрокату в Україні, яке відбулося протягом останніх трьох років, часто є нецільним для підприємств, що будуються, через економічні чинники. Водночас, на ринку будівельних конструкцій існує мало відомий сегмент – будівельні конструкції повторного використання, тобто, елементи каркасів виробничих чи сільськогосподарських будівель, з металу, що були демонтовані, та зберігають як металобрухт. Використання таких конструкцій після дефектування експертами з обстеження та доопрацювання в умовах будівельного майданчику дозволить значно здешевити матеріальні витрати на зведення каркасів таких прибудов. Отже, постає задача дослідження – запропонувати ефективне та надійне принципове конструктивне рішення прибудов до існуючих однопролітних виробничих будівель із перетворенням їх у трьохпролітні споруди, із залученням металевих конструкцій повторного використання.

Основна частина

Для розв'язання цієї задачі було проведено дослідження ринку металевих конструкцій, що були в ужитку. Виявлено, що значний сегмент цього ринку займають демонтовані елементи каркасів циліндричних сільськогосподарських складів у вигляді безшарнірних арок, виготовлених з металевих профілів (рис. 2).



Рис. 2. Відправні елементи (секції) безшарнірних арок з розібраних складів сільськогосподарського призначення, що були у використанні.

Ці каркасні склади на сьогодні виводяться з експлуатації через моральну застарілість. Замість них будуються часторебристі безкаркасні складські споруди. Тому кількість ародних елементів на ринку вторинного чорного металу буде збільшуватись.

Ринкова вартість тони таких металевих конструкцій, що були у використанні на сьогодні складає близько 25 – 35% від вартості нових конструкцій, виготовлених в заводських умовах. До цього слід додати 5-10% на дефектування, підсилення конструкцій та антикорозійний захист. Крім того, з точки зору раціонального проектування комбіновані каркаси з існуючих конструкцій, які будуть використовуватися не за профілем, додає ще близько 15-20% вартості. Враховуючи всі негативні чинники, все одно, може бути досягнута значна економія (35-55%) при виготовленні металокаркасу прибудов за критерієм вартості відправних елементів несучого металокаркасу.

Не слід забувати і про важливий часовий фактор та про фактор дефіциту металу, адже при виготовленні та підгонці нових металоконструкцій витрачаються багато часу на пошук проектного сортаменту профілів, доставлення металу на завод та технологічні процеси виготовлення. Безумовно, доопрацювання існуючих металевих конструкцій повторного використання буде значно швидшим за виготовлення нових.

Одним з можливих варіантів конструктивних рішень комбінованого каркасу з залізобетону та сталі для розширення існуючої однопролітної виробничої будівлі (див. рис. 1,а) із перетворенням у трьохпролітну (див. рис. 1,б), є конструкція каркасу, показаного на рис. 3. Каркас розроблений для обраної до прикладу споруди виробничого цеху заводу зварювальних електродів у селищі Рудниця площею близько 1 200 м². Після розширення площа збільшиться у 1,5 рази. Такий каркас в умовах використання конструкцій повторного застосування, доцільний та ефективний.

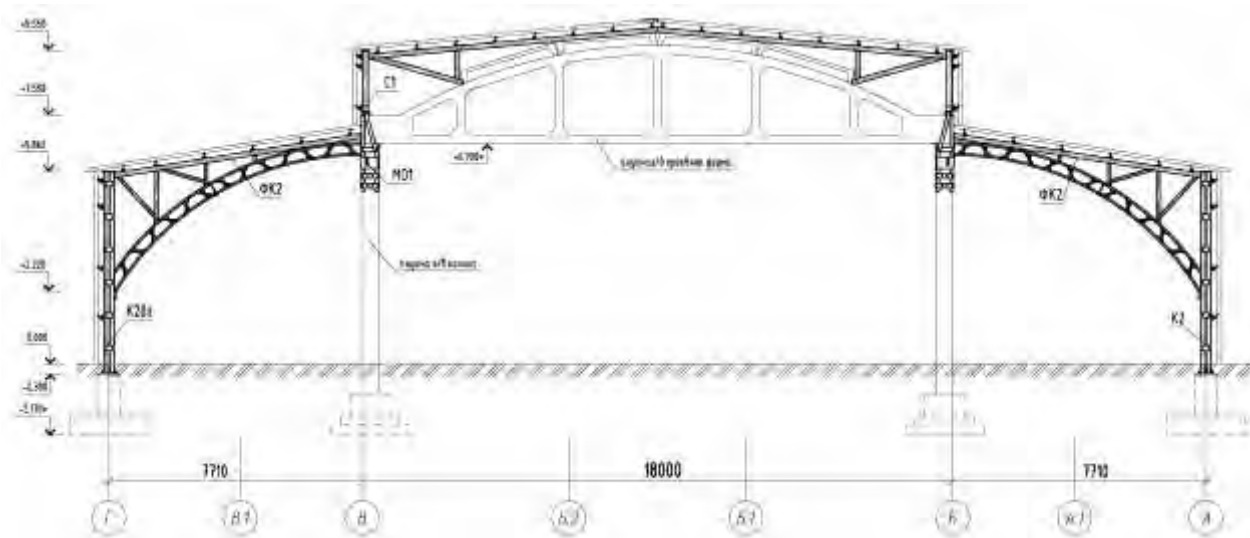


Рис. 3. Пропоноване конструктивне рішення рами виробничої залізобетонної каркасної споруди із осесиметричним двобічним розширенням у вигляді складських пролітних прибудов з металевим каркасом з конструкцій, що були у використанні, після реконструкції.

Обрана концепція нагадує каркасну систему британських мануфактур кінця дев'ятнадцятого початку двадцятого сторіччя, та є достатньо виразною та цікавою з архітектурної точки зору.

Загальна жорсткість комбінованого сталевих-залізобетонного каркасу забезпечується жорстким приєднанням залізобетонних та металевих колон до фундаментів у площині рами, жорсткою арково-фермовою системою прибудов та зв'язковими елементами з площини рами [7]. При розробці робочої документації необхідно враховувати вимоги міцності довговічності і надійності [8].

Послідовність технологічних операцій при цьому зазначена нижче:

- частково демонтувати зовнішнє стінове заповнення існуючого складу;
- добудувати дві прибудови із повним металевим шириною 7,71 м в осях;
- огорожувальні конструкції прибудов виконати у вигляді сендвіч-панелей та покрити однохилим шатровим дахом із сендвіч-панелей по металевій кроквяній системі у вигляді рамно-аркової системи;
- для забезпечення освітлення природнім світлом внутрішнього простору існуючого виробничого приміщення, що розширюється, необхідно демонтувати покрівлю, а також, частково, конструкції покриття (по одній ребристій плиті з кожного боку складу);
- влаштувати надбудови існуючих стінових конструкцій з легких металевих конструкцій із світлопрозорою зашивкою;
- над існуючим покриттям з залізобетонних ребристих плит влаштувати двоххилу покрівлю у вигляді сендвіч-панелей по металевих прогонах, надійно закріплених до існуючих плит та ферм;

Проектом організації будівництва слід передбачити тимчасову зупинку технологічних операцій всередині цеху на час реконструкції, а також, підбір компактної вантажопідійомної колісної техніки, що повинна працювати у стиснених умовах.

Висновки

Проведені в цій науковій роботі науково-практичні дослідження дозволили запропонувати спосіб улаштування каркасних прибудов до існуючих виробничих будівель з використанням бувших в ужитку арок демонтованих сільськогосподарських складів. На прикладі реальної виробничої споруди у селищі Рудниця Вінницької області, яку пропонується реконструювати з розширенням, доведено, що каркаси з металу та залізобетону, які зводяться за пропонованим методом можуть бути ефективнішими за критерієм вартості за нові споруди, особливо в умовах недофінансування та обмеження виробництва через військовий стан. Також описано технологічні процеси реконструкції будівель з використанням комбінованих сталевих-залізобетонних каркасів. Окреслено напрямки подальших досліджень, пов'язаних з раціональним проектуванням ефективних конструктивних форм арково-фермових конструкцій рам прибудов та перевіркою їх надійності та довговічності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки : навч. посібник / [Смоляк В. В., Ковальський В. П., Козинюк Н. В. та ін.].- Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с.
2. Кінаш Р. Архітектурні конструкції виробничих будівель : навчальний посібник / Р. І. Кінаш, Д. Г. Гладішев ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка». – Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2015. – 287 с.
3. ДСТУ EN 15635:2016. Експлуатування та технічне обслуговування складського устаткування. Системи складські стаціонарні сталеві. [Чинний від 2017-10-01] – 45 с. – (Національні стандарти України).
4. Ковальов В. В. Дослідження впливу визначальних факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Серія: Технічні науки. 2020. Вип. 43. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2020.43.23-31>.
5. Щенко О. С., Доненко В. І., Марченко М. П. Особливості формування вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції діючих промислових підприємств. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2019. № 5. С. 37–42.
6. Ren L., Shih L., McKercher B. Revitalization of industrial buildings into hotels: anatomy of a policy failure. International Journal of Hospitality Management. 2014. Vol. 42. Pp. 32–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.06.007>.
7. Войцехівський О.В., Журавський О.Д., Попов В.О. Основи проектування елементів залізобетонного каркасу багатоповерхової будівлі. Курсове та дипломне проектування. Навчальний посібник. – К. КНУБА, 2018, - 191 с.
8. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. К.: Мінбуд України, 2009. – 37 с. – (Державні будівельні норми України).

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Антепа Дар'я Юрїївна — студентка кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: dashaantepa27@gmail.com.

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Antepa Daria Y. — student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: dashaantepa27@gmail.com.

А.В. Василич

М.В. Василич

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАНАЛІЗАЦІЄЮ: НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ПЕРЕВАГИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця робота присвячена інтелектуальним системам управління каналізацією у великих містах. Розглядаються основні переваги таких систем, включаючи ефективне використання ресурсів, зменшення ризику затоплень, покращення якості води та сприяння сталому розвитку. Проаналізовано, як інтелектуальні системи допомагають оптимізувати обслуговування міських каналізаційних мереж завдяки автоматизації процесів та централізованому моніторингу. Висвітлено основні виклики впровадження, а також перспективи використання технологій в умовах зростаючої урбанізації та екологічних викликів.

Ключові слова: інтелектуальні системи управління, каналізація, міські інфраструктури, водні ресурси, сталий розвиток, автоматизація, моніторинг, екологічна безпека, зменшення затоплень.

Abstract

This work is devoted to intelligent sewage management systems in large cities. The main benefits of such systems are considered, including efficient use of resources, reduced flood risk, improved water quality and promotion of sustainable development. It has been analyzed how intelligent systems help to optimize the maintenance of city sewage networks thanks to the automation of processes and centralized monitoring. The main challenges of implementation, as well as the prospects for the use of technologies in the conditions of growing urbanization and environmental challenges, are highlighted.

Key words: intelligent control systems, sewage, urban infrastructures, water resources, sustainable development, automation, monitoring, environmental safety, flood reduction.

Вступ

Інтелектуальні системи управління (ІСУ) у сфері каналізації представляють собою комплекс технологій, що використовують дані для оптимізації функціонування систем. З ростом населення в мегаполісах та зростаючими вимогами до інфраструктури, ці системи стають критично важливими для ефективного управління ресурсами.

Каналізаційні системи є критично важливими для сучасних міст, забезпечуючи здоров'я і комфорт населення. З кожним роком все більше міст переходять до використання інтелектуальних систем

управління каналізацією, що дозволяє оптимізувати їх роботу та знизити витрати. У цьому дослідженні ми розглянемо основні технології та переваги впровадження таких систем.

Традиційні системи каналізації в мегаполісах зазвичай складаються з двох основних компонентів: системи дощової каналізації та системи стічних вод. Однак вони часто стикаються з проблемами, такими як переповненість, затоплення та забруднення водних ресурсів.

Основа частина

Інтелектуальні системи управління каналізацією складаються з різних компонентів, таких як сенсори для вимірювання рівня води, датчики хімічного складу, а також мережеві компоненти, які передають дані до центральної системи. Ця система аналізує дані в реальному часі, дозволяючи оперативно реагувати на зміни в стані каналізаційної мережі.

Основні компоненти інтелектуальних систем управління.

- 1) Датчики та сенсори: встановлені в різних точках каналізаційної системи, датчики вимірюють параметри, такі як рівень стічних вод, тиск, температура, рН, та інші важливі показники.

Приклади: бездротові датчики, які знижують витрати на проводку, або ультразвукові датчики для визначення рівня рідини.

- 2) Системи збору даних: інформація з датчиків збирається в реальному часі і передається на централізовані платформи.

Використовуються IoT-технології (Інтернет речей), які забезпечують зв'язок між різними елементами системи.

- 3) Аналіз даних: системи аналізу даних, такі як машинне навчання та аналітика великих даних, дозволяють виявляти патерни та аномалії в поведінці каналізації.

Наприклад, алгоритми можуть прогнозувати можливі затоплення, враховуючи погодні умови і історичні дані.

- 4) Автоматизовані системи управління: ці системи можуть автоматично налаштовувати роботу насосних станцій або відкривати/закривати клапани в залежності від умов.

Це зменшує людський фактор та помилки, пов'язані з ручним управлінням.

Серед технологій, що використовуються в інтелектуальних системах управління каналізацією, важливе місце займають Інтернет речей (IoT), великі дані, машинне навчання та автоматизація процесів. Завдяки IoT, система може збирати та передавати дані з віддалених датчиків, великі дані та алгоритми машинного навчання дозволяють передбачати можливі аварії або оптимізувати роботу системи, а автоматизація знижує людський фактор у процесах.

Інтелектуальні системи управління стають справжнім проривом у сфері інфраструктури, і це помітно змінює підхід до управління каналізацією у великих містах. Впровадження таких технологій – це відповідь на сучасні виклики урбанізації, кліматичних змін і необхідності раціонального використання ресурсів. І

хоча такі рішення ще доволі нові для багатьох регіонів, їхні переваги вже очевидні та мають значний потенціал для покращення якості життя.

Однією з найбільших переваг є ефективне використання ресурсів. Розумні системи дозволяють оптимізувати роботу каналізаційної мережі, знижуючи витрати на електроенергію, воду та регулярне технічне обслуговування. Завдяки автоматизованим процесам, датчики контролюють стан води, виявляють забруднення та забезпечують своєчасне очищення. Це не тільки економить кошти, але й допомагає зменшити навантаження на довкілля.

Інтелектуальні системи також допомагають зменшити ризик затоплень, які можуть бути особливо проблематичними під час сильних злив. Застарілі каналізаційні системи не завжди здатні справлятися з великим об'ємом води, що призводить до переповнень і затоплень. Інтелектуальні технології ж можуть автоматично регулювати потоки води, перенаправляючи їх у менш навантажені зони, щоб уникнути переповнень. Це дуже важливо для збереження міської інфраструктури та запобігання шкоді для будівель і транспорту.

Ще одним важливим аспектом є покращення якості води. Завдяки постійному моніторингу стану води можна швидко реагувати на забруднення, локалізуючи проблеми ще на ранніх стадіях. Це підвищує екологічну безпеку та знижує ризик потрапляння небезпечних речовин у водоймища. В результаті мешканці отримують доступ до чистішої води, а довкілля менше страждає від впливу стічних вод.

Інтелектуальні системи також значно полегшують управління. Оперативне втручання стає простішим завдяки централізованому управлінню, коли всі необхідні дані відстежуються автоматично та миттєво потрапляють до оператора. Це знижує потребу в постійному ручному втручанні, що особливо корисно в умовах надзвичайних ситуацій. Таким чином, рішення приймаються швидше, а реакція на потенційні проблеми стає більш ефективною.

Не менш важливою перевагою є підтримка сталого розвитку. Інтелектуальні системи сприяють збереженню довкілля, допомагаючи містам ефективніше використовувати водні ресурси й зменшувати екологічний слід. У поєднанні з екологічними ініціативами це дозволяє створити місто, яке краще адаптоване до сучасних екологічних викликів.

Таким чином, інтелектуальні системи управління каналізацією є вагомим кроком у майбутнє. Вони не тільки оптимізують використання ресурсів і підвищують безпеку, але й стають важливим елементом у створенні стійкого та екологічно чистого середовища для життя. Усе це робить такі системи незамінними для сучасних міст, які прагнуть до інновацій та сталого розвитку.

Висновок

Інтелектуальні системи управління каналізацією мають великий потенціал для поліпшення якості послуг, які надаються громадянам, а також для підвищення ефективності роботи інфраструктури. У перспективі, їх впровадження може стати невід'ємною частиною розвитку сучасних міст в Україні та в усьому світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інтелектуальні водні мережі, технології моніторингу води, дослідження та інноваційні рішення. *SWAN Forum*. URL: [<https://www.swan-forum.com>] (дата звернення: 29.10.2024).

2. Дослідження щодо інновацій у водному господарстві, включаючи інтелектуальні системи для каналізації. *American Water Works Association*. URL: [<https://www.awwa.org>] (дата звернення: 29.10.2024).
3. Новини та статі про управління водою, в тому числі про інтелектуальні рішення для стічних вод. *Water & Wastewater Asia | Asia's premium magazine for the water and wastewater industry*. URL: [<https://waterwastewaterasia.com>] (дата звернення: 29.10.2024).

Василинич Анастасія Володимирівна – студентка групи Б-21б, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

Василинич Марія Володимирівна – студентка групи ПЗТ-24б, Факультет інформаційний електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Vasylynch Anastasiia V. – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

Vasylynch Mariia V. – student of group PZT-24b, Department of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОДЖЕННЯ З БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Тема поводження з будівельними відходами в Україні набуває актуальності у контексті розвитку сталої економіки та збереження навколишнього середовища. Наразі в Україні спостерігається недостатня ефективність системи управління будівельними відходами, що призводить до великого навантаження на сміттєзвалища та нераціонального використання ресурсів. Перспективи розвитку в цій сфері передбачають впровадження європейських стандартів рециклінгу та повторного використання матеріалів, створення ефективних механізмів сортування та утилізації відходів на всіх етапах будівництва, а також стимулювання використання вторинних матеріалів через економічні та податкові інструменти. Ключовими завданнями є модернізація інфраструктури переробки, покращення законодавчого регулювання серед будівельних компаній та громадян. Однак для реалізації цих заходів необхідні значні інвестиції, а також тісна співпраця між державними органами, бізнесом та науково-дослідними установами.

Ключові слова: будівельні відходи, рециклінг, утилізація, повторне використання, сталий розвиток, екологічне управління, законодавче регулювання, інфраструктура переробки, вторинні матеріали, економічні стимули, Україна.

Annotation

The topic of construction waste management in Ukraine is gaining relevance in the context of the development of a sustainable economy and environmental protection. Currently, in Ukraine, there is an insufficient efficiency of the construction waste management system, which leads to a large load on landfills and an irrational use of resources. Prospects for development in this area include the implementation of European standards for recycling and reuse of materials, the creation of effective mechanisms for sorting and disposal of waste at all stages of construction, as well as the stimulation of the use of secondary materials through economic and tax instruments. The key tasks are the modernization of the recycling infrastructure, the improvement of legislative regulation among construction companies and citizens. However, the implementation of these measures requires significant investment, as well as close cooperation between government agencies, business and research institutions.

Keywords: construction waste, recycling, disposal, reuse, sustainable development, environmental management, legislative regulation, recycling infrastructure, secondary materials, economic incentives, Ukraine.

Огляд проблеми

Одним із пріоритетних завдань для України є впровадження ефективних технологій для переробки та повторного використання будівельних відходів. Внаслідок значних руйнувань інфраструктури через війну країна стикається з серйозною проблемою утилізації величезних обсягів будівельного сміття. За оцінками, на сьогодні в Україні вже накопичено близько 10-12 мільйонів тонн таких відходів, і цей показник щодня зростає. Неконтрольоване скупчення та зберігання небезпечних матеріалів, зокрема азбесту, на тимчасових звалищах створює серйозні екологічні загрози, такі як забруднення ґрунтів і вод, пилове забруднення повітря та погіршення санітарної ситуації. Однак ці складнощі можуть стати можливістю для значних змін, зокрема для розвитку циркулярної економіки в Україні. Поліпшення системи збору, сортування та переробки будівельного сміття може стимулювати створення внутрішнього ринку вторинних матеріалів і відновлення зруйнованої інфраструктури з використанням принципів екодизайну та сталою розвитку. В Україні класифікація і облік відходів регулюються новим законодавством: Законом про управління відходами, який набув чинності в 2023 році, і Постановою КМУ 1073 щодо поводження з відходами від руйнувань. Однак для ефективної реалізації цих ініціатив існують суттєві проблеми: відсутність

необхідної інфраструктури і технологій, прогалини в нормативно-правовій базі, низькі економічні стимули для переробки та недостатня соціальна свідомість.

Основні проблеми впровадження нових підходів:

1. Відсутність інфраструктури та технологій. В Україні фактично немає розвинутої спеціалізованої інфраструктури та передових технологій для збору, сортування, транспортування, зберігання, обробки та утилізації складних потоків будівельних відходів. Багато громад розв'язують проблему утилізації будівельних відходів шляхом вивезення їх на полігони.
2. Недоліки в регулюванні та стандартизації. Чинна нормативно-правова база містить значні прогалини в частині комплексного регулювання питань рециклінгу та поводження з будівельними відходами. Відсутні стандарти якості та безпечності будматеріалів із вторинної сировини.
3. Слабкі економічні стимули. Не створено дієвих фінансово-економічних механізмів для стимулювання збирання, сортування та вторинного перероблення будівельних відходів. Вартість утилізації будівельного сміття залишається низькою, що робить його переробку не вигідною.
4. Невирішені соціальні аспекти. Існує нагальна потреба у проведенні широких інформаційно-роз'яснювальних кампаній для населення та бізнесу про культуру поводження з відходами.

Світовий досвід вирішення проблеми

У світовій практиці основна увага приділяється повторному використанню та переробці будівельних відходів. Наприклад, в Європейському Союзі вже в 2018 році було перероблено 88% будівельних відходів, що сприяло зменшенню обсягів звалищ і збереженню природних ресурсів. Відходи використовувалися для створення спортивних майданчиків, шумозахисних стін, укріплення берегів річок та виробництва штучного каменю. У багатьох розвинених країнах встановлені жорсткі норми щодо управління будівельними відходами, які включають вимоги до сортування, обліку та безпечної утилізації. Наприклад, у Нідерландах заборонено вивезення на звалища відходів, які можуть бути перероблені, і щорічно країна переробляє 22 мільйони тонн будівельного сміття. У США в деяких штатах обов'язковою є утилізація не менше половини відходів при будівництві об'єктів площею понад 500 м². В Великій Британії для стимулювання використання вторинних матеріалів і зменшення обсягів відходів запроваджені податкові пільги та субсидії, а також додаткові податки на використання природних заповнювачів, таких як пісок і гравій (1,6 фунта стерлінгів за тону).

Розробка методів вирішення проблеми

Для ефективного вирішення проблеми необхідно вжити низку заходів:

1. Реалізувати пілотні проекти з локальної переробки та утилізації «воєнного» будівельного сміття, застосовуючи міжнародні практики.
2. Розробити та ухвалити комплекс законодавчих актів, що регулюють поводження з будівельними і ремонтними відходами в умовах відновлення. Важливо забезпечити належне сортування небезпечних матеріалів, таких як азбест, та розробити спеціалізовані методики для їх обробки. Також необхідно впровадити нормативні акти, які зобов'язують використовувати рецикловані будматеріали у процесі відбудови.
3. Вести чіткий облік та статистику переробки будівельних відходів, що дасть змогу оцінити ефективність впроваджених заходів і визначити наступні кроки.
4. Запровадити систему податкових, митних і кредитних стимулів для використання вторинних матеріалів у будівництві та промисловості, а також підвищити екологічні податки та рентні збори на видобуток первинних ресурсів і викиди CO₂, щоб стимулювати попит на альтернативні сировинні матеріали.
5. Активно залучати міжнародну технічну допомогу та гранти для розбудови в Україні сучасної інфраструктури з сортування, переробки та утилізації складних відходів.
6. Підтримувати стартапи, наукові дослідження та інновації у сфері вдосконалення технологій рециклінгу та створення нових екологічних матеріалів.

Ці зміни дозволять побудувати ефективну систему переробки будівельних відходів в Україні, зменшивши екологічне навантаження та сприяючи сталому використанню ресурсів. В умовах обмежених інвестиційних можливостей ключовим завданням буде залучення потужної міжнародної підтримки у вигляді фінансування, передачі технологій, навчання фахівців та реалізації спільних пілотних проектів з країнами ЄС. Окремі пілотні проекти вже впроваджуються за участі міжнародних партнерів: наприклад, Японське агентство міжнародного співробітництва (JICA)

надало обладнання для подрібнення і сепарації будівельних відходів у Київській області. Також планується запуск стаціонарної лінії переробки в Бородянці та мобільних ліній у інших населених пунктах. Така співпраця має потенціал для подальшого розвитку.

Висновок

Таким чином, незважаючи на великі обсяги накопиченого будівельного сміття, його ефективна утилізація та повторне використання за прогресивними європейськими стандартами відкривають унікальні можливості для швидкого реформування системи управління відходами в Україні та створення сильної циркулярної економіки з високим рівнем доданої вартості. Для досягнення цієї мети необхідна інтеграція міжнародної експертної підтримки та інвестицій, а також збалансована державна політика, активне залучення бізнесу та наукових установ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Melen-Zabramna, O. (2018, November 12). 5 steps of waste management. 2 step: Reuse of waste. Environment People Law.
2. Golik, Y., Ilyash, O., & Bilous, M. (2017). Subregional solid waste management strategy for the Poltava region. Ecological safety, 1, 20–25.
3. Shyshkin, E., Gayko, Y., Vyatkin, K., & Chala, A. (2018). Urban development and territorial planning. Scientific and technical collection.
4. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. (чинний від 01.03.2017). К. Мінрегіонбуд України, 2016 – 54 с. - (Державні Будівельні Норми)
5. ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля. (чинний від 01.09.2022) (На заміну ДБН В.1.2-8-2008). К. Мінрегіонбуд України, 2022 – 11 с. – (Державні Будівельні Норми)

Очеретний Володимир Петрович - доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email : ocheretny@vntu.edu.ua

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email : popovih@vntu.edu.ua

Мироненко Михайло Юрійович - студент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: grudj7@gmail.com

Ocheretny Volodymyr Petrovych - Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, email: ocheretny@vntu.edu.ua

Popovych Mykola Mykolayovych - Ph.D., Associate Professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, email: popovih@vntu.edu.ua

Mykhailo Yuriyovych Myronenko - student of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, email: grudj7@gmail.com

УТЕПЛЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Проведений аналіз сучасних підходів до реалізації зеленого будівництва та декарбонізації будівельної галузі. Наведена оцінка тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі. Показані особливості, які сприяють можливості реалізації зеленого будівництва. Приведений аналіз сучасних технологій термомодернізації фасадів будинків.

Ключові слова: нормативна база, термічний опір, фасад, термомодернізація, методи утеплення.

Abstract of the analysis of current approaches to the implementation of green living and decarbonization of galusa. An assessment of heat loss through the existing garden structures has been made. Showing the features that make it possible to implement a green lifestyle. Presents an analysis of current technologies for thermal modernization of building facades.

Key words: regulatory framework, thermal support, facade, thermal modernization, insulation methods.

Вступ

В Україні налічується 9,2 млн житлових будинків, які відповідальні за 28,4% кінцевого споживання енергії. Більшість із них побудовані ще за радянських часів, при занижених нормативних вимогах термічного опору «оболонки» будинку. Саме тому на їх утримання витрачається у 2-3 рази більше енергії, ніж будівлі в ЄС. Типове проектування будівель виконувалося без урахування вимог до енергетичної ефективності через відсталість та відсутність відповідної нормативно-правової бази того періоду часу.

Результати дослідження

Мета роботи. Проведення оцінки можливостей переходу до зеленого будівництва (green constriction) будівель та їх тепло модернізації, яка приведе до зменшення енерговитрат на утримання житла, впливу на довкілля та вартості комунальних витрат для населення.

Головною метою зеленого будівництва є зниження рівня споживання викопних видів палива та інших сировинних ресурсів при забезпеченні комфортних умов внутрішнього середовища протягом усього життєвого циклу будівлі, включаючи інженерні дослідження, проектування, будівництво, експлуатацію, капітальний ремонт, реконструкцію, знесення. сучасних систем утеплення фасадів застарілого житлового фонду. В Україні використовується переважно дешева «мокра» технологія утеплення фасадів будинків з використанням пінополістиролу, мінеральної, базальтової вати в залежності від поверховості будівлі.

Існуючий житловий фонд являється високо енергозатратним в утриманні. Неутеплені житлові будинки та інші громадські будівлі виконують функцію великого «гальма» розвитку економіки в цілому, що приводять до зростання тарифів на комунальні послуги.

До категорії існуючих будівель відносять громадські будівлі (школи, лікарні, дитячі садки тощо), багатоквартирні будинки, приватні житлові будинки, нежитлові (комерційні будівлі). Питома вага не утепленого житла в загальному житловому фонді за офіційними статистичними даними коливається в межах 80–90% і потребує обов'язкового його утеплення.

За даними [1] термічний опір стін застарілого житлового фонду та громадських будівель коливається в межах 0,35-0,83 ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$). Нормативні вимоги опору теплопередачі оболонки будівель побудованих в 60-80 роках є практично в 3-4 рази нижчими від показників діючих нині норм. Зовнішні стіни застарілого житлового фонду здебільшого виконані з повнотілої глиняної цегли з товщиною стін 380 – 510 мм та керамзитобетонних панелей. У вересні місяці 2022 року в Україні був введений в дію ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», який наблизив нормативні вимоги до рівня європейських країн, передбачено зростання термічного опору оболонки будівлі в середньому на 20%.

В табл. 1 приведені порівняльні значення термічного опору огорожувальних конструкцій України і окремих європейських країн, які мають близькі до України кліматичні умови,

Таблиця 1. Порівняльні нормативні показники коефіцієнту термічного опору для огорожувальних конструкцій будівель.

Країна	Німеччина	Данія	Великобританія	Норвегія	Швеція	Україна	Україна
Рік прий-тя	2009	2006	2010	2007	2008	2016	2022
Стіни	3,57	5,00	5,55	5,56	5,56	3,3-2,8	4,0-3,5
Покрівля	5,00	5,56	6,67	7,69	7,69	6,0-5,5	6,0-5,5
Вікна	0,77	0,67	0,67	0,83	0,76	0,75-0,6	0,9-0,7
Підлога	2,86	6,67	4,76	6,67	6,67	4,95-4,5	5,0-4,0

Як видно з таблиці Україна лише в 2022 році наблизилася показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій до показників європейських країн з аналогічними кліматичними умовами. При чому, таке «наздоганяння» відбулось через майже через 15 років.

Загальна кількість будинків, побудованих індустріальним способом в 60-і роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25 тис. загальною площею майже 72 млн. м^2 , з них 47 – панельних, 50 – цегляних і 3% – великоблочних будинків в основному трьох найбільш розповсюджених серій – 438-ї, 464-ї, 480-ї [2].

За даними [3] зелені будівлі споживають в рази менше ресурсів для обігріву одного 1 м^2 , а впровадження заходів щодо ретрофітінгу (ретрофіт - це модернізація морально та фізично застарілого обладнання) існуючих споруд може знизити в цілому по ЄС показники споживання енергії на 6%, а викидів CO_2 – на 5% вже в середньостроковій перспективі.

Особливо в 1960-80-х роках будинки здебільшого будували з тонкими стінами та погано ізольованими стелями. В рамках енергореновації можна отримати загалом 60% теплової енергії за рахунок теплоізоляції зовнішніх стін (21%), утеплення даху (14%), утеплення стелі підвалу (7%), встановлення теплоізоляційних вікон. (6%) та сучасний котел (12%).

До особливостей, які роблять будинок «зеленим» слід віднести:

- використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія;
- використання екологічно чистих та нетоксичних матеріалів;
- дизайн зелених будівель дозволяє людині краще адаптуватись до мінливого клімату;
- ефективне використання води, енергії та інших ресурсів;
- зменшення можливості утворення відходів та реалізація заходів щодо зниження забруднення та можливість переробки відходів для повторного використання;
- сприяння до покращення якості повітря у приміщенні;
- врахування стану довкілля при проектуванні, будівництві та експлуатації будівлі;
- покращення якості життя мешканців під час проектування, будівництва та експлуатації.

На глобальному рівні будівельний сектор має величезний потенціал для значного скорочення викидів парникових газів серед інших галузей, що виробляють викиди. Дослідники оцінюють потенціал скорочення викидів у 84 гігатонни CO₂ до 2050 року. Це скорочення може відбутися безпосередньо в будинках за рахунок ефективного використання відновлюваних джерел енергії. Зелені будинки можуть заощадити 50% або більше енергії у 2050 році, що допоможе обмежити глобальне потепління до 1,5–2,0 °C до 2100 року.

Зелена будівля – це будівля, яка позитивно впливає і усуває несприятливий вплив на наш клімат і природне середовище. Зелені будівлі зберігають природні ресурси та покращать якість життя людини.

Наявність доступних дешевих енергетичних ресурсів ще за часів існування колишнього СРСР та не врахування потенційних можливих загроз привів до ситуації коли застарілий високоенергозатратний житловий фонд на сьогодні став бомбою «уповільненої» дії.

Будівельний сектор має величезний потенціал для значного скорочення викидів парникових газів серед інших галузей, що виробляють викиди.

Питома потреба застарілих житлових будинків в електричній та тепловій енергії в Україні знаходиться на рівні 250-400 кВт·год/м², той час як у країнах Західної Європи будівлі з гарною ізоляцією споживають 120-150 кВт·год/м² на рік, а так звані енергетично ефективні утеплені будинки споживають не більше 60-80 кВт·год/м² на рік. Зеленим будинком може бути будь-яка будівля. Такі споруди, як офіси, будинки, школи, громадські центри та лікарні, житлові будинки мають в перспективі наблизитись до зелених.

Відповідно до європейської директиви про енергетичну ефективність будівель 2010/31/EU (Energy Performance of Buildings Directive — EPBD) з 31 грудня 2020 року всі нові будівлі в країнах ЄС у тому числі і в Україні мають будуватися, як будівлі з класом «А» — майже з нульовим споживанням енергії (nearly zero-energy будівля). При цьому «майже нульовий» або дуже низький обсяг необхідної енергії має бути значною мірою покритий за рахунок енергії з ВДЕ, що виробляється на місці чи недалеко, зазначається у Директиві

Висновки

Зелена будівля – це будівля, яка позитивно впливає і усуває несприятливий вплив на клімат і природне середовище. Зелені будівлі зберігають природні ресурси, покращать якість нашого життя. Утеплення застарілих будинків, перехід до зеленого будівництва, зростання обсягів виробництва ВДЕ сприятиме обмеженню глобального потепління до 1,5–2,0 °C до 2100 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Р. Сердюк, С. Ю. Франишина, Т. В. Сердюк, О. В. Христинч. Організаційно-технологічні заходи термомодернізації застарілого житлового фонду. Вісник ВПІ. 2022. №2 –С.6 -17.
2. Оніщук Г.І. Реконструкція житла в Україні: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник №59. - С.3-10.
3. United Nations (2016) Global Sustainable Development Report [Electronic resource].- Mode of access: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=2328 &menu=1515>.

Сердюк Василь Романович — д-р техн. наук, професор, кафедри будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vasromvs@gmail.com.

Лавренюк Лілія Анатоліївна — магістр групи БМ-23мз, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lillavrenyuk@gmail.com.

Serdyuk Vasil Romanovich - Doctor of Engineering. Sciences, professor, department of civil engineering and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasromvs@gmail.com

Lavrenyuk Lilia Anatolievna - master of the BM-23mz group, Faculty of Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lillavrenyuk@gmail.com.

ЗАЛІЗОБЕТОННІ НАКЛАДНІ МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІДСИЛЕННЯ ТРОТУАРНОЇ ЧАСТИНИ БАЛОЧНИХ МОСТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій науковій роботі описана методологія розробки раціонального конструктивного рішення підсилення тротуарної частини існуючих мостових споруд, пролітна будова яких виготовлена зі збірних попередньо напружених Т-подібних балок. Описані типові дефекти та руйнування збірних тротуарних плит пролітних будов мостів. Розглянуті різні варіанти підсилення тротуарних конструкцій, серед яких обрано раціональне конструктивне рішення улаштуванням монолітної накладної плити полігональної форми із укладанням циліндричних трубчастих порожниноутворювачів для прокладання у майбутньому у них інженерних комунікацій. Доведено, що безбордюрна конструкція накладних плит тротуарів зменшує габарит тротуару мостової споруди та значно спрощує технологію гідроізоляційних робіт.

Ключові слова: міст, пролітна будова, тротуарна частина, дефекти, пошкодження, накладна плита, порожниноутворювачі, безбордюрна конструкція, гідроізоляція.

Abstract

Have been described the method of design of the rational solution for strengthening the pavement part of existing bridge structures, the span of which is made of prefabricated prestressed T-beams. Have been described the typical defects and destruction of prefabricated pavement slabs of bridge span structures. Have been considered various options for strengthening pavement structures, among which a rational constructive solution was chosen by arranging a monolithic overlay plate of a polygonal shape with the laying of cylindrical tubular cavity formers for laying engineering communications in them in the future. Have been proven that the borderless construction of overlay slabs of pavements reduces the size of the pavement of the bridge structure and significantly simplifies the technology of waterproofing works.

Keywords: bridge, span structure, pavement part, defects, damage, overlay slab, cavity formers, borderless construction, waterproofing.

Вступ. Постановка проблеми

На сьогодні в Україні накопичений великий фонд мостових споруд різної конструкції, які є частиною загальної транспортної інфраструктури держави [1]. Технічний стан значного відсотка мостів, збудований ще за часів СРСР, за результатом виконання комплексного обстеження профільними організаціями за методикою [2] не відповідає чинним нормам [3 – 5]. Для пришвидшення будівництва транспортних споруд у минулому сторіччі використовувалися проектні рішення, пов'язані з будівництвом мостів зі збірних залізобетонних чи сталобетонних балочних, аркових чи фермових конструкцій [6 – 9]. Тому в Україні, загалом, та у Подільському регіоні, зокрема, більшість мостів, що потребують капітального ремонту чи реконструкції являються збірними балочними.

Важливим конструктивним елементом будь-якої мостової споруди, пролітна будова якої збудована за балочною конструктивною схемою, є її тротуарна частина, а, також, опорні конструкції під ними. Стандартним рішенням радянських проектувальників для балочних мостів з Т-подібних попередньо напружених балок є використання збірних тротуарних ребристих плит, що встановлювалися над несучими балками крайнього ряду. Досвід обстеження мостів в різних регіонах України свідчить, що, часто, саме тротуарні плити є найбільш уразливими до кліматичних впливів та зношеними конструкціями мостових споруд (рис. 1). Також, цим конструкціям приділялася найменша увага при виконанні поточних ремонтів.



Рис. 1. Зовнішній вигляд та стан існуючих типових тротуарних конструкцій у вигляді збірної ребристої плити на прикладі мосту через р. Удич, с. М'якохід, Вінницька область. Ширина тротуару не відповідає вимогам чинних норм [5]. Конструкція бетонного бар'єрного огородження не відповідає вимогам норм [3].



Рис. 2. Типові дефекти ребристих тротуарних плит на прикладі мостової споруди у с. Оляниця через р. Нетека у Вінницькій області. Сколювання бетону окрайків плит з оголенням та корозією робочої арматури, руйнування кріплення перильних закладних деталей, руйнування перильного огородження.

При обстеженні тротуарних плит виявляють руйнування бетонного каменю аж до наскрізних отворів, корозію робочого армування із значними втратами перерізу, невідповідність тротуарного габариту нормативній ширині для вело-пішохідних доріжок у населених пунктах тощо [7 – 8].

Водночас, досвід розрахунків балочних мостів свідчить, що, саме, пролітні балки під тротуарами, часто, є найбільш навантаженими конструктивними елементами.

Таким чином, часто, аварійний технічний стан тротуарних плит призводить до аварійності, або загальної непридатності до нормально експлуатації, мостової споруди в цілому. Досвід експлуатації свідчить, що збірні накладні плити підсилювати економічно не доцільно. Їх слід демонтувати та звести нові тротуарні конструкції. Отже, дослідження присвячені пошуку раціонального рішення з підсилення та розширення тротуарної частини балочних мостів є доцільними і актуальним.

Основна частина

Серед множини конструктивних рішень тротуарної частини мостів, які застосовуються на сьогодні, слід виділити рішення, що найбільш часто застосовуються до мостів з новою пролітною будовою (рис. 3) та мостів, пролітна будова яких підсилюється (рис. 4). До першої групи відносять консольні

(рис. 3, а) та плитно-консольні (рис. 3,б) тротуарні конструкції, які застосовуються, відповідно, при вузьких та широких тротуарах). Обидва рішення можуть виготовлятися з бордюром каменем, або без нього. До першої групи відносять у вигляді консольних залізобетонних монолітних плит (рис. 3, а), а також, накладних полігональних або прямокутних за формою перерізу плит з циліндричними порожнинами (рис. 3,б, 3,в). До другої – накладні монолітні плити різної конфігурації (рис. 4).

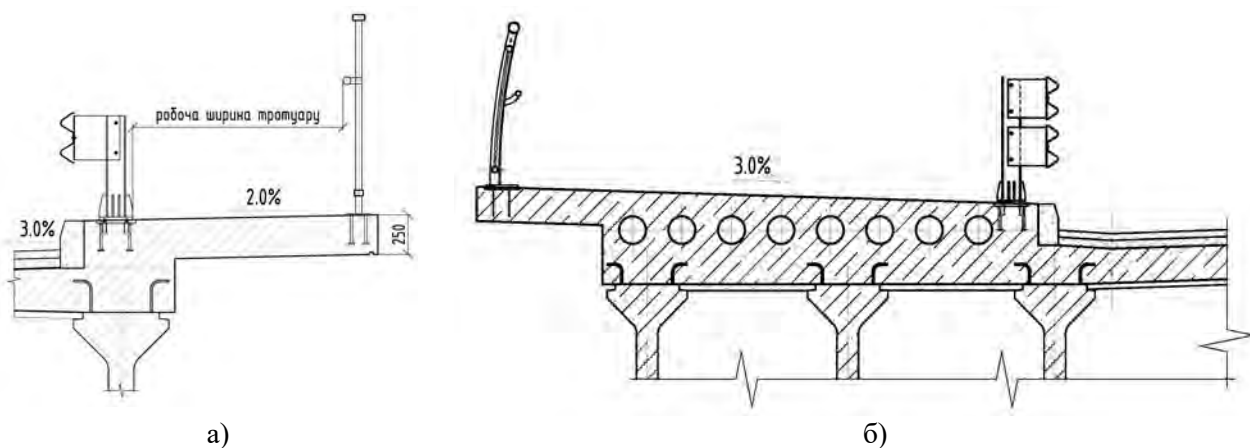


Рис. 3. Сучасні проектні рішення тротуарних залізобетонних монолітних плит нових пролітних будов балочних мостів: а – консольна плита (реалізовано на міст через р. Ровець, с. Пултівці, Вінницького району) при вузькому тротуарі, б – плитно-консольна конструкція широкого тротуару (проектований шляхопровід у м. Вінниця).

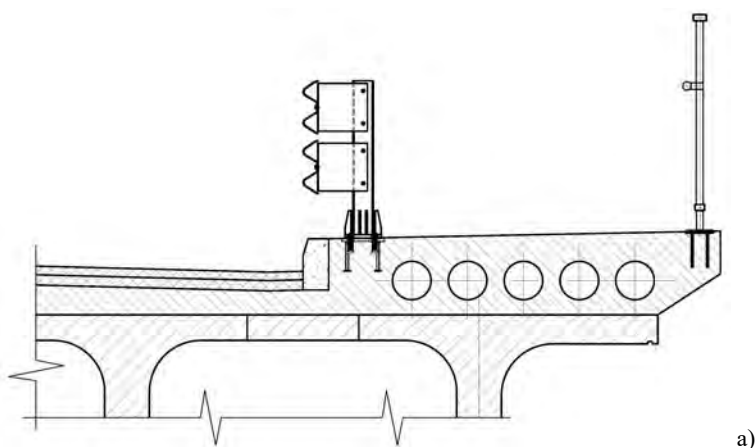


Рис. 4. Сучасні проектні рішення тротуарних конструкцій пролітних будов, що реконструюються у вигляді полігональна накладної тротуарної плити з циліндричними порожнинами: а – принципове конструктивне рішення, б – конструкція тротуару перед бетонуванням. Зображені циліндричні порожниноутворювачі, що утримуються в проектному положенні монтажними пристосуваннями (міст через р. Сіб, м. Гайсин).

Конструкція підсилення тротуарної частини у вигляді багатопорожнистої монолітної плити включається в роботу Т-подібної балочної будови, підвищуючи її несучу здатність. Циліндричні порожнини служать для прокладання інженерних комунікацій. Полігональна форма накладної плити значно підвищує архітектурну виразність пролітної будови (рис. 5), покращує водовідні властивості пролітної будови. Якщо виготовляти накладну плиту без використання бордюрного каменю, як це рекомендують закордонні проектувальники, може бути зменшений габарит тротуару, за рахунок зміщення бар'єрного огороження в бік проїзної частини.



Рис. 5. Зовнішній вигляд балочної пролітної будови мосту через р. Сіб, м. Гайсин після реконструкції, в тому числі, після підсилення тротуарної частини полігональною накладною плитою.

Висновки

Проведені в цій науковій роботі науково-практичні дослідження дозволили проаналізувати існуючі типові рішення тротуарних будов мостів. Для існуючих мостових споруд з дефектними тротуарами у вигляді збірних ребристих плит рекомендується їх демонтувати та виготовити нові накладні монолітні полігональні конструкції. Ці плити рекомендується облаштовувати циліндричними порожнинами з пластикових труб для прокладання інженерних комунікацій. Порожнини виконують, також, функцію зменшення власної ваги тротуару. Досвід монтажу трубчастих порожниноутворювачів свідчить про необхідність зведення потужних монтажних пристосувань, які б тимчасово утримували труби від спливання під дією сили Архімеда. Рекомендується, також, виготовляти тротуари без бордюрного каменю, що значно спростить виконання ізоляційних робіт та дозволить зменшити габарит тротуару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов В.О. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови / В.О. Попов, І.В. Маєвська, А.В. Попова, М.Я. Жилівський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5 – 15. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35576>.
2. ДСТУ 9181:2022. Настанова з оцінювання та прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. [Чинний від 01.01.2023]. [На заміну ДСТУ-Н Б.В.2.3-23:2012]. К., ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 28 с. (Національний стандарт України).
3. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування. [На заміну ДБН В.2.3-14:2006]. [Чинний від 2009-11-11] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. (Національні стандарти України).
4. ДБН В.2.3-14:2006 Мости та труби. Правила проектування. [На заміну СНиП 2.05.03-84]/ [чинний від 2006-05-06]. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 217 с. – (Національні стандарти України).
5. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво із змінами. [Чинний від 01.04.2016]. К. Мінрегіонбуд України, 2015. – 91 с. – (Державні будівельні норми України).

6. Попов В. О. Залізобетонні асиметричні балочні мости / В.О. Попов, Г.М. Лазар // [Електронний ресурс] Тези доповіді на ЛІ науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023) ВНТУ : Збірник доповідей, Вінниця, 14-23 березня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. С. 1382 – 1385. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ftegp/all-ftegp-2023/paper/view/17703/14732>

7. Попов В.О. і Войцехівський О.В. Раціональний метод розширення габариту вузьких сталезалізобетонних мостів з неповним перекриттям руху [Електронний ресурс] / В.О. Попов, О.В. Войцехівський // Тези доповіді на міжнародній конференції «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике Будівництво». Київ, 24-25.11.2022. – Електрон. текст. дані. – 2022. С. 166 – 171. Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1-kUn6INFk-1P8u0dhA5sKsMBvoHZ6WSv/view>

8. Попов В.О., Войцехівський О.В., Стінський О.В. Порівняння ефективності методів реконструкції сталезалізобетонних однопролітних мостів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2023-1. С. 20 – 28. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/794>.

9. Voitshivskiy O. Popov V. The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Proceedings of FIB Symposium, China, Shanghai, 2020. P. 1258 – 1264.

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Дикий Сергій Володимирович — магістрант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: serhiydikii43@gmail.com.

Клімишина Аліна Віталіївна – студентка факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, Україна, email: kysliakalinavitalievna@gmail.com. ORCID 0009-0004-4671-8525

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Dykiy Serhii V. — graduate student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: serhiydikii43@gmail.com.

Klimyshyna Alina Vitaliivna – student of Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, Ukraine, email: kysliakalinavitalievna@gmail.com. ORCID 0009-0004-4671-8525

ЗБІЛЬШЕННЯ ПОВЕРХОВОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ: ПЕРЕВАГИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Підвищення поверховості підземних частин будівель є актуальним підходом для ефективного використання обмеженого міського простору. Розглянуто переваги, проблеми та перспективи збільшення підземної поверховості громадських та житлових будівель. Переваги включають ефективне використання простору, зменшення навантаження на наземну інфраструктуру, можливість розміщення додаткових функцій, а також підвищення енергоефективності. Водночас, виникають технічні складнощі при проектуванні та зведенні, вищі витрати, виклики інженерної інфраструктури та геологічних ризиків. Однак перспективи розвитку технологій будівництва, зростання вартості землі та вдосконалення нормативної бази дають підстави очікувати збільшення частки підземної забудови в майбутньому.

Ключові слова: підземне будівництво, ефективність, простір, поверховість, міське планування, економічні тенденції.

Abstract: Increasing the number of floors of underground parts of buildings is a relevant approach for efficient use of limited urban space. The advantages, problems and prospects of increasing the underground floor space of public and residential buildings are considered. Benefits include efficient use of space, reduced load on ground infrastructure, the ability to accommodate additional functions, and increased energy efficiency. At the same time, there are technical difficulties in design and construction, higher costs, engineering infrastructure challenges and geological risks. However, the prospects for the development of construction technologies, the increase in the value of land and the improvement of the regulatory framework give reason to expect an increase in the share of underground construction in the future.

Keywords: underground construction, efficiency, space, floor space, urban planning, economic trends.

Вступ

В умовах збільшення щільності забудови міського середовища постає нагальна потреба в більш ефективному використанні площ, одне з них це активне залучення підземних просторів в процес реконструкції міських територій для розміщення транспортних та інженерних систем, об'єктів торгівлі та побутового обслуговування, складів, автостоянок тощо. У багатьох випадках підземні споруди в структурі реконструктивних заходів є доцільним вирішенням багатьох питань функціонування міста. Особливо слід відзначити переваги створення підземних суспільно-торгових комплексів (СТК) на базі історично- сформованих суспільно-торгових зон мегаполісів. Одним з прикладів такого є підземне місто протяжністю в 32 км в Монреалі – там об'єднані метро, торгові центри, адміністративно-офісні будівлі, розважальні центри та інші цікаві для городян місця. В історичному центрі Києва сформувався багатоярусний підземний торгово-розважальний центр – «Глобус», що складається з двох частин, які поділяють головну магістраль Хрещатик, підземний тунель і станцію метро «Майдан Незалежності» До його складу входив кінотеатр, виставкові зали таресторани в підземному ярусі. Це був перший досвід освоєння підземного простору в комерційних цілях, який набув реалізації лише в 2001 році [1]. Це вдалі приклади використання підземного простору в мирний час, а умови сьогодення диктують нагальну потребу в підземних приміщеннях для різних видів людської діяльності в умовах воєнного стану.

Основна частина

На відміну від традиційної наземної забудови, підземні споруди не мають потреби в розривах між собою, тому можуть поширюватись на великі площі. Все це впливає на ефективність їх

використання. Споруди підземного простору міст – це станції метрополітену, підземні переходи та тунелі, гаражі, гірничі виробки, підвальні та інші приміщення, які можуть бути використані для захисту населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та в особливий період [3].

Раціональне використання підземного простору у великих містах сприяє поліпшенню містобудівних, екологічних, економічних, транспортних та соціальних проблем. Інші причини необхідності активного використання підземного простору сучасних міст узагальнені на рис. 1.

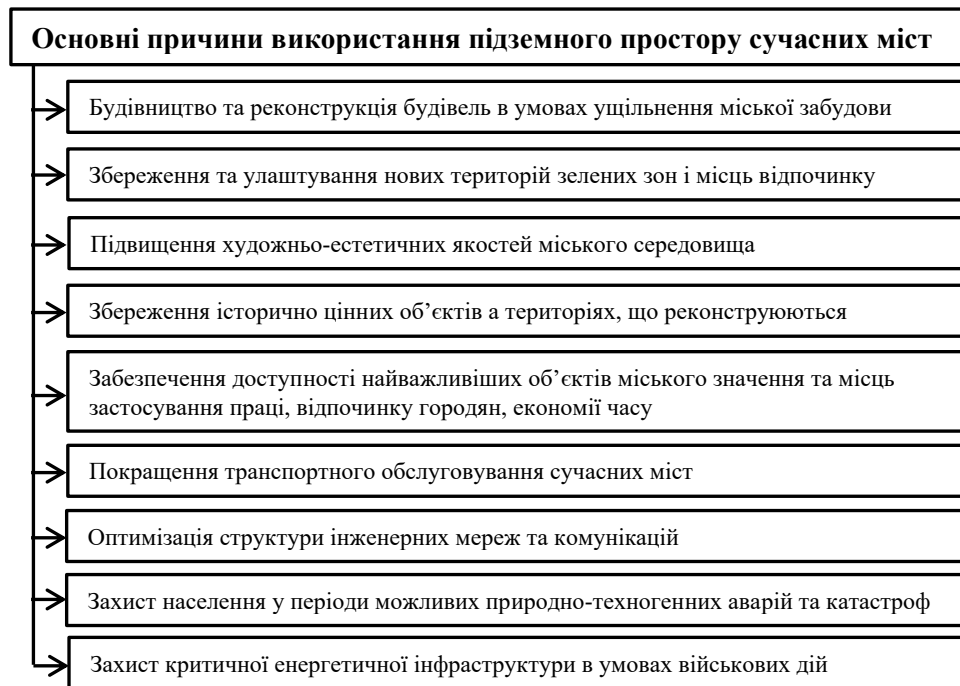


Рис. 1. Основні причини активного використання підземного простору сучасних міст

Важливим фактором при улаштуванні підземної частини будівлі, а саме збільшення її поверховості і введення нового функціоналу є економічний. Для експлуатації підземних об'єктів енергетичні витрати на 50 % і більше нижчі ніж для експлуатації наземних. Економія за рахунок цього фактора складає від 6 до 12 дол/м² [4].

Точніше можемо розглянути його на прикладі підземного паркінгу. Підземні багатоповерхові автостоянки потребують меншої площі у 3 – 4 рази порівняно з надземними рампового типу при однаковій кількості поверхів. Проте вартість будівництва одного машиномісця у них у 2 – 3 рази дорожча, ніж у надземних відкритих багатоповерхових автостоянках через необхідність улаштування вентиляційного, протипожежного обладнання та складні земляні і ґрунтоукріплювальні роботи. Їх будівництво доцільне тоді, коли це дозволяють інженерно-геологічні умови ділянки та рівень залягання існуючих комунікацій. Також зведення підземних багатоповерхових автостоянок може призвести до знищення зелених насаджень і пошкодження історичних будівель, розміщених довкола [2].

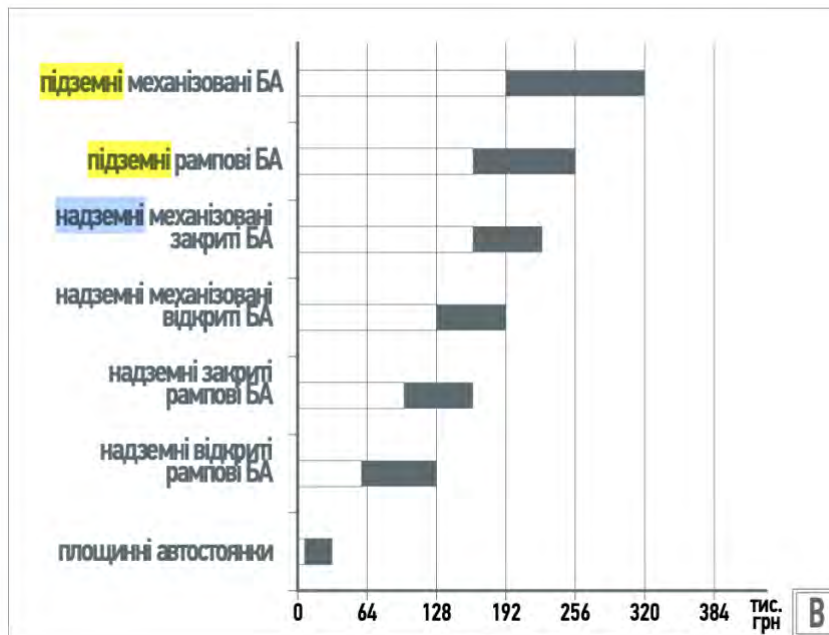


Рис.2. Економічні тенденції в будівництві багатоповерхових автопарковок (БА)

Ще одним важливим питанням доцільності освоєння підземного простору є воєнний стан та підвищена небезпека, внаслідок чого підземні частини будівлі потребують збільшення функціоналу до категорії приміщень подвійного призначення (паркінг -- укриття) та забезпечення усіх умов для комфортного та безпечного перебування там людей під час повітряної тривоги.

Висновки

Збільшення поверховості підземної частини будівель є актуальним підходом до ефективного використання обмеженого міського простору. Він має низку важливих переваг, таких як раціональне використання території, зменшення навантаження на наземну інфраструктуру, можливість розміщення додаткових функцій та підвищення енергоефективності. Разом з тим, цей підхід пов'язаний з технічними складнощами, вищими витратами на будівництво, викликами інженерної інфраструктури та геологічними ризиками. Однак перспективи розвитку будівельних технологій, зростання вартості земельних ділянок у містах, а також вдосконалення нормативно-правової бази дають підстави очікувати збільшення частки підземної забудови в майбутньому.

Збільшення поверховості підземної частини будівель потребує комплексного вирішення технічних, економічних, нормативних та інших аспектів, проте є ефективним способом оптимізації використання міського простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ryndiuk S., Maksymenko M. DEVELOPMENT OF UNDERGROUND SPACE AS A SOLUTION TO THE PROBLEMS URBANIZATION OF CITIES. *Modern technology, materials and design in construction*. 2021. Vol. 29, no. 2. P. 101–107. URL: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2-101-107>(дата звернення: 14.11.2024).
2. П 76 Принципи архітектурно-планувальної організації багатоповерхових автостоянок: колективна наукова монографія / В. В. Куцевич, С. С. Кисіль, А. С. Білик та ін. — К.: КНУТД, УЦСБ, КНУБА, 2019. — 184 с.
3. Тригуб Р. М. Роль споруд підземного простору в сучасному місті. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2019. № 12. С. 207–212. URL: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2\(12\)-25](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-25)(дата звернення: 14.11.2024).
4. Serdiuk V. R., Kosakivskiy O. V. Development of Underground Space of Modern Cities to Improve the Condition of the Environment. *Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute*. 2024. Т. 173, № 2. С. 14–24. URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2-14-24>(дата звернення: 14.11.2024).

Масалаб Ангеліна Дмитрівна – студентка гр. 1Б-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: masalabangelina@gmail.com

Науковий керівник: **Блашук Наталя Вікторівна** - кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Angelina Masalab - a student gr.1B-22b of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: masalabangelina@gmail.com

Supervisor: **Natalya Blashchuk** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ ТИПУ «БЕТОЛЬ» ТА «ВЕЛІТ» ДЛЯ ФАСАДІВ БЕЗКАРКАСНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій науковій роботі описане раціональне принципове рішення шаруватих стінових конструкцій безкаркасних житлових будівель на основі високопористої ніздрюватобетонної ізоляції типу «Бетоль» чи «Веліт». Описані основні переваги зазначеної системи у порівнянні з класичними системами на основі мінеральної вати та пінополістирольних плит. Окреслено напрямки подальших досліджень шляхом введення у пропоновану шарувату конструкцію стіни відбивачів тепла та комбінуванням шарів різної товщини та густини.

Ключові слова: зовнішнє утеплення, ніздрюватий бетон, газобетон, відбивачі тепла, тепловий опір, паропроникність, пожежестійкість.

Abstract

In this scientific work have been described a rational principled solution for layered wall structures of frameless residential buildings based on highly porous aerated concrete insulation of the "Betol" or "Velit" type. Have been described the main advantages of the specified system in comparison with classic systems based on mineral wool and polystyrene foam slabs. Have been outlined directions for further research by introducing heat reflectors into the offered layered construction of the wall and combining layers of different thickness and densities.

Keywords: external insulation, aerated concrete, aerated concrete, heat reflectors, thermal resistance, vapor permeability, fire resistance.

Вступ. Постановка проблеми

Традиційними будівельними стіновими матеріалами, які використовується з сивої давнини дотепер на території України, є цегла, дерево, саман. Однак, в останній час спостерігається зсув попиту споживачів на користь ніздрюватого бетону, який являє собою штучний камінь, утворений в процесі твердіння поризованої дрібнодисперсної бетонної суміші [1].

Промислове виготовлення ніздрюватого бетону здійснюється із традиційних мінеральних сировинних матеріалів – вапна, піску, цементу, які широко розповсюджені по території нашої країни. За способом виготовлення та технології утворення пор розрізняють пінобетон та газобетон. Структура цих штучних каменів складається зі скелету у вигляді бетону та дрібних овальних пор, заповнених повітрям. Доля пор у штучних матеріалах може складати до 90% за об'ємом. Теплоізоляційні властивості ніздрюватих бетонів пов'язані, саме, з високою пористістю, за рахунок якої дрібні бульбашки повітря, хаотично розкидані по об'єму ніздрюватих бетонних блоків, погано проводять тепло від теплих внутрішніх приміщень до холодного зовнішнього середовища.

Висока пористість блоків, виготовлених з ніздрюватих бетонів, призводить до загальної низької густини матеріалу огорожувальних конструкцій. Тому загальна маса зовнішніх та внутрішніх стінових конструкцій, у безкаркасних житлових будівлях, що виготовлені з ніздрюватих бетонів, зменшується, що, в свою чергу, дає можливість економити на фундаментах. До недоліків ніздрюватих бетонів у порівнянні з цеглою, наприклад, відносять низьку масивність та меншу міцність стін, що не актуально при малоповерховому будівництві. Із цим тісно пов'язані інші будівельні та експлуатаційні властивості виробів і огорожувальних конструкцій з них, а саме: паропроникність, сорбційна вологість матеріалу, теплозахисні та звукоізоляційні властивості матеріалу, питомі витрати теплової енер-

гії на опалення будинку. Крім того, відомо, що в умовах воєнного стану в нашій державі склалася неприємна ситуація дефіциту традиційних утеплюючих матеріалів.

Отже, пошук раціональних конструкцій зовнішніх стінових систем із високими показниками теплового опору, з урахуванням реалій воєнного стану з орієнтацією на вітчизняного виробника, є доцільним та актуальним.

Основна частина

Газобетон більш широко розповсюджений у світі, через кращі техніко-економічні параметри, у порівнянні з пінобетонном. Газобетон можна поділити на конструкційний та огорожувальний за міцністю та щільністю. З газобетонних блоків марки D400 – D600 можна зводити несучі та огорожувальні конструкції стін малоповерхових житлових будівель (конструкційний бетон). Блоки марки нижче D200 використовують як утеплюючі конструкції. До теплоізоляційних блоків з ніздрюватого бетону, що використовують замість традиційних мінераловатних та пінопластових утеплень зовнішніх поверхонь відносять високопористі газоблоки типу «Бетоль» та «Веліт» [1 – 4, 5].

Стінова конструкція із зовнішнім утепленням з газобетонних блоків може бути виготовлена шаруватою, за класичною схемою, де внутрішній несучий шар проектується з цегли та зовнішнього шару з високопористого газоблоку [4 – 6]. Також, доцільно та ефективно розглянути двошарову систему з внутрішнім несучим компонентом у вигляді конструкційного газоблоку, утепленого високопористими блоками типу «Бетоль» чи «Веліт» (рис. 1).



Рис. 1. Принципове рішення шаруватої конструкції зовнішньої стіни з конструкційного газоблоку, утепленої високопористими газоблочними панелями «Веліт» [7].

Практика використання традиційних утеплювачів на основі органічних клеїв (мінеральна вата) чи спінених пластиків (пінополістирол) у рекомендованих нормами [4, 6] фасадних системах свідчить, що далеко не завжди досягаються проектні теплоізоляційні характеристики через адсорбцію пористими шарами вологи, монтажні похибки на стиках ізоляційних панелей, та, головне, через розшарування конструкцій. У теорії багатошарова система працює добре, однак, часто конструкція теплоізоляційно-опоряджувального шару руйнується (відшаровується від несучого шару) під дією реальних експлуатаційних навантажень задовго до завершення очікуваних строків ефективної експлуатації [1, 2]. Широко відомі факти аварійного відпадиння шарів утеплення, що призводило до важких наслідків.

Ефективні утеплюючі матеріали на основі цементу – «Бетоль» та «Веліт» – фактично однакові за складом високопористі газобетонні блоки, які виробляються в Україні на різних підприємствах. Основні фізичні характеристики цих матеріалів – густина до 200 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності $\lambda \sim 0,05$ Вт/(м·К). Добре видно, що ці показники співставні з характеристиками традиційних утеплювачів. Головною перевагою цих матеріалів над пінополістиролом та мінеральною ватою є їхня негорючість, екологічність та нижча питома вартість. Головним недоліком – високе пилоутворення при

обробці та крихкості, що заважає швидкому монтажу. Матеріали відповідають чинним нормам [4 – 5] за всіма параметрами.

Спеціалісти з шаруватих конструкцій та фасадних систем вважають, що більш перспективними є стінові багатошарові системи, які мають схожі властивості матеріалів шарів, адже при цьому мінімізується небезпека розшарування таких систем протягом тривалої експлуатації [1 – 3]. Це неможливо реалізувати у традиційній багатошаровій системі з утеплювачами на основі пінополістиролу чи мінеральної вати, характеристики лінійного розширення яких значно відрізняються від аналогічних характеристик конструкційних шарів. Стінові монтажні дюбелі та клейовий шар традиційних шаруватих конструкцій, що закріплюють елементи фасадної системи, за де-кілька річних циклів можуть зруйнуватися.

Тому комбінування цегляних несучих шарів чи, ще краще, шарів з конструкційного газоблоку (з середини приміщення) з теплоізоляційними високопористими газоблокковими системами типу «Бетоль» («Веліт») (зовні), які, по суті, є тотожними матеріалами з різним коефіцієнтом пористості, дозволять створити ефективну та довговічну шарувату конструкцію стін з добре прогнозованими та не змінними у часі характеристиками. Клейовий шар між шарами при цьому зазнає мінімальних зсувних зрушень і, як наслідок, така шарувата структура є стійкою у часовому вимірі та не буде піддаватися розшаруванню.

На сьогодні для зовнішніх стін нормативний тепловий опір складає $R = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (для I температурної зони) та $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (для II температурної зони) [4, 5]. Розрахунки свідчать, що для досягнення цих характеристик потрібно брати за основу двошарову стінову конструкцію (без урахування фарбувальних та клейових шарів) із несучого внутрішнього шару газоблоку марки D500 – 360 мм та ізоляційного «Бетоль» чи «Веліт» товщиною марки D100 ... D120 товщиною 160 мм.

Комбінуванням кількості газоблоккових шарів, їх товщини та щільності можна досягти високих експлуатаційних характеристик таких стінових систем, покращити умови мікроклімату в приміщеннях знизивши енергоспоживання. Згідно з матеріалами окремих дослідників, наприклад, [2] утеплюючі шари, доповнені відбивачами тепла, можуть розташовуватися навіть всередині приміщення.

Висновки

Проведені в цій науковій роботі науково-практичні дослідження дозволили запропонувати раціональну двошарову стінову систему для житлових малоповерхових безкаркасних будівель на основі газоблоккових матеріалів. На відміну від традиційних багатошарових систем з утеплювачами у вигляді мінеральної вати чи пінополістиролу, пропонується двошарова система не схильна до розшарування із плином часу та володіє вищими характеристиками пожежної стійкості. Зазначена система може у подальшому бути оптимізована комбінуванням газоблоккових шарів типу «Бетоль» чи «Веліт» різних товщин у поєднанні з конструкційним газоблоком різної густини та відбивачами тепла за параметрами теплових втрат та раціональним розташуванням точки роси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маланюк В. Ніздрюватий бетон. Можливості та перспективи ефективного стінового матеріалу. ДП УКРНДПЩИВІ-ЛЬБУД, 2024. URL: <https://civilbud.com.ua/index.php/articles/budivelni-materialy-ta-sumishi/304-nizdryuvatij-beton-mozhливosti-ta-perspektivi-efektivnogo-stinovogo-materialu>
2. Labay V. Method of arrangement of internal thermal insulation of external protective structures of the room / [V. Labay, H. Vereshchynska] Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Вип. 47, 2023 – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2019. – С. 6 – 17. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/nov/32055/vse-18-26.pdf>
3. Дудар І. Н. Експлуатація утеплювачів з неvented повітряними прошарками та енерговідбиваючими екранами [Текст] / І. Н. Дудар, В. В. Швець, М. А. Максименко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2022. – № 2. – С. 6-11. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/36614?show=full>
4. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. [Чинний від 2009-06-01]. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 16 с. – (Національні стандарти України).
5. ДСТУ Б В.2.7-164:2008. Вироби з ніздрюватих бетонів теплоізоляційні. Технічні умови. [Чинний від 2009-07-01]. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с. – (Національні стандарти України).
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 2022-01-09]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2021. – 23 с. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wpcontent/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf. – (Державні будівельні норми України).
7. Офіційний сайт компанії «Веліт». Електронні текстові дані. Режим доступу: URL: <https://velit.ua/gallery/>

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Цісавий Олександр Миколайович — магістрант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: mono.sann2015@gmail.com

Степанюк Софія Володимирівна — студентка кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: sophiastepaniyk37@gmail.com

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Tsisavyi Oleksandr M. — graduate student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: mono.sann2015@gmail.com

Stepaniyk Sophia V. — student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: sophiastepaniyk37@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Точне прогнозування максимальної несучої здатності паль в складі пального фундаменту є складною задачею, оскільки несуча здатність є функцією великої кількості факторів. До таких факторів відносяться вид і геометрія паль, спосіб влаштування, стан ґрунту. Для з'ясування несучої здатності фундаментів та оцінки несучої здатності паль проводяться випробування навантажень на місцях.

Ключові слова: навантаження, несуча здатність, пальові фундаменти, ґрунт, основа, опір, ростверк, паля.

Abstract

Accurately predicting the maximum load-bearing capacity of piles in a pile foundation is a difficult task, since the load-bearing capacity is a function of a large number of factors. Such factors include the type and geometry of the piles, the method of installation, and the condition of the soil. In order to find out the bearing capacity of the foundations and to evaluate the bearing capacity of the piles, field load tests are carried out.

Key words: load, bearing capacity, pile foundations, soil, base, resistance, grid, pile.

Вступ

Пальовий фундамент є важливою ланкою передачі навантаження конструкції будівлі на несучий ґрунт, що знаходиться на деякій глибині під поверхнею ґрунту. Конструкцію паль вибирають в залежності від різних параметрів, таких як характер ґрунту, глибина залягання ґрунтових вод, глибина несучого шару, а також тип і рівень навантаження, що підлягає опорі. Відомо багато чисельних і аналітичних методів розрахунку несучої здатності паль, які мають свої переваги і недоліки, але вони можуть бути оцінені тільки польовими випробуваннями. Щоб визначити несучу здатність паль, покладаються на випробування навантаження на палі на місці. Найбільш поширені динамічні та статичні методи випробування ґрунтів палями [1]. Визначення ж несучої здатності паль в складі палих фундаментів можливе тільки з використанням статичного осьового навантаження, яке традиційно прикладається зверху вниз. Складнощі виникають при влаштування опорної системи з використанням існуючих палих фундаментів.

Результати дослідження

При детальному розгляді сучасних представлених методів, якими користуються зарубіжні дослідники можна виділити основні способи передачі осьового статичного навантаження на палі для визначення несучої здатності експлуатованих палих фундаментів будівель і споруд (рис.1). Тест на навантаження з елементом Osterberg (O-cell) [2] - це двонаправлене, осьове, статичне випробування навантаженням, проведене на глибоких фундаментах для оцінки опору ґрунтових паль.

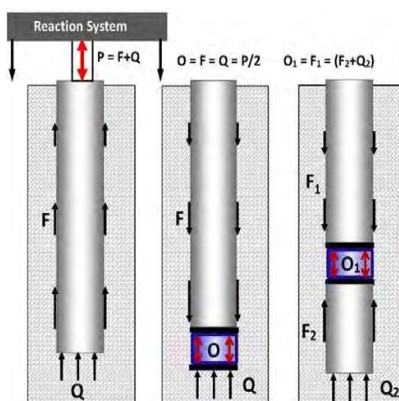


Рис.1 Схеми випробувань

Доктор Джордж Остерберг розробив цю методику тестування в 1987 році. З тих пір по всьому світу було проведено понад 3000 тестів O-cell, включаючи світовий рекорд навантаження 206 MN. Schmertmann і Hayes [3] описують деякі з багатьох технічних і економічних переваг випробування. O-cell — це спеціалізований жертвний домкрат, який інженер може встановити на кінчику палі або на будь-якій глибині на арматурному каркасі буронабивної палі або литої палі. Він калібрується перед встановленням і забезпечує випробування на осьове навантаження на стиск, оскільки домкрат знаходиться під тиском з поверхні. O-cell застосує все статичне навантаження всередині палі і не вимагає зовнішньої реакційної системи або мертвого навантаження у верхній частині палі. Як показано на рис. 1, для випробування зверху вниз прикладене навантаження стиснення P мобілізує суму тертя по

бічній поверхні F і опору нижнього кінця Q палі. Інженер може приблизно розділити ці два компоненти, аналізуючи вимірювання деформації при навантаженні стисненням. У навантажувальному експерименті Osterberg O-cell також навантажують палю при стисненні, але вже знизу. При цьому окремо вимірюється опір нижнього кінця палі і опір бокової поверхні при зсуві.

Недоліком такого способу є складність контрольно-вимірювального обладнання, яке втрачається при випробуванні і можливість використання тільки для бурових палей.

Цікавим є спосіб визначення несучої здатності палі експлуатованого пального фундаменту при якому знімається верхній шар бетону ростверку навколо торцевої частини збірної палі, встановлюється в шар бетону ростверку навколо торцевої частини відкритої збірної палі анкерний елемент, у якому встановлюється домкрат, що створює тиск на палі, випробування навантаженням проводиться шляхом прикладання зовнішньої сили домкратом в напрямку забивання палі (рис. 2) [4].

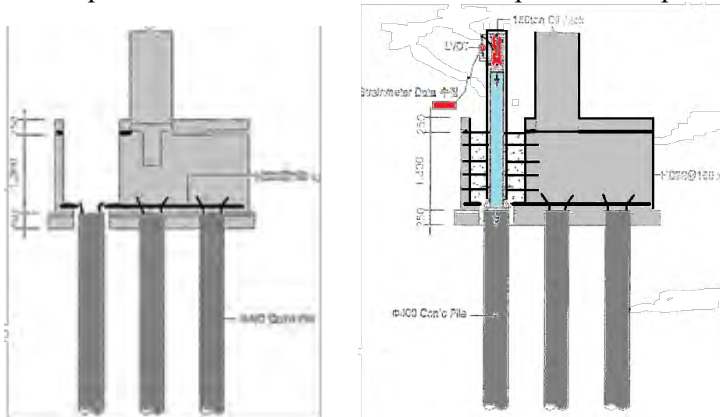


Рис. 2 Випробування навантаженням збірної палі

Недоліком відомого способу є підвищені витрати на випробування через необхідність зняття верхнього шару бетону ростверку навколо торцевої частини збірної палі, влаштування анкерного елемента та час для надання міцності анкерного елемента, також зменшує надійність експлуатованого фундаменту через руйнування ростверку навколо торцевої частини випробуваної палі і не може бути використано при стрічковому розташуванні палей.

Авторами запропоновано спосіб визначення несучої здатності палі експлуатованого пального фундаменту, при якому знімається верхній шар бетону ростверку навколо торцевої частини збірної палі, встановлюється в шар бетону фундаменту навколо торцевої частини відкритої збірної палі анкерний елемент, у якому встановлюється домкрат, що створює тиск на палі, випробування навантаженням проводиться шляхом прикладання зовнішньої сили домкратом в напрямку забивання палі, в якості анкерного елемента використовується тіло ростверку, а переміщення палі реєструють вимірюючи відстань між опорними поверхнями домкрату.

При виготовленні пального фундаменту передбачається можливість визначення несучої здатності палі, без руйнування в результаті влаштування вкладки, з можливістю видалення її при необхідності визначення несучої здатності палі та встановлення домкрату для проведення випробувань.

Висновки

При використанні запропонованого способу підвищується надійність пального фундаменту та зменшуються витрати на випробування за рахунок відсутності операцій по руйнуванню бетону навколо торцевої частини збірної палі та необхідності влаштування анкерного елемента.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.1-27:2010. Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. [Чинний від 2010-12-12]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 11 с.
2. Osterberg, J.O. (1998), The Osterberg load test method for bored and driven piles the first ten years, Seventh International Conference on Deep Foundations, Vienna, Austria, Deep Foundations Institute.
3. Schmertmann, J.H. and Hayes, J.A. (1997), The Osterberg cell and bored pile testing – Asymbiosis, The Third International Geotechnical Engineering Conference – Cairo University-Egypt.
4. Метод випробування навантаженням збірної палі : патент KR20130028026A, м. кл. E02D33/00, опубл. 11.05.2015.

Огірчук Олег Віталійович – студент групи ІБ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olegogircuk9@gmail.com

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

Oleg Ohirchuk – student of group B-23m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : olegogircuk9@gmail.com

Mykola Popovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovih@vntu.edu.ua

ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів будівель при необхідності збільшення навантажень чи погіршенні фізико-механічних характеристик ґрунту основи. Виявлено переваги і недоліки відомих методів і запропоновано перспективний метод підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів, який забезпечить ефективність експлуатації.

Ключові слова: пальові фундаменти, ґрунт, основа, свердловина, ростверк, інвентарна паля, щілина.

Abstract

Methods of increasing the load-bearing capacity of operated pile foundations of buildings in case of increased loads or deterioration of the physical and mechanical characteristics of the foundation soil are considered. The advantages and disadvantages of known methods are identified and a promising method of increasing the load-bearing capacity of operated pile foundations is proposed, which will ensure the efficiency of operation.

Key words: pile foundations, soil, base, borehole, grid, inventory pile, gap.

Вступ

Підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів в цілому займає багато часу та грошей через різні обмеження, включаючи обмежений простір вище і під ростверками, і випадків такої роботи небагато в порівнянні з іншими проектами робіт в фундаментобудуванні. З іншого боку, враховуючи зростаючу потребу в перегляді заходів при реконструкції чи погіршенні фізико-механічних характеристик ґрунту основи постає необхідність ефективного використання існуючих технологій, розробка зручної та ефективної технології для модернізації основи експлуатованим пальовим фундаментам, яка буде відповідати майбутнім суспільним потребам. В даний час в умовах містобудування можна виділити кілька найбільш часто використовуваних способів підвищення несучої здатності основ експлуатованих пальових фундаментів будівель і споруд:

- способи, засновані на зміні параметрів ґрунту при хімічному впливі;
- способи, засновані на зміні параметрів ґрунту під час фізичних (механічних) впливів;
- способи, засновані на армуванні ґрунту.

Також важливе місце має перспектива розробки конструктивних та технологічних рішень по підвищенні несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів.

Результати дослідження

При детальному розгляді представлених методів можна виділити основні способи засновані на зміні параметрів ґрунту для підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів будівель і споруд (рис.1). Способи підсилення ґрунтів, засновані на зміні їх параметрів при хімічному впливі, або хімічні способи підсилення, полягають в штучному перетворенні ґрунтів шляхом хімічної обробки різними реагентами. Результатом взаємодії реагентів і армованого ґрунту є маса з більш високими структурно-механічними властивостями (в порівнянні з ґрунтом до підсилення). В результаті впливу хімічних речовин ґрунт набуває високу щільність і міцність. Вибір способу підсилення залежить від різних завдань, що визначають відповідну сферу застосування армованого ґрунту (дорожнє будівництво, цивільне будівництво, гірнична справа, гідротехніка тощо). До найбільш поширених способів хімічного підсилення (або фіксації) відносять силікатизацію, бітумування, цементацию.

Підсилення здійснюється шляхом закачування хімічних розчинів в землю через спеціальні робочі органи, а також в деяких випадках шляхом впливу на масив електричного струму. Хімічні розчини

після ін'єкції з часом перетворюють ґрунт в камінь.

Перераховані вище способи підсилення основ, засновані на хімічній взаємодії з ґрунтом, мають істотні недоліки, такі як висока вартість вихідних реагентів і низька ефективність в водонасичених ґрунтах. Крім того, всі існуючі способи хімічного підсилення ґрунтів так чи інакше забруднюють навколишнє середовище.

Таким чином, в більшості випадків все більшого поширення набули методи підсилення, засновані на фізичній взаємодії з ґрунтом і арматурою.



Рис.1 Способи підсилення основ паливових фундаментів

Способи підсилення ґрунтів, засновані на зміні їх параметрів при фізичному (механічному) впливі, полягають у зменшенні пористості ґрунтів, тобто в їх ущільненні. Такі способи ущільнення ґрунту характеризуються принципом взаємодії між ґрунтоущільнюючими робочими органами машин і ґрунтом, що ущільнюється. Існує кілька основних способів механічного ущільнення ґрунтів: вальцювання, вібрація, трамбування і глибоке ущільнення.

З огляду на значні динамічні впливи, високий рівень шуму, а також в ряді випадків необхідність застосування вибухових речовин, ущільнення ґрунту перерахованими вище методами, незважаючи на більш високу екологічність, не набуває широкого поширення в міських районах

Способи підсилення ґрунту на основі армування дозволяють створювати ґрунтові масиви з підвищеними характеристиками міцності та деформації. Армуючі елементи мають більш високі параметри міцності і більш низькі параметри деформативності в порівнянні з навколишнім ґрунтом.

Облаштування армованого масиву може бути досягнуто як зануренням готових елементів підсилення, так і їх створенням в підсиленних ґрунтах. Навантаження на ґрунтову масу, посилену таким методом, передається через буферний розподільний шар. Елементи підсилення, як правило, конструктивно не пов'язані з фундаментом споруди. Елементи підсилення змінюють умови деформації основи, взаємодіючи з ґрунтом.

Залежно від спільної роботи елементів підсилення і навколишніх ґрунтів, способу їх створення в основі, можна виділити кілька видів підсилення, що застосовуються в практиці цивільного будівництва в містобудуванні: задавлювальні (багатосекційні) палі; буронабивні палі; струменева технологія.

Відомий спосіб підсилення паливових фундаментів ін'єктуванням полімерних композицій, що включає нагнітання крізь ін'єктори тверднучого матеріалу, через пакети ін'єкторних трубок які встановлюють навколо палі, кінці яких розташовані на різній заданій глибині, ін'єктування проводять у 2-4 місцях навколо палі на різну глибину або у 2-4 місцях навколо палі на різну глибину і під її нижній кінець, при цьому нагнітають попередньо нагрітий до 35-60 °С полімерний матеріал, що розширюється внаслідок хімічної реакції його компонентів, з часом розширення протягом 10-300 секунд, з потенційним збільшенням в об'ємі внаслідок розширення у 1,5-30 разів, повним затвердінням протягом 20-120 хвилин і створенням тиску до 10 МПа, компоненти згаданого полімерного матеріалу готують до ін'єктування у реакторній установці та змішують безпосередньо під час ін'єктування в ін'єк-

торному пістолеті, за допомогою якого матеріал ін'єктують на визначену глибину [1].

Недоліком відомого способу є те, що він може бути використаний лише для підсилення групи паль, на етапі зведення фундаментів, які розташовані на однаковій відстані навколо центру ін'єктування (їх можна вписати в уявне коло), а також те, що в палях виникають додаткові згинальні моменти, особливо у її нижній третині, яка може бути неармованою, що може призвести до появи тріщин та зменшення терміну експлуатації фундаменту.

Відомий спосіб і пристрій для збільшення зусилля, необхідного для переміщення палі в осьовому напрямку, при якому занурюють палі в ґрунт з наступним їх розсуненням і влаштуванням ростверку, причому розсунення паль здійснюють одночасно з утворенням котловану під ростверк шляхом взаємодії суміжних паль [2].

Недоліком такого способу є відсутність ущільнення ґрунту на протилежній силовій дії стороні палі, відсутня можливість використання способу для експлуатованих фундаментів.

Найбільш близькими є спосіб підсилення експлуатованого пальового фундаменту [3], який включає розкопку ґрунту навколо експлуатованого фундаменту, влаштування свердловин по контуру фундаменту, подачу бетону в свердловини, влаштування нового ростверку з'єднання його з ростверком експлуатованого фундаменту, зворотню засипку ґрунту.

Недоліком відомого способу є невисока несуча здатність бурових паль, що зменшує ефективність підвищення несучої здатності.

В основу досліджень поставлена задача створення способу підсилення пальового фундаменту, в якому за рахунок нових операцій та їх послідовності досягається підвищення опору ґрунту по боковій поверхні палі. Були виготовлені моделі і в лабораторії механіки ґрунтів, основ та фундаментів проведені дослідження з метою перевірки гіпотез авторів. На рис.2 показано зовнішній вигляд експлуатованого пальового фундаменту з встановленими елементами для підвищення несучої здатності.

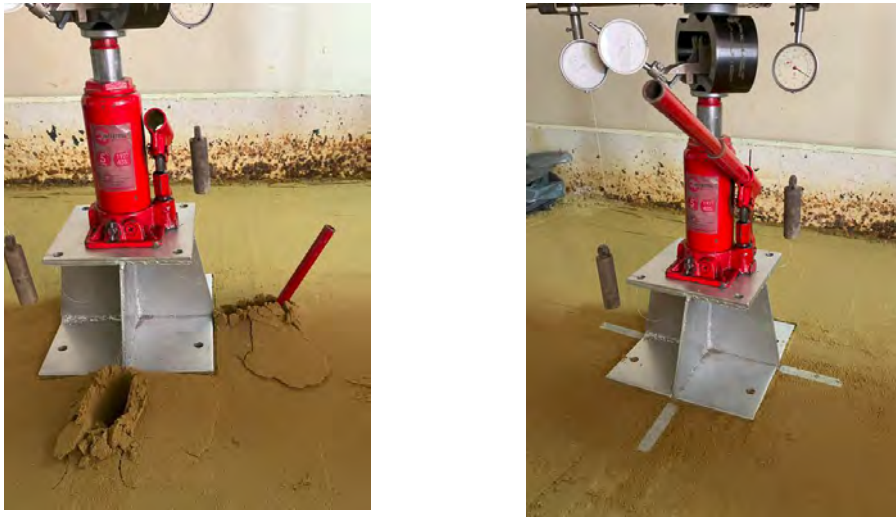


Рис. 2. Пальовий фундамент з встановленими елементами для підвищення несучої здатності

Цей спосіб призначений для підвищення несучої здатності пальового фундаменту шляхом збільшення кількості протидіючих навантаженню елементів у землі навколо ростверка пальового фундаменту та утворюючи після затвердіння бетону покращений корпус для обмеження паль і остаточного підвищення жорсткості. Це підсилювальний ефект можна якісно продемонструвати різними модельними експериментами. Ми розробили компонування затверділих поліпшувальних тіл, щоб задовольняти вимогам виконання та конструкції.

Модель армованої конструкції для методу була створена після підтвердження відтворюваності результатів експерименту на основі аналітичного моделювання. Спосіб підсилення експлуатованого пальового фундаменту полягає в наступному. Виконують розробку траншеї з зовнішнього боку ростверку, в проміжку між палями влаштовують свердловини, встановлюють в них інвентарні палі і повертають інвентарні палі розсовуючи верхні частини в напрямку від підшови ростверку з утворенням виробок у вигляді щілин трикутної форми, виймають інвентарні палі встановлюють арматуру і заповнюють щілини бетоном.

В результаті влаштування щілин, армуванням їх та заповнення бетоном формуються додаткові елементами посилення взаємодії паль з ґрунтом основи.

Підвищується несуча здатність пального фундаменту за рахунок збільшення опору ґрунту та сил тертя ґрунту по боковій поверхні елементів підсилення у вигляді щілин трикутної форми.

Висновки

При використанні запропонованого способу підвищується несуча здатність експлуатованого пального фундаменту за рахунок збільшення опору ґрунту та сил тертя ґрунту по боковій поверхні додаткових опорних елементів, а також підвищується ефективність та надійність використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Спосіб підсилення палових фундаментів ін'єктуванням полімерних композицій: патент UA126323C2, м. кл. E02D 3/12, 27/12, опубл. 14.09.2022.
2. Спосіб і пристрій для збільшення зусилля, необхідного для переміщення палі в осьовому напрямку: патент US10309075B2, м. кл. E02D 27/16, опубл. 04.06.2019.
3. Спосіб підсилення експлуатованого пального фундаменту: патент CN111456021A, м. кл. E02D 17/04, опубл. 28.07.2020.

Ребрій Віталій Миколайович – студент групи ІБ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vitalik123404@gmail.com

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

Vitaly Rebrum – student of group B-23m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : vitalik123404@gmail.com

Mykola Popovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovih@vntu.edu.ua

ІНОВАЦІЙНІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сутність оздоблювальних матеріалів в дизайні інтер'єру, їх призначення. Проаналізовано інновації в інтер'єрі. З'ясовано, що інноваційні матеріали не лише вдосконалюють естетичний вигляд приміщення, але й сприяють поліпшенню його технічних характеристик: звукоізоляції, теплоізоляції, довговічності та екологічності. Виділено впровадження інноваційних оздоблювальних матеріалів для дизайну.

Ключові слова: інтер'єр, оздоблювальні матеріали, інновації, дизайн.

Abstract

The essence of finishing materials in interior design, their purpose is considered. Innovations in the interior were analyzed. It is found that innovative materials not only improve the aesthetic appearance of the room, but also contribute to the improvement of its technical characteristics: sound insulation, thermal insulation, durability and environmental friendliness. The introduction of innovative finishing materials for design is highlighted.

Keywords: interior, finishing materials, innovations, design.

Вступ

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі та індустрії дизайну інтер'єрів, інноваційні оздоблювальні матеріали відіграють досить важливу роль у створенні естетично привабливих, функціональних та екологічно безпечних приміщень. Саме вибір оздоблювальних матеріалів є одним з ключових етапів у створенні будь-якого інтер'єру. Правильний вибір оздоблювальних матеріалів може поліпшити акустичні властивості приміщення і створити потрібну атмосферу чи приховати невеликі дефекти поверхні. Постійний розвиток технологій та пошук нових рішень призводять до появи на ринку інноваційних матеріалів з унікальними властивостями. Дослідження інноваційних оздоблювальних матеріалів є важливим завданням, оскільки вони розширюють можливості дизайнерів для створення креативних та функціональних інтер'єрів, покращують якість життя завдяки екологічним та безпечним компонентам, збільшують довговічність приміщень завдяки стійкості до зносу, а також сприяють збереженню природних ресурсів шляхом зменшення негативного впливу на довкілля [1].

Результати дослідження

На ринку оздоблювальних матеріалів спостерігаються кілька різних трендів, що набувають популярності. Одним із таких матеріалів є гнучкий камінь (рис.1), який зовні імітує текстуру натурального каменю, проте завдяки своїй легкості та гнучкості легко використовується в оздоблювальних роботах.

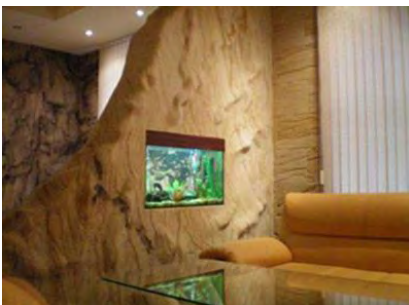


Рис. 1. Гнучкий камінь в контексті інтер'єру

Застосування гнучкого каменю:

- оздоблення фасадів;
- балконів;
- зон барбекю;
- житлових приміщень;
- укосів і підвіконь;
- ванних кімнат і місць з підвищеною вологістю;
- камінів і димоходів.

Зростає попит на акриловий камінь, декоративні штукатурки, флокові покриття, синтетичні смоли, деревний композит і навіть «квітучі шпалери».

Ще однією інновацією є «розумне скло», яке може змінювати свої властивості за подачі напруги чи під впливом світла або температури. Його використовують для вікон та внутрішніх перегородок, що додає приміщенням сучасного вигляду.

Кортен, відомий як нержавіюча іржа, став популярним матеріалом у будівництві та оформленні інтер'єрів. Сьогодні цей матеріал активно застосовують для облицювання будинків, створюючи парадоксальні «іржаві» об'єкти з нержавіючої сталі. Зовнішній шар окислення перешкоджає подальшій іржі, зберігаючи свій характерний колір і бархатисту текстуру. Часові процеси призводять до того, що рудий метал набуває неймовірної довговічності. До того ж завдяки сучасним технологіям, стало можливим створення дерев'яних композитів, що комбінують натуральну деревину з синтетичними елементами для підвищення їх довговічності та стійкості до зовнішніх впливів. Такі матеріали відзначаються високою вологостійкістю, стійкістю до шкідників, довговічністю, яка перевищує природні аналоги, та є екологічно безпечними серед синтетичних матеріалів. Сьогодні за цією технологією виготовляють великоформатні панелі з масиву дерева з хвилястою поверхнею, що створюють вражаючий 3D-ефект. Такі матеріали підкреслюють елегантність і статусність інтер'єру, гармонійно поєднуючись із бетоном і цеглою [2].

Термошпалери – це один із найбільш інноваційних матеріалів, що активно застосовується в сучасному дизайні інтер'єру (рис. 2). Одним із яскравих прикладів є термошпалери, розроблені китайським дизайнером Ши Юанем. Ці унікальні шпалери змінюють свій вигляд під впливом температури.

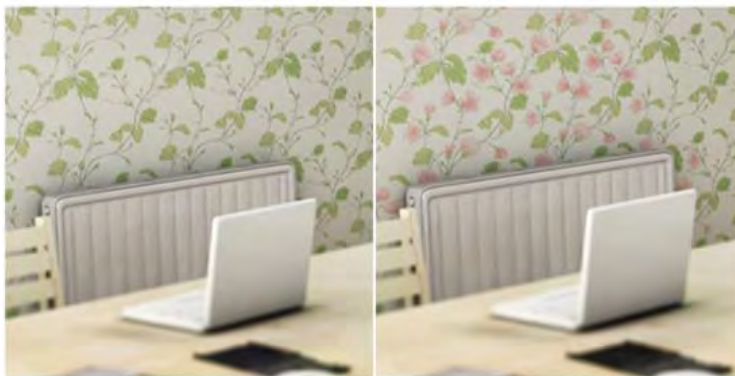


Рис. 2. Термошпалери дизайнера Ши Юаня

Важливо також, що термошпалери можуть використовуватися для створення особливого мікроклімату в приміщенні, оскільки вони реагують на зміни температури, що дозволяє контролювати комфортні умови в домі чи офісі [3].

Ще одним інноваційним рішенням є інтерактивна «жива» плитка для підлоги (рис.3), яка змінює візерунок при натисканні на неї. Такий матеріал чудово підходить для дитячих кімнат, розважальних закладів або нічних клубів. В основі плитки знаходиться кольоровий гель, що реагує на дотики, розташований між двома шарами, який є абсолютно безпечним для здоров'я, оскільки використовується навіть у харчовій промисловості [4].

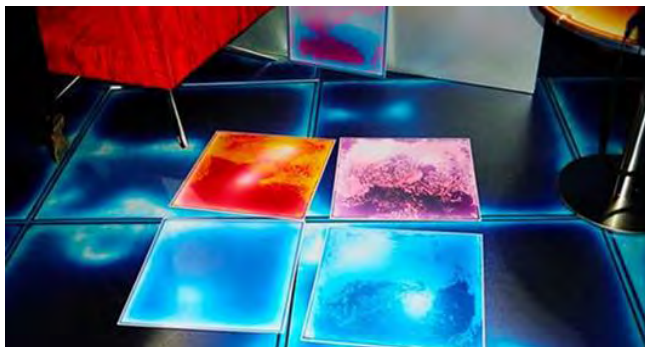


Рис. 3. Інтерактивна «жива» плитка для підлоги

Вони вкриті спеціальним термочутливим покриттям, яке активується при підвищенні температури в приміщенні, змінюючи малюнок на поверхні. Наприклад, коли повітря стає теплішим, на шпалерах можуть з'являтися квіткові візерунки або інші декоративні елементи, а при охолодженні – вони зникають. Така технологія не лише надає інтер'єру динамічності, а й робить його більш індивідуальним і оригінальним.

Створення інтер'єру включає кілька етапів:

- проектування;
- підбір матеріалів;
- меблювання;
- декорування.

Дизайнер враховує планування та розміри приміщень, розташування вікон, дверей, загалом архітектурні особливості. Вирішальний фактор – інтенсивність природного освітлення. У квартирах, де є панорамні чи просто великі вікна, світле оздоблення стін особливо ефектне.

Визначається основна колірна гама, орієнтуючись на вподобання замовника та функціональне призначення приміщень. У квартирі, приватному будинку, студії у світлих тонах проектування зобов'язане вписуватись в загальну концепцію, без перевантаження простору зайвими деталями. При виборі меблювання перевага надається світлим меблевим фасадам. Білий, молочний, світло-сірий, кремовий – оптимальні рішення.

Органічно підібрані елементи декору візуально розширюють простір кімнати вигляду, оригінальні акцентовані елементи додають індивідуальності.

Загалом зауваживши все вище зазначене можна стверджувати, що ключовими ідеями та тенденціями в дизайні інтер'єру є:

- розширення матеріалознавства, де з'являються нові матеріали, що поєднують в собі властивості природних матеріалів та переваги синтетики;
- функціональність та естетика, коли сучасні матеріали не лише прикрашають інтер'єр, але й виконують додаткові функції (наприклад, терморегуляція, звукоізоляція);
- матеріали стають більш «живими», реагуючи на зовнішні подразники (температура, дотик);
- екологічність, де зростає попит на матеріали, які мають менший вплив на навколишнє середовище;
- індивідуальність, тобто можливість створення унікальних інтер'єрів завдяки різноманітності фактур, кольорів та можливостей персоналізації.

Висновки

Отже, інноваційні оздоблювальні матеріали відкривають нові горизонти для дизайнерів інтер'єрів, надаючи їм можливість поєднувати естетику з функціональністю. Технологічний прогрес дозволяє створювати матеріали, які не лише прикрашають простір, але й полегшують догляд за ним, підвищують комфорт та зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Постійна конкуренція серед виробників стимулює створення нових продуктів з унікальними властивостями, що надає дизайнерам більше свободи для реалізації найсміливіших ідей при оформленні інтер'єрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кисіль С. Сучасні напрями проектування дизайну інтер'єрів цивільних будівель: збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції: *Актуальні проблеми сучасного дизайну*. 2024. С. 118-121. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/%203_2024_compressed.pdf#page=118

2. Соколовська О., Тининика А. Специфіка використання сучасних матеріалів у процесі розробки дизайну інтер'єру житлового простору. *Architecture, construction modern trends in the development of science and information technologies*. 2024. С. 28-33. URL: <https://isg-konf.com/uk/modern-trends-in-the-development-of-science-and-information-technologies/>

3. «Живи» шпалери китайського дизайнера Ши Юаня. *ВІКНА*. URL: <https://vikna.if.ua/cikavo/71093/view>

4. Кравчук Ю.Р., Денисенко Ю.М. Іноваційні оздоблювальні матеріали для створення дизайну інтер'єру. *Студентські наукові праці*. 2020. С. 215-218. URL:

<http://mx.odaba.edu.ua/bitstream/123456789/9601/1/%d0%86%d0%bd%d0%bd%d0%be%d0%b2%d0%b0%d1%86%d1%96%d0%b9%d0%bd%d1%96%20%d0%bc%d0%b7%d0%b4%d0%be%d0%b1%d0%bb%d1%8e%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d1%8c%d0%bd%d1%96%20%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b5%d1%80%d1%96%d0%b0%d0%bb%d0%b8%20%d0%b4%d0%bb%d1%8f%20%d1%81%d1%82%d0%b2%d0%be%d1%80%d0%b5%d0%bd%d0%bd%d1%8f....pdf>

Іванова Дар'я Сергіївна – студент групи Б-23 мс, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dasha230059@gmail.com

Науковий керівник: **Попович Микола Миколайович** – к.т.н. доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: popovich@vnty.edu.ua

Ivanova Daria Sergeyivna – student of group B-23 ms, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dasha230059@gmail.com

Supervisor: **Popovych Mykola Mykolayovych** - Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovich@vnty.edu.ua

Організація процесу моніторингу та накопичення інформації за допомогою BIM-технологій у наскрізній базі проекту

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Анотація. Опрацьована інформація щодо використання BIM-технологій у процесі експлуатації будівель та споруд, проаналізовано отриманий результат щодо можливості використання продуктів BIM для проведення моніторингу технічного стану будівель та споруд.

Ключові слова: BIM-технології, хмарне сховище, Autodesk Revit, огляд технічного стану будівель, обстеження.

ВСТУП

Щоб система моніторингу була дієвою та реально працювала необхідна налагоджена система та певна методика реалізації, відповідного забезпечення. Звичайно без проведення обстеження та візуального огляду нічого не вийде та не зможе працювати. Обстеженням та інструментальним дослідженням займаються працівники які мають досвід та відповідні навички.

Що можна зробити для спрощення деяких процесів під час обстеження та закінчення? Як можна зібрану інформацію пов'язувати в єдину базу даних? Можливо завдяки використанню BIM-технологій спроститься процес та зменшаться витрати на періодичне обстеження та технічну оцінку. Поступовий збір інформації в одному середовищі дозволяє проводити аналітику технічного стану.

У який спосіб можна використати BIM під поставлені завдання

BIM програми як інструмент, для проектування та виконання графічної моделі, не заточені під процеси експлуатації. Проте при правильному використанні, набір функцій які доступні у програмі, можливо використати для потреб пов'язаних із експлуатацією. Якщо виконати модель із наповненням рівня 2 (LOD 300) [1], для повноти інформаційних даних. Дана модель буде являтися ключовою частиною для подальшого формування структурованої таблиці. Так як створення специфікації (таблиці) у програмному комплексі, такого плану як Autodesk Revit та подібних, на даний час являється не зручним. Тому раціональним і доступним виходом являється конвертування даних із моделі у формат Excel-тблиць.

У таблиці Excel одержану із програмного комплексу інформацію можна у зручній для кожного формату редагувати та доповнювати, сортувати у потрібній формі. В результаті формується системна таблиця дефектів за допомогою якої і відбувається процес аналізу технічного стану конструктивних елементів будівель та споруд. В цілому вона несе інформаційну складову та відіграє важливу роль для усього процесу моніторингу.

Загалом BIM-модель продовжує використовуватися і далі. По перше це зручний спосіб виконати розрахунок конструктивних елементів або усєї будівлі в цілому. Так як результати розрахунку являються ключовими параметрами для визначення несучих спроможностей та визначення стійкості будівель загалом. До прикладу в Autodesk Revit закладена можливість виводу і воду в програмний комплекс ЛІРА САПР. Яка являється загально прийнятою розрахунковою програмою у країні. По друге усі специфікації які були сформовані в таблиці Excel можливо підв'язати до моделі, або додати як додатки. Створюється синхронізація із різних компонентів одного механізму для процесу моніторингу та контролю за станом кожного конструктивного елементу будівлі.

По третє завдяки хмарному сховищу одного із програмних комплексів BIM можна зберігати інформаційну модель доступну для користувачів. А завдяки спільному доступу може проходити співпраця між різними виконавцями та планувальниками. В такому випадку специфікація яка заповнюється одною особою або групою людей буде мати джерело з якого отримуються дані. Це є досить ефективно тому що одна особа може зафіксувати дефект, письмово або візуально, прикріпивши все до електронного листа, можливо до хмарного сховища. В іншу чергу інший працівник не виходячи з робочого місця відразу заносить дані в таблицю формуючи опис дефектів та способи їх усунення. У такий спосіб створюється система моніторингу при якій усі дані підв'язуються у базі.

ВИСНОВКИ:

Питання впровадження BIM у сферу обслуговування та використання під час експлуатації об'єктів інфраструктури є дійсно доцільним і може мати значний вплив на розвиток нових напрямлень. Підвищення ефективності BIM дозволить створити інтегровану цифрову модель об'єктів, яка забезпечує доступ до всієї інформації про них. Це дозволяє збільшити ефективність управління та обслуговування об'єктів, зменшити час і витрати на роботу та ресурси. А завдяки можливості регулярному моніторингу за конструкціями будівель, реагування на той або інший дефект стане швидшим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2021 р. (№ 152-р).
2. Барашиков А. Я., Малишев О. М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд/ Навч. пос.– К.: Основа, 2008.– 320 с
3. Андрухов В. М. Використання BIM-технологій та аналіз уніфікованої цифрової моделі (УЦМ) [Текст] / В. М. Андрухов, А. О. Колесник, В. В. Матвійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – м. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012.– №1. – С.104–108.

Басистий Віталій Олександрович, аспірант, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, E-mail: vital.bass1@gmail.com.

Андрухов Валерій Михайлович, к.т.н., к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vmandruchov@gmail.com;

Organization of the process of monitoring and information collection using BIM-technologies in one space

Abstract

The processed information on the use of BIM-technologies in the process of operation of buildings and structures, analyzed the obtained result regarding the possibility of using BIM products for monitoring the technical condition of buildings and structures.

Key words: *BIM technologies, cloud storage, Autodesk Revit, inspection of the technical condition of buildings, inspection.*

Bassist Vitaliy Oleksandrovych, graduate student, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, E-mail: vital.bass1@gmail.com.

Andruchov Valeriy Mykhailovych, PhD, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vmandruchov@gmail.com;

ПЕРЕХІД НА АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розвиток автоматизованих методів оптимізації конструктивних рішень є важливим напрямом сучасного будівництва. Використання алгоритмів машинного навчання (ML) спільно з BIM (Building Information Modeling) технологіями дозволяє значно підвищити ефективність проектування, мінімізувати використання матеріалів і оптимізувати розташування елементів конструкцій. У даній роботі досліджується застосування сучасних інструментів, таких як Grasshopper, Galapagos, Revit, Dynamo та Python, для розробки автоматизованих підходів до проектування конструкцій, зокрема оптимізації розташування колон, геометрії балок і ферм. Представлені результати демонструють можливість досягнення суттєвих покращень у процесах проектування за рахунок автоматизації, враховуючи багатофакторні параметри, такі як навантаження, обмеження простору та витрати матеріалів.

Ключові слова: BIM-технології, Автоматизація проектування, машинне навчання, оптимізація конструкцій, Revit, Dynamo, Grasshopper, Galapagos, Python

Abstract

The development of automated methods for optimizing structural solutions is a crucial direction in modern construction. The use of machine learning (ML) algorithms combined with Building Information Modeling (BIM) technologies significantly enhances design efficiency, minimizes material consumption, and optimizes the placement of structural elements. This paper explores the application of advanced tools such as Grasshopper, Galapagos, Revit, Dynamo, and Python to develop automated approaches for structural design, specifically the optimization of column placement, beam geometry, and trusses. The results demonstrate the potential for substantial improvements in design processes through automation, considering multifactorial parameters such as loads, spatial constraints, and material costs.

Keywords: BIM technologies, machine learning, structural optimization, Revit, Dynamo, Grasshopper, Galapagos, Python, BIM

Вступ

Сучасні будівельні проекти характеризуються зростаючою складністю, що вимагає впровадження новітніх технологій для оптимізації конструктивних рішень. Традиційні методи проектування, що ґрунтуються на ручних розрахунках або напівавтоматизованих підходах, більше не відповідають вимогам швидкості, точності та ефективності, особливо у великих масштабах. Використання машинного навчання у поєднанні з BIM-технологіями відкриває нові можливості для автоматизації процесів проектування та оптимізації [1].

Зокрема, оптимізація розташування колон, ферм та балок є однією з найважливіших задач, оскільки правильний підхід до їх розміщення може значно зменшити витрати матеріалів, підвищити стійкість конструкцій та забезпечити ефективно використання простору [2]. Інструменти, такі як Grasshopper, Galapagos, Revit, Dynamo та Python, дозволяють виконувати

комплексний аналіз параметричних моделей і реалізувати автоматизовані процеси проектування, враховуючи багатофакторні обмеження та цілі.

Метою статті є розгляд функціональних можливостей алгоритмів машинного навчання для їх використання у процесах проектування несучих конструкцій будівель.

Методологія дослідження

Методологія дослідження включає кілька взаємопов'язаних етапів, кожен з яких базується на сучасних технологіях та інструментах автоматизації проектування [3]. Основна увага приділяється інтеграції алгоритмів машинного навчання (ML) із програмами для інформаційного моделювання будівель (BIM), такими як Revit, Dynamo, Grasshopper, Galapagos, а також використанню Python для розробки та реалізації оптимізаційних алгоритмів. Для реалізації даного процесу необхідно детально розглянути кожен з етапів.

Етапи поділяються на:

- Аналіз вихідних даних та постановка задачі
- Створення моделі автоматизації процесу проектування
- Розробка алгоритмів машинного навчання
- Валідація та тестування моделей
- Оцінка економічного та екологічного впливу

Для моделювання та оптимізації використовується інформація про навантаження, геометрію будівель, просторові обмеження, характеристики матеріалів, а також економічні показники. Дані отримуються з BIM-моделей, створених у Revit, та експортуються у відповідні формати для подальшого аналізу [4]. Основними критеріями є мінімізація матеріальних витрат, оптимізація розташування елементів конструкцій (колон, ферм, балок), забезпечення просторових вимог і дотримання нормативних обмежень.

Використання Дупато для автоматизації проектування у Revit і Python для створення алгоритмів оптимізації. Дупато дозволяє реалізувати параметричне моделювання, тоді як Python забезпечує потужну платформу для виконання розрахунків. Grasshopper забезпечує гнучке параметричне моделювання, тоді як Galapagos, як еволюційний алгоритм, використовується для багатофакторної оптимізації [5]. Ці інструменти дозволяють знаходити оптимальні рішення шляхом генетичних алгоритмів та ітераційного аналізу.

Для прогнозування навантажень, класифікації типів конструкцій та оптимізації розташування колон використовуються методи регресії (наприклад, лінійна регресія або дерева рішень) та кластеризації (метод k-середніх). BIM-моделі використовуються як основа для створення навчальних даних. Алгоритми навчаються на варіантах проектів із різними геометричними та фізичними параметрами.

Тестові моделі перевіряються на основі реальних проектів. Створюються сценарії для моделювання різних варіантів розташування колон і геометрії ферм та балок. Порівняння результатів автоматизованого проектування з традиційними методами для оцінки точності, економічності та часу виконання.

Обчислюються матеріальні та трудові витрати на створення конструкцій із застосуванням автоматизованих методів порівняно з традиційними підходами. Оцінюється зменшення вуглецевого сліду через оптимізацію витрат матеріалів.

Розроблені алгоритми впроваджуються у реальні проекти, створені за допомогою Revit. Це дозволяє протестувати їх у робочих умовах і забезпечити інтеграцію у стандартні BIM-процеси.

Методологія дослідження базується на інтеграції сучасних технологій, забезпечуючи гнучкість і масштабованість автоматизації у проектуванні будівельних конструкцій.

Висновки

Автоматизовані методи оптимізації конструкцій з використанням алгоритмів машинного навчання демонструють високу практичну цінність у будівельній галузі. Поєднання ML та BIM дозволяє не лише знизити матеріальні витрати, але й оптимізувати складні процеси проектування, забезпечуючи економічну та екологічну ефективність будівельних проєктів. Подальші дослідження у цьому напрямі можуть сприяти масштабуванню таких методів та їх інтеграції у стандарти сучасного проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Etim, B.; Al-Ghosoun, A.; Renno, J.; Seaid, M.; Mohamed, M.S. Machine Learning-Based Modeling for Structural Engineering: A Comprehensive Survey and Applications Overview. *Buildings* 2024, 14(11), 3515. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14113515>.
2. Alotaibi, M.; Mohammed, M.S.; Reffat, R.M. A Systematic Mapping Study and a Review of the Optimization Methods of Structures in Architectural Design. *Buildings* 2024, 14(11), 3511. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14113511>.
3. Кишкан А., Кархут, І. (2024). ПОТЕНЦІАЛ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРИСКОРЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Матеріали конференцій МЦНД, (17.05.2024; Ужгород, Україна), 354–358.
4. О.О. Благовєстова, О.О. Печерцев. ХАРАКТЕРНІ РИСИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ АРХІТЕКТУРИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ МОДЕЛЮВАННЯ. Том 104 № 2 (2021): Науковий вісник будівництва. DOI: doi.org/10.29295/2311-7257-2021-104-2-14-20
5. Gerbo, E.J.; Saliklis, E.P. Optimizing a Trussed Frame Subjected to Wind Using Rhino, Grasshopper, Karamba and Galapagos. *Proceedings of IASS Annual Symposia, IASS 2014 Brasilia Symposium: Shells, Membranes and Spatial Structures: Footprints – Historical Spatial Structures*, 2019, pp. 1-7.

Андрухов Валерій Михайлович – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vmandruchov@gmail.com;

Потєха Андрій Сергійович – аспірант 1-го, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

V. M. Andrukhov
A. S Potiekha

TRANSITION TO AUTOMATED METHODS FOR STRUCTURAL OPTIMIZATION USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Vinnitsia National Technical University;

Abstract

The development of automated methods for optimizing structural solutions is a crucial direction in modern construction. The use of machine learning (ML) algorithms combined with Building Information Modeling (BIM) technologies significantly enhances design efficiency, minimizes material consumption, and optimizes the placement of structural elements. This paper explores the application of advanced tools such as Grasshopper, Galapagos, Revit, Dynamo, and Python to develop automated approaches for structural design, specifically the optimization of column placement, beam geometry, and trusses. The results demonstrate the

potential for substantial improvements in design processes through automation, considering multifactorial parameters such as loads, spatial constraints, and material costs.

Keywords: *BIM technologies, machine learning, structural optimization, Revit, Dynamo, Grasshopper, Galapagos, Python, BIM*

Andrukhov Valeriy Mykhailovych – *PhD, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vmandruchov@gmail.com;*

Andriy Serhiiovych Potiekha – *Phd student, Department of Civil and Environmental Engineering Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.*

Організація процесу моніторингу та накопичення інформації за допомогою BIM-технологій у наскрізній базі проекту

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Анотація. Опрацьована інформація щодо використання BIM-технологій у процесі експлуатації будівель та споруд, проаналізовано отриманий результат щодо можливості використання продуктів BIM для проведення моніторингу технічного стану будівель та споруд.

Ключові слова: BIM-технології, хмарне сховище, Autodesk Revit, огляд технічного стану будівель, обстеження.

ВСТУП

Щоб система моніторингу була дієвою та реально працювала необхідна налагоджена система та певна методика реалізації, відповідного забезпечення. Звичайно без проведення обстеження та візуального огляду нічого не вийде та не зможе працювати. Обстеженням та інструментальним дослідженням займаються працівники які мають досвід та відповідні навички.

Що можна зробити для спрощення деяких процесів під час обстеження та заключення? Як можна зібрану інформацію пов'язувати в єдину базу даних? Можливо завдяки використанню BIM-технологій спроститься процес та зменшаться витрати на періодичне обстеження та технічну оцінку. Поступовий збір інформації в одному середовищі дозволяє проводити аналітику технічного стану.

У який спосіб можна використати BIM під поставлені завдання

BIM програми як інструмент, для проектування та виконання графічної моделі, не заточені під процеси експлуатації. Проте при правильному використанні, набір функцій які доступні у програмі, можливо використати для потреб пов'язаних із експлуатацією. Якщо виконати модель із наповненням рівня 2 (LOD 300) [1], для повноти інформаційних даних. Дана модель буде являтися ключовою частиною для подальшого формування структурованої таблиці. Так як створення специфікації (таблиці) у програмному комплексі, такого плану як Autodesk Revit та подібних, на даний час являється не зручним. Тому раціональним і доступним виходом являється конвертування даних із моделі у формат Excel-тблиць.

У таблиці Excel одержану із програмного комплексу інформацію можна у зручній для кожного формату редагувати та доповнювати, сортувати у потрібній формі. В результаті формується системна таблиця дефектів за допомогою якої і відбувається процес аналізу технічного стану конструктивних елементів будівель та споруд. В цілому вона несе інформаційну складову та відіграє важливу роль для усього процесу моніторингу.

Загалом BIM-модель продовжує використовуватися і далі. По перше це зручний спосіб виконати розрахунок конструктивних елементів або усєї будівлі в цілому. Так як результати розрахунку являються ключовими параметрами для визначення несучих спроможностей та визначення стійкості будівель загалом. До прикладу в Autodesk Revit закладена можливість виводу і воду в програмний комплекс ЛІРА САПР. Яка являється загально прийнятою розрахунковою програмою у країні. По друге усі специфікації які були сформовані в таблиці Excel можливо підв'язати до моделі, або додати як додатки. Створюється синхронізація із різних компонентів одного механізму для процесу моніторингу та контролю за станом кожного конструктивного елементу будівлі.

По третє завдяки хмарному сховищу одного із програмних комплексів BIM можна зберігати інформаційну модель доступну для користувачів. А завдяки спільному доступу може проходити співпраця між різними виконавцями та планувальниками. В такому випадку специфікація яка заповнюється одною особою або групою людей буде мати джерело з якого отримуються дані. Це є досить ефективно тому що одна особа може зафіксувати дефект, письмово або візуально, прикріпивши все до електронного листа, можливо до хмарного сховища. В іншу чергу інший працівник не виходячи з робочого місця відразу заносить дані в таблицю формуючи опис дефектів та способи їх усунення. У такий спосіб створюється система моніторингу при якій усі дані підв'язуються у базі.

ВИСНОВКИ:

Питання впровадження BIM у сферу обслуговування та використання під час експлуатації об'єктів інфраструктури є дійсно доцільним і може мати значний вплив на розвиток нових напрямлень. Підвищення ефективності BIM дозволить створити інтегровану цифрову модель об'єктів, яка забезпечує доступ до всієї інформації про них. Це дозволяє збільшити ефективність управління та обслуговування об'єктів, зменшити час і витрати на роботу та ресурси. А завдяки можливості регулярному моніторингу за конструкціями будівель, реагування на той або інший дефект стане швидшим.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2021 р. (№ 152-р).
2. Барашиков А. Я., Малишев О. М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд/ Навч. пос.– К.: Основа, 2008.– 320 с
3. Андрухов В. М. Використання BIM-технологій та аналіз уніфікованої цифрової моделі (УЦМ) [Текст] / В. М. Андрухов, А. О. Колесник, В. В. Матвійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – м. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012.– №1. – С.104–108.

Басистий Віталій Олександрович, аспірант, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, E-mail: vital.bass1@gmail.com.

Андрухов Валерій Михайлович, к.т.н., к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vmandruchov@gmail.com;

Organization of the process of monitoring and information collection using BIM-technologies in one space

Abstract

The processed information on the use of BIM-technologies in the process of operation of buildings and structures, analyzed the obtained result regarding the possibility of using BIM products for monitoring the technical condition of buildings and structures.

Key words: *BIM technologies, cloud storage, Autodesk Revit, inspection of the technical condition of buildings, inspection.*

Bassist Vitaliy Oleksandrovych, graduate student, Vinnytsia National Technical University, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, E-mail: vital.bass1@gmail.com.

Andruchov Valeriy Mykhailovych, PhD, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vmandruchov@gmail.com;

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ФАСАДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто інноваційні архітектурні рішення, зокрема зелені дахи та фасади, як важливі елементи сучасного будівництва, що сприяють підвищенню екологічної стійкості та естетичної привабливості будівель. Розглянуто конструктивні особливості влаштування зелених дахів та фасадних систем озеленення.

Ключові слова: зелений фасад, зелена стіна, вертикальне озеленення, конструкція, міський мікроклімат, енергоефективність, конструкція.

Abstracts

Innovative architectural solutions, particularly green roofs and facades, are considered as important elements of modern construction that contribute to enhancing ecological sustainability and the aesthetic appeal of buildings. The design features of the arrangement of green roofs and facade landscaping systems are considered.

Key words: green facade, green wall, vertical gardening, construction, urban microclimate, energy efficiency, construction.

Вступ

Сьогодні вирішення архітектурного образу будівель має безліч варіацій, як з естетичних, так і з конструктивних міркувань. Аналізуючи архітектурну та будівельну діяльність за останні роки, спостерігаємо, що все більше уваги приділяється екологічності архітектурних рішень та будівництва [1].

Зелені дахи та зелені фасади – це інноваційні рішення, які допомагають зробити будівлі більш екологічними та привабливими. Вони не лише покращують естетику, а й мають практичні переваги для довкілля, енергоефективності будівель і навіть для здоров'я мешканців.

У традиційній архітектурі зелень переважно використовувалася для естетичного оздоблення. Її застосування обґрунтоване також екологічними та економічними перевагами, такими як зниження енергоспоживання, підвищення довговічності будівельних матеріалів і покращення міського мікроклімату [1].

«Зелені» покрівлі залишаються одним з найбільш перспективних напрямків будівництва в Україні, де починаючи з 1992 р. було облаштовано 150000 м² зелених покрівель [2]. Впровадження нових проєктів зелених дахів і озеленення фасадів є важливим кроком для сталого розвитку міських просторів [3].

Результати дослідження

Зелені насадження відіграють важливу роль у архітектурі будівель та містобудуванні. Основними способами їх інтеграції в конструкцію будівель є облаштування зелених фасадів і дахів.

Зелені дахи – це спеціально облаштовані покрівлі, на яких висаджують рослини. Вони складаються з шарів гідроізоляції, дренажу, ґрунту і рослинного покриття. Є два основні типи зелених дахів (рис. 1-2):

1) екстенсивні (легкі, мають тонкий шар ґрунту (5-10 см) і висаджені на них невибагливі рослини, такі як мохи та трави; вимагають мінімального догляду та меншого навантаження на конструкцію будівлі). Маса шару ґрунту, разом з висадженими рослинами, в середньому дорівнює 20 кг. на 1 м², тому немає необхідності в додатковому зміцненні основу [4];

2) інтенсивні (більш складні конструкції з товстим шаром ґрунту (15-50 см), де можна висаджувати кущі, квіти, навіть невеликі дерева; вони потребують регулярного догляду і міцнішої конструкції даху,

але можуть слугувати повноцінним садом або рекреаційною зоною) [5]. При інтенсивному озелененні конструкція будівлі повинна витримувати від 150 до 750 кг на м², що накладає серйозні обмеження на використання цього способу;

3) модульні системи зелених дахів складаються з попередньо встановлених модулів, які зазвичай виготовляються з переробленого пластику або геотекстилю, та містять ґрунт, мох або композит для вирощування рослин. Вони мають такі переваги, як скорочений час монтажу, легше обслуговування та гнучкість конструкції. Це дозволяє легко адаптувати модульні системи для модернізації існуючих будівель [6].

Зелені покрівлі також можна влаштовувати і на скатних покрівлях. Висота шару, що необхідна для скатних покрівель повинна бути не менше 15 см, вага системи не менше 150 кг. Для плоских покрівель з кутом нахилу до 24°, застосовують перфорований металевий профіль, необхідний для запобігання зсуву.



Рис. 1. Екстенсивні зелені покрівлі [7]



Рис. 2. Приклад інтенсивної покрівлі торгового центру «Каскад-Плаза» у м. Дніпро

Проектування та встановлення саду на даху вимагає ретельного планування та врахування структурної цілісності. Використання легкого ґрунту та системи крапельного зрошення гарантує, що дах витримає вагу саду, а також збереже воду.

Гідроізоляційний шар є ключовим елементом конструкції зелених дахів, він захищає дах від вологи та перешкоджає проростання коренів вглиб даху. Для того, щоб волога не накопичувалася в ґрунті, потрібно облаштувати якісну дренажну систему. Над дренажним шаром розміщуються георешітки, які запобігають зсуву ґрунту, забезпечуючи стабільність конструкції, після чого засипається ґрунт (рис. 3) [1].

Установка та обслуговування зелених дахів і живих стін вимагають ретельного планування та інновацій. Застосування автоматизованої системи поливу та спеціалізованих служб обслуговування

забезпечує здоров'я та довголіття зелених насаджень.

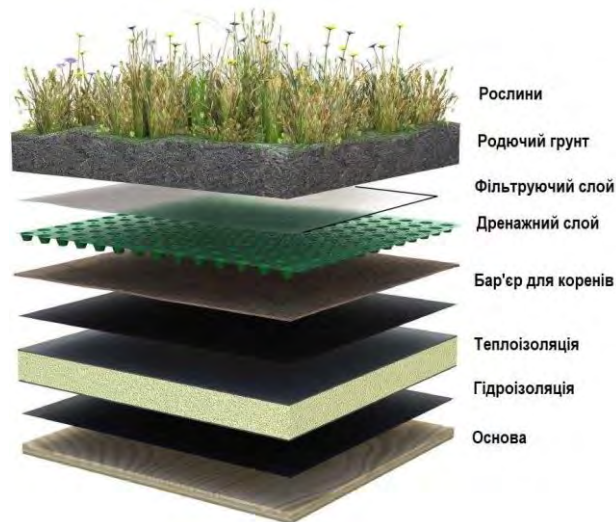


Рис. 3. Конструкція зеленого даху [7]

Зелені стіни – це частково або повністю вкриті рослинністю стіни будівель чи елементи огорожі. [8]. Зелені стіни та фасади очищають повітря від пилу та шкідливих речовин, насичувати його фітонцидами та вологою. Не менш важливою є здатність рослин поглинати велику кількість сонячної радіації та активно випаровувати вологу. Ці властивості зеленої стіни знижують загальну температуру будівлі, покращують терморегуляцію, заощаджують енергоресурси. Щільна зелена маса рослин приймає частину вуличних вібрацій від транспортних потоків, зменшуючи шумове навантаження на будівлю (рис. 4) [9].



Рис. 4. Озеленення фасаду на ТЦ Marks and Spencer в м. Ньюкасл, Англія [10]

На відміну від зелених дахів, для вертикальних систем озеленення не існує єдиної стандартизації, яка визначає їх конструкцію та варіанти. Основними компонентами зелених стін є: рослини, субстрат, опорні елементи та система трубок і насосів для подачі води та добрив. Вибір рослин залежить від кліматичних умов та орієнтації стіни щодо сторін світу [1].

Існує кілька типів конструкцій для озеленення фасадів, які використовуються в міжнародній практиці. Основою є каркас з металевих, дерев'яних чи пластикових сіток, що кріпляться до стіни, на

яких розростаються в'юнкі рослини. Каркаси можуть бути плоскими, складними з кабелів канатів і сіток або об'ємними, сформованими з жорстких рамних та ніздрюватих конструкцій. Розрізняють кілька типів систем: металеві сітки (переплетені алюмінієвими чи сталевими тросами, що кріпляться до фасаду), система з тросів і канатів (гнучкі вертикально натягнуті елементи) та жорсткі конструкції, такі як шпалери, які можуть бути як плоскими, так і об'ємними, здатні триматися без вертикальних опор. Особливістю живих стін є інтеграція рослин разом з субстратом безпосередньо в конструкцію стіни, що покривається волого-захисною мембраною для захисту від вологи [5].

Висновки

Зелені дахи і фасади – чудові приклади інтеграції природи у міське середовище, що підвищує стійкість і естетичну привабливість будівель, роблячи їх частиною екологічного простору. Вони сприяють терморегуляції будівель (влітку будівля охолоджується, а в інші пори року може бути стійкішою до обдування холодним повітрям), що в свою чергу зменшує острів тепла у місті, а також очищенню повітря та підтримує місцеве біорізноманіття. Сучасні конструкції зелених фасадів дозволяють створювати будь яке архітектурне вирішення, що дозволяє наповнити будівлі і образ міста живими, зеленими осередками.

Для зелених стін та фасадів є різні матеріали, системи комунікацій, кріплень, а також технологічні особливості. Спільним залишається ідея зберегти загальний принцип вертикальної спрямованості та наявності системи життєзабезпечення рослин [9].

Різноманітність типів зелених покрівель та фасадів дозволяє вибрати оптимальний варіант з урахуванням потреб конкретного проекту. Однак, включення зелених покрівель та фасадів до проектів будівництва на ранніх етапах та ретельне планування їхньої конструкції дозволяє забезпечити ефективне функціонування цих систем та позитивний вплив на оточуюче середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Криштофор І. Використання зелених фасадів та зелених дахів в структурі міста. *Transfer of innovative technologies: international scientific journal*. Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. 2020. Vol. 3 (1). P. 35-38. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/9709> (дата звернення: 10.11.2024).
2. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. URL: <https://zinc.com.ua/uk/blog/green-roof-ukraine-world> (дата звернення: 10.11.2024).
3. Архітектурні інновації для біорізноманіття міських середовищ існування. URL: <https://constructive-voices.com/uk> (дата звернення: 10.11.2024).
4. Озеленення даху. URL: <https://www.renesans-style.lviv.ua/ozelenennia-dakhu/> (дата звернення: 10.11.2024).
5. Авдєєва М. С., Головащенко В. Л. Використання зелених фасадів при проектуванні будівель на територіях негативного впливу аеропортів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2013. Вип. 32. С. 322-327. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2013_32_51 (дата звернення: 10.11.2024).
6. Exploring the Latest Trends in Green Roof Design and Implementation. URL: https://www.linkedin.com/pulse/exploring-latest-trends-green-roof-design-implementation?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card (дата звернення: 10.11.2024).
7. Інверсійні покрівлі. URL: <https://ukrdah.com.ua/service/inversijni-pokrivli> (дата звернення: 10.11.2024).
8. Вертикальні сади: формуємо зелені стіни та фасади у містах. URL: <https://rubryka.com/article/green-walls/> (дата звернення: 10.11.2024).
9. Зелені стіни та фасади. URL: <https://nbs.wwf.ua/solutions/zeleni-stiny-ta-fasady/> (дата звернення: 10.11.2024).
10. «Зелені» живі стіни – аспекти енергоефективності. URL: <https://aw-therm.com.ua/zeleni-stini-aspekti-energoefektivnosti/> (дата звернення: 10.11.2024).

Слюсар Ірина Олександрівна – студентка групи БМ-20б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sliusaririna@gmail.com

Коваль Аліна Іванівна – студентка, група 2Б-22б, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Sliusar Irina – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: sliusaririna@gmail.com

Koval Alina – student, group 2B-22b, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Alona – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті досліджуються сучасні методи ремонту цементобетонних дорожніх покриттів за допомогою інноваційних матеріалів, таких як фібробетон, ультрависокоміцний бетон (UHPC), і самоутрамбовувальний бетон (SCC). Аналізуються переваги використання новітніх технологій в контексті зменшення тривалості ремонтних робіт, підвищення якості покриття та збільшення його стійкості до механічних навантажень і агресивних середовищ. Описано ключові аспекти впровадження цих матеріалів у світовій практиці та перспективи для України.

Ключові слова: цементобетонні покриття, ремонт доріг, фібробетон, ультрависокоміцний бетон, самоутрамбовувальний бетон, інноваційні матеріали, довговічність.

Abstract

The article explores the use of innovative materials for the repair of cement concrete pavements, such as fiber-reinforced concrete, ultra-high-performance concrete (UHPC), and self-compacting concrete (SCC). A comparative analysis of their properties, cost-effectiveness, and impact on pavement durability is provided. The advantages of these technologies in reducing repair frequency and improving road resistance to heavy loads are identified.

Keywords : cement concrete pavements, road repair, innovative materials, fiber-reinforced concrete, ultra-high-performance concrete, self-compacting concrete, durability.

Вступ

Швидке зношування цементобетонних дорожніх покриттів на дорогах з високою інтенсивністю руху вимагає нових технологій, які б забезпечували тривалу експлуатацію відремонтованих ділянок із мінімальними витратами. Традиційні методи ремонту, такі як заливка нового бетону на місці або заміна плит, часто не відповідають сучасним вимогам до міцності і швидкості проведення робіт. Для вирішення цієї проблеми активно впроваджуються інноваційні матеріали та технології, які дозволяють скоротити терміни ремонтних робіт та підвищити довговічність відновлених покриттів.

Результати дослідження

Аналіз сучасних методів ремонту цементобетонних покриттів показує, що кожен з них має свої переваги та недоліки залежно від умов експлуатації, навантажень та необхідної тривалості ремонту. У дослідженні були розглянуті найбільш поширені технології, серед яких використання збірних бетонних панелей, самоутрамбовувальних бетонів (SCC), ультрависокоміцних бетонів (UHPC), фібробетонів та полімерцементних матеріалів. Було оцінено ефективність їхнього застосування на різних типах доріг, враховуючи економічну доцільність та екологічні переваги.

Використання збірних бетонних панелей

Збірний бетон є ефективним методом швидкого ремонту, який забезпечує мінімізацію часу на виконання робіт. Панелі виготовляються на заводах, що дозволяє контролювати їхню якість. Це знижує ризик помилок під час монтажу на місці, забезпечуючи довговічність покриття. Однак технологія

потребує ретельної підготовки основи, щоб уникнути порушень стабільності конструкції, що підвищує вимоги до точності робіт. Важливо, що збірний бетон також можна використовувати в умовах несприятливої погоди, що робить його універсальним для різних кліматичних зон [1].

Самоутрамбовувальний бетон (SCC)

Самоутрамбовувальний бетон (SCC) є інноваційним рішенням, яке значно скорочує час виконання ремонтних робіт, оскільки не потребує додаткового ущільнення. SCC легко розподіляється по формі та забезпечує рівномірне покриття. Висока водонепроникність та тріщиностійкість матеріалу дозволяють його застосовувати в умовах високої вологості, що робить його ефективним в регіонах із частими дощами. Однак вартість матеріалу SCC є вищою за традиційний бетон, що може збільшити загальні витрати на ремонт [2].

Ультрависокоміцний бетон (UHPC)

UHPC є одним із найбільш дорогих матеріалів для ремонту цементобетонних покриттів. Його унікальні властивості, включаючи високу міцність та стійкість до хімічних речовин, роблять його незамінним для критично важливих ділянок, таких як мости та аеропорти. Використання UHPC дозволяє значно знизити частоту ремонтів та продовжити термін служби покриття, що виправдовує початкові інвестиції у довгостроковій перспективі [3].

Фібробетони та полімерцементні матеріали

Фібробетони та полімерцементні матеріали характеризуються підвищеною стійкістю до тріщиноутворення завдяки додаванню армуючих волокон. Ці матеріали дозволяють створювати покриття, здатні витримувати великі механічні навантаження без втрати цілісності. Проте їхня вартість є значно вищою, що збільшує витрати на ремонтні роботи. Полімерцементні матеріали також мають високу адгезію до старих покриттів, що робить їх ідеальними для відновлення дорожніх ділянок з мінімальними затратами [2].

Ін'єкційні методи ремонту

Ін'єкційні методи, які використовуються для відновлення дрібних тріщин та порушень цілісності покриття, дозволяють зменшити витрати на матеріали та скоротити час на виконання робіт. Ці методи є ефективними для невеликих ділянок, однак не підходять для великих пошкоджень або ділянок з високим навантаженням, що обмежує їхнє застосування [1].

Перспективи застосування в Україні

Впровадження інноваційних матеріалів у дорожньому будівництві та ремонті в Україні дозволить значно підвищити ефективність експлуатації доріг, знизити витрати на обслуговування та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Для цього необхідно адаптувати світовий досвід до місцевих умов та розробити нормативно-правову базу для використання сучасних технологій в дорожньому будівництві.

Висновки

Інноваційні матеріали для ремонту цементобетонних покриттів, такі як фібробетон, ультрависокоміцний бетон та самоутрамбовувальний бетон, мають значний потенціал для підвищення довговічності та стійкості дорожніх покриттів. Використання цих матеріалів дозволить зменшити кількість ремонтів, скоротити витрати та підвищити ефективність дорожньої інфраструктури в умовах зростаючих транспортних навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Saima Yaqoob, Johan Silfwerbrand, Larissa Strömberg. "Evaluation of Rapid Repair of Concrete Pavements Using Precast Concrete Technology: A Sustainable and Cost-Effective Solution," 2021.
2. Shih Horng Yeo, Kim Hung Mo, Md. Akter Hosen, Hilmi Bin Mahmud. "Properties of Cementitious Repair Materials for Concrete Pavement," 2022.
3. Zhao Zhiqin, Ma Qingna, Xu Qian, Sun Feng. "A Review: Fast Repair Technology of Cement Concrete Pavement," 2019.

Чекотун Вікторія Юрївна – студентка групи АДВ-226, факультет будівництва, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: el.checkotun@gmail.com

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: popovih@vntu.edu.ua

Viktoriia Chekotun, student, Faculty of Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: el.checkotun@gmail.com

Mykola Popovych, Ph.D., Associate Professor, Department of Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovih@vntu.edu.ua

МЕХАНІЗАЦІЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація.

Розглядається механізація робіт в будівництві, зокрема в оздоблювальній сфері, її коротка історія та переваги.

Ключові слова: механізація, автоматизація, оздоблювальні роботи, продуктивність, будівельні процеси.

Abstract

The mechanization in construction is discussed, particularly in the finishing sector, along with its brief history and advantages.

Keywords: mechanization, automation, finishing works, productivity, construction processes.

Вступ

Механізація будівельних процесів відіграє ключову роль у розвитку сучасної будівельної індустрії. Вона дозволяє суттєво підвищити продуктивність праці, знизити витрати часу та ресурсів, а також покращити та систематизувати якість виконуваних робіт.

Результати дослідження

Механізація – це процес переходу від ручної праці до використання механічної. Процес механізації будівництва почався ще в кінці XIX століття з появою перших парових машин [1]. В подальшому, розвиток механізації був тісно пов'язаний з індустріалізацією та впровадженням електрифікації. Впровадження кранів, екскаваторів та інших будівельних машин значно підвищило ефективність будівельних робіт. У другій половині XX століття з'явилися перші автоматизовані системи управління будівельними процесами, що відкрило нові можливості для механізації.

Сучасні тенденції механізації будівельних процесів спрямовані на підвищення ефективності, точності та безпеки на будівельних майданчиках. Основні напрямки включають використання автоматизованих машин для різноманітних задач, роботизація обробки матеріалів та транспортування, впровадження безпілотних літальних апаратів для моніторингу і зйомки, а також систем керування будівельною технікою з елементами штучного інтелекту для оптимізації ресурсів і зниження витрат.

З матеріалів Знакові події в історії будівельної спецтехніки

https://tehnolider.in.ua/ua/blog/znakovye_sobytyja_v_istorii.html (дата звернення 25.10.2024)

«International Review of Mechanical Engineering» стало відомо, що ручні будівельні операції, зокрема укладання плитки, можуть бути механізовані та автоматизовані. Процес починається з аналізу кожного етапу ручної праці з метою його спрощення, що дозволяє замінити людські зусилля машинами. Це покращує продуктивність і зменшує кількість помилок. Наприклад, використання

спеціальних пристроїв (шаблонів) для точного укладання плитки та вирівнювання поверхні є важливим удосконаленням. Механізація суттєво знижує потребу у втручанні людей у процес виконання будівельних робіт. Авторами наголошується, що механізація процесу укладання плитки значно покращує точність і швидкість, а також знижує ризик помилок і дефектів. Механізація не тільки підвищує продуктивність, але й робить процеси більш передбачуваними. Зазначено, що впровадження автоматизованих технологій, таких як механізми для вирівнювання та укладання плитки, дозволяє досягти стабільної якості кінцевого продукту. Це допомагає уникнути варіативності результатів, які можуть виникати при ручній праці. Механізовані рішення в будівництві сприяють суттєвому скороченню часу на виконання різних операцій. Наприклад, автоматизовані машини для укладання можуть виконати роботу значно швидше за людину, при цьому забезпечуючи більшу точність і якість. Це особливо важливо для масштабних проектів, де швидкість виконання є критичною. Впровадження механізації знижує потребу в кваліфікованих робітниках, що в свою чергу може скоротити витрати на заробітну плату. Навіть якщо початкові витрати на обладнання можуть бути високими, довгострокова економія завдяки зменшенню використання ручної праці стає відчутною.

В іншому дослідженні [3] детально аналізуються переваги механізації у будівництві, включаючи прискорення процесів, зменшення втрат матеріалів, підвищення якості робіт та зниження витрат. Також розглянуто зменшення кількості переробок завдяки використанню автоматизації та робототехніки в будівництві. З дослідження стає зрозуміло, що впровадження механізації та автоматизації в будівництві суттєво підвищує ефективність виконання робіт. Завдяки автоматизації, час будівництва скорочується приблизно на 30%, а витрати можуть бути знижені на 25%. Крім того, механізація забезпечує вищу точність, що призводить до зменшення кількості помилок і переробок. Також впровадження цих технологій дозволяє значно скоротити кількість будівельних відходів, підвищуючи екологічність процесу.

Для ознайомлення розглянемо механізацію в оздоблювальній сфері. Механізація оздоблювальних робіт є одним із ключових напрямків розвитку будівельної галузі, що має на меті підвищення продуктивності та якості оздоблювальних процесів. Оздоблювальні роботи традиційно були однією з найбільш трудомістких і залежних від ручної праці стадій будівництва. Однак із впровадженням нових технологій і машин механізація оздоблювальної сфери стає все більш поширеною, що значно спрощує і прискорює ці процеси.

Сучасні технології впровадили різні пристрої в галузь механізації оздоблювальних робіт, розглянемо деякі з них.

Штукатурні та шпаклювальні машини (рис.1-2). Використання автоматизованих штукатурних станцій дозволяє рівномірно наносити розчини на великі площі стін і стель. Це не тільки скорочує час виконання робіт, але й забезпечує високу якість покриття. Автоматичні шпаклювальні машини також значно спрощують процес підготовки поверхонь під фарбування або наклеювання шпалер. Пристрій

може наносити штукатурки, шпаклівки, гіпсу, гідроізоляції, для малярки та інших матеріалів середньою і густою консистенцією.



Рис.1. Штукатурно-шпаклювальна станція

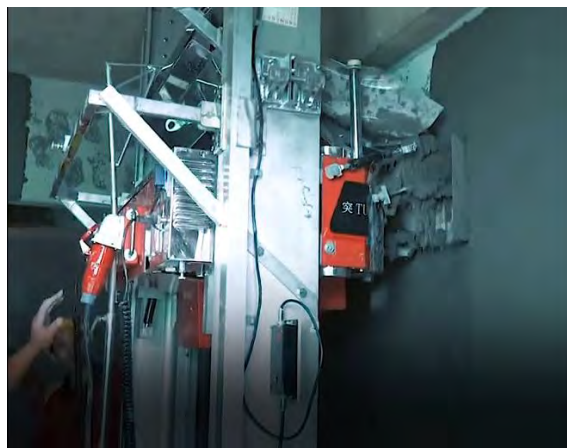


Рис.2. Робот штукатур

Фарбувальні машини та розпилювачі (рис.2-3): Сучасні фарбувальні установки та системи безповітряного розпилення дозволяють швидко і рівномірно наносити фарбу на великі поверхні. Це особливо ефективно на промислових об'єктах та при роботі з фасадами будівель.



Рис. 2. Фарбувальний апарат Profter 440 E



Рис. 3. Апарат для шпаклівки і фарби Profter EP 850 TX [4]

Переваги механізації оздоблювальних робіт:

1. Підвищення продуктивності. Механізація дозволяє виконувати великий обсяг робіт у короткі терміни, що знижує витрати часу на будівництво і скорочує загальні терміни здачі об'єкта.
2. Поліпшення якості робіт. Використання сучасних машин і автоматизованих систем дозволяє досягати високої точності і однорідності в нанесенні матеріалів, що підвищує якість готового об'єкта.

3. Зниження витрат праці. Механізація зменшує потребу в великій кількості ручної праці, що особливо важливо на великих будівельних проєктах, де необхідна висока продуктивність при мінімальних витратах.

4. Безпека праці. Використання механізованих систем знижує ризик травмування працівників, оскільки багато складних і небезпечних операцій виконуються автоматизованими машинами.

Механізація в оздоблювальній сфері відкриває нові можливості для підвищення ефективності та якості будівельних робіт. Використання сучасних машин і технологій дозволяє виконувати оздоблювальні роботи швидше, точніше і безпечніше, що значно підвищує загальний рівень будівельних послуг. У майбутньому можна очікувати подальшого розвитку механізації в цьому сегменті, що дозволить ще більше підвищити стандарти якості та знизити витрати на оздоблювальні роботи.

Висновок

Механізація будівельних процесів є незворотнім трендом, який суттєво впливає на розвиток будівельної галузі. Використання сучасних технологій і підходів відкриває нові можливості для підвищення ефективності та якості будівельних робіт. В подальшому розвиток механізації буде визначати конкурентоспроможність компаній на ринку і загальний рівень розвитку будівельної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Знакові події в історії будівельної спецтехніки

https://tehnolider.in.ua/ua/blog/znakovye_sobytiya_v_istorii.html (дата звернення 25.10.2024)

2. «International Review of Mechanical Engineering»

<https://www.praiseworthyprize.org/jsm/index.php?journal=ireme> (дата звернення 25.10.2024)

3. Khushbu Vishwakarma, Sushil Kumar Solanki «Mechanization and Automation in Construction»

https://ijaem.net/issue_dcp/Mechanization%20and%20Automation%20in%20Construction.pdf

4. Відгук клієнта на безповітряний апарат для шпаклівки і фарби Profter EP 850 TX. URL:

https://www.youtube.com/watch?v=eTXmjfxkXB8&ab_channel=PROFTER (дата звернення 25.10.2024)

Комарницький Андрій Іванович – студент групи 1Б-226, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : ivanko787878@gmail.com

Очеретний Володимир Петрович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Член-кореспондент Академії будівництва України. Email: ocheret@inbtegp.vstu.vinnica.ua

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email : popovychnick@gmail.com

Andrii Ivanovych Komarnytskyi – student of group 1B-22b, Faculty of Civil, Construction and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanko787878@gmail.com

Ocheretniy Volodymyr Petrovych — Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management, and Architecture, Vinnytsia National Technical University. Corresponding Member of the Academy of Construction of Ukraine. Email: ocheret@inbtegp.vstu.vinnica.ua

Mykola Mykolayovych Popovych – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management, and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovychnick@gmail.com

ПЕРЕВАГИ КОМПЛЕКСНОГО СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ У ПОРІВНЯННІ З КЛАСИЧНИМИ ВАРІАНТАМИ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконаний розрахунок просторової моделі стовпчастих фундаментів у програмному комплексі ЛІРА-САПР. Визначалась залежність зменшення кількості та довжини паль від розмірів ростверку та ґрунтових середовищ у порівнянні з класичними варіантами реалізації. Кількість або довжину паль можливо зменшити за рахунок кроку паль та розмірів ростверку без втрат несучої спроможності та виконання умов осідання споруд. Досягається збільшення несучої здатності палі за рахунок ростверку.

Виконаний порівняльний аналіз характеристик комплексних фундаментів з їх окремими елементами. При осіданні у 8 мм визначені переваги та недоліки покращених стовпчастих пальових фундаментів.

Ключові слова: стовпчастий пальовий фундамент, ростверк, забивна паля, перерозподіл навантажень, тиск подошви, несуча спроможність, осідання.

Abstract

The spatial model of columnar foundations was calculated in the LIRA-SAPR software package. The dependence of reducing the number and length of piles on the size of the grillage and soil media was determined in comparison with classical embodiments. The number or length of piles can be reduced due to the pile spacing and grillage dimensions without loss of bearing capacity and fulfillment of the settlement conditions of structures. An increase in the bearing capacity of the pile is achieved due to the grillage.

A comparative analysis of the characteristics of complex foundations with their individual elements was performed. At a settlement of 8 mm, the advantages and disadvantages of improved columnar pile foundations are determined.

Keywords: columnar pile foundation, grillage, driven pile, load redistribution, sole pressure, bearing capacity, settlement.

Вступ

У роботі стовпчастих пальових фундаментів з низьким ростверком при навантаженні працюють не лише палі, що вказано у чинних нормах [1]. У роботу також включається ростверк, що передає тиск своєю подошвою.

При кафедрі БМГА ВНТУ проводяться дослідження фундаментів та перерозподілу зусиль їх елементів [2 – 7]. Одним з них є дослідження зменшення кількості або довжини паль за рахунок роботи ростверку.

Програмний комплекс ЛІРА-САПР є найбільш поширеним на ринку для розрахунку різноманітних задач, де виконуватиметься просторовий розрахунок математичної моделі дослідження, що базується на методі скінченних елементів КЕ-51 та КЕ-57.

Доцільне розміщення паль та правильно підібраний розмір ростверку дає змогу підвищити ефективність та надійність стовпчастих пальових фундаментів та дати економічний ефект, тому ця тема дослідження є актуальною та набуває практичного значення.

Програма чисельного моделювання роботи

Модель експерименту виконується на двох видах ґрунту: піщаний та глинистий.

Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний, $\gamma = 18,6 \text{ кН/м}^3$, $e = 0,67$, $c = 2 \text{ кПа}$, $\varphi = 32^\circ$, $E = 28 \text{ МПа}$;

Характеристики глинистого ґрунту: суглинок, $\gamma = 18,5 \text{ кН/м}^3$, $c = 23 \text{ кПа}$, $\varphi = 21^\circ$, $\nu = 0,30$, $E = 14 \text{ МПа}$.

Варіанти розрахункових моделей стовпчастих пальових фундаментів з кроком паль 3d, 5d, 7d зазначені у табл. 1, товщина ростверків становить 700 мм.

Таблиця 1 – Варіанти просторових розрахункових моделей з кроком паль 3d, 5d, 7d

Варіант фунда-менту	Довжина та поперечний розмір паль	Крок і кількість паль	Розмір ростверку
1.1	L = 3 м , В×Н = 0,3×0,3м	3d, 4 шт	1,4×1,4 м
2.1		5d, 4 шт	1,8×1,8 м
3.1		7d, 4 шт	3,2×3,2 м
1.2	L = 10 м , В×Н = 0,3×0,3м	3d, 4 шт	1,4×1,4 м
2.2		5d, 4 шт	1,8×1,8 м
2.3		7d, 4 шт	3,2×3,2 м

Також, виконані одиночні елементи фундаментів у відповідності до поданих у табл. 1 для розрахунку осідань від зусиль прикладених на них для порівняння несучих спроможності паль та тиску під подошвою ростверку.

Результати чисельного моделювання

У результаті обчислень програмним комплексом ЛІРА-САПР, встановлено, що навантаження палі комплексного фундаменту з низьким ростверком переважає навантаження на одну палю, що дозволяє більш ефективно розподіляти навантаження.

1. При збільшенні кроку паль збільшується тиск під подошвою ростверку з 36,6% до 79,4%.
2. Навантаження на палю складають 80% від її несучої здатності.
3. Тиск під подошвою ростверку збільшується від виду ґрунту, оскільки розподілене навантаження залежить від несучої здатності палі.

Порівняльний аналіз одиночних елементів з комплексними фундаментами

У порівнянні з одиночними палями, палі комплексного фундаменту довжиною 10 м несуть навантаження від 25% до 60% більше. При осіданні у 8 мм збільшився тиск під подошвою ростверку в 2-8 рази, що збільшує коефіцієнт використання ростверку. Порівняння тисків під подошвою ростверків з окремим ростверком та навантаження палі комплексних фундаментів з одиночною палею зображені на рис.1-2.

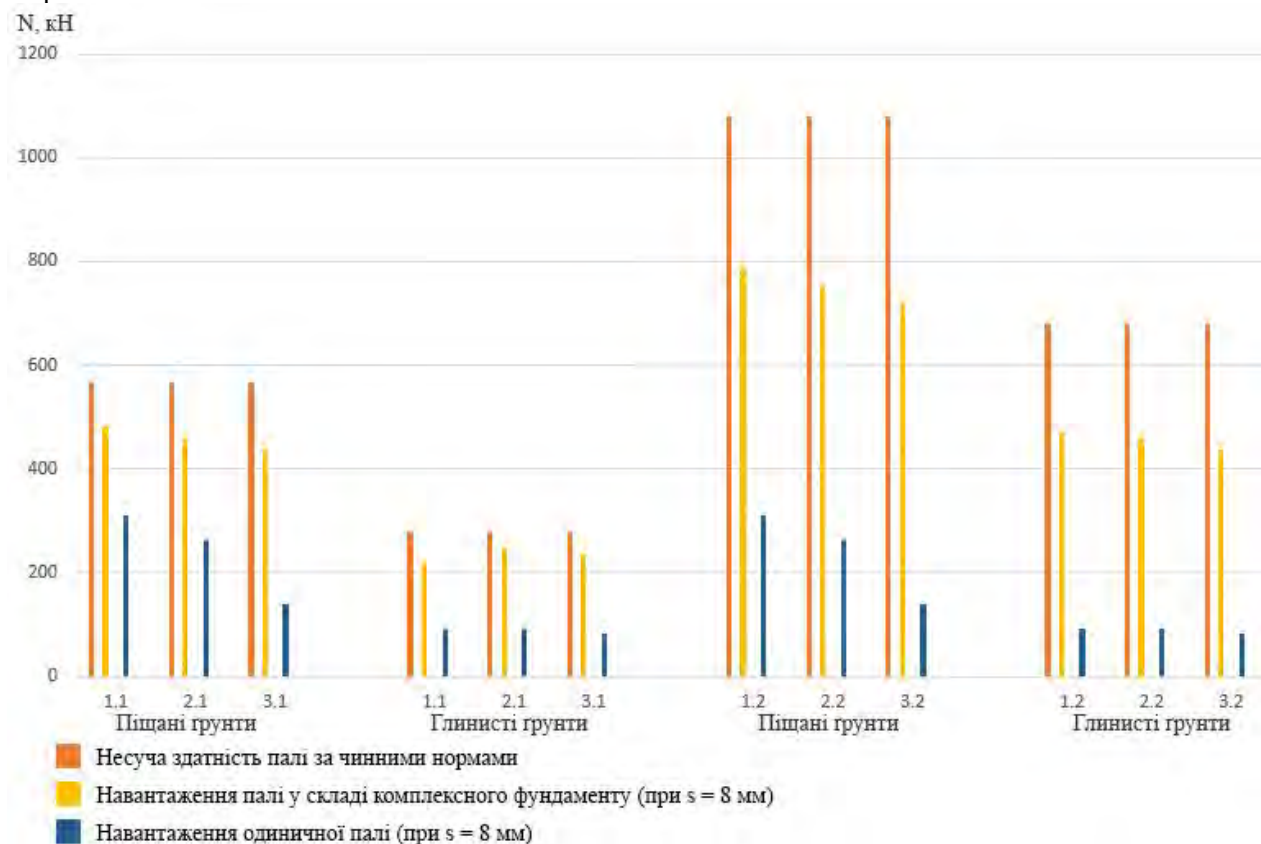


Рисунок 1 – Порівняння навантажень паль у складі комплексного фундаменту з одиночною палею

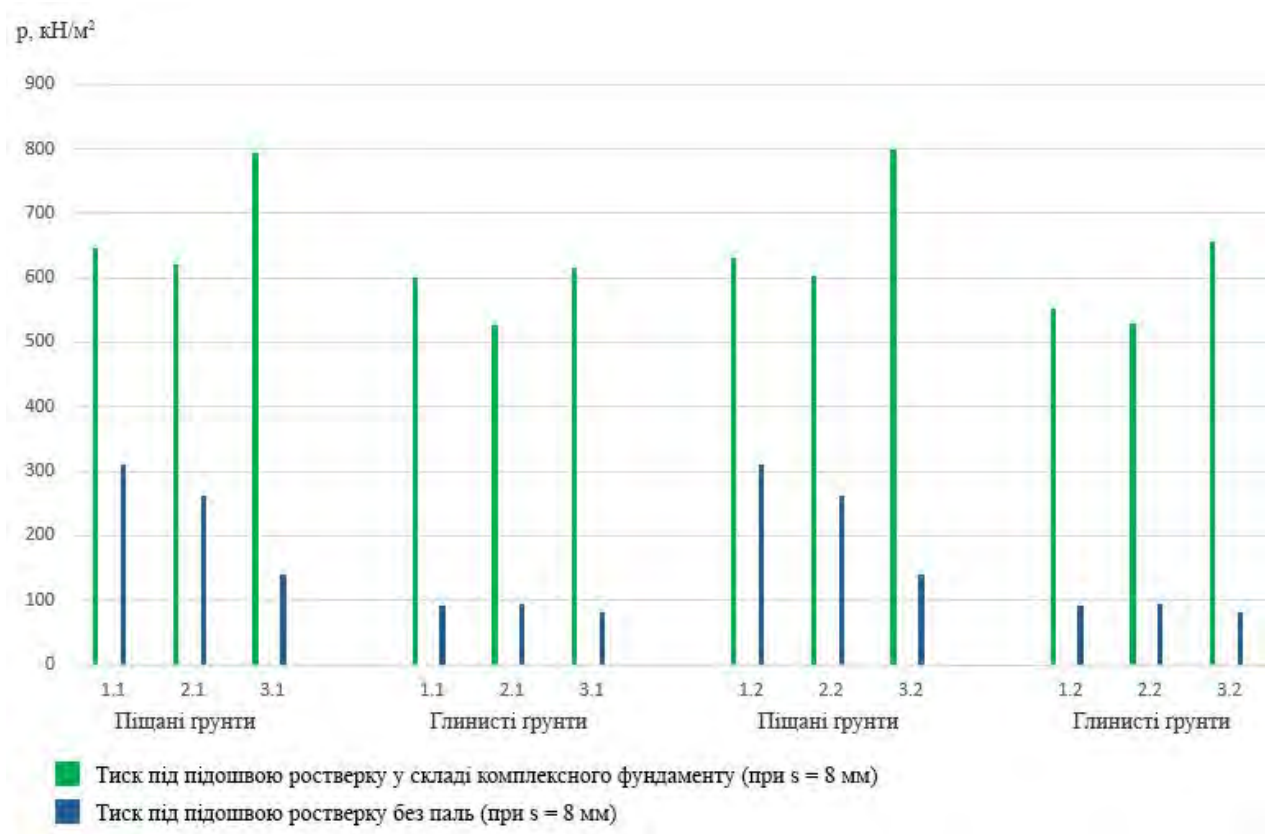


Рисунок 2 – Порівняння тиску під підшовою ростверків комплексних фундаментів з ростверком без паль

Висновки

З ростом кроку паль у роботу фундаменту зростає використання ростверку у перерозподілі зусиль, що призводить до більш ефективного використання ростверку за рахунок зменшення кількості паль.

Комплексний фундамент збільшує можливе навантаження при тих самих осіданнях, що й в одиничних палях майже у 1,5 рази.

Зменшенням кількості паль, їх довжини і збільшенням їх кроку можна досягти більш раціонального варіанту стовпчастого фундаменту, у порівнянні з класичними сучасними конструктивними рішеннями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).
2. 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.
3. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Кремінська Ю. О. Особливості роботи пальових кушів з коротких паль за даними числового моделювання. Основи та фундаменти: науково-технічний збірник. Київ, КНУБА, 2021. Вип.43. С. 30-39.
4. Маєвська І. В. Попович М.М., Кремінська Ю. О. Різниця в роботі коротких і довгих паль у складі стовпчастого пальового фундаменту за результатами фізичного моделювання. „Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві”, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. 2022. №2(33). С. 108-118.
5. Кримняк Я. М., Маєвська І. В. Реалізація несучої здатності забивних паль і ростверку у стовпчастому пальовому фундаменті. Збірник матеріалів науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві - 2020», м. Вінниця, ВНТУ, 2020 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10890>

6. Колібаба В.В., Маєвська І.В. Робота бурових палів і ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту // Тези Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)», Вінниця, ВНТУ, 2021 URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/11114>.

7. Маєвська І. В., Блащук Н. В. Робота палів і ростверку у складі стовпчастих паливих фундаментів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2023. 182 с.

Козуб Андрій Русланович — магістр, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kozub.vntu@gmail.com.

Шмундяк Олександр Юрійович - аспірант, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: shmund@ukr.net.

Маєвська Ірина Вікторівна — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com.

Kozub Andrii Ruslanovich - Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kozub.vntu@gmail.com.

Shmudyak Oleksandr YU — Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : shmund@ukr.net

Maievskaya Irina Victorivna – associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

ВПЛИВ РОЗМІРІВ ГРУНТОВОГО МАСИВУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СПОРУДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНТІНУАЛЬНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ОСНОВИ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджується взаємодія фундаментної плити з ґрунтовою основою за допомогою моделей суцільного лінійно-деформованого шару скінченної розподільчої здатності. Проведено чисельне моделювання впливу товщини шару ґрунту на деформації та розподіл напружень у фундаменті.

Ключові слова: фундаментна плита, ґрунтова основа, деформативність, моделювання, напружено-деформований стан

Abstract

The work investigates the interaction of the foundation slab with the soil base using models of a continuous linearly deformed layer of finite distributive capacity. Numerical modeling of the effect of soil layer thickness on deformations and stress distribution in the foundation was carried out.

Key words: foundation slab, soil base, deformability, modeling, stress-strain state

Вступ

Сучасне будівництво, особливо багатоповерхових та великогабаритних споруд, вимагає точного прогнозування взаємодії фундаменту з ґрунтовою основою для забезпечення надійності та довговічності конструкцій. Неправильне врахування напружено-деформованого стану ґрунту може призвести до надмірних осідань, тріщин або навіть руйнування споруд. В цьому контексті важливим є використання ефективних моделей для чисельного аналізу, які здатні враховувати специфічні властивості ґрунтового масиву.

Ця робота зосереджена на дослідженні впливу розмірів та стисливості ґрунтового шару на напружено-деформований стан фундаментних плит великої площі. Виконане чисельне моделювання дозволяє детально аналізувати зміни моментних сил та деформацій при різних співвідношеннях товщини розрахункового шару до фактичної товщини основи. Запропонована модель сприяє підвищенню точності розрахунків фундаментів та є корисною для оптимізації проектних рішень, знижуючи ризики конструкційних деформацій.

Результати дослідження

Чисельне моделювання, проведене за допомогою методу скінченних елементів у програмному комплексі LIRA SAPR, дозволило детально дослідити напружено-деформований стан фундаментної плити за умов різної товщини розрахункового шару ґрунтової основи.

Результати показали, що зі зменшенням відношення розрахункової товщини шару до фактичної товщини максимальні моментні сили вздовж ортогональної осі плити знижуються до 50%. Це пов'язано з тим, що стисливість моделі основи зменшує силу реакції під плитою, що дозволяє оптимізувати розподіл навантажень.

Також було виявлено, що при зміні параметрів стисливості ґрунту максимальні моментні сили можуть зміщуватись поза центром ваги плити, що є важливим фактором для прогнозування деформаційних змін у великих плитних фундаментах. Дослідження підтвердило доцільність використання розробленої моделі для великих плитних фундаментів, адже вона враховує нелінійні

властивості ґрунтового шару, що покращує точність розрахунків і дозволяє ефективніше планувати інженерні заходи для запобігання деформаціям. [1].

Потужність стисливої товщі визначається залежно від умов ґрунтової основи і характеру взаємодії фундаменту із ґрунтом. У нормативних документах, таких як, [2].наведені критерії для визначення стисливої товщі. Ось ключові моменти:

Зміна напружень в ґрунті σ_z на цій глибині становить не більше ніж 20% від напружень, викликаних вагою споруди на поверхні (за методикою Буссінеска).

Зміна напружень суттєво не впливає на осідання.

Формула для визначення глибини стисливої товщі:

Для природної основи

$$H_s = 2B \tag{1}$$

де: H_s -глибина стисливої товщі, м:

B -найменший розмір фундаменту в плані, м:

Для глин

$$H_s = 3B \tag{2}$$

Для пісків

$$H_s = 2B \tag{3}$$

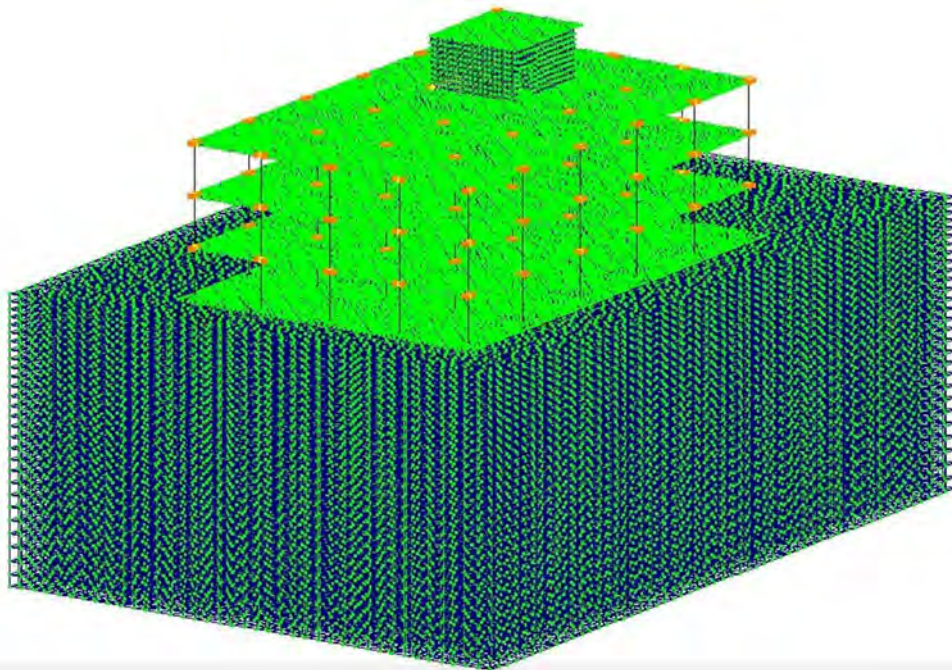


Рис. 1. Розрахункова схема будівлі

Як можна побачити з результатів таблиці 1, що з збільшенням товщини ґрунтової основи, максимальні моментні зусилля зменшаться. На рисунку 2 зображено мозаїку напружень M_{max} , x_u

Таблиця 1- Зміна максимальних зусиль зі збільшенням товщини ґрунтової основи

Товщина ґрунтової основи, м	Максимальні моментні зусилля, M_{max} , x, кН*м	Максимальні моментні зусилля, M_{max} , y, кН*м
15	2627	2794
17	2110	1850
20	1915	1419

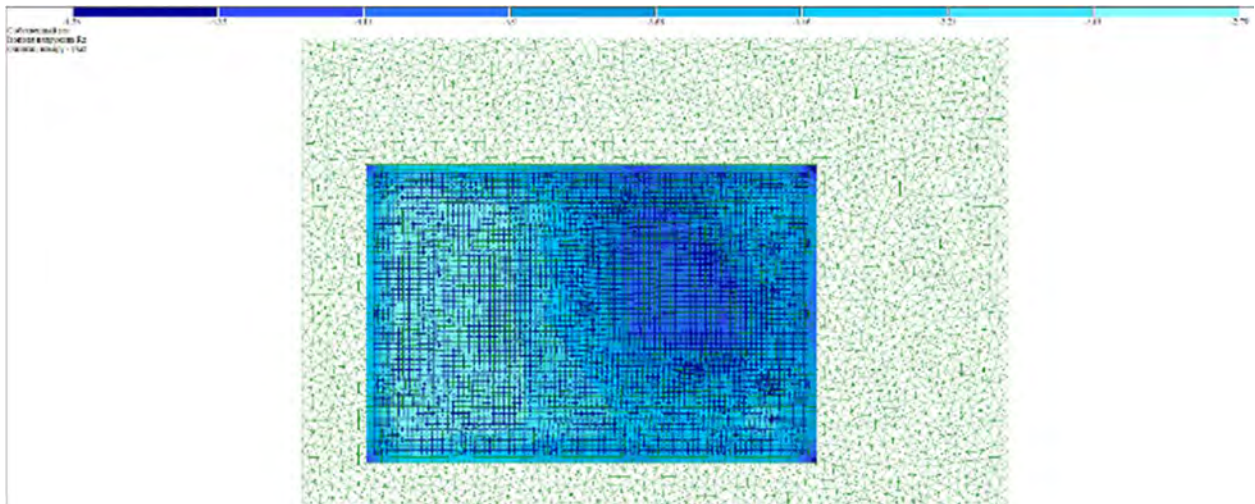


Рис. 2. Мозаїка напружень M_{max} , x_{uy}

Висновки

Вплив розмірів ґрунтового масиву: Збільшення розмірів ґрунтового масиву позитивно впливає на точність прогнозування напружено-деформованого стану (НДС) споруди, забезпечуючи більш рівномірний розподіл навантаження.

Ефективність континуальної розрахункової схеми: Використання континуальної розрахункової схеми основи дозволяє більш точно врахувати взаємодію ґрунту і фундаменту, що знижує ймовірність помилок у проектуванні фундаментів.

Оптимізація проектування: Результати дослідження допомагають оптимізувати проектування фундаментів і споруд загалом, зменшуючи витрати на будівництво без втрати надійності.

Чисельні експерименти: Використання сучасних програмних комплексів, таких як SOFiSTiK, Plaxis або Ліра, довело ефективність чисельного моделювання у визначенні НДС системи "ґрунт-фундамент-будівля".

Практичне застосування: Отримані результати можуть бути використані в практичному проектуванні для підвищення надійності фундаментів у різних геотехнічних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: / М. Л. Зоценко та ін. Полтава, 2003. 446 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи і фундаменти будівель та споруд. Чинний від 2009-07-01. Вид. офіц. 105 с.

Гладкий Станіслав Олександрович - студент групи 1Б-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, hladkiys@gmail.com

Маєвська Ірина Вікторівна – канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, irina.mayevskaja@gmail.com

Hladkyi Stanislav Oleksandrovich - student of group 1B-23m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, hladkiys@gmail.com

Mayevska Iryna Viktorivna - — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsi, irina.mayevskaja@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОНИ ВІНОСУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконаний аналіз оптимізації золи виносу у бетонних сумішах. Варіювалася рецептура бетонної суміші. При додаванні золи до бетону, збільшувалися витрати води але зменшувалися витрати хімічних домішок, цементу і піску.

Додавання золи у бетонну суміш зменшують ціноутворення. Також покращується пластичність і текучість суміші, що дозволяє зменшити час на укладання бетону. Бетон з додаванням золи краще переносить транспортну спеку.

Випробовування на міцність показали не значні позитивні зміни із додаванням золи.

Ключові слова: Зола виносу, бетонна суміш, ціноутворення, міцність, випробовування.

Abstract

An analysis of fly ash optimisation in concrete mixtures was carried out. The recipe of the concrete mix was varied. Adding fly ash to concrete increased water consumption but reduced the consumption of chemical admixtures, cement and sand.

The addition of fly ash to the concrete mix reduces the price of the product. It also improves the plasticity and fluidity of the mixture, which reduces the time required to place concrete. Concrete with fly ash is better able to withstand transport in the summer heat.

Strength tests showed no significant positive changes with the addition of fly ash.

Keywords: Fly ash, concrete mix, pricing, strength, testing.

Вступ

Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі зосереджені на створенні екологічно безпечних, економічно вигідних та довговічних матеріалів. Однією з перспективних сфер досліджень є використання промислових відходів, зокрема золи виносу, у виробництві будівельних матеріалів. Зола виносу, що є побічним продуктом теплових електростанцій, накопичується у великих обсягах, створюючи екологічні проблеми. Її ефективне застосування у складі бетонних сумішей дозволяє не лише зменшити негативний вплив на довкілля, а й покращити властивості бетонів.

Дослідження, спрямовані на оптимізацію вмісту золи виносу в бетонних сумішах, є актуальними, оскільки вони дозволяють знайти баланс між поліпшенням експлуатаційних характеристик матеріалів, таких як міцність, довговічність та морозостійкість, і зниженням собівартості виробництва.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо оптимального використання золи виносу у бетонних сумішах шляхом аналізу її впливу на фізико-механічні властивості бетону та створення ефективних композицій на основі результатів експериментальних досліджень. Запропоновані підходи сприятимуть раціональному використанню ресурсів та впровадженню принципів сталого розвитку в будівельній галузі.

Це дослідження дозволяє не лише вирішувати екологічні проблеми, а й створювати нові технології для покращення якості бетонних матеріалів, що є важливим для сучасної інфраструктури. Сучасна індустрія будівництва стикається зі зростаючими вимогами до якості матеріалів та екологічної сталості практики. У цьому контексті важливо знайти ефективні способи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, знижуючи викиди та використання природних ресурсів. Важливим кроком у цьому напрямку є використання вторинних сировин, які можуть замінити традиційні компоненти будівельних матеріалів.

Зола виносу, що утворюється в результаті спалювання вугілля на теплоелектростанціях, є потужним побічним продуктом, який часто становить проблему для утилізації через великі обсяги. У той же

час, завдяки своїм хімічним і фізичним властивостям, зола виносу може слугувати добавкою до бетонних сумішей, покращуючи їхні характеристики та показуючи значний потенціал для економії природних ресурсів.

1. Аналіз стану проблеми та обґрунтування актуальності

Сучасна будівельна галузь зіштовхується з викликами екологічної безпеки та економічної доцільності використання ресурсів. Одним із важливих напрямів вирішення цих завдань є застосування вторинних матеріалів, таких як зола виносу, у будівельних матеріалах. Зола виносу є побічним продуктом роботи теплових електростанцій, що використовують вугілля, і є значним джерелом екологічних проблем через необхідність її утилізації.

Водночас, зола виносу має значний потенціал для використання у бетонних сумішах завдяки своїм пуцолановим властивостям. Її інтеграція у склади бетону дозволяє зменшити обсяги використання портландцементу, знизити енергозатрати на його виробництво, а також покращити певні характеристики бетону, такі як міцність, довговічність та морозостійкість.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю розробки технологій, які б забезпечували екологічну безпеку, економічну ефективність та високі технічні характеристики бетонів. Використання золи виносу дає змогу вирішити низку завдань, що стосуються сталого розвитку будівельної галузі.

2. Розробка методології експериментів

Дослідження базувалося на багаторівневому підході, який включав:

1. Аналіз властивостей золи виносу:

- Визначення гранулометричного складу;
- Вивчення активності пуцоланових компонентів;
- Аналіз хімічного складу та домішок.

2. Підготовка бетонних сумішей:

- Виготовлення зразків із вмістом золи виносу у межах 10%, 20%, 30%, 40% та 50% від маси цементу.

3. Експериментальні дослідження:

- Міцність на стиск (на 7-й, 28-й та 90-й день твердіння);
- Водопоглинання;
- Морозостійкість;
- Щільність і пористість.

4. Моделювання та оптимізація складу:

- Використання математичних моделей для визначення оптимального вмісту золи виносу, що забезпечує найкращі властивості матеріалу.

3. Основні результати дослідження

Експериментальні дані виявили такі основні закономірності:

- Міцність на стиск:

За вмісту золи виносу у межах 20-30% міцність бетону зростає. Це пов'язано з утворенням щільнішої мікроструктури внаслідок взаємодії пуцоланових компонентів золи із продуктами гідратації цементу. При перевищенні 40% міцність починає знижуватись через дефіцит активних компонентів, що забезпечують гідратацію.

-

Морозостійкість:

Оптимальний вміст золи виносу (20-30%) покращує морозостійкість завдяки зменшенню проникності бетону для води. При підвищенні вмісту золи понад 40% морозостійкість знижується через збільшення пористості.

- Водопоглинання:

Додавання золи до 30% знижує водопоглинання бетону завдяки щільнішій мікроструктурі. За вмісту золи понад 40% водопоглинання зростає через порушення структури матеріалу.

- Економічний ефект:

Використання золи виносу зменшує собівартість бетонної суміші до 12% завдяки зменшенню використання дорогого цементу.

- Екологічний вплив:

Зменшення викидів CO₂ при виробництві цементу на 15% і скорочення обсягів захоронення промислових відходів значно покращують екологічну ситуацію.

4. Аналіз залежностей змін

1. Міцність на стиск: Зростає до певного рівня (20-30% золи) і починає знижуватися при перевищенні цього порогу.
2. Морозостійкість: Покращується до оптимального вмісту (20-30%) і погіршується при перевищенні 40% золи.
3. Водопоглинання: Зменшується за оптимального вмісту золи, але зростає, якщо кількість золи перевищує 30-40%.
4. Економічний ефект: Максимізується у межах 20-30% через зменшення витрат на цемент.
5. Екологічний вплив: Прямо пропорційний вмісту золи, але враховує межі, за якими починається зниження якості бетону.

Висновки

Отримані результати дозволяють стверджувати, що оптимальне використання золи виносу у бетонних сумішах є доцільним з технічної, економічної та екологічної точки зору. Застосування золи у межах 20-30% забезпечує високу міцність, морозостійкість, низьке водопоглинання і значні економічні вигоди.

Розроблені рекомендації можуть бути впроваджені у промислових масштабах для виготовлення бетону, що використовується у житловому, комерційному та інфраструктурному будівництві. Це сприятиме сталому розвитку будівельної галузі, розв'язанню екологічних проблем та створенню якісних і довговічних будівельних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буйновський А. В., Швець Н. М. Використання золи-виносу в цементобетонних сумішах: перспективи та проблеми // Вісник Вінницького національного технічного університету. – 2022. – №4. – С. 45-51.
2. Ковальчук О. І., Савчук М. В. Дослідження довговічності бетонів з використанням золи виносу // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні технології в будівництві". – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 132-138.
3. Руденко С. Г., Литвиненко Ю. П. Екологічні аспекти застосування вторинних матеріалів у будівництві // Екологічна безпека та сталий розвиток: збірник наукових праць ВНТУ. – 2020. – №2. – С. 78-85.
4. Марченко Л. П., Остапенко І. В. Модифікація бетонів добавками на основі золи виносу // Технології будівельних матеріалів і конструкцій. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 67-74.
5. Черняк А. Г., Білоус В. А. Енергозберігаючі технології в бетонних сумішах із використанням промислових відходів // Збірник наукових праць Вінницького національного технічного університету. – 2023. – №1. – С. 102-110.

6. **ДБН В.2.7-64:2012.** Будівельні матеріали. Бетони. Загальні технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012.

7. **ДБН В.2.6-98:2020.** Конструкції будівель і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2020.

8. **ДБН В.1.4-2.01:2009.** Захист довкілля у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.

Голощук Андрій Вікторович — магістр, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: humurban93@gmail.com.

Маєвська Ірина Вікторівна — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com.

Holoshchuk Andrii Viktorovych - Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: humurban93@gmail.com.

Maievskaia Irina Victorivna – associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ЗАКРІПЛЕННІ ГЕЛЕВИМ КОМПОЗИТОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Теза присвячена визначенню параметрів обґрунтованих основ, закріплених гелевими композитами, які застосовуються для підвищення несучої здатності та стабільності основних будівель і споруд. Розглянуто фізико-механічні властивості гелевих композитів, їх вплив на ґрунтовні основи, методи дослідження параметрів закріплення та практичне застосування технологій у будівництві.

Ключові слова: ґрунтова основа, гелевий композит, закріплення ґрунту, несуча здатність, стабільність основ, будівельна геотехніка, механіка ґрунтів, будівельні матеріали, модифікація ґрунту, інженерні рішення, гелеві технології, параметри закріплення.

Abstract

The thesis is devoted to determining the parameters of grounded foundations fixed with gel composites, which are used to increase the bearing capacity and stability of basic buildings and structures. The physicomechanical properties of gel composites, their effect on grounded foundations, methods for studying the fixing parameters, and practical application of technologies in construction are considered.

Keywords: soil base, gel composite, soil consolidation, bearing capacity, foundation stability, construction geotechnics, soil mechanics, building materials, soil modification, engineering solutions, gel technologies, consolidation parameters.

Вступ

Із розвитком будівництва в складних геологічних умовах виникає потреба у зміцненні слабких обґрунтованих основ для забезпечення їх надійності та довговічності. Одним із сучасних способів закріплення підстав є використання гелевих композитів, які підвищують високу ефективність і доступність. Ця технологія дозволяє змінювати фізико-механічні властивості ґрунту, зокрема підвищувати його щільність, міцність і водостійкість. Водночас у продажу є точне визначення параметрів обґрунтованої основи, що зазначила закріплення, для оцінки ефективності застосованої технології та подальшого проектування конструкцій [1].

У тезі розкрито основні принципи використання гелевих композитів, методи їхнього впливу на обґрунтування та способи оцінки результатів закріплення

Основна частина

Закріплення ґрунтових основ гелевими композиціями є складним процесом, що включає декілька етапів: вибір складу композиції, його введення в ґрунт та контроль параметрів після закріплення. Основна мета технології – підвищення несучої здатності обґрунтованості та зменшення його деформативності під дією навантаження.

Фізико-механічні властивості гелевих композитів

Гелеві композити – це багатокомпонентні системи, що складаються з полімерної матриці, водної фази та домішок для модифікації властивостей. Вони характеризуються високою проникністю у обґрунтовані пори, що дозволяють рівномірно розподіляти матеріал у структурі основи. Після затвердіння гель створює ситчасту структуру, яка має значну міцність і стабільність.

До переваг гелевих композитів належать:

- можливість використання в різних типах обґрунтувань, виключно із супісками, суглинками та навіть піщаними обґрунтуваннями [2];
- висока водостійкість, що зберігається навіть в агресивних середовищах;
- екологічна безпечність та наявність токсичних компонентів.
- Методика закріплення та її вплив на підставу

Процес закріплення починається з дослідження обґрунтованої основи, виключно з визначенням гранулометричного складу, щільності, пористості та вологості. На цих основах параметрів обирається склад гелевого композиту, оптимальний для конкретних умов.

Введення композиції можна здійснювати ін'єкційним методом або шляхом змішування ґрунту із гелевим матеріалом. Перший метод дозволяє закріпити основи на великій глибині без значного порушення верхніх шарів. Другий метод є більш ефективним для неглибоких основ, наприклад, при будівництві дорожніх покриттів чи пішохідних зон.

Закріплений гелевим композитом обґрунтовує покращення наступних характеристик:

- коефіцієнта просідання шляхом утворення стабільної зменшувальної матриці на ґрунтовній основі;
- підвищення міцності на стиск і зсув;
- зниження водопроникності, що є масивом у вологих або заболочених районах.

Методи оцінки параметрів закріпленої основи

Оцінка ефективності закріплення за допомогою комплексних лабораторних та польових досліджень. Серед основних методів виділено:

Статичні випробування на стиск і зсув, що заважають застосуванню максимальних навантажень, які можуть отримати обґрунтовану основу.

Динамічні випробування, що включають вібраційне випробування та визначення модулів деформації обґрунтування [1,3].

Геофізичні методи, такі як ультразвукове дослідження чи електричний опір, що дають можливість отримати дані про рівномірність розподілу гелю у структурі обґрунтування.

Моніторинг просідання та зміщення конструкцій протягом тривалого часу для визначення основи довготривалої стабільності.

Практичне застосування

Використання гелевих композитів є актуальним у багатьох галузях будівництва. Наприклад, ця технологія використовує для стабілізації основи під фундаменти будівель, ремонту дорожніх покриттів, запобігання зсуву в складних геологічних умовах. Крім того, гелеві композити успішно використані для герметизації шахт і тунелів, що експлуатуються у вологих середовищах.

Закордонний досвід виробництва про високу ефективність технологій. Наприклад, в Японії гелеві композиції застосовуються для зміцнення основ у сейсмічно активних регіонах, тоді як у країнах Європи вони використовуються для стабілізації обґрунтувань під історичними пам'ятками.

Висновки

Закріплення ґрунтових основ гелевими композитами є сучасним і високоефективним рішенням, яке забезпечує підвищення несучої здатності, стабільності та довговічності основ будівель і споруд. Правильне визначення параметрів обґрунтовано та використання оптимального складу гелю дозволяє досягти максимальної ефективності технології. Подальші дослідження у цьому напрямку сприяють розширенню можливостей її застосування в різних умовах та забезпеченню сталого розвитку будівельної галузі України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маєвська І. В., Гончарук М. С. Ефект від використання золи виносення для улаштування ґрунтоцементних паль. МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ-2019: тези науково-практичної інтернет конференції, м. Вінниця 2020 р.
2. Гріщенко Р. П., Маєвська І. В. Аналіз міцності ґрунтоцементу при частковій заміні ґрунту на золу виносення. / Енергоефективність в галузях економіки України. Міжнародна н/т конф. ВНТУ, Вінниця, 2019. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view-File/8263/6946>.
3. Петруняк М.В. Вплив на характеристики ґрунтоцементу літологічних особливостей ґрунту / М.В. Петруняк, М.Л. Зоценко // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. Вип. 71. – Кн. 2. – К.: НДІБК, 2008. – С. 27 – 35.

Шевчук Олександр Олексійович – студент 2-го курсу магістратури, група 1Б-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vtya.adju13@gmail.com

Блащук Наталія Вікторівна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Shevchuk Oleksandr Oleksiyovych – 2nd year master's student, group 1B-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vtya.adju13@gmail.com

Blashchuk Natalia Viktorivna – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З МОНОЛІТНИМ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто оптимізацію конструктивного рішення фундаментної плити для багатоповерхової будівлі з монолітним залізобетонним каркасом. Описано основні підходи до розрахунку і проектування фундаментів, зокрема важливість врахування взаємодії системи «будівля–фундамент–основа» для рівномірного розподілу навантаження і зменшення матеріаломісткості конструкції. Дослідження акцентує увагу на методах зниження витрат на бетон і арматуру, що сприяє економічності та довговічності споруд, а також на екологічних аспектах будівництва. Використання методу скінченних елементів дозволяє імітувати роботу фундаментної плити під різними навантаженнями, виявляти критичні зони напружень і оптимізувати армування.

Ключові слова: оптимізація, фундаментна плита, багатоповерхова будівля, монолітний залізобетонний каркас, розподіл навантажень, метод скінченних елементів, економічна ефективність, екологічність.

Abstract

This paper considers the optimization of the structural solution of a foundation slab for a multi-storey building with a monolithic reinforced concrete frame. The main approaches to the calculation and design of foundations are described, including the importance of taking into account the interaction of the building-foundation-base system for uniform load distribution and reduction of the material consumption of the structure. The study focuses on methods to reduce the cost of concrete and reinforcement, which contributes to the efficiency and durability of structures, as well as to the environmental aspects of construction. The use of the finite element method makes it possible to simulate the operation of a foundation slab under various loads, identify critical stress zones and optimize reinforcement.

Keywords: optimization, foundation slab, multi-storey building, monolithic reinforced concrete frame, load distribution, finite element method, economic efficiency, environmental friendliness.

Вступ

У сучасному міському будівництві спостерігається тенденція до зростання кількості багатоповерхових будівель, що створює значні вимоги до надійності їх конструкцій. Фундамент є одним із найважливіших елементів споруди, оскільки забезпечує передачу навантаження від будівлі на ґрунт. Для багатоповерхових будівель з монолітним залізобетонним каркасом фундаментна плита виступає ключовим елементом, який повинен поєднувати в собі високу несучу здатність, економічність та довговічність.

Враховуючи, що витрати на фундаменти можуть сягати до 40% від загальної вартості будівництва, оптимізація їх конструктивних рішень є вкрай важливою задачею. Проектування фундаментної плити повинно базуватися на аналізі взаємодії системи «будівля–фундамент–основа»,

що дозволяє враховувати вплив ґрунтових умов, навантажень і конструктивних особливостей споруди.

Основними завданнями оптимізації є зменшення матеріаломісткості плити, скорочення витрат на бетон і арматуру, забезпечення рівномірного розподілу навантажень та мінімізація нерівномірних осідань. Сучасні підходи до проектування передбачають застосування високоміцних бетонів, зонального армування та інноваційних конструктивних рішень, що дозволяють досягти високих техніко-економічних показників.

Таким чином, оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити є одним із найважливіших напрямків у проектуванні багатопверхових будівель, що сприяє підвищенню надійності споруд і зниженню витрат на будівництво.

Виклад основного матеріалу дослідження

Головна перевага плитних фундаментів – це їх здатність зменшити тиск на основу і перерозподілити зусилля на ґрунт: знижувати тиск на більш піддатливі ділянки й, навпаки, збільшувати тиск на ділянки більшої міцності [1].

Рибристі плити використовують, спрямовуючи ребра вгору або вниз. Поперечні і поздовжні ребра перекриття перетинаються в точках опори стійок каркаса, концентруючи армований бетон в місцях, найбільш схильних до навантажень. Плити перекриття з ребрами жорсткості, розташованими вниз, спрощують конструкцію підземних поверхів і скорочують обсяг земляних робіт. Навпаки, в плитах з піднятими ребрами необхідно буде заповнити проміжки між ребрами піском або бетоном, що спростить освоєння буріння [2].

Плоскі плити на багато простіше у виготовленні. В основному вони використовуються в умовах затоплених територій для сприйняття гідростатичного тиску. Жорсткість плитного фундаменту підвищується за рахунок з'єднання перекриттів над цокольним поверхом для проведення робіт. Розміри плитного фундаменту визначаються розмірами будівлі з урахуванням відносної консолі на зовнішній стіні або в ряду колон. Сполучення плитних фундаментів із колонами каркаса можна здійснювати за допомогою збірних або монолітних підколонників [2].

При проектуванні фундаментної плити необхідно враховувати взаємодію всіх елементів системи, адже плита не працює ізольовано, а є частиною більш складної системи. Врахування цієї взаємодії дозволяє рівномірно розподілити навантаження та уникнути локальних перевантажень, які можуть спричинити нерівномірні осідання або навіть руйнування окремих частин споруди [1].

Оптимізація геометричних параметрів фундаментної плити забезпечує економію матеріалів і знижує загальну вартість будівництва. Товщина плити та її розміри є ключовими параметрами, які можна оптимізувати [3].

Наприклад:

- Зменшення товщини плити з одночасним покращенням якості матеріалів.
- Використання зонального армування для зменшення витрат на арматуру.

При виборі товщини плити можливі такі принципові рішення:

1) товщина плити мінімальна, в місцях прикладання зосереджених навантажень від колон або стін влаштовуються утовщення у вигляді підколонників, що забезпечують відсутність продавлювання. При цьому в підколонниках може бути або не бути потреба у встановленні поперечної арматури;

2) товщина плити підібрана з умови міцності на продавлювання і дію поперечної сили з врахуванням встановлення поперечної арматури;

3) товщина плити підібрана з умови міцності на продавлювання і дію поперечної сили без необхідності встановлення поперечної арматури.

Очевидно, що перший варіант буде кращим з точки зору відчутних витрат. Другий варіант вимагає більшого, він бетонний, але технічно простий і не вимагає засипки ущільненим ґрунтом під підлогою. Третій варіант може вигравати за рахунок зменшення кількості арматури не дивлячись на найбільші витрати бетону.

Економічний аспект оптимізації є не менш важливим він полягає в зниженні обсягу бетону та арматури скорочує загальну вартість будівництва. Економія матеріалів також позитивно впливає на екологію, зменшуючи викиди вуглекислого газу. У цьому контексті також доцільно використовувати бетони з частково заміненою сировиною, що знижує екологічне навантаження [4].

Невід'ємною частиною даного дослідження є математичне моделювання, метод скінченних елементів використовується для імітації поведінки фундаментної плити під різними навантаженнями. Це дозволяє виявити потенційні зони критичних напружень та оптимізувати розташування арматури. Вивчаються властивості високоміцного бетону, зокрема самоуплотнюючих та легких бетонів, які дозволяють зменшити масу конструкції, знизити осідання і покращити адаптивність фундаменту до різних ґрунтів. Завдяки використанню спеціальних алгоритмів вибираються оптимальні параметри фундаментної плити, включаючи товщину, діаметр арматури та тип бетонної суміші [5].

Висновки

Таким чином, оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити дозволяє не тільки підвищити ефективність будівельних процесів, а й знизити експлуатаційні витрати. Сучасні методи дозволяють досягти більш раціонального використання матеріалів, покращити надійність та стабільність конструкцій, що є критичним для багатоповерхових будівель. Оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити дозволяє не тільки підвищити ефективність будівельних процесів, а й знизити експлуатаційні витрати. Сучасні методи дозволяють досягти більш раціонального використання матеріалів, покращити надійність та стабільність конструкцій, що є критичним для багатоповерхових будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гевко, І. Б., та Баб'як, М. І. Основи розрахунку і проектування будівельних конструкцій з монолітного залізобетону. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2018.
2. Козловський, В. Г. Інженерні основи оптимізації конструкцій фундаментних плит. Київ: НАУ, 2020.
3. Загородній, А. М. Розрахунок і проектування фундаментів з урахуванням оптимізації матеріалів. Львів: Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2019.
4. Гайдай, С. О., та Лисенко, А. В. Монолітні залізобетонні конструкції у сучасному будівництві. Харків: ХНУБА, 2017.
5. І. М. Меть, А. С. Моргун Моделювання сумісної роботи каркасних будівель з основами та фундаментами. Вінниця: ВНТУ, 2013.

Ткачук Аліна Андріївна — студентка 1-го курсу магістратури, група 1Б-24м, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alinatkachukk@gmail.com

Валько Діана Олександрівна — студентка 1-го курсу магістратури, група 1Б-24м, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна** — к. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Tkachuk Alina Andriivna - 1st year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alinatkachukk@gmail.com

Valko Diana Oleksandrivna - 1st year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Supervisor: **Natalia Blaschuk** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

ATTITUDE FOR ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF MULTILAYERED ENVELOPES

Vinnitsia National Technical University

Abstract

This study introduces the thermal performance criterion $C_{TPunsteady}$ and $C_{TPsteady}$ as the parameters combining energy-efficiency evaluation for multilayered wall assemblies assessment for steady and unsteady-state. The proposed criteria focus on physical characteristics such as wall width, mass, internal heat capacity and u -value. The research identifies the “best” wall configuration, based on the $C_{TPunsteady}$ and $C_{TPsteady}$ criteria, as a 375 mm AAC D300 wall with Rockwool insulation. In contrast, the least efficient assembly was Wall type C, consisting of a 1300 kg/m³ brick wall masonry with Rockwool insulation. The paper highlights the importance of complex consideration of physical and thermal influencing factors for thermal performance assessment.

Keywords: steady-state, unsteady-state, thermal performance, wall assemblies, the best alternative

Introduction

The many building materials and construction techniques in modern construction practice grab the attention of multicriteria decision analysis (MCDA) methods [1, 2]. The problem of the “best” choice from a wide variety of current energy-efficient envelopes on the building market is still challenging, not only regarding financial benefits [3, 4]. On the other hand, the “best” alternative is always a complicated mission due to the compromise for picking up the “best” alternative. The word best is taken in quotes here because, with a multicriteria evaluation of other real-life options, the alternatives belonging to the Pareto set could only be considered the “best” optimal alternative [5].

In the attempt to choose physical criteria that could easily be calculated in the predesign stage of the building construction, there were taken such criteria of thermal transmittance (u -value, W/m²K) as the steady-state parameter, mass (m , kg/m²) and internal area heat capacity (kJ/m²K) as dynamic, unsteady-state thermal performance parameter under EN ISO 13786 [8] for the assembly comparison.

The calculation of the u -value proceeded according to the formula [6]:

$$u = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}}} \quad (1)$$

where δ_i – the width of the i -th material;

R_{tot} – the total thermal resistance of the assembly;

where α_{int} is the heat transfer coefficient of the internal surface of the wall, $\alpha_{int} = 23$ (W/m²K) [6];

α_{ext} is the heat transfer coefficient of the external surface of the wall, $\alpha_{ext} = 8.7$ (W/m²K) [6];

The internal heat area capacity (kJ/m²K) as a dynamic thermal characteristic was calculated using a downloadable Excel spreadsheet from HTflux [8].

The main scope of the present research is the attempt to determine the probable set of “best” alternatives from the set of possible parameter combinations. The current study should consider the restrictions on optimal assembly search solutions. As the countable restrictions, those parameters were considered such parameters as wall mass and u -value, which meets the national thermal resistance requirement, $R = 4.0$ W/m²K for the first temperature zone of Ukraine [7] and wall width. The Excell Solver tool was used in the current research for the goal function optimisation - maximisation of the internal heat area capacity (kJ/m²K) with simultaneous meeting with restriction conditions (Tab.1) meeting. The reference value for the mass restriction was taken from the total wall assembly mass made of brickwork 1400 kg/m³ of hollow bricks on cement-sand mortar masonry insulated with 180 mm Rockwool board plastered with 20 mm on both inner and outer façade sides. The wall width was taken as 0.6 m.

Table 1 The considered restriction conditions for research

Characteristic	Restriction
Wall mass m , kg/m	≤ 700
Thermal transmittance (u -value), W/m ² K	≤ 0.25
Wall width, m	≤ 0.6
Internal plaster thickness, m	[0.01; 0.03]
External plaster thickness, m	[0.01; 0.05]
Insulation thickness, m	[0.05; 0.2]

Two possible types that reflect the multilayered wall's design schemes are considered: load-bearing walls without any insulation (less common in today's construction practice) and two-layered walls, which combine the load-bearing layer and insulation layer (widespread construction practice). The general outlook for a cross-section of considered assemblies is presented in Fig.1. For the current research, it is assumed that on both façade sides, the plaster layer is applied within the width of 10 mm for the inner and 30 mm for the outer façade.

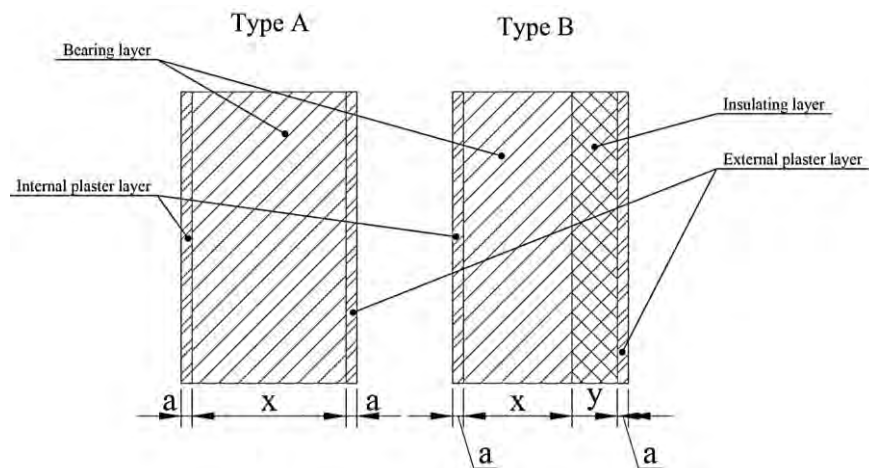


Fig.1 Cross-section of the researched assemblies

For current research, such multilayered assemblies were taken for analysis (Tab. 2).

Table 2 The thermal properties of wall material

Material		Material density ρ , kg/m ³	Thermal conductivity of the material λ , (W/m×K)	Specific heat capacity c (J/kgK)
Clay brickwork	Brickwork 1400 kg/m ³ of hollow bricks on cement-sand mortar	1600	0.58	880
	Brickwork 1300 kg/m ³ of hollow bricks on cement-sand mortar	1400	0.52	
	Brickwork 1000 kg/m ³ of hollow bricks on cement-sand mortar	1200	0.47	
Aerated autoclaved concrete	D150 [13]*	150	0.055	840
	D300 [13]	300	0.08	840
Hempcrete [13]		350	0.08	1700
Porotherm 44 [14]		747	0.14	880
Rockwool [13]		100	0.064	840

* - the thermal conductivity value $\lambda = 0.06$ W/mK assumed by extrapolation for AAC D200-D500 for exploitation regime "B".

There were six basic assembly types proposed for the current research:

- Wall A (Hempcrete);
- Wall B (Brickwork masonry + hempcrete as insulation material);
- Wall C (Brickwork masonry 1400/1300/1000 + Rockwool as insulation material);
- Wall D (Porotherm 44 + + Rockwool as insulation material);

- Wall E (AAC D300 + Rockwool as insulation material);
- Wall F (Brickwork masonry 1400+AAC D150 as insulation material).

The Microsoft Excel Solver performed the goal function search for the proposed wall types with restrictions under Tab. 1.

Results of the research

Table 3 represents the result of the proposed goal function solvage.

Table 3 The thermal properties of wall material

Wall type	Criteria			
	Assembly internal areal heat capacity, kJ/m ² K	Assembly mass, kg/m ²	Assembly thermal transmittance, W/m ² K	Assembly width, m
Wall type A	45.605	275.298	0.149	0.501
Wall type B	63.217	569.000	0.190	0.590
Wall type C	1400 kg/m ³	63.343	480.806	0.250
	1300 kg/m ³	61.601	587.478	0.204
	1000 kg/m ³	59.868	380.301	0.250
Wall type D	49.225	404.680	0.171	0.600
Wall type E	44.159	204.375	0.127	0.600
Wall type F	62.372	491.630	0.216	0.489

For further analysis, two criteria were proposed – the first one is unsteady-state thermal performance criteria, $C_{TPunsteady}$, which reflects the dynamic weather condition with unsteady-state behaviour for multilayered assembly in terms of mass, width and internal area heat capacity.

$$C_{TPunsteady} = \frac{\text{Internal area heat capacity [kJ/m}^2\text{K]}}{\text{Wall mass } \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right] \times \text{Wall width [m]}} = \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mKkg}}\right] \quad (1)$$

and the second one of steady-state thermal performance criteria of $C_{TPsteady}$, which reflects the weather condition with steady-state behaviour for multilayered assembly in terms of mass, width and R -value (unit, opposite to u -value) as follows

$$C_{TPsteady} = \frac{R [\text{m}^2\text{K/W}]}{\text{Wall mass } \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right] \times \text{Wall width [m]}} = \left[\frac{\text{m}^3\text{K}}{\text{Wkg}}\right] \quad (2)$$

Table 3 reflects calculated $C_{TPunsteady}$ and $C_{TPsteady}$ for all the proposed wall types. The results are shown in Fig.2, Fig 3.

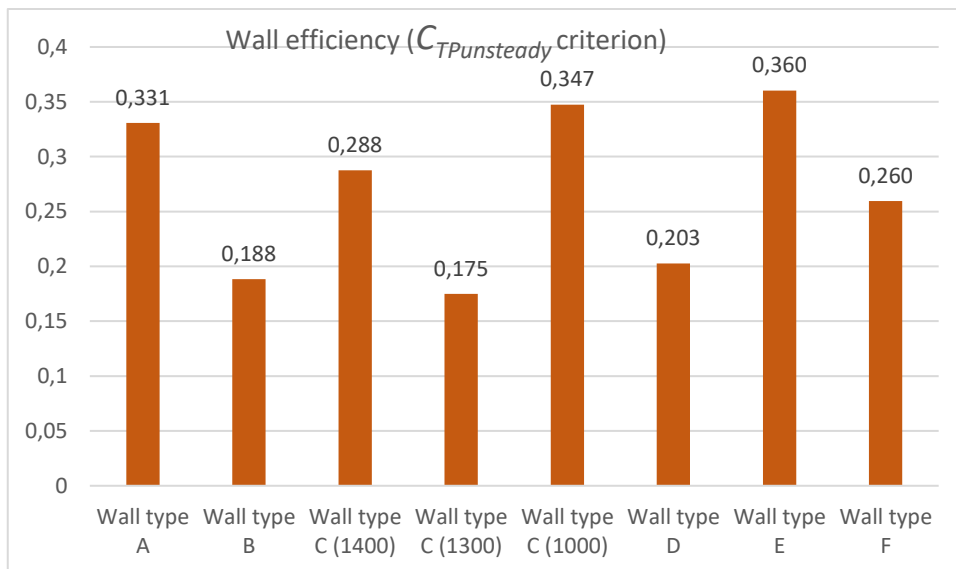


Fig.2 Thermal performance of the walls under proposed criterion $C_{TPunsteady}$

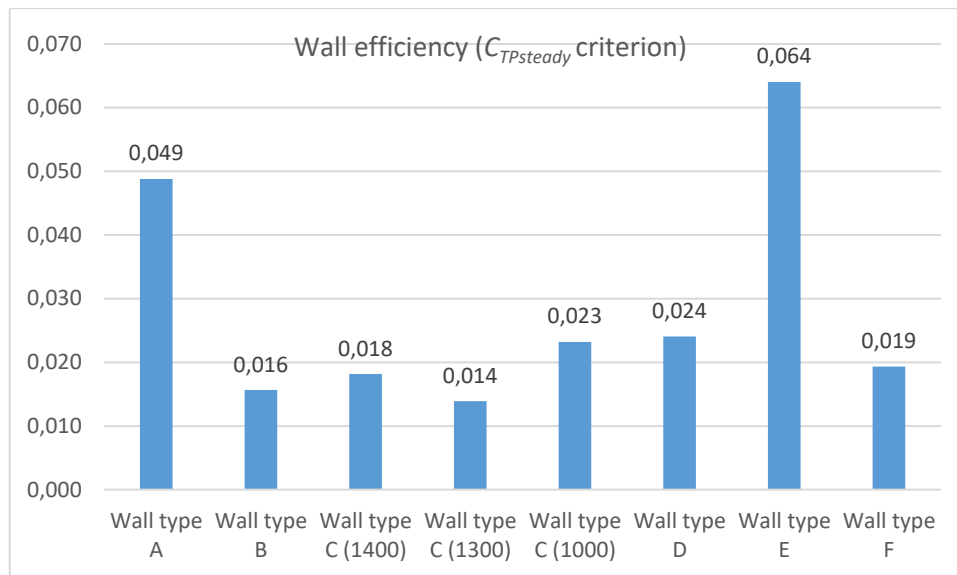


Fig.3 Thermal performance of the walls under proposed criterion $C_{TPsteady}$

From Fig. 2 and Fig. 3, it could be seen that for both unsteady and steady temperature states, Wall E could be considered the “best” assembly, and Wall A has slightly lower values in terms of proposed criteria. Meanwhile, suppose only a single parameter is taken into account. In that case, the evident “best” assemblies for unsteady-state are Wall C (1400), Wall B and Wall E with quite close values of 63.343 kJ/m²K, 63.217 kJ/m²K and 62.372 kJ/m²K respectively (Tab. 3). For the u-value for steady-state, the results are different – Wall E, Wall A and Wall B could be considered as the “best” assemblies in terms of thermal transmittance - 0.127 W/m²K, 0.149 W/m²K and 0.190 W/m²K respectively (Tab. 3).

The “worst” assembly in both cases is Wall C with 1300 kg/m³ brick wall masonry + Rockwool insulator density.

Conclusions

According to the proposed materials, criteria, and evaluation method, the “best” alternative analysis revealed that the “best” assembly for both steady and unsteady-state consists of a 200 mm AAC bearing layer, which is insulated by 200 mm of EPS. The choice of the “best” decision for the multilayered wall, in general, is still challenging and non-obvious and needs extra information for a compromise decision, which should be made after the comprehensive result analysis.

The current research is the further step of the general research [15] aimed at defining the optimal envelope under the proposed thermal performance criteria. Further consideration of significant physical and thermal behaviour influence factors needs to be considered for validation and revealing of possible most sufficient ones for the “best” assembly-seeking challenge.

REFERENCES

1. Basińska M. The use of multicriteria optimisation 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 multicriteria 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. Thakkar J. J. *Multicriteria Decision Making*. Springer, 2021. Vol. 336. P. 1-365.
6. DSTU-N. B. V. 2.6-189:2013. Methods for the selection of heat-insulating material for the insulation of buildings. [Valid from 2014-01-01]. Official issue Kyiv: Ministry of Region of Ukraine, 2014. 40 p. (in Ukrainian).
7. DBN V. 2.6-31:2021. Thermal insulation of buildings. [Valid from 2022-09-01]. Official issue Kyiv: Ministry of Region of Ukraine, 2022. 27 p. (in Ukrainian).
8. A brief guide and free tool for calculating the thermal mass of building components. URL: <https://www.htflux.com/en/free-calculation-tool-for-thermal-mass-of-building-components-iso-13786/> (Last accessed: 18.11.2023)
9. 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).

10. ROSSI, Monica; ROCCO, Valeria Marta. External walls design: The role of periodic thermal transmittance and internal areal heat capacity. *Energy and buildings*, 2014. Vol. 68. P. 732-740.
11. GAGLIANO, Antonio, et al. Assessment of the dynamic thermal performance of massive buildings. *Energy and Buildings*, 2014, Vol. 72. P. 361-370.
12. BALAJI, N. C.; MANI, Monto; REDDY, BV Venkatarama. Dynamic thermal performance of conventional and alternative building wall envelopes. *Journal of building engineering*, 2019, Vol. 21. P. 373-395.
13. DBN V. 2.6-31:2006. Thermal insulation of buildings. [Valid from 2007-01-01]. Official issue Kyiv: Ministry Of Construction, Architecture And Housing And Communal Of Ukraine, 2006. 73 p. (in Ukrainian).
14. Porotherm. Wall solutions. URL: https://porotherm.com.ua/pdf/Porotherm_Klima.pdf (Last accessed: 22.03.2024) (in Ukrainian).
15. Biks Yu. S., Ratushnyak O. G. Layer thickness optimisation of multilayered envelope. Materials of the LIII scientific and technical conference of VNTU departments, Vinnytsia, March 20-22, 2024. Electronic. text. data. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20986>.

Biks Yuriy S. – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: biks@vntu.edu.ua

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

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезі розглядаються особливості проектування та облаштування огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням кліматичних змін на території України. Проаналізовано виклики, спричинені змінами температурного режиму, підвищенням вологості та частотою екстремальних погодних явищ. Запропоновано рекомендації щодо вибору матеріалів, конструктивних рішень та інженерних підходів для забезпечення енергоефективності, довговічності та комфорту будівництва.

Ключові слова: кліматичні зміни, огорожувальні конструкції, енергоефективність, будівельні матеріали, теплоізоляція, вологозахист, стійкість, інноваційні технології, екологічність, адаптація, тепловтрати, конденсація.

Abstract

The role of open spaces in residential areas as a tool for optimizing the use of public shared territory is investigated. The main principles of creating open spaces, their impact on the quality of life of residents and social interaction are considered. Examples of the effective use of such spaces in the context of modern urban planning are given.

Keywords: open spaces, public areas, residential areas, optimization, urban planning, social interaction, urbanization, sustainable development, comfortable environment, green infrastructure, landscaping, innovative solutions.

Вступ

Кліматичні зміни залишаються все більш відчутними на території України. Висока температура повітря, збільшення кількості дощів, сильні вітри та температурні коливання впливають на будівельну галузь, особливо на проектування огорожувальних конструкцій. Конструкції змінюють ключову роль у забезпеченні енергоефективності будівель, їх довговічності та комфортного середовища для мешканців [1].

У тезі досліджуються способи адаптації огорожувальних конструкцій до змін кліматичних умов та надані практичні рекомендації щодо забезпечення їхньої функціональності в сучасних умовах.

Основна частина

Кліматичні зміни, які дедалі відчутніше впливають на Україну, вимагають суттєвого перегляду підходів до проектування, будівництва та експлуатації огорожувальних конструкцій. Спостерігається підвищення середньої температури, підвищення частоти сильних опадів, екстремальних погодних явищ, а також значних температурних коливань у течії доби. Ці зміни суттєво впливають на функціональні характеристики будівель, а отже, потреба в адаптації огорожувальних конструкцій для забезпечення їх ефективності в нових умовах.

Основна мета таких адаптаційних рішень не забезпечує енергоефективності, довговічності, комфортності для мешканців та зниження негативного впливу будівельної галузі на довкілля. Крім того, сучасні огорожувальні конструкції мають бути сприятливими для вирощування нових навантажень, пов'язаних з підвищеною вологістю, сильними вітрами, градами та іншими екстремальними явищами [2].

Матеріали та їхні властивості

Вибір матеріалів для огорожувальних конструкцій є ключовим фактором у забезпеченні їх стійкості та енергоефективності. Наприклад, для теплоізоляції слід використовувати матеріали з низьким коефіцієнтом теплопровідності, високою стійкістю до механічних впливів та екологічною безпекою. Мінеральна вата є одним із найпопулярніших матеріалів завдяки її стійкості до вогню та здатності утримувати тепло навіть у складних кліматичних умовах. Пінополістирол, завдяки своїй легкості та низькій теплопровідності, є ще одним ефективним рішенням для теплоізоляції. на одному, цьому варто

звернути увагу на піноскло, яке пошкодило у собі високу довговічність, екологічність та гарні теплоізоляційні властивості.

Фасадні матеріали також повинні відповідати вимогам до сучасного будівництва. Керамогранітні плити, завдяки своїй міцності та стійкості до ультрафіолетового випромінювання, є оптимальним вибором для зовнішнього оздоблення будівель. Металеві панелі з антикорозійним покриттям і декоративні штукатурки з підвищеною вологостійкістю також активно застосовуються в умовах змінного клімату.

Особливу увагу слід приділити віконним конструкціям, адже через вікна складається значна частина тепловтрату будівлі. Енергоефективні склопакети із низькоемісійним покриттям, заповненими інертним газом, забезпечують не лише теплоізоляцію, а й звукоізоляцію, що особливо важливо в умовах міських районів [3].

Конструктивні рішення та інженерні технології

Основну площу зовнішніх огорожувальних конструкцій займають стіни. Утеплення стін зовні дозволяє знизити тепловтрати до 30%. Товщина теплоізоляційного матеріалу обирається з урахуванням майбутнього посилення вимог щодо опору теплопередачі.

Енергетично та економічно вигідним рішенням є часткове використання фасадних конструкцій з підвищеною теплоізоляцією для стін, орієнтованих на схід та захід [22] (рис. 1).



Рис. 1 Західна стіна школи-гімназії, яка утеплена конструкцією підвищеної теплоізоляції фасаду

Для зменшення тепловтрат через дах пропонується облаштувати еко-даху. Значна площа покрівлі школи відкриває можливість використовувати її як додатковий простір для відпочинку та рекреації учнів. Крім того, еко-дах продовжує довговічність покривної конструкції, забезпечуючи її захист від механічних пошкоджень та впливу зовнішніх факторів. Важливою перевагою є здатність рослинного покриття понати вологу, що знижує навантаження на зливову каналізацію і запобігає паводкам та підтопленню [2,3].

У літній період звичайна поверхня може нагріватися до 80°C, випромінюючи не лише тепло (рис. 2), але й шкідливі летючі речовини. Зелені насадження на даху зменшують запиленість повітря, утримуючи пил на жорстких поверхнях листя дерев і чагарників. Повітряні потоки, що несуть пил, осідають на кронах рослин, а полив і зволоження ще більше підвищують ефективність очищення. Дослідження проведено, що навіть невеликі ділянки газонів з чагарниками можуть отримати до 50% пилу. Додатково, рослинний шар виступає як утеплювач і забезпечує захист духу від механічних пошкоджень.

Еко-дах також суттєво знижує рівень шуму. Рослини з різною текстурою листя ефективно поглинають звукові хвилі, що особливо помітно на верхніх поверхнях будівлі [4]. Озеленення покрівлі дозволяє зменшити шум на 2–10 дБ, значно підвищуючи акустичний комфорт у приміщеннях.

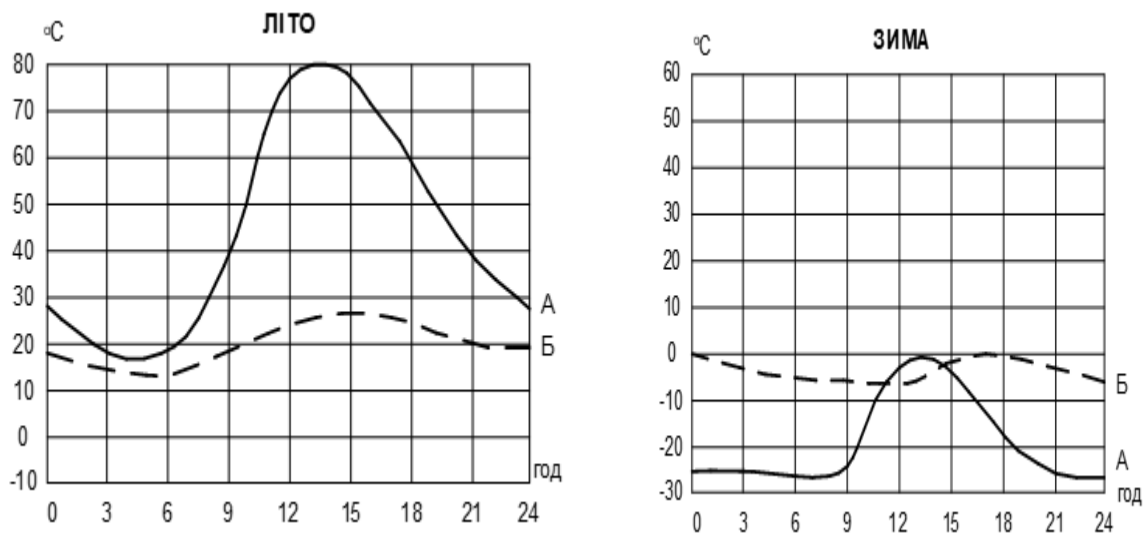


Рис. 2 Графіки добового температурного режиму плоского даху літом та зимою.
А – традиційне рулонне покриття, Б – трав'яне покриття

Висновки

Адаптація огорожувальних конструкцій будівель до кліматичних змін є вимогою для України. Правильний вибір матеріалів, інженерних рішень та інноваційних технологій забезпечує їхню стійкість, енергоефективність та комфортність. Подальші дослідження мають бути зосереджені на локалізації світового досвіду та розробці власних рішень, адаптованих до кліматичних умов регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Butlin J. Our common future. By World commission on environment and development. / London, Oxford University Press, 2007. – 383р.
2. Kates R., Parris T., Leiserowitz A. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. – Environment: Science and Policy for Sustainable Development, № 3. – P.8-21
3. Aschwanden A., Fahnstock M., Truffer M. et al. Contribution of the Greenland Ice Sheet to sea level over the next millennium Science Advances / 2019, Vol. 5, no. 6, eaav9396 DOI: 10.1126/sciadv.aav9396
4. Global fires are up 13% from 2019's record-breaking numbers [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/climate-crisis-fires-global-heating-amazon-california-eu-a9690146.html>

Беліков Максим Дмитрович – студент 2-го курсу магістратури, група 1Б-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vtya.adju13@gmail.com

Бікс Юрій Семенович – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: biks@vntu.edu.ua

Belikov Maksym Dmitrievich - 2nd year master's student, group 1B-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vtya.adju13@gmail.com

Biks Yuri - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: biks@vntu.edu.ua

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ З ФУНКЦІЄЮ УКРИТТЯ

Вінницький національно технічний університет

Анотація

Проаналізовано вимоги та інженерні рішення для проектування підземного паркінгу, який може бути використаний як захисне укриття під час надзвичайних ситуацій. Наведено основні рекомендації щодо конструктивних елементів, зокрема залізобетонних стін та перекриттів, армування, а також вимоги до вентиляції та комунікації. Описано основні принципи проектування, які забезпечують захист та функціональність об'єкту в мирний та воєнний час.

Ключові слова: проектування, підземний паркінг, укриття, залізобетон, вентиляція.

Abstract

The requirements and engineering solutions for the design of an underground parking lot that can serve as a protective shelter in emergency situations have been analyzed. The main recommendations for structural elements, particularly reinforced concrete walls and ceilings, reinforcement, as well as ventilation and communication requirements, are provided. Key design principles ensuring the protection and functionality of the object during peacetime and wartime are described.

Key words: design, underground parking, shelter, reinforced concrete, ventilation.

Вступ

Під час війни в Україні, що розпочалася в лютому 2022 року, питання цивільного захисту та створення укриттів для населення набули надзвичайної актуальності. Вибухові атаки та обстріли суттєво впливають на безпеку цивільних об'єктів, що вимагає перегляду існуючих підходів до проектування будівель та споруд. Одним із можливих рішень є використання підземних паркінгів як укриттів для населення під час небезпеки, що дозволяє забезпечити багатофункціональність об'єкта без значного збільшення витрат. [1]

Актуальність роботи

Зростання міст та чисельності населення міських агломерацій створює нові виклики для інженерів та архітекторів, зокрема щодо ефективного використання територій і забезпечення безпеки населення. Збільшення кількості транспортних засобів у густонаселених міських районах вимагає нових рішень для збереження автомобілів, особливо в умовах надзвичайних ситуацій.

Мета роботи

Розробити планувальну модель підземного паркінгу, яка поєднує функції паркінгу та укриття, та проаналізувати можливості такої інтеграції на основі існуючих нормативних документів України.

Задачі дослідження

1. Створити планувальну модель підземного паркінгу, враховуючи державні будівельні норми та вимоги.
2. Розробити концепцію поєднання території підземного паркінгу з укриттям.
3. Проаналізувати нормативну документацію для інтеграції паркінгу та укриття.

Результати дослідження

Основні вимоги до проектування підземного паркінгу з функцією укриття

Підземний паркінг може виконувати функцію укриття за умови, що він відповідає певним конструктивним вимогам, які забезпечують захист від вибухової хвилі, уламків та інших факторів ураження. Основні вимоги включають: [2]

1. Конструктивна міцність. Стіни, стелі та перекриття повинні бути виготовлені з високоміцного залізобетону, з використанням армування, що відповідає сучасним нормам.
2. Забезпечення герметичності. В умовах хімічної або біологічної небезпеки, важливо забезпечити герметичність конструкції, щоб уникнути проникнення небезпечних речовин.
3. Вентиляція. Необхідно передбачити ефективну систему вентиляції з можливістю фільтрації повітря, що забезпечить чистоту повітря в умовах надзвичайної ситуації. [3]
4. Вхідні елементи. Протиударні двері та вікна повинні бути встановлені на входах та виходах паркінгу. Вони мають витримувати значні навантаження від вибухової хвилі та уламків.

Основні принципи проектування

1. Залізобетонна конструкція. Стіни, стелі та підлога повинні бути виготовлені як монолітні елементи із залізобетону з армуванням. Це забезпечить високу стійкість до горизонтальних і вертикальних навантажень, включаючи ударну хвилю та сейсмічні впливи.
2. Армування. Армування повинно бути щільним, з використанням сітки з кроком не більше 200×200 мм. Це підвищить стійкість конструкції до деформацій під час вибухів.
3. Структурна жорсткість. Для підвищення жорсткості конструкції підземного паркінгу, рекомендується використовувати систему несучих стін без колон, що дозволить рівномірно розподілити навантаження по всій конструкції.
4. Вентиляційні системи. Слід передбачити встановлення захищених вентиляційних шахт з фільтрами для очищення повітря в умовах надзвичайної ситуації.

Особливості проектування та експлуатації

1. Вхідні та евакуаційні шляхи. Підземний паркінг повинен мати кілька входів та виходів, обладнаних протиударними дверима. Вхідні двері повинні бути розташовані так, щоб зменшити вплив вибухової хвилі.
2. Протиударні вікна. Для забезпечення освітлення та огляду можуть бути використані протиударні вікна, виготовлені з багатошарового скла та спеціальних полімерних матеріалів, здатних витримувати ударні навантаження.
3. Водонепроникність. Оскільки підземний паркінг може піддаватися впливу ґрунтових вод, необхідно забезпечити його водонепроникність за допомогою використання спеціальних гідроізоляційних матеріалів. [4]
4. Сейсмічна стійкість. При проектуванні необхідно врахувати можливі сейсмічні навантаження, забезпечуючи стійкість конструкції в умовах землетрусів. [5]

Диференціація захисних рішень для підземних паркінгів [6]

Залежно від призначення та розташування об'єкта, підземний паркінг може бути обладнаний різними видами захисту:

1. Базовий рівень — паркінг, що забезпечує лише основний захист від уламків і невеликих вибухових хвиль.
2. Підвищений рівень — паркінг, обладнаний додатковими елементами захисту, такими як посилені стіни, протиударні двері та фільтраційна система.
3. Високий рівень — підземний паркінг, який відповідає вимогам до бомбосховищ, здатний витримувати серйозні вибухові навантаження та забезпечувати безпеку в умовах хімічної чи біологічної небезпеки.

Висновки

Підземний паркінг з функцією укриття є ефективним рішенням, яке дозволяє забезпечити додатковий рівень безпеки для населення у разі надзвичайних ситуацій. Рациональне використання

конструктивних матеріалів, правильне проектування армування та забезпечення систем вентиляції і герметичності — основні фактори успішної реалізації таких проектів. Важливо враховувати досвід інших країн та адаптувати інженерні рішення під умови конкретного регіону.

Ключові рекомендації для проєктувальників:

1. Використовувати високоякісні матеріали для забезпечення міцності та довговічності конструкції.
2. Передбачити можливість багатоцільового використання підземного паркінгу.
3. Забезпечити дотримання сучасних стандартів з безпеки та захисту населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **ДБН В.2.2-5:2023** "Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту" — нормативний документ Державних будівельних норм України щодо проектування захисних споруд цивільного захисту. URL <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-390>
2. **ДБН В.1.2-14:2009** "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд" — нормативний документ для проектування захисних споруд. URL https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27984
3. Інженерний досвід проектування укриттів у країнах Європи та світу — аналіз сучасних міжнародних стандартів на основі досліджень Європейської організації з цивільної оборони. URL <https://ecdc.europa.eu/>
4. **ДБН В.1.1-46:2017** "Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення" URL https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72096
5. **ДБН В.1.1-7:2016** "Захист від небезпечних геологічних процесів. Пожежна безпека об'єктів будівництва" — нормативний документ для забезпечення стійкості конструкцій. URL https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456
6. Технічні умови будівництва укриттів, 1990-1990 рр. — історичний огляд стандартів захисних споруд в умовах надзвичайних ситуацій.

Бікс Юрій Семенович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, електронна пошта biks@vntu.edu.ua

Biks Yuriy S. — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: biks@vntu.edu.ua

МЕХАНІКА КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ З ОСНОВАМИ ЗА МГЕ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Тези присвячено актуальному питанню проектування основ і кільцевих фундаментів сучасних споруд, які є однією із самих складних задач в усьому комплексі проектування споруд. Проектувальник має справу з наявною дисперсною геологічною будовою та вельми неоднорідними фізико-механічними характеристиками ґрунтів майданчика забудови. Висока деформативність ґрунтів, яка визначає деформацію основи і будівлі в цілому, потребує удосконалення методів розрахунку фундаментних конструкцій. Адже відомо, що 75 % аварійних ситуацій в будівництві виникає внаслідок невірної оцінки міцності і деформативності ґрунтових основ. Кільцеві фундаменти глибокого закладання застосовують при будівництві унікальних споруд – з великим навантаженням на основу, а також при будівництві заглиблених приміщень будівель, підземних гаражів, пішохідних переходів і тунелів, відстойників, водозабірних споруд, мостових опор та інше.

Ключові слова: Числовий метод граничних елементів, кільцеві фундаменти, несуча спроможність

Abstract

The thesis is devoted to the topical issue of designing bases and ring foundations of modern structures, which are one of the most difficult tasks in the entire complex of structure design. The designer has to deal with the existing dispersed geological structure and highly heterogeneous physical and mechanical characteristics of the soils of the construction site. The high deformability of soils, which determines the deformation of the foundation and the building as a whole, requires improved methods for calculating foundation structures. After all, it is known that 75% of construction accidents occur as a result of incorrect assessment of the strength and deformability of soil foundations. Deep-seated ring foundations are used in the construction of unique structures with a high load on the foundation, as well as in the construction of buried premises, underground garages, pedestrian crossings and tunnels, sumps, water intake structures, bridge piers, etc.

Key words: Numerical method of boundary elements, ring foundations, bearing capacity.

Вступ

Фундаменти глибокого закладання різняться від фундаментів, що споруджуються у відкритих котлованах наступними специфічними особливостями:

- не потребують попередньої розробки котлованів;
- робота ґрунту під дією зовнішніх навантажень проходить по іншому ніж у фундаментах у відкритому котловані, так виключається випір ґрунту на поверхню;
- умова роботи фундаменту глибокого закладання дозволяє передавати на них значні горизонтальні навантаження і моменти;
- несуча спроможність таких фундаментів суттєво вища, так, як вертикальні навантаження сприймаються не лише ґрунтом під подошвою фундаменту, але і силами тертя, що розвиваються по внутрішні і зовнішні бокових поверхнях цих фундаментів.

На теперішній час використовуються наступні типи фундаментів глибокого закладання: опускні колодязі і кесони, глибокі опори (набивні стовпи), фундаменти, що споруджуються методом «стіна в ґрунті».

Найбільш типовим представником кільцевих фундаментів глибокого закладання є опускні колодязі та кесони.

В останні роки практика все частіше вимагає від інженера та дослідника в області механіки ґрунтів вміння будувати нові моделі дисперсних середовищ, розв'язувати задачі про поведінку таких середовищ під навантаженням. В зв'язку з цим стає все більш важливим глибоке розуміння

особливостей властивостей дисперсних середовищ (грунтових основ фундаментів споруд), а також і основного змісту основних концепцій і законів нелінійної дисперсної механіки ґрунтів та числового МГЕ.

Згідно сучасних нормативних документів, допустимі деформації на ґрунтову основу і споруду оцінюються по деформаціях, загрозливих з точки зору їх експлуатації. Осідання ґрунту 1-2 см практично відповідає ще лінійній стадії роботи ґрунту (фазі ущільнення), тим більше роботі наземних залізобетонних конструкцій, зусилля в яких на цьому етапі підкоряються закону Гука і принципу незалежності дії сил (принципу суперпозицій). В умовах експлуатації робота ґрунту в основах носить пружньо-пластичний характер, що приводить до нелінійної залежності графіка “навантаження - осідання”.



Рис. 1. Результати експериментальних досліджень залежності $s = f(P)$

Графік “навантаження - осідання” показує наявність резервів, які не використовуються при проектуванні фундаментів згідно діючих норм в рамках лінійної їх роботи. Пружній розрахунок дає завищене значення корисного навантаження. Розрахунки по граничних станах дають можливість максимально використовувати несучу спроможність основ, завдяки чому досягається значний економічний ефект. Ґрунти сприймають зовнішнє навантаження по іншому, ніж суцільні тверді тіла, адже вони трифазові структури: тверді частинки, пори, вода.

Для сьогодення математичне прогнозування – одне із головних і найбільш економічних прийомів теоретичних і прикладних досліджень актуальних проблем фундаментобудування.

Математичною моделлю конструктивних елементів (фундаментів) підземної частини споруди на мікрорівні є система диференційних рівнянь в частинних похідних, що описує процеси в суцільних середовищах з заданими краєвими умовами.

Інженерні задачі механіки ґрунтів описуються еліптичними диференційними рівняннями в частинних похідних (класичними рівняннями Лапласа). Ці диференціальні рівняння в частинних похідних можна ефективно розв’язувати, використовуючи потенціал методу граничних елементів, який є продовженням розвитку числових методів скінчених елементів. На теперішній час це один з найбільш дійових числових методів розв’язання крайових прикладних задач геомеханіки. Перетворення розрахункової системи 15-ти диференційних рівнянь в частинних похідних (рівнянь рівноваги, геометричних, фізичних) в інтегральне рівняння (1) та пошук його числового розв’язку – суть МГЕ. При розгляді задачі визначення несучої здатності висячих суцільних паль та кільцевих паль (в тім числі, і кільцевих фундаментів глибокого закладання) розрахункове інтегральне рівняння рівноваги паль в ґрунті має вигляд [1,2]:

$$C(\xi)U(\xi) + \int_{\Gamma} U(x)q^*(\xi, x)d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} q(x)U^*(\xi, x)d\Gamma(x) \quad (1)$$

воно пов’язує значення переміщення U (потенціалу) і його нормальної похідної $q = du/dx$ (потіку) в кожному граничному вузлі на границі дослідної фундаментної конструкції.

$U^*(\xi, x), q^*(\xi, x)$ - фундаментальні розв’язки Р. Міндліна для переміщень та напружень в пружній півплощині. Коефіцієнт $C(\xi) = 1/2$ для гладкої границі.

Модель базується на теорії пластичної течії в формі неасоційованого закону, використання дилатансійних співвідношень В.Н. Ніколаєвського [3] та І.П. Бойка [4], процедури крокового навантаження по методу пружних рішень О.А. Ільюшина [4].

Основною розрахунковою характеристикою матеріалів є нормативних опір R_n . У якості нормативного опору для пластичних матеріалів приймається найменше значення межі текучості.

В якості критерія переходу роботи ґрунту в пластичний стан в роботі використано критерій Мізеса-Шлейхера-Боткіна, який в просторі головних напружень описується поверхнею, що складається із конічної та циліндричної частин, рис. 2.

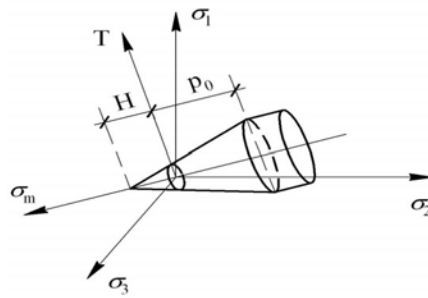


Рис. 2. Модифікований критерій текучості Мізеса-Шлейхера-Боткіна

Циліндрична частина критерію описує стан ґрунту, при досягненні в ньому максимальної щільності, рахується, що ґрунт в такому стані працює як суцільне середовище. Таким чином, пороговий характер пластичних деформацій:

$$\begin{aligned} f &= \sigma_i + \sigma_m \operatorname{tg} \psi - \tau_s & \text{при } \sigma_m \leq p_0, \\ f &= \sigma_i + p_0 \operatorname{tg} \psi - \tau_s & \text{при } \sigma_m > p_0, \end{aligned} \quad (2)$$

де σ_i – інтенсивність девіатора напруг; σ_m – гідростатичний тиск; ψ , τ_s – кут внутрішнього тертя та зчеплення на октаедричній площині, p_0 – межа переходу від конуса до циліндра.

У використаній математичній моделі компоненти вектора приростів деформацій визначались згідно теорії пластичної течії та розглядались як сума приростів пружної та пластичної складових:

$$de_{ij} = de_{ij}^e + de_{ij}^p, \quad (3)$$

де de_{ij}^e – прирости пружної складової деформацій, що визначаються згідно закону Гука, прирости пластичних деформацій – за неасоційованим законом пластичної течії (4).

В роботі при моделюванні пористого середовища ґрунту використано неасоційований закон пластичної течії (4):

$$d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{dF}{d\sigma_{ij}}; \quad F \neq f \quad (4)$$

Для корегування напрямку вектора приростів пластичних деформацій $d\varepsilon_{ij}^p$ використано співвідношення дилатансійної теорії ґрунтового середовища В. М. Ніколаєвського, І. П. Бойка [3,4]:

$$d\varepsilon_{ij}^p(\text{шар}) = \Lambda d\gamma^p, \quad (5)$$

де $d\varepsilon_{ij}^p(\text{шар})$ – приріст об'ємних деформацій при зсуві ґрунту

$d\gamma^p$ – приріст інтенсивності зсуву, Λ – швидкість дилатансії.

Поведінка системи “кільцева паля – основа” в роботі вивчалась з урахуванням зміни властивостей її елементів, локальних складових – вхідних параметрів системи. В моделі їх 28. Десять з них – це фізико – механічні характеристики ґрунту, решта описували геометрію дослідної фундаментної конструкції:

модуль деформації ґрунту $E = 20.57$ МПа; коефіцієнт Пуассона $\nu = 0.307$; зчеплення $c = 11$ кПа; кут внутрішнього тертя $\varphi = 0.325$ рад.; щільність ґрунту $\rho = 1.814$ кН/м³; мінімальна щільність ґрунту $\rho_{\min} = 1.67$ кН/м³; максимальна щільність ґрунту $\rho_{\max} = 2.2$ кН/м³; структурна щільність ґрунту $\rho_s = 2.713$ кН/м³; октаедричне напруження (кПа) при переході з пружної в пластичну стадію роботи $p_0 = -1890$ кПа.

При числовій реалізації (1) дискретизувалась лише контактна поверхня кільцевого фундаменту та ґрунту, контактна границя розбивалась на ряд граничних лінійних елементів, очікувана активна зона деформацій основи дискретизувалась трикутними осередками (рис. 4-7).

При дослідженнях за МГЕ несучої спроможності круглих та кільцевих опор на піску взято співвідношення внутрішнього радіуса (r) до зовнішнього (R) $r/R = 0,3; 0,4; 0,5$ (рис. 3) за умови рівності зовнішнього радіуса $R = 5$ см.

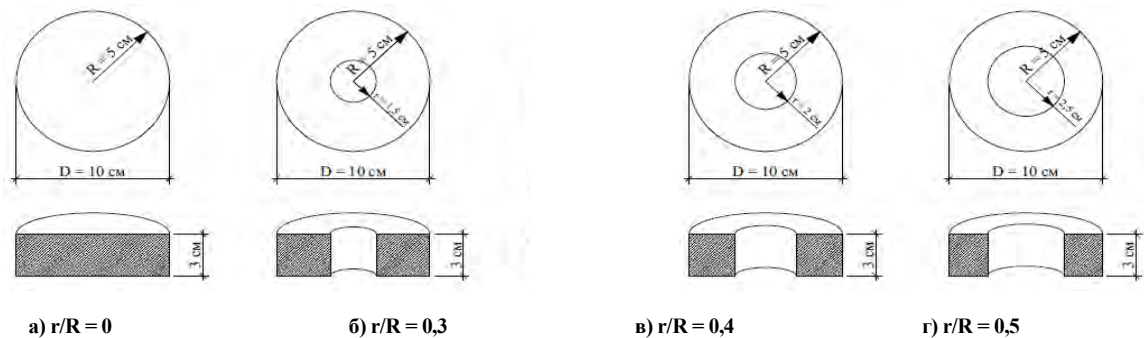


Рис. 3. Розглянуті види круглих та кільцевих опор

Дані числового розрахунку за МГЕ круглих та кільцевих опор наведено на рис. 4-7.

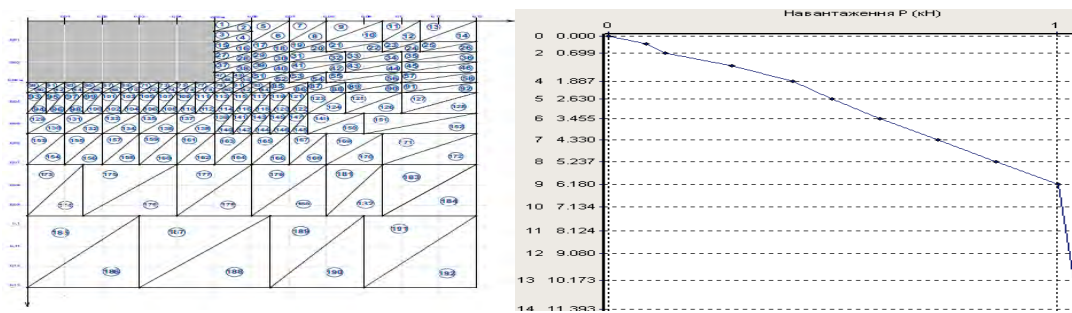


Рис. 4. Дискретизація активної зони та графік «навантаження-осідання» круглої опори

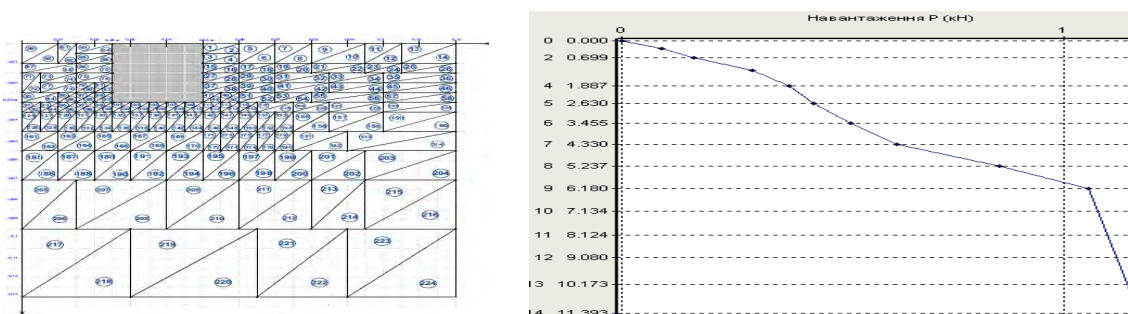


Рис. 5. Графік «навантаження-осідання» та дискретизація кільцевої опори ($r/R = 0,3$)

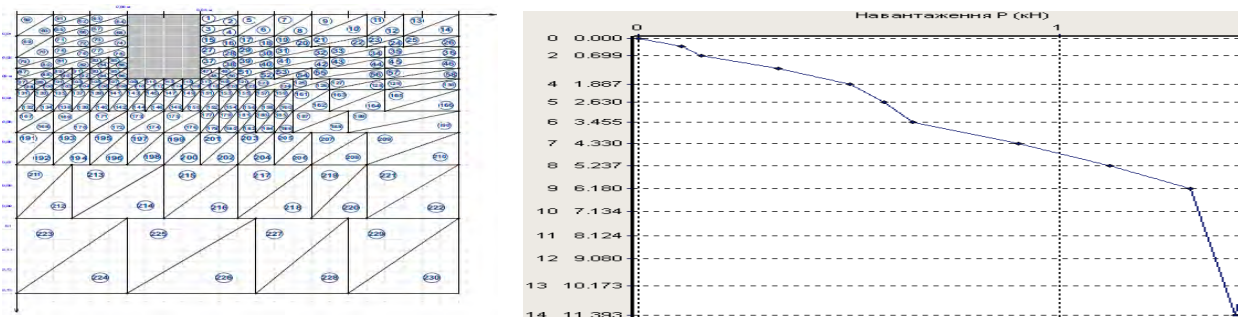


Рис. 6. Графік «навантаження-осідання» та дискретизація кільцевої опори ($r/R = 0,4$)

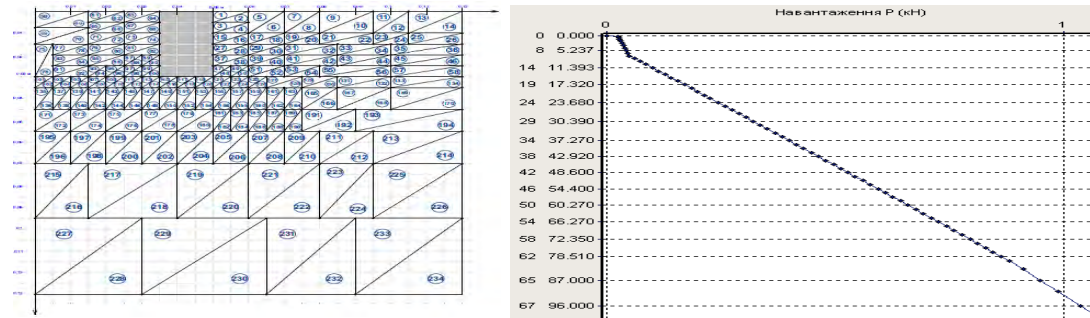


Рис. 7 – Графік «навантаження-осідання» та дискретизація кільцевої опори ($r/R = 0,5$)

Висновки

1. Урахування в моделі пластичної поведінки ґрунту під навантаженням дало можливість встановити характерні закономірності перерозподілу зусиль в процесі взаємодії кільцевого фундаменту з основами за МГЕ. Із аналізу числового дослідження роботи кільцевих фундаментів на графіках на рис. 4 - 7 – несуча спроможність кільцевих фундаментів збільшується із збільшенням r/R в порівнянні із круговою опорою одного і того ж радіуса і сягає максимального значення при $r/R = 0,4$. Це співвідношення можна розглядати як оптимальне.

2. Несуча спроможність кільцевої опори в діапазоні відношення внутрішнього і зовнішнього радіусів $0,4 \leq r/R \leq 1$ є найбільшою і вона більше, ніж у круглої опори з аналогічними властивостями піску.

3. Проблема пошуку та використання єдиних підходів при аналізі поведінки систем фундаментних конструкцій, різних за геометрією, стає особливо актуальною нині завдяки швидкому розвитку ЕОМ та числових методів моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моргун А. С. Теорія пластичної течії в механіці ґрунтів // А. С. Моргун. – Вінниця : ВНТУ. – 2013 – 108с.
2. Brebbia K. Applications of MGE in engineering // K. Brebbia, S. Walker. -1982.
3. Ніколаєвський В. Н. Дилатансія та закони незворотного деформування ґрунтів / В. Н. Ніколаєвський // 36. Основи, фундаменти та механіка ґрунтів. - 1979. - № 5. - С. 29-31.
4. Бойко І. П. Напружено – деформований стан ґрунтового масиву при побудові нових фундаментів поблизу існуючих будинків // Основи і фундаменти. Міжвідомчий науково – технічний збірник. / І.П. Бойко, В.О. Сахаров. – К.: КНУБА, 2004 – С. 3 – 10.

Моргун Алла Серафимівна, д.т.н., проф, проф. каф. ПЦБ ФБЦЕІ ВНТУ, м. Вінниця, morgunallaS@gmail.com
 Меть Іван Миколайович, к.т.н., декан ФБЦЕІ ВНТУ, м. Вінниця, met@vntu.edu.ua
 Мороз Сергій Миколайович, магістрант каф. ПЦБ ФБЦЕІ ВНТУ, м. Вінниця, moroz_serg@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ У РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено закордонний досвід проектування системи громадського транспорту міста. На основі проведеного дослідження сформульовано сучасні тенденції та підходи проектування системи громадського транспорту міста. Запропоновано класифікацію підходів у плануванні системи громадського транспорту міста.

Ключові слова: система громадського транспорту, закордонний досвід, проектні пропозиції, планувальні підходи.

Abstract

The foreign experience of designing the public transport system of the city was studied. On the basis of the conducted research, modern trends and approaches to the design of the city's public transport system were formulated. A classification of approaches in planning the city's public transport system is proposed.

Keywords: public transport system, foreign experience, project proposals, planning approaches.

Вступ

Розвиток сучасних міст супроводжується збільшенням площі міста, і відповідно, збільшенням відстаней між фокусами тяжіння населення. Все це вимагає координації для оптимізації функціонування інтегрованої транспортної системи та досягнення повної інтеграції для задоволення транспортних потреб населення. Загалом, міський пасажирський транспорт повинен забезпечувати розвинену мережу послуг шляхом інтеграції різних видів транспорту і транспортної політики. Інтеграція міського пасажирського транспорту повинна відбуватися на різних рівнях і охоплювати певні аспекти, які створюють цілісність транспортної мережі [1].

Тому на основі дослідження закордонного досвіду слід визначити підходи у розвитку системи громадського транспорту міста.

Результати дослідження

Яскравими прикладами розвитку системи громадського транспорту міста є проекти, що стосуються освоєння підземного та підводного простору, задля розмежування різних видів громадського транспорту та зменшення часу кореспонденції міста. Також, сучасним шляхом розвитку системи громадського транспорту є включення в неї монорейкового транспорту та розвиток швидкісного залізничного транспорту.

Прикладами розвитку швидкісного залізничного транспорту є проект метро на Другій авеню (США), залізниця High Speed 1, яка курсує в Лондоні; G:Link або швидкісний трамвай Голд-Кост у Квінсленді, Австралія; і майбутня високошвидкісна залізниця 2, яка з'єднає Лондон з Вест-Мідлендсом.

Оскільки, у міру збільшення кількості населення міст, виникає потреба у більш ефективній системі залізничних перевезень з використанням новітніх технологій, підключених до мережі громадського транспорту міста. Особливо у випадку з Голд-Кост, цей регіон є одним з найбільш швидкозростаючих в Австралії, з щорічним приростом населення від 2% до 3%.

Ще однією концепцією планування шляхів сполучення громадського транспорту є перенесення її в підземний простір міста [2]. Прикладом такої концепції є Євразійський тунель. Маршрут Євразійського тунелю врахував існуючу інфраструктуру, нинішні мости, щоб забезпечити збалансований розподіл трафіку через Босфор. Запланований маршрут також повинен був враховувати найкоротший підводний маршрут з можливих. Враховувалися й інші

фактори, такі як достатній простір для будівництва та експлуатації (пункти оплати проїзду тощо) [3].

Для забезпечення розумного розвитку міста, важливим є створення інтегрованої системи управління громадським транспортом. Ця система має забезпечувати: гнучкість, стійкість, реактивність, інтеграцію з міським середовищем та розумні системи (включаючи автоматизовану переробку). Реалізацію таких функцій можливо здійснити за рахунок проектування сучасних транспортних вузлів у вигляді багатофункціональних будівель. Такі будівлі повинні бути оснащені динамічною мережею ІТ-обладнання, для забезпечення зворотного зв'язку, обміном даними та автоматизованими системами, які злиються разом, в єдину інформаційну систему.

Висновки

Для подолання основних транспортних проблем у розвитку системи громадського транспорту міста необхідно:

- змінити організаційну систему міського пасажирського транспорту;
- при плануванні системи громадського транспорту слід використовувати сучасні транспортні технології та інтегровані інформаційні системи;
- розмежовувати різні види громадського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башинська І. О., Філіппов В. Ю. Проблеми та шляхи удосконалення функціонування міського пасажирського транспорту. Економіка. Фінанси. Право. 2017. Вип. 7/1. URL: https://www.researchgate.net/publication/319127818_Problemi_ta_slahi_udoskonalenna_funkcionuvanna_miskogo_pasazirskogo_transportu.

2. Коркушко Л. М., Плешкановська А. М. Етапи розвитку підземної урбаністики. Містобудування та територіальне планування. - 2010. Вип. 37. С. 227-234.

3. Connecting Continents with the Eurasia Tunnel URL: [https:// Connecting Continents with the Eurasia Tunnel](https://ConnectingContinentswiththeEurasiaTunnel)

Ямпільський Владислав Іванович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Yampilskyi Vladyslav – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ПРИНЦИПІВ РОЗТАШУВАННЯ ВИДОВИХ ТОЧОК ПАРКУ НА РІЗНИХ ФОРМАХ СКЛАДНОГО РЕЛЬЄФУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено морфологічну класифікацію форм складного рельєфу за поперечним профілем. Визначено семантичну складову ландшафтних форм парку. Проаналізовано параметри видових точок та визначено принципи розташування на різних формах складного рельєфу парку.

Ключові слова: парк відпочинку, складний рельєф, видові точки, принципи.

Abstract

The morphological classification of the forms of the complex relief according to the transverse profile was studied. The semantic component of landscape forms of the park is determined. The parameters of viewpoints were analyzed and the principles of location on different forms of the complex topography of the park were determined.

Keywords: recreation park, complex terrain, viewpoints, principles.

Вступ

Рівень урбанізації призводить до того, що передмістя займають весь вільний простір, витісняючи природний ландшафт. Нині у багатьох країнах світу приділяють увагу проблемі раціонального використання земель у процесі урбанізації. Зростання міст змушує дбайливо ставитись до їх земельного фонду. За умов розширення міських меж до їх складу потрапляють території, непридатні для будівництва за умовами рельєфу і геології – яри, балки, крутосхили, зсувні площі тощо, які водночас включаються генпланами міст до складу озеленювальних територій [1].

Тому, для покращення благоустрою та використання територій зі складним рельєфом необхідно визначити принципи розміщення видових точок, що максимально розкриють пейзажний вид цих територій на прогулянковій мережі парку.

Результати дослідження

Розташування видових точок залежить від схеми трасування рекреаційних територій: кільцеве на доповнення регулярного планування, серпантинне трасування прогулянкових алей в умовах сильного рельєфу, кільцеве трасування прогулянкових алей, багатокільцеве трасування прогулянкових маршрутів, трасування прогулянкових маршрутів в умовах ситуації з просторовою перевагою акваторій.

Горизонталі є основними чинниками проекту. Зазвичай трасування пішохідної мережі парку ведеться по горизонталі (розміщення основних блоків перпендикулярне напрямку падіння рельєфу). Це найбільш поширене рішення, виправдане з точки зору використання стандартних конструктивних рішень, полегшує процес будівництва і економічно, і технологічно [2].

При розробці функціонального зонування враховують розміщення видових точок. Це дозволяє логічно використовувати територію ділянки, і забезпечує комфортне сприйняття [3].

Розрізняють два види видових точок статистичні та динамічні. Для складних форм рельєфу притаманний схиловий характер ландшафту. Тому розташування видових точок за напрямком ухилу забезпечує динамічне розкриття пейзажу.

Поле зору людського ока залежить від анатомії обличчя, але огляд зазвичай: 30° покращений, поле зору - 100° по вертикалі і 200° по горизонталі. З огляду на це, видова точка може характеризуватись горизонтальним та вертикальним кутом спостереження

На можливість людини бачити на далекій відстані впливає те, що поверхня Землі, як її бачимо ми, починає викривлятися на відстані 5 км (так звана, лінія горизонту). З огляду на це, видова точка може характеризуватись глибиною спостереження.

У залежності від морфотипу рельєфу виділяються п'ять типів парків в умовах складного рельєфу: парк на яружній території, парк у долині, парк на схилі, парк-пагорб.

В ході аналізу семантичної складової прогулянкової мережі парку на складному рельєфі було визначено характеристики та принципи розташування видових точок.

Висновки

В результаті аналізу семантичної складової прогулянкової мережі парку на складному рельєфі та його дискретної моделі, було визначено характеристики та принципи розташування видових точок:

- на яружній території оптимальне розміщення видових точок вздовж осі яру, розкриття пейзажу статистична, глибина перспективного розкриття 50-500 м, горизонтальний кут спостереження максимальний 240°,

- на долинних характерне терасне розміщення в плані, розкриття пейзажу динамічне, глибина перспективного розкриття пейзажу дорівнює ширині долини, горизонтальний кут спостереження максимальний 180°,

- для парків на схилах характерне розміщення видових точок по напрямку схилу розкриття пейзажу статистичне, глибина перспективного розкриття пейзажу обмежена поверхні похилої площини, горизонтальний кут спостереження - 180°;

- для парку-пагорбу характерне серпантини розміщення видових точок в плані, розкриття пейзажу динамічне, глибина перспективного розкриття пейзажу обмежена поверхнею похилої площини рельєфу, горизонтальний кут спостереження - 30°.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко І.В., Туманов І.М. Тітаренко Н.О. Арт-ландшафти в дизайні сучасного середовища та їх характеристики. Збірник наукових праць. Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. Мистецтвознавство. Архітектура. Харків: ХДАДМ, 2016. № С. 12-15.

2. Горішний П. Морфологічний аналіз рельєфу : навч. посібник – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. – 120 с.

3. Демченко О. О., Ковалевський С. Б., Березівський Л. М., Соботович А. Л. Проектування ландшафтних об'єктів: навч. посіб. Ч.2. Дендропроєктування / Київ: НУБіП України, 2018. 206 с.

Гуцалов Андрій Іванович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Gutsalov Andriy – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

АНАЛІЗ МІСТОБУДІВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПІДВИЩЕННЯ ТУРИСТИЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено структуру туристичної сфери міста. Визначено містобудівну складову туристичної сфери. Проаналізовано та структуровано містобудівні інструменти підвищення туристичної привабливості міста.

Ключові слова: туристична привабливість, місто, розвиток, містобудівні інструменти.

Abstract

The structure of the tourist sphere of the city was studied. The urban planning component of the tourism sphere has been determined. Urban planning tools for increasing the tourist attractiveness of the city have been analyzed and structured.

Key words: tourist attraction, city, development, urban planning tools.

Вступ

Завдяки туристичній привабливості міста формується первинний потік інвестицій в сторону покращення якісних показників територіального розвитку міста. До показників які характеризують рівень росту туристичної привабливості є кількісні та якісні показники стану міського простору [1].

На сьогодні, переважна більшість наукових досліджень присвячена розвитку туристичної привабливості як економічному феномену. Пороте, аналізуючи специфіку туристичної діяльності, можна зробити висновок, що досягнення її розвитку не можливе без містобудівного інструментарію. Оскільки, об'єкти туризму паралельно є об'єктами містобудування. Тому, виникає необхідність формалізованого представлення містобудівних інструментів підвищення туристичної привабливості міста [2].

Результати дослідження

Сфера туризму є багаторівневою та багатофункціональною структурою, тому, для її розвитку необхідне стратегічне планування. Стратегічне планування розвитку туристичної сфери міста повинно відповідати концептуальним засадам певного регіону.

При розробці концепції стійкого розвитку туризму необхідно враховувати сильні та слабкі сторони територіального розвитку міста які мають відповідати економічним, екологічним, природно-рекреаційним та територіально-планувальним вимогам.

Пріоритетними завданнями досягнення стійкої туристичної сфери є наявність на території міста спортивних споруд міжрегіонального рівня, що можуть використовуватися для проведення нових подій національного та міжнародного масштабу. Відповідно дані об'єкти повинні мати розвинену планувальну структуру для обслуговування туристів (заклади гостинності, заклади громадського харчування та ін.) розташованих в межах пішохідної доступності [3].

Сучасними об'єктами розвитку туристичної сфери міста є старопромислові райони, які після ребредингу своїх територій слугують місцем проведення фестивалі та різних івентів, приваблюють кіноіндустрію, і цим самим, збільшують свою туристичну привабливість.

Об'єктами тяжіння значної кількості туристів міста є об'єкти архітектури. До них належать історично-культурні пам'ятки, а також об'єкти сучасної архітектури, які виділяються своїми архітектурно-конструктивними особливостями («Танцюючий будинок» (Прага); будинок-рояль зі скрипкою (Китай); «Кривий будинок» (Польща) та ін.).

Висновки

Отже, до об'єктів та інструментів підвищення туристичної привабливості міста можна віднести об'єкти активного туризму, об'єкти пасивного туризму та об'єкти обслуговування туристичної сфери. До об'єктів активного туризму можна віднести спортивні, прогуляно об'єкти та атракції. До об'єктів пасивного туризму можна віднести старі промислові райони, що піддалися ребредингу, а також

архітектурні об'єкти, які в свою чергу можна розподілити на історичну культурні пам'ятки та зразки сучасної архітектури. Для цілісного розвитку туристичної сфери необхідно вдаватися до інструментів стратегічного планування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Альбещенко О. С. Тенденції розвитку об'єднаних територіальних громад – як туристичної дитинації. Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics». 2021. № 29. С. 6–10. 2
2. Олексюк Г. В., Полольський О. С. Проблеми та перспективи туристичної індустрії України в умовах сучасних викликів. Регіональна економіка. 2022. № 3. С. 95–105.
3. Буднікевич І. М., Гавриш І. І., Крупенна І. А. Інструменти підвищення привабливості туристично-рекреаційного комплексу регіону. Ефективна економіка. 2018. №2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2018_2_18.

Дмитрищак Валентин Васильович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Dmytryshchak Valentin – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ПІШОХІДНОГО ПРОСТОРУ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено передумови формування пішохідного простору міста. Досліджено закордонний досвід та сучасні тенденції формування пішохідного простору міста. Визначено принципи формування пішохідного простору міста

Ключові слова: пішохідний простір, місто, аналіз, принципи.

Abstract

The prerequisites for the formation of the city's pedestrian space have been studied. The foreign experience and modern trends in the formation of the city's pedestrian space were studied. The principles of the formation of the city's pedestrian space have been determined

Keywords: pedestrian space, city, analysis, principles.

Вступ

Однією з проблем українських міст є відсутність цілісної структури пішохідного простору. У більшості випадків пішохідний простір - це пішохідні доріжки вздовж транспортної мережі, з низьким рівнем пішохідності та високим рівнем забруднення повітря. Крім того, пішохідні простори використовуються для паркування, розміщення кіосків та рекламних елементів, на противагу вони не забезпечують зручності для пішохідного руху, що є фундаментальною функцією.

Результати дослідження

Геометрія міського простору і планувальна структура забудови формується під впливом геометрії та напрямку вулиць. Водночас, разом зі змінами у плануванні змінюється об'ємно-просторова структура пішохідного простору. Розвиток вулично-дорожньої мережі є визначальним при формуванні пішохідного простору міста [1].

Доіндустріальний період формування житлової зони міста характеризувався наданням культурно-побутових послуг в межах живого кварталу та житлового району, внаслідок чого відбувалося формування пішохідної мережі в межах цих планувальних одиниць.

У зарубіжній практиці організація пішохідного простору є одним з головних викликів міського розвитку. Європейські міста зіткнулися з проблемою незручних пішохідних просторів, які не відповідали потребам людини, ще кілька десятиліть тому. З того часу були розроблені підходи та методи проектування пішохідних просторів [2].

Зокрема, з'явилася концепція «спільного простору», коли автомобілісти, велосипедисти та пішоходи спільно використовують дорожній простір. Найпоширенішими з них є концепція перетворення дороги з автомобільним рухом на пішохідну вулицю. За останні кілька десятиліть також з'явилися нові відкриті простори у постіндустріальних районах, а також ті, що необхідні для з'єднання окремих, розрізнених районів міста [3].

Під час проектування та реконструкції міст створення пішохідних зон із включенням в їхню структуру площ, пішохідних вулиць має бути обґрунтовано високою концентрацією привабливих для населення об'єктів міського та районного значення, щільністю існуючих пішохідних потоків, з врахуванням тенденцій пішохідних й інноваційних видами пересувань [4].

Висновки

Отже, формування пішохідного простору повинно відбуватись у поєднанні з розвитком транспортної інфраструктури, з пішохідними й інноваційними видами пересувань. Пішохідний простір міста повинен органічно інтегруватися в міське середовище. Пішохідна інфраструктура

повинна створюватися, насамперед, з урахуванням вимог безпеки і пішохідної доступності громадського транспорту. При проектуванні та реконструкції міст створення пішохідних зон, площ, вулиць повинно бути обґрунтовано ємністю фокусів тяжіння та щільністю існуючих пішохідних потоків

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айлікова Г. В. Методологічні основи планування території регіонів України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.20 «Містобудування та територіальне планування. Київ. 2015. 23 с.
2. Pedestrian Cities / Quality of Life // New Urbanism [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.newurbanism.org/pedestrian.html>
3. Рейцен Є. О. Організація і безпека міського середовища. К.:ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА». 2014. 454 с. ISBN 978-617-709-243-7.
4. Вотінов М. А., Крижановська Н. Я. Перспективні тенденції гуманізації транспортно-пішохідної інфраструктури міста із застосуванням інноваційних видів транспорту. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. Збірник. Київ: КНУБА. 2018. С. 313–320

Кисіль Олександр Анатолійович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Oleksandr Kysil – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

РОЗВИТОК ПЛАНУВАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено шляхи розвитку вулично-дорожньої мережі міста. На основі проведеного дослідження визначено особливості зміни структури схеми вулично-дорожньої мережі. Визначено параметри які впливають на якість подальшого функціонування вулично-дорожньої мережі.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, розвиток, напрямки розвитку, перетини доріг.

Abstract

Ways of development of the street and road network of the city have been studied. On the basis of the conducted research, the features of the change in the structure of the street-road network scheme were determined. The parameters that affect the quality of the further functioning of the street and road network have been determined.

Key words: street and road network, development, directions of development, road intersections.

Вступ

Характерною рисою великих та середніх міст є те, що територіальне розширення та зростання рівня автомобілізації, які супроводжується швидким збільшенням середньої відстані та кількості транспортних кореспонденцій. Проблеми, спричинені зростанням міст, загострюють транспорту проблему міста. Це пов'язано з такими містобудівними явищами як збільшення міської території та збільшення щільності населення. Наслідками загострення транспортної проблеми є затори на дорогах та збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод, особливо в центрах найбільш густонаселених великих міст України [1].

Вирішенням таких проблем та усунення їх негативних наслідків можливо шляхом вдосконалення планувальної структури вулично-дорожньої мережі.

Результати дослідження

Розвиток вулично-дорожньої мережі можливий у таких напрямках:

- доформування радіальних кілець;
- вдосконалення хордових зв'язків;
- ліквідація транзитних магістралей у історичному ареалі міста (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Розвиток вулично-дорожньої мережі можливий

Усі ці напрямки спричиняють збільшення кількості перетинів на вулично-дорожній мережі.

Відстань між перетинами визначається оптимальну довжину прямолінійних ділянок вулично-дорожньої мережі. На неї прямо пропорційно впливають витрати пов'язані із рухом по внутрішньорайонних шляхах, виїздом на основну магістраль, роз'їздом транспортних засобів на перехресті, утриманням дорожнього покриття внутрішньорайонної дороги, а обернено пропорційно

впливають витрати пов'язані із рухом по магістралі, транзитних транспортних потоків, забрудненням навколишнього середовища та утриманням дорожнього покриття магістральної дороги [2].

Деформування радіальних кілець спричиняє утворення Х-подібних перехресть, або альтернативних подвійних Т-подібних (Рисунок 2) [3].

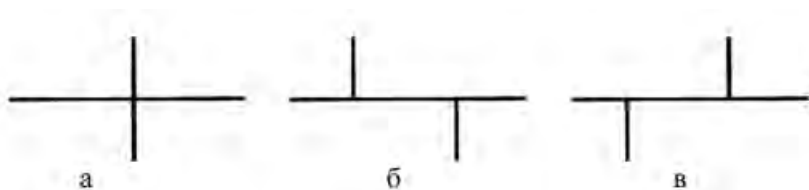


Рисунок 2 - Види перевлаштування Т-подібного перетину:

а – Х-подібний перетин, б – подвійний Т-подібний перетин, перевлаштування «ліворуч-праворуч», в – подвійний Т-подібний перетин, перевлаштування «праворуч-ліворуч»

Вдосконалення хордових зав'язків супроводжується перевлаштуванням Т-подібних перехресть на Х-подібні перехрестя. Ліквідація транзитних магістралей у історичному ареалі, навпаки, супроводжується перевлаштуванням Х-подібних перехресть на Т-подібні перехрестя.

Перехрещення та примикання доріг в одному рівні незалежно від прийнятої схеми необхідно виконувати під кутом від 75° до 105° , що забезпечить максимальну безпеку при виконанні маневру повороту на перехресті.

Висновки

Розвиток вулично-дорожньої мережі можливий у таких напрямках:

- деформування радіальних кілець;
- вдосконалення хордових зав'язків;
- ліквідація транзитних магістралей у історичному ареалі міста;

Деформування радіальних кілець спричиняє утворення Х-подібних перехресть, або альтернативних подвійних Т-подібних. Вдосконалення хордових зав'язків супроводжується перевлаштуванням Т-подібних перехресть на Х-подібні перехрестя. Ліквідація транзитних магістралей у історичному ареалі, навпаки, супроводжується перевлаштуванням Х-подібних перехресть на Т-подібні перехрестя. При переплануванні перехресть слід враховувати параметри безпеки та кількісні показники та розподіл транспортних потоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Івасенко. В. В. Проектування міських вулиць і доріг: метод. реком. Харків : Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2020. 16 с. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/57268/>.

2. Санько, Я. В., Я. Ю. Ройко Дослідження впливу довжини ділянки вулично-дорожньої мережі на характеристики транспортних потоків. Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки», 2012. Вип. 37. С.289-293.

3. Хом'як А. Я., Татарченко С. В. Проектування з'їздів транспортних розв'язок. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво* : науково-технічний збірник. К. : НТУ, 2012. Вип. 86. С.37–47.

Записов Андрій Васильович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Zapysov Andriy – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНОГО ПРОСТОРУ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено особливості взаємодії, контактів та комунікації жителів міста. Проаналізовано потреби населення та функції соціального простору. Визначено принципи формування соціального простору міста.

Ключові слова: потреби населення, соціальний простір, якість міського середовища, принципи.

Abstract

Peculiarities of interaction, contacts and communication of city residents were studied. The needs of the population and the functions of the social space are analyzed. The principles of the formation of the social space of the city are defined.

Keywords: needs of the population, social space, quality of the urban environment, principles

Вступ

Соціальний простір — це територія, на якій відбувається взаємодія спільнот, індивідів, яким притаманний міський спосіб життя та яких об'єднують колективні уявлення. Також соціальному простору властива як цілісність, так і внутрішня диференціація. До соціального простору міста належать публічні, громадські та відкриті простори [1].

Міські публічні простори також завжди відігравали важливу соціальну, творчу та інтегративну роль. Так, з давніх часів площі та ринки були місцями, де люди збиралися, взаємодіяли, спілкувалися та обмінювалися. У сучасних містах, соціальний простір набуває іншого аспекту. Він більше є місцем спостереження, а не спілкування. Тому планування соціального простору міста змінює свою форму, наповнення і степінь функціональності [1].

Тому, враховуючи соціальні потреби населення необхідно визначити містобудівні принципи проектування соціального простору міста.

Результати дослідження

Як пише американська дослідниця публічних просторів Лін Лофланд, «міське життя стало можливим завдяки впорядкуванню міського населення на вигляд і розташуванню в просторі таким чином, що люди у місті можуть дізнатися про навколишніх, просто дивлячись один на одного» [2]. А аналізуючи цю думку можна зробити висновок, що соціальний простір міста є штучно створеним елементом відтворення та творення соціальної реальності.

Для формулювання принципів формування соціального простору необхідно дослідити особливості взаємодії, контактів та комунікації індивідів.

Якість соціального простору міста відображається за рівнем задоволеності його відвідувачів. Якісним називається простір, який компактно пов'язує навколишні фокуси тяжіння. Для цього він повинен бути добре інтегрований у мережу пішохідних доріжок район, систему громадського транспорту та велотранспорту. Пішохідний зв'язок суміжних житлових районів повинен бути простими та інтуїтивно зрозумілими. У разі розділення соціального простору транспортною мережею необхідно забезпечити зручний і безпечний зв'язок за рахунок пішохідних переходів.

У піраміді потреб найвищу позицію займає відчуття безпеки, саме тому соціальний простір має бути безпечним. Для цього відкритий простір міста має бути достатньо освітленим, відповідати природно-кліматичним умовам та умовам інклюзивності [2].

Користувачами соціального простору міста є різні категорія населення, тому основною вимогою формування соціального простору міста є доступність та безбар'єрність, враховуючи потреби усіх категорій населення.

Соціальний простір міста повинен також враховувати національні еменітіз: те що незвично для населення інших країн світу, не завжди може бути звичним для українського населення. Якщо в інших країнах світу допустимо використовувати будь-яку поверхню для сидіння, то для українців обов'язково соціальний простір має бути оснащений малими і архітектурними формами, які окрім архітектурної окраси простору мають виконувати функцію для сидіння — лави [3].

Аналізуючи сучасні тенденції розвитку соціального простору міста є важливим збереження природних умов, та водночас інтегрування цього простору в урбаністичне середовище. Це допоможе забезпечити комфортні умови для проживання, покращить екологічну ситуацію та мікроклімат соціального простору.

Для зацікавлення простором населення необхідно, щоб воно відповідало композиційним принципом ритмічності навколишнього середовища, а також формувалось на принципах біорізноманіття.

Висновки

Отже, дослідження особливості взаємодії, контактів та комунікації жителів міста допомогла визначити принципи формування соціального простору міста, до яких належать: доступність простору, різноманітність та універсальність простору, активна взаємодія, екологічна сталість, безпека, біорізноманіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соболевська М.О. Основні соціологічні концепції .Соціологія міста: навчальний посібник. — Донецьк : ДонДУУ, 2010. С. 44-64.
2. КОНЦЕПЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО ВПОРЯДКУВАННЯ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ М. КИЄВА URI:https://old.kyivcity.gov.ua/done_img/.
3. Measuring the Street: New Metrics for 21st Century Streets URI: <https://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/2012-10-measuring-the-street.pdf>.

Подчос Олександр Сергійович – студент групи БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет

Oleksandr Podchos – student of the BM-23m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University

Галіброда Вікторія Василівна – асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Galibroda Victoria - assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vvgalibroda@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Shvets Vitalii - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Візуальний шум на фасадах історичних будівель: проблематика та вплив на середовище

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проаналізовано проблематику візуального шуму на фасадах історичних будівель та його вплив на міське середовище. Розглянуто основні джерела візуального шуму, а також їхній негативний вплив на естетику, культурну цінність та туристичну привабливість історичних районів. Запропоновано шляхи мінімізації візуального шуму для збереження архітектурної спадщини міст.

Ключові слова: візуальний шум, історичні будівлі, фасади, реклама, міське середовище, архітектурна спадщина, естетика.

Abstract

This paper analyzes the problem of visual noise on the facades of historical buildings and its impact on the urban environment. The main sources of visual noise are considered, as well as their negative impact on the aesthetics, cultural value and tourist attraction of historical areas. Ways to minimize visual noise to preserve the architectural heritage of cities are proposed.

Keywords: visual noise, historic buildings, facades, advertising, urban environment, architectural heritage, aesthetics.

Вступ

Історичні будівлі є важливою частиною культурної спадщини, що відображає унікальність міського середовища. Однак сучасний процес урбанізації сприяє перенасиченню міських вулиць різноманітною візуальною інформацією. Яскраві рекламні банери, кондиціонери, вивіски магазинів й інші елементи утворюють так званий "візуальний шум", що змінює вигляд фасадів історичних будівель і викликає суперечки про збереження культурної ідентичності міста. **Метою** роботи є висвітлення проблематики візуального шуму на фасадах історичних будівель. Основними **завданнями** є: дослідити проблему візуального шуму на фасадах історичних будівель, проаналізувати його вплив на естетичне та культурне середовище, а також визначити шляхи збереження архітектурної автентичності історичних будівель.

Результати дослідження

Візуальний шум – це нагромадження, хаотичне розміщення різноманітних банерів і вивісок, що псує сприймання фасаду будівлі [1]. Історичні будівлі зберігають елементи, які є унікальними для конкретної архітектурної епохи, і саме ці деталі формують неповторний образ міста. Основні проблеми, пов'язані з візуальним шумом на фасадах історичних будівель, включають:

- зменшення туристичної привабливості. Туристи часто відвідують історичні частини міст для знайомства з культурною спадщиною, але візуальний шум заважає насолоджуватися автентичністю архітектури.

- порушення стилістичної гармонії. Рекламні елементи, створені за сучасними дизайнами, вносять дисонанс у загальний стиль історичної забудови.

- приховування архітектурних елементів. Великі банери та вивіски перекривають декоративні деталі (карнизи, колони, барельєфи), що заважає повноцінному сприйняттю будівлі [2]. Окрім естетичних проблем, візуальний шум впливає на емоційний та психологічний комфорт мешканців і гостей міста. Надмірна кількість яскравих кольорів, контрастних зображень та агресивних елементів призводить до сенсорного перевантаження, викликаючи втому та стрес у людей. Візуальне забруднення, спричинене неправильно розміщеною та оформленою рекламою, особливо на перших поверхах житлових будинків, перетворює архітектурні пам'ятки на комерційні платформи, через що вони втрачають свою унікальну історичну цінність [3]. Для зменшення негативного впливу візуального шуму на історичні будівлі необхідні комплексні заходи на державному та місцевому рівнях:

- встановлення законодавчих норм. Створення та дотримання законів щодо обмежень на розміщення реклами в історичних районах допоможе зберегти архітектурну спадщину.

- контроль за несанкціонованими елементами. Встановлення системи контролю за графіті та іншими неузгодженими елементами допоможе зберегти історичну цілісність будівель.

- освітні програми для населення. Проведення лекцій та майстер-класів для місцевих мешканців про важливість збереження архітектурної спадщини сприятиме формуванню свідомого ставлення до культурних об'єктів.

- розробка гармонійного дизайну для рекламних вивісок. Використання стриманих кольорів, лаконічного дизайну та відповідних розмірів рекламних вивісок дозволить зберегти естетичну цінність історичних фасадів. Сьогодні можна побачити багато прикладів успішної роботи дизайнерів і архітекторів, які намагаються інтегрувати рекламні елементи так, щоб вони не порушували загальної архітектурної композиції будівель і гармоніювали з історичним середовищем. Прикладом успішного ре-дизайну, що відповідає цим новим стандартам, стала робота Оксани Демкової, що разом з групою архітекторів розробила редизайн однієї з історичних будівель у місті Полтава (Рис.1,2.).



Рис.1. Теперішній стан вул. Шевченка, 41 у м.Полтава [4]

Цей проєкт наочно демонструє, як можна гармонійно інтегрувати необхідні елементи — вивіски, логотипи і рекламу — так, щоб вони підкресливали красу архітектури, а не захаращували

її. Команда приділила увагу кожній деталі: вони обрали колірні рішення, які не контрастують із загальним стилем будівлі, розробили естетично привабливі шрифти і врахували співмірність розміру рекламних елементів з фасадом. В результаті вдалося зберегти цілісність архітектурного стилю і мінімізувати візуальний шум, який зазвичай псує враження від історичних споруд.



Рис.2. Фасад після очищення від візуального шуму [4]

Подібні ініціативи надихають інші міста і сприяють усвідомленню важливості боротьби з візуальним шумом як одного з ключових аспектів комфортного та естетично привабливого міського середовища.

Висновок

Візуальний шум на фасадах історичних будівель є суттєвою проблемою для збереження культурної спадщини міст. Впровадження сучасних рекламних елементів без належного контролю призводить до втрати архітектурної цінності, погіршення естетичного сприйняття та зниження туристичної привабливості історичних районів. Для подолання цієї проблеми необхідно впроваджувати законодавчі обмеження, гармонійні дизайнерські рішення та освітні ініціативи, що допоможуть зберегти унікальність і культурну значущість історичних будівель. Досліджено проблему візуального шуму на фасадах історичних будівель, проаналізовано його вплив на естетичне та культурне середовище, а також визначено шляхи збереження архітектурної автентичності історичних будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дяденчук, Л.В. (2021) Візуальний шум в архітектурному просторі міста. In: XIV Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція «Сталий розвиток міст», 2021 р., м. Харків.
2. Ismail M. I., Salwa M. A. Creative integration between commercial advertising and architectural facades. Al-Ahsa, 20 May 2022. Al-Ahsa, 2022. P. 19.
3. Shatwan A. M. Visual Pollution and the Architecture of Façade Design: A Case Study in Jeddah. Makkah, 12 February 2021. Makkah, 2021. P. 5.
4. Підприємця та група архітекторів показали, якими красивими можуть бути будинки Полтави. Полтава, 2024. URL: <https://poltava.to/news/76038/> (дата звернення 30.10.2024).

Ковбасюк Дарія Олександрівна- студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. Email: kovbasukdasa3@gmail.com.

Підгорна Ольга Сергіївна – студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: podgornaya988@gmail.com .

Борова Софія Віталіївна- студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. Email: borovasophia@gmail.com .

Науковий керівник: Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua.

Kovbasiuk Dariia - student of group BM-22b, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: kovbasukdasa3@gmail.com .

Pidhorna Olha - student group BM-22b, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: podgornaya988@gmail.com.

Borova Sofya - student of group BM-22b, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: borovasophia@gmail.com .

Supervisor: Khorosha Oksana - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua .

МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ЗОН¹Вінницький національний технічний університет**Анотація**

Аналіз методів створення та реконструкції зелених зон. Створення нових міських насаджень задля озеленення міста. Збереження рослин під час реконструкції чи реставрації зелених зон.

Ключові слова: *зелені зони, реконструкція, зелене будівництво, реставрація.*

Abstract

Analysis of methods of creation and reconstruction of green areas. Creation of new urban plantings for the greening of the city. Preservation of plants during the reconstruction or restoration of green areas.

Keywords: *green areas, reconstruction, green construction, restoration.*

Вступ

Зелені зони відіграють велику роль у плануванні міста. Вони виконують різні функції: санітарно-гігієнічну, декоративно-формувальну, природоохоронну та культурно-освітню. Зелені насадження прикрашають місто, роблять його «живим», в той час вони і поліпшують мікроклімат, оздоровлюють повітряний басейн міста.

Результати дослідження

Зелена зона – це територія в населених пунктах або за їхніми межами, яка охоплює всі види зелених насаджень, природні ландшафти і водні простори, що забезпечують оптимальне середовище для гармонійного духовного та фізичного розвитку, праці, побуту та відпочинку населення.

Зелені насадження – це система, що складається із сукупності міських та заміських насаджень різного функціонального призначення: загального, обмеженого чи спеціального призначення. Ширина зеленої зони за межами міської забудови приймається рівною середньому діаметру зони міської забудови та може коливатись на різних ділянках в діапазоні 0,5-1,5 цієї величини в залежності від особливостей розташування міста, тобто, зелена зона – це територія населеного пункту із прилеглою територією, розмір якої дорівнює радіусу території забудови населеного пункту. Заміські зелені насадження враховуються, якщо і переважають радіус - входять повністю в зелену зону населеного пункту.

Зелене будівництво – це комплексний процес створення нових міських насаджень і реконструкція наявних. Воно включає такі типи робіт:

– вертикальне планування території, а передусім проведення підготовчих заходів, тобто виконання відведення земельної ділянки на місцевості, огороження території, очищення її від будівельних відходів та сміття.

– прокладання водостоків (господарських та для поливу зелених насаджень з різними системами зрошення) і дренажів;

– прокладання мереж каналізації (господарської та дощової);

– прокладання електричних кабелів;

– будівництво водойм;

– влаштування сходів і підпірних стін;

– будівництво доріг і майданчиків;

– будівництво огорож, містків, пергол, трельяжів, альтанок, павільйонів та інших споруд;

– обладнання території лавами для відпочинку, інформаторами, указівниками, урнами для сміття;

– декорування території фонтанами, скульптурами, вазами тощо.

Роботи виконуються згідно проекту. Якщо на відведеній території є наявності добрий травостій, заготовляють дернину, складають, поливають. Рослинний ґрунт буртується та зберігається на будівельній ділянці. При проведенні робіт з інженерної підготовки ділянки обов'язково зберігаються існуючі зелені насадження, захистивши існуючий рельєф будівництвом підірних стін, колодязів та огорож. При вертикальному плануванні території не використовуються органічні (просадки) та хімічні (отруєння ґрунту) відходи. При завершенні грубого вертикального планування проводять будівництво підземних інженерних мереж. Якщо ґрунтові води залягають на глибині менше 1,5 м, то проводять осушення. При надлишку вологи застосовують відкритий або закритий дренаж. На великих об'єктах влаштовується дощова каналізація з колодязями вздовж алей та доріг. Агротехніка озеленення включає: підготовку ґрунту для садіння і посіву; садіння і пересаджування дерев та чагарників; влаштування газонів і квітників; догляд за наявними зеленими насадженнями; біологічний і хімічний захист рослин від шкідників і хвороб. Виконання тих чи інших робіт залежить від особливостей садово-паркового об'єкту.

Під час своєї життєдіяльності зелені насадження зазнають сильних морозів, механічних пошкоджень та інших техногенних навантажень. Через це частина дерев чи кущів може гинути. Для ліквідації цих змін виконують відновлювальні роботи. Для визначення характеру та обсягів відновлювальних робіт рекомендується два рази на рік, весною та восени, проводити загальні обстеження, при яких обстежуються всі елементи міських насаджень та благоустрою. Після злив, снігопадів, сильних вітрів та інших техногенних явищ необхідно проводити позапланові обстеження. Роботи з відновлення та утримання об'єктів благоустрою мають бути спрямовані на забезпечення та збереження їх технічного та естетичного стану, підвищення експлуатаційних якостей та продовження їх термінів служби.

Роботи з відновлення та утримання об'єктів благоустрою поділяють на такі види:

- капітальний ремонт;
- поточний ремонт;
- утримання.

Капітальний ремонт, як правило, повинен проводитись комплексно. При цьому звертають увагу на зелені насадження, паркові доріжки і алеї, малі архітектурні форми, фонтани, освітлення, гідротехнічні споруди та будівлі, огорожі тощо. До капітального ремонту об'єктів благоустрою зеленого господарства належать роботи, спрямовані на відновлення їхніх експлуатаційних характеристик, підвищення якості озеленення та благоустрою шляхом заміни окремих елементів на більш сучасні конструкції та матеріали, а також садіння нових більш декоративних дерев та чагарників, виконані згідно плану організації, що займається утриманням.

Процес змін зелених насаджень із позитивного фактору в перші десятиліття після настання зрілості стає негативним: вони стають старими, гублять свою декоративність, гинуть. Необхідність реконструкції обумовлюється, крім вікового фактору, і рядом інших обставин, коли зелені насадження не можуть виконувати свої основні функції:

- містобудівну – при недостатньо продуманому розміщенні та плануванні;
- оздоровчу – в результаті безсистемного розміщення рослин всередині об'єкту, відсутності зонування території, зв'язків з іншими насадженнями;
- архітектурно-художню – монотонність, однотипність, загущеність, непогодженість з навколишньою забудовою.

Реконструкція зелених насаджень виконується при наявності 4 груп причин, які потребують цієї роботи: природне старіння насаджень, помилки, допущені при проектуванні та їх створенні, недостатній догляд, негативна дія навколишнього середовища.

Реконструкція може бути повною, частковою та вибірковою. При повній реконструкції зміні зазнають всі насадження та основні елементи благоустрою. При частковій реконструкції відновленню піддаються 20- 50% загальної площі зелених насаджень та дорожньої мережі. При вибірковій реконструкції ремонтуються окремі ділянки насаджень, 34 виконується вибіркова заміна 1-2 застарілих порід, частка яких в насадженнях не перевищує 15-20%. При всіх видах реконструкції зелених насаджень максимально зберігається життєдіяльність насаджень та продовження строків їх життя. Реконструкція об'єктів зеленого будівництва виконується по спеціально розроблених проектах.

Реставрація зелених насаджень проводиться на об'єктах садово-паркового мистецтва, якщо вони являють собою цінність історичну, архітектурну, художню, дендрологічну або старовинну. До радикальних засобів реставрації відноситься повна та часткова реставрації. Повна реставрація передбачує

відтворення всіх паркових композицій, водойм, споруд, якщо це об'єкт унікальний, історично цінний. Часткова реставрація – якщо об'єкт не збережено, втрачена його частина, значення об'єкту недостатньо велике, то зберігається тільки його основа композиції, його замислу.

Висновок

Створення, реконструкція та реставрація зелених зон дуже важлива для розвитку міста. Вона сприяє покращенню якості життя, підвищує екологічну стійкість, слугує естетичною складовою міста. Зелені зони здатні забезпечити доступ до природних ресурсів, зменшують шум та рівень забруднення повітря, а також створюють комфортні умови для відпочинку. Отже, важливо створювати нові та підтримувати стан вже існуючих зелених зон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. П. М. Верещагіна, О. А. Коваленко, О. І. Чепак ТЕХНОЛОГІЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ: курс лекцій. МНАУ, 2015. – 104 с.
2. «Зелена архітектура» сучасних міст. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/30416/%d0%9a%d1%83%d1%87%d0%b5%d1%80%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Тези доповідей учасників всеукраїнської науково-практичної конференції. URL: https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2020konf/Kolesnikovski-chytanna_2020.pdf
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний з 01.10.2019 р]. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019.

Чумак Юлія Юрївна- студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця. Email: aleco1772280@gmail.com .

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovychnick@gmail.com .

Chumak Yulia - student of group BM-22b, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: aleco1772280@gmail.com .

Mykola Popovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: popovychnick@gmail.com .

Модульне будівництво як рішення для швидкого зведення житла

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця робота досліджує переваги та особливості модульного будівництва як сучасного методу швидкого зведення житла. Проаналізовано основні технічні, економічні та екологічні аспекти використання модульних конструкцій у житловому будівництві. Метою є виявлення основних переваг цього методу та його значення для вирішення житлових питань в умовах сучасних урбаністичних потреб.

Ключові слова: модульне будівництво, житлове будівництво, швидке зведення, екологічність, мобільність, інновації в будівництві.

Abstract

This work examines the advantages and features of modular construction as a modern method of rapid housing construction. The main technical, economic and ecological aspects of the use of modular structures in residential construction are analyzed. The goal is to identify the main advantages of this method and its importance for solving housing issues in the conditions of modern urban needs.

Keywords: modular construction, residential construction, rapid construction, environmental friendliness, mobility, innovations in construction.

Вступ

Модульне будівництво – це відносно новий спосіб зведення будинків малої поверховості, проте не варто недооцінювати даний тип будівництва, адже щороку з'являються нові вдалі ідеї та впровадження, щодо міцності та стійкості конструкцій, зовнішнього вигляду фасаду та вдосконалення екологічності споруд. Модульні будинки мають широкий спектр експлуатації. Це можуть бути не тільки житлові будинки (приватні котеджі, дачні будиночки та т. ін.), а й промислові, а також санітарні об'єкти (офіси, кафе, торгові центри та павільйони, військові споруди та т. ін.). Модульні будинки особливо актуальні за нинішніх умов війни в Україні, адже зростає потреба відновлення інфраструктури міста та забезпечення населення місцями для проживання (тимчасового або тривалого характеру), за короткий час та відносно економним варіантом.

Результати досліджень

Протягом останніх п'ятдесяти років весь цивілізований світ, і зокрема Україна, відчувають суттєвий дефіцит житлових площ. При цьому будівництво будинків найчастіше затягується на роки (велика кількість трудомістких процесів, значні фінансові витрати на матеріали та т. ін.). У такій ситуації модульне будівництво, як результат нового напрямку в будівельній індустрії, стає реальною та ефективною альтернативою капітальному. До того ж зведені за короткий термін модульні будинки можуть використовуватися не тільки в якості житлового фонду, а й будівель виробничого призначення. [1].

Головні переваги модульного будівництва:

1. Швидкість зведення

Однією з його ключових переваг є надзвичайна швидкість зведення. Традиційне будівництво може

забрати місяці чи навіть роки, перш ніж власник може насолоджуватися своїм новим житлом. У порівнянні з цим, модульні будинки можуть бути побудовані всього за кілька тижнів.

Це можливо завдяки фабричному виготовленню модулів, їх транспортуванню на будівельний майданчик та швидкому їх зведенню на місці. Такий підхід не тільки зберігає час, а й робить будівництво більш прогнозованим і менше залежним від погодних умов. Відтак, власники отримують можливість швидко переїхати в новий будинок та почати новий етап свого життя без зайвих затримок.

2. Зручність та мобільність

Модульне будівництво виходить за межі швидкості зведення і привносить низку переваг, пов'язаних із зручністю та мобільністю.

- a) Гнучкість в плануванні: Однією з основних переваг є можливість гнучкої настройки дизайну та планування. Модульні конструкції легко адаптуються під індивідуальні потреби та вподобання власника. Змінити розмір кімнати чи додати новий модуль — це питання декількох днів, а не місяців робіт.
- b) Можливість переносу: Унікальність модульних будинків полягає в тому, що їх можна легко демонтувати та перевезти на інше місце. Це важливо для тих, хто може змінювати своє місце проживання через роботу, навчання чи особисті обставини.
- c) Мінімальні незручності для власника: Під час будівництва модульного будинку власнику не потрібно переживати про численні незручності, пов'язані із будівельним майданчиком. Модулі виготовляються в умовах виробництва, де найкраще контролюються всі аспекти якості.
- d) Інтеграція зелених технологій: Зручність не обмежується лише збереженням часу. Модульні будинки легко обладнати сучасними енергоефективними системами, такими як сонячні панелі, системи енергонезалежності та ефективні системи опалення.
- e) Безпека та якість: Зручність у вигляді стандартів якості та безпеки також важлива. Модульне будівництво зазвичай супроводжується суворими стандартами виробництва та монтажу, забезпечуючи власникам впевненість у надійності та довговічності свого житла.

3. Сучасний дизайн

Сучасний дизайн модульних будинків — це не просто об'єднання стильних рішень, але і інноваційних технологій, що роблять простір більш функціональним і приємним для проживання. Мінімалізм та функціональність, використання природних матеріалів, великі вікна та природне світло, кольорові акценти та індивідуальність, технології “Розумний дім”.

Сучасний дизайн модульних будинків — це не лише естетичні рішення, але й розумні технології, які роблять житло комфортним та сучасним.

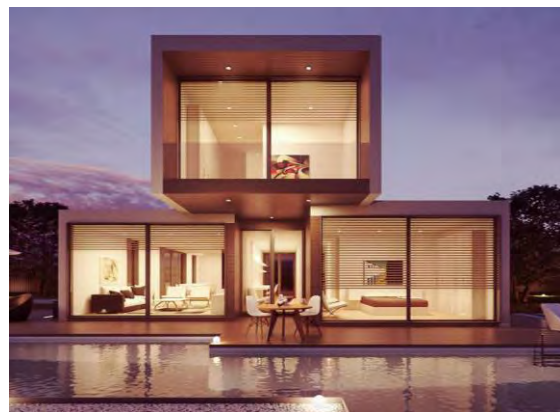


Рис. 1. Приклад дизайну модульного будинку

4. Енергоефективність

Енергоефективність у модульних будинках стає не просто трендом, а важливою стратегією для забезпечення комфорту та збереження енергоресурсів: утеплення та термомодернізація, системи вентиляції та рекуперації тепла, сонячні панелі та енергонезалежні рішення.

Енергоефективність у модульних будинках не лише допомагає заощадити кошти на комунальні

послуги, але й робить проживання в такому будинку більш комфортним та екологічно безпечним.

5. Екологічна дієздатність

Модульні будинки можуть бути спроектовані з урахуванням принципів екологічної дієздатності. Використання екологічно чистих матеріалів та технологій дозволяє зменшити негативний вплив на природу.

Модульне будівництво — це не просто новий спосіб створення житла, але і своєрідна еволюція сучасної архітектури та інженерії. Воно дозволяє нам переглянути підхід до будівництва і вивести його на новий, більш ефективний рівень [2].

Висновки

Отже, модульне будівництво має значний потенціал для розв'язання проблеми дефіциту житла та швидкого реагування на кризові потреби. Воно відрізняється високою швидкістю будівництва, економічною вигідністю та екологічністю. Застосування модульних конструкцій у сучасному будівництві України може стати ефективним інструментом для забезпечення населення доступним і якісним житлом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Interfax-Україна інформаційне агентство. Модульні будинки – ідеальне рішення у сучасному малоповерховому будівництві. <https://interfax.com.ua/news/press-release/911721.html> (дата звернення 14.11.2024)
2. «Dewpoint». Модульне будівництво: Швидко, зручно, сучасно <https://dewpoint.com.ua/uk/modulne-budivnitstvo-shvidko-zruchno-suchasno/>(дата звернення 14.11.2024)

Сопін Вероніка Олегівна — студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sopinchikv@gmail.com
Науковий керівник: Попович Микола Миколайович – доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

Sopin Veronika - student of the BM-22b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sopinchikv@gmail.com

Supervisor: Popovych Mykola - associate professor of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІ ПРИБЕРЕЖНИХ ЗОН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається значення прибережних територій у містах, які, будучи цінними рекреаційними зонами, сприяють екологічній рівновазі та сталому розвитку міського середовища. Зазначається, що ці території слугують зв'язуючим елементом між природними та антропогенними ландшафтами, маючи високу привабливість для туристичної та господарської діяльності. Описано два підходи до визначення меж прибережних зон — механічний та аналітичний, де перевага надається аналітичному, що враховує широкий спектр екологічних та урбаністичних факторів.

Ключові слова: прибережні зони, міське середовище, реконструкція, розвиток,

Abstract

The article examines the importance of coastal areas in cities, which, being valuable recreational areas, contribute to ecological balance and sustainable development of the urban environment. It is noted that these territories serve as a connecting element between natural and anthropogenic landscapes, having a high attractiveness for tourist and economic activities. Two approaches to determining the boundaries of coastal zones are described — mechanical and analytical, where preference is given to analytical, which takes into account a wide range of ecological and urban factors.

Key words: coastal zones, urban environment, reconstruction, development,

Вступ

Повсякденне життя людини тісно пов'язане з містом та його середовищем, яке складається з різноманітних елементів, що відрізняються за своїми характеристиками та функціями: житлових районів, громадських та комерційних центрів, виробничих і промислових зон, парків, бульварів, набережних, транспортних артерій тощо. Обов'язковою частиною будь-якого міста, яке має водні об'єкти, є прибережні території [1].

Прибережні території є однією з найбільш цінних рекреаційних зон у будь-якому місті, що повинні забезпечувати комфорт як для місцевих мешканців, так і для туристів. Сьогодні ці території мають важливе значення для підтримки екологічної рівноваги та сталого розвитку міст. Вони є важливою частиною міського середовища, оскільки виступають контактною зоною між природним і антропогенним ландшафтами. Транзитні «зелені коридори», які з'єднують житлові райони та громадські простори з водними об'єктами, створюють умови для покращення міського середовища.

Результати дослідження

Повсякденне життя людини нерозривно пов'язане з містом та міським середовищем, що складається з безлічі компонентів, різних за своїми властивостями та функціями: житлової забудови, громадських та ділових центрів, виробничих та промислових об'єктів, парків, бульварів, набережних, транспортних магістралей тощо. Складовою будь-якого міста, що має у своїй структурі водний об'єкт, є прибережні території.

Термін «прибережна територія» або «прибережна зона» був введений Європейською Комісією і визначається як область, в якій особливо інтенсивно відбувається взаємодія людини з навколишнім середовищем [2].

Кожна прибережна зона є складним і багатогранним об'єктом, що охоплює соціальні, економічні, екологічні та географічні аспекти. Прибережні території володіють високою привабливістю, що спонукає до активної господарської діяльності, включаючи будівництво готелів, розвиток туристичної інфраструктури, а також зведення житлових і комерційних об'єктів. Це викликало необхідність вивчення потенціалу прибережних зон для забезпечення їх сталого і комплексного розвитку.

Для комплексного дослідження організації прибережних територій у містах важливо визначити їхні

межі. Існує два підходи до визначення цих меж: механічний та аналітичний. За механічним підходом межа прибережної території визначається через певну відстань, що відповідає зміні природного ландшафту річки, що обумовлено різними чинниками. Водночас аналітичний підхід передбачає врахування різноманітних параметрів, таких як рельєф, клімат, водність річки, геологічна структура берегів, міський каркас та інші фактори. Порівнюючи ці два підходи, можна зробити висновок, що аналітичний метод є більш повним, оскільки враховує ширший спектр критеріїв.

Отже, в межах аналітичного підходу межі прибережної території визначаються через антропогенні елементи, кордони урбанізованого каркасу або природні особливості рельєфу. При цьому прибережна територія розглядається як унікальна підсистема, що є частиною урбанізованого середовища міста, де активно взаємодіють люди та навколишнє природне середовище. Розширення міських територій та розвиток технологій перетворення природи призвели до звичного явища зміни ландшафтів міста й його оточення. Останнім часом ця взаємодія між природним та штучним середовищем набуває форми посилення тиску міської забудови на природні компоненти, зокрема на прибережні території, що призводить до нераціонального використання берегових зон, деградації зелених насаджень та інших негативних наслідків. Тому наразі важливо розробляти нові стратегії розвитку та організації прибережних територій.

За останні десятиліття в світі було здійснено численні проекти реконструкції. На місці колишніх промислових зон створюються культурні центри та університети, як це сталося в Сіднеї, Більбао та Гамбурзі, а також нові ділові райони, парки, рекреаційні зони та міські пляжі, як у Нью-Йорку, Торонто, Парижі та Шанхаї. У кожному з цих міст, враховуючи наявні умови та специфічні вимоги, було впроваджено індивідуальні підходи до організації простору прибережних територій.

В Україні є декілька прикладів реконструкції прибережних зон.

Реконструкція набережної «Циганка» у Тернополі (рис.1).

За задумом архітекторів ініціативи URBAN.te, набережна умовно розділена на сім основних зон: алея для прогулянок з виходом на пристань, рекреаційна зона, скейтпарк, головна площа з пірсом і фонтаном, пляж «Циганка» з рестораном, спортивна зона і територія пивоварні [3].

Унікальність оновленої набережної полягає в її повній інклюзивності — вона стала комфортною зоною відпочинку для всіх: підлітків, малих дітей і їхніх батьків, людей літнього віку та осіб з обмеженими можливостями. Нові велосипедні доріжки, які відокремлені від пішохідних зон зеленими насадженнями, дозволяють звільнити територію від потоку велосипедистів, що значно покращує культурно-соціальну функціональність та загальне призначення реконструйованої набережної.

Проект реконструкції занедбаної набережної Тернопільського ставу був реалізований у 2016 році і миттєво став основною прикметою цієї території, щодня привертаючи все більше відвідувачів, незалежно від погодних умов. Для того, щоб оновлена набережна максимально відповідала потребам її користувачів, архітектори активно співпрацювали з місцевими жителями при вирішенні основних функціональних питань нового громадського пляжу. Це дало проекту унікальність, інноваційний підхід до проектування та новий рівень гуманізму в ландшафтній архітектурі. Завдяки такій співпраці та врахуванню побажань громади, набережна «Циганка» отримала пристань для човнів, численні оглядові майданчики з чудовими краєвидами, скейт-парк, який давно очікували, фонтани, унікальні площі, амфітеатр, багато відкритих фотозон та майданчики для різноманітних видів відпочинку.

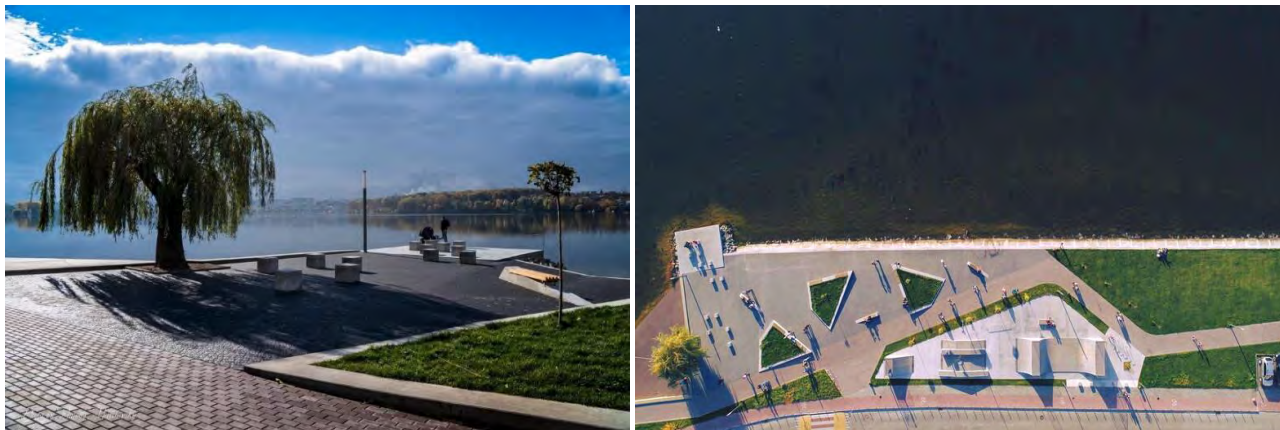


Рис.1. Набережна «Циганка», Тернопіль, 2016р. [3]

Реконструкція «Острів кохання» в м. Івано-Франківськ (рис.2).

В Івано-Франківську «Острів кохання» на міському озері отримує нове життя завдяки масштабній реконструкції, розпочатій у 2013 році. Проект включав впорядкування території, будівництво нових пішохідних доріжок, встановлення сучасного освітлення, облаштування зони відпочинку та зеленої зони. Задля покращення доступності до острова оновлено та зміцнено пішохідний міст, що веде до нього. Виконались зрізання аварійних дерев, розчистили зарослі кущів, покосили трави.

По центру острова зроблено квітник у вигляді серця, встановлені лавочки. По периметру острова розміщені ковани лавочки, у майбутньому острів прикрасять і кованими скульптурами, змінять перильну огорожу на мостуку.

Було повністю завершено роботи по освітленню острова: встановлено три опори освітлення на мості, був підсвічений з обох сторін сам міст, також усі основні дерева підсвічуються знизу, створюючи романтичну обстановку. Провели вертикальне планування і облаштування доріжок [4].



Рис.2. «Острів кохання», Івано-Франківськ, 2013р.[4]

Реконструкція водно-пейзажного парку «Саржин Яр» у Харкові (рис.3).

Реконструкція Водно-пейзажного парку «Саржин Яр» у Харкові, що відбувалася з 2017 до 2019 року, перетворила цей природний простір на популярне місце відпочинку для містян. Основну концепцію проекту, розроблену харківською студією архітектури та дизайну SMB, спрямували на мінімальне втручання в природне середовище, зберігаючи природний ландшафт і додаючи сучасні елементи комфорту. Замість типових для парків урбаністичних елементів, тут зосередилися на облаштуванні доріжок, освітлення та зон для спокійного відпочинку, що дозволяє відвідувачам насолоджуватися природою, читати, займатися йогою або просто відпочивати у тиші [5].

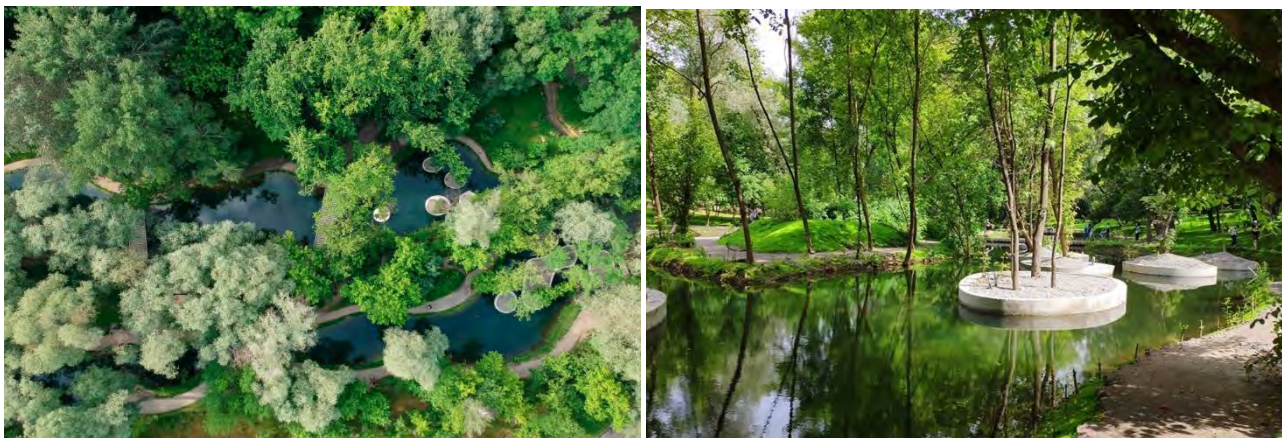


Рис.3. Водно-пейзажний парк «Саржин Яр», Харків, 2017р. [5]

У результаті реконструкції парк «Саржин Яр» став поєднанням сучасного міського ландшафту та природного середовища. Було створено нові зони для відпочинку, включаючи дитячі майданчики, місця для занять спортом і навіть облаштоване джерело з мінеральною водою. Було сформовано нову

систему озер зі струмків за допомогою дамб. При цьому використовували виключно екологічні рішення: глиняне дно, береги з вербових кілків, доріжки з гранвідсіву. І за словами архітекторки ці рішення добре показали себе на практиці. На невеликих острівцях посеред озер вдалося зберегти дерева. Крім того, у парку збудували 3,5-кілометрове велоколо з двома велоостакадами між крон дерев. Реконструкція передбачала поліпшення інфраструктури, але з мінімальними втручаннями в природу, зберігаючи автентичність місця, яке є важливим екологічним об'єктом.

Після реконструкції парк став ще більш популярним серед харків'ян, адже він тепер підходить для різних видів дозвілля — від прогулянок і активних видів спорту до тихого відпочинку на природі. Тим часом у 2023 році в міській раді з'явилися пропозиції щодо забудови 10% території парку для створення багатофункціонального комплексу з офісними приміщеннями, конференц-залами та зонами для відпочинку. Цей проєкт викликав значний спротив серед громадськості, оскільки він передбачає вирубку частини дерев та втручання в природний ландшафт.

Висновки

Прибережні території відіграють ключову роль у формуванні комфортного та екологічно збалансованого міського середовища. Їх правильне використання сприяє покращенню якості життя мешканців, розвитку рекреаційної та туристичної інфраструктури, а також збереженню природних ландшафтів. Аналіз прикладів реконструкції прибережних зон в Україні показує, що комплексний підхід до їх організації, врахування думки громади та екологічно дружні рішення здатні перетворити занедбані зони на сучасні простори для відпочинку. Проте зростаючий тиск урбанізації вимагає розробки стратегій, що враховують як потреби розвитку міста, так і збереження природних компонентів. Тому для забезпечення сталого розвитку прибережних територій необхідно збалансувати інтереси всіх сторін та впроваджувати екологічні принципи, щоб уникнути негативного впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комплексний розвиток прибережних територій. URL: <https://construction.gutman.com.ua/kompleksnij-rozvitok-priberezhnoji-teritoriji/>
2. The Situation in Europe's Coastal Zones. URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/iczm/situation.htm>
3. Ukrainian Urban Awards 2019: гран-прі за проєкт реконструкції набережної «Циганка» у Тернополі. URL: <https://royaldesign.ua/ru/ukrainian-urban-awards-2019-gran-pr-za-proekt-rekonstrukts-naberejno-tsiganka-u-ternopol.bXnkb/>
4. У Івано-Франківську реконструюють «Острів кохання». URL: <https://www.mvk.if.ua/news/22917>
5. Екологічне рішення від Харкова. Саржин Яр: як інтегрувати природу в міське середовище. URL: <https://dnister.in.ua/articles/153184/ekologichne-rishennya-vid-harkova-sarzhin-yar-yak-integrivati-prirodu-v-miske-seredovische->

Ратинська Валерія Леонідівна - студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: valeryratunska@gmail.com

Чумак Юлія Юрївна - студентка групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: aleco1772280@gmail.com

Рундюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundyuksv@gmail.com

Valeriia Ratynska - student of BM-22b group, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: valeryratunska@gmail.com

Yulia Chumak - student of BM-22b group, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: aleco1772280@gmail.com.

Svitlana Rundyuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundyuksv@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ДЛЯ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається важливість використання сонячної енергії як основного елементу в розвитку енергоефективних та екологічно стійких міст. Підкреслюється роль сонячних батарей у зменшенні залежності від викопного палива, скороченні викидів парникових газів та сприянні сталому розвитку міської інфраструктури. Окрім цього, розглядаються приклади використання сонячних панелей у міських умовах, включаючи енергоефективні будівлі, «розумні» зупинки, громадський транспорт і навіть дороги. У статті також акцентується на значенні розвитку відновлюваних джерел енергії для зміцнення енергетичної незалежності України та забезпечення економічної стабільності на довгострокову перспективу.

Ключові слова: сонячна енергія, сонячні батареї, відновлювальні джерела енергії, міські простори, екологічність.

Abstract

The article examines the importance of using solar energy as a key element in the development of energy-efficient and environmentally sustainable cities. The role of solar panels in reducing dependence on fossil fuels, reducing greenhouse gas emissions and promoting sustainable development of urban infrastructure is emphasized. In addition, examples of the use of solar panels in urban settings are considered, including energy-efficient buildings, “smart” stops, public transport and paved roads. The article also emphasizes the importance of developing renewable energy sources to strengthen Ukraine’s energy independence and ensure economic stability in the long term.

Keywords: solar energy, solar panels, renewable energy sources, urban spaces, environmental friendliness.

Вступ

У сучасному світі питання енергетичної незалежності та екологічної безпеки стають усе актуальнішими. Одним із найперспективніших рішень цієї проблеми є використання сонячної енергії. Сонячні батареї давно перестали бути екзотикою - вони активно інтегруються в повсякденне життя сучасних міст, трансформуючи міські простори на шляху до сталого розвитку.

Ефективне використання відновлюваних джерел енергії дає змогу не лише зменшити залежність від викопного палива, а й суттєво скоротити негативний вплив на довкілля. Усе більше міст у світі обирають шлях екологічних перетворень, поєднуючи інновації, економію та турботу про майбутнє. [1].

Результати дослідження

Сьогодні енергетичні потреби міст зростають внаслідок урбанізації та розвитку інфраструктури, що ставить перед людством нові виклики у забезпеченні енергією. Одним з перспективних шляхів вирішення цих проблем є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних батарей. Сонячна енергія не лише є екологічно чистим і доступним ресурсом, але й дозволяє значно знизити залежність від традиційних енергетичних систем, забезпечуючи сталий розвиток міст. Сонячні батареї, встановлені на дахах будівель, в громадському транспорті та на інших об'єктах, стають невід'ємною частиною інфраструктури сучасних енергоефективних міст [2].

В Україні також активно розвиваються ініціативи щодо впровадження сонячних технологій, що сприяють економії ресурсів, зниженню викидів парникових газів та розвитку інновацій у міському дизайні. У цьому контексті важливо розглянути, як сонячні батареї змінюють вигляд сучасних міст, а також роль відновлюваних джерел енергії в умовах воєнного часу та їх важливість для енергетичної безпеки країни [3-4].

1. Сонячні батареї: основа енергоефективних міст.

Великі міста вирізняються високим рівнем енергоспоживання, обумовленим великою кількістю мешканців, розвинутою інфраструктурою, транспортом та промисловістю. У цьому контексті сонячні батареї залишаються ключовим елементом переходу до сталої енергетики.

Особливість сонячних панелей виникає в їх універсальності: їх можна розміщувати на дахах котеджів, офісних будівель, торгових центрів і навіть громадського транспорту. Це дозволяє максимально ефективно використовувати обмежений міський простір.

2. Як сонячні батареї змінюють міста.

Сонячні панелі не лише забезпечують енергопостачання, а й сприяють екологічним, економічним і дизайнерським трансформаціям у містах.

2.1 Екологічність

Чистота сонячної енергії робить її успішним інструментом у боротьбі зі зміною клімату. Встановлення сонячних панелей хоче значно скоротити викиди парникових газів, що особливо важливо для міст із високим рівнем забруднення.

2.2 Економія

Сонячні батареї сприяють зниженню витрат на електроенергію. Установка на муніципальних будівлях, таких як школи чи лікарні, дозволяє заощаджувати бюджети міст і їх направляти вивільнені витрати на інші важливі потреби.

2.3 Інновації в дизайні міського простору.

Архітектори активно впроваджують сонячні панелі в проекти нових будівель, створюючи естетично привабливі та функціональні рішення. Наприклад, «розумні» зупинки з сонячними батареями забезпечують освітлення та зарядку гаджетів, стаючи яскравим прикладом інновацій у міському дизайні.

2.4 Розвиток громадського транспорту.

Громадський транспорт, оснащений сонячними батареями, наприклад, трамваї та автобусами, демонструє нові підходи до вирішення проблеми порушення повітря в містах.

Перехід до екологічного транспорту та інфраструктури вже має позитивний вплив на багатьох мегаполісів світу.

3. Приклади використання сонячних батарей у містах.

Використання сонячної енергії стає нормою для багатьох міст у різних куточках світу, і Україна не є виключенням.

3.1 Енергоефективні будівлі.

В європейських містах, таких як Амстердам і Копенгаген, надають перевагу даховим сонячним панелям для забезпечення потреб житлових та комерційних будівель. Подібні ініціативи розвиваються й в українських містах, зокрема в Києві, Львові та Дніпрі.

3.2 Сонячні зупинки та смарт-парки.

Інноваційні автобусні зупинки в Києві з сонячними батареями вже стали прикладом для інших міст. Вони забезпечують простір освітленням та зарядною станцією для мобільних пристроїв, підвищуючи рівень комфорту в місті.

3.3 Муніципальні будівлі та школи.

Школи у Львові, обладнані сонячними панелями, демонструють не лише економічну ефективність, а й екологічну свідомість, формуючи нове покоління з повагою до довкілля.

3.4 Сонячні дороги.

Ідея створення дороги із вбудованими сонячними батареями вже реалізується в деяких країнах світу. Це рішення дозволяє генерувати енергію для освітлення вулиць і зарядки електротранспорту, підкреслюючи потенціал сонячної енергетики в міських умовах.

4. Основні напрями розвитку ВДЕ в Україні у зв'язку з воєнними діями.

Війна в Україні загострила потребу в децентралізації та зміцненні енергетичної системи. У цьому контексті розвиток відновлюваних джерел енергії стає не просто бажанням, а необхідністю.

4.1 Децентралізація енергетичної системи.

Сонячні панелі можуть створити автономні системи енергопостачання, що є критичним для регіонів, постраждалих від війни.

4.2 Стимулювання приватних ініціатив.

Державна підтримка громадян у встановленні сонячних панелей стимулює участь населення у вирішенні енергетичних проблем.

4.3 Енергетична безпека.

Сонячна енергетика зменшує залежність від імпорту викопного палива, забезпечуючи більшу стабільність навіть у часи економічної кризи.

5. Важливість використання відновлених джерел енергії.

Україна має значний потенціал для розвитку відновлюваної енергетики. Це все дозволяє вирішувати як поточні енергетичні виклики, так і сприяти сталому розвитку країни в довгостроковій перспективі.

5.1 Кількість викидів CO₂.

Виконання зобов'язань Паризької кліматичної угоди вимагає розвитку ВДЕ, серед яких сонячна енергетика виконує провідну роль.

5.2 Створення нових робочих місць.

Розвиток ВДЕ забезпечує зростання локальної економіки, створюючи робочі місця у сфері виробництва, обслуговування та інновацій.

5.3 Підготовка до відновлення.

Сонячна енергетика стане основою нової, більш стійкої енергетичної системи України. Завдяки розвитку сонячної енергетики Україна може не лише послабити нагальні енергетичні питання, а й закласти основу для сталого розвитку навіть у найскладніших умовах.

Висновки

Сонячна енергія, як одне з найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії, відіграє ключову роль у переході до сталого розвитку міст і забезпеченні енергетичної безпеки. Використання сонячних батарей дозволяє не лише зменшити залежність від викопного палива, а й значно знизити негативний вплив на довкілля, сприяючи зменшенню викидів парникових газів. У міських умовах сонячні технології сприяють не лише енергетичній ефективності, але й інноваціям у дизайні та розвитку інфраструктури, що робить міста більш комфортними та екологічними.

В Україні активний розвиток сонячної енергетики, особливо в умовах воєнного часу, є важливим кроком до зміцнення енергетичної незалежності, забезпечення стабільності та підтримки економіки. Крім того, сонячні технології створюють нові робочі місця та підтримують довгостроковий розвиток країни, зменшуючи вплив енергетичних криз та сприяючи сталому майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Риндюк С.В., Пташка О.М. Застосування альтернативних джерел енергії в міських просторах. *ЛІІ Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023)*: збірник наукових праць, м. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 1614-1616.
2. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
3. Сонячна енергетика: теорія та практика / Мисак Й. С. та ін. Львів : Львівська політехніка, 2014. 340 с.
4. Opportunities and Challenges for Renewable Energy Generation in Ukraine. URL: <https://www.csis.org/analysis/opportunities-and-challenges-renewable-energy-generation-ukraine>

Пташка Олена Максимівна – студентка групи БМ-24м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ptashka.olena@gmail.com

Риндюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundyksv@gmail.com

Olena - Ptashka student of group BM-24m, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ptashka.olena@gmail.com

Svitlana Ryndiuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundyksv@gmail.com

ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядаються питання забезпечення захисних споруд цивільного значення в навчальних закладах, спрямованих на безпеку учнів і персоналу в надзвичайних ситуаціях. Окреслено основні вимоги до таких укриттів, включно з вентиляцією, санітарними зонами і запасом води для створення безпечних умов перебування.

Ключові слова: цивільний захист, захисні споруди, навчальні заклади, укриття, безпека, надзвичайні ситуації.

Abstract

The article addresses the provision of civil protection shelters in educational institutions aimed at ensuring the safety of students and staff during emergencies. It outlines the key requirements for such shelters, including ventilation, sanitation zones, and water supplies, to create safe conditions for sheltering.

Keywords: civil protection, shelters, educational institutions, safety, emergency situations.

Вступ

У сучасних умовах зростаючих загроз безпеці, зокрема внаслідок військових конфліктів та природних катастроф, вимоги щодо обов'язкового забезпечення всіх будівельних об'єктів захисними спорудами на-бувають особливого значення. Такі споруди повинні бути передбачені на етапах проєктування та зведення нових об'єктів. Крім того, активно проводиться робота з реконструкції підвальних приміщень існуючих об'єктів, а також з відновлення занедбаних захисних споруд, як вбудованих, так і окремо стоячих. Основною метою цих заходів є створення найпростіших укриттів або сховищ для соціальних об'єктів, які гарантують безпеку мешканців під час військового стану.

У місті Вінниця активно переобладнуються укриття та сховища в медичних, дитячих та навчальних закладах, що свідчить про прагнення місцевої влади забезпечити належний рівень безпеки [1]. Паралельно з цим, наявність вбудованих або окремих споруд цивільного захисту підвищує кошторисну вартість кожного проєкту. У ситуації обмежених державних коштів та очікуваних інвестицій у будівництво виникає завдання оптимізації витрат на зведення та облаштування споруд цивільного захисту.

Таким чином, ефективне планування і реалізація проєктів цивільного захисту стають ключовими для забезпечення безпеки населення, що підкреслює необхідність комплексного підходу до їх проєктування, фінансування та експлуатації.

Результати дослідження

Відповідно до Кодексу цивільного захисту [2] захисними спорудами цивільного захисту є інженерні споруди, які призначені для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів. Згідно ст. 32 Кодексу до захисних споруд цивільного захисту належать сховища та протирадіаційні укриття.

Потреба в захисних спорудах цивільного захисту в Україні гостро постала з 2014 року через окупацію Криму, Донецької та Луганської областей, а згодом – повномасштабне вторгнення Росії у 2022 році. Захисні споруди (сховища, протирадіаційні укриття, споруди подвійного призначення) є ключовим елементом для колективного захисту населення в разі надзвичайних ситуацій. На кінець 2022 року в Хмельницькому було створено 800 найпростіших укриттів для населення, однак загальна кількість діючих сховищ значно нижча за потребу безпеки мешканців.

Станом на 2022 рік в Україні налічувалося 21 097 захисних споруд, серед яких 15 393 – протирадіаційних укриттів і 5704 – сховищ.

З метою забезпечення захисту учнів (студентів), працівників закладу освіти від небезпечних чинників надзвичайних ситуацій та організації його життєзабезпечення об'єкти мають відповідати вимога [3]:

- 1) розміщуються у підвальному (підземному) або цокольному поверхах;
- 2) розташовуються у складі основної будівлі закладу освіти або у безпосередній близькості до неї (рекомендовано до 100 м);
- 3) не розміщуються поруч з великими резервуарами із небезпечними хімічними, легкозаймистими, горючими та вибухонебезпечними речовинами;
- 4) не зазнають негативного впливу ґрунтових, поверхневих, технологічних або стічних вод;
- 5) забезпеченню електроживленням, штучним освітленням, системами водопроводу, природної

вентиляції та каналізації;

б) наявні отвори (крім дверних) забезпечують можливість їх закладки (мішками з піском або ґрунтом, бетонними блоками, цегляною кладкою тощо);

7) мають бути два виходи, один – аварійний (за умовою місткості не менше 500 осіб);

8) через приміщення мають не проходити водопровідні та каналізаційні магістралі, інші магістральні інженерні комунікації. Приміщення мають бути з рівною підлогою.;

9) висота приміщень об'єктів становить не менше 2 м (допускається не менше 1,8 м, за проектом). Відстань до виступаючих частин – не менше 1.4 м. Ширина дверних отворів - не менше ніж 0,9 м (0,8 м за проектом).;

10) отвори при входах (виходах) закриваються посиленими дверима із негорючих матеріалів або захисними на висоту не менше 1,7 м;

11) забезпечується вільний доступ осіб з інвалідністю та маломобільних груп населення;

12) об'єкт перебуває у задовільному санітарному та протипожежному стані;

13) забезпечено захист від звичайних засобів ураження та зовнішнього іонізуючого випромінювання, встановлених для протирадіаційних укриттів;

14) Площа має відповідати кількості учнів, учителів і персоналу (мінімум 1 кв. метр на людину).

При відбиранні об'єктів для аналізу були підібрані проекти капітального ремонту, що відрізняються за такими факторами:

- вбудовані або окремо стоячі;
- місткість споруд укриття (кількість осіб, на яку воно розраховано);
- площа укриття.

Оскільки всі об'єкти мали не належний стан підвальних приміщень для перебування в них людей, було прийнято рішення про проведення капітального ремонту даних закладів.

В результаті було підбрано 7 об'єктів з різними характеристиками.

Техніко-економічні характеристики об'єктів цивільного захисту, відібраних для аналізу

Основні техніко-економічні характеристики об'єктів цивільного захисту, відібраних для аналізу, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні техніко-економічні характеристики об'єктів цивільного захисту

Назва об'єкту	Конструктивне рішення споруди	Кількість перебуваних	Площа загальна Площа основних приміщень м ²	Загальна кошторисна вартість, млн. грн.
Капітальний ремонт споруди цивільного захисту – сховище КНП "Вінницька міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги" по вул. Київській, 68 в м. Вінниці	Окремо стояча	100	<u>500</u> 253,64	7,148
Капітальний ремонт споруди цивільного захисту - сховище КНП «Вінницька міська клінічна лікарня №1» по вул. Хмельницьке шосе, 96, в м. Вінниці	Окремо стояча	100	<u>544</u> 250,8	12,895
Капітальний ремонт споруди цивільного захисту-найпростіше укриття «Дошкільний навчальний заклад №71 по вул. М. Васьука 19 у м. Вінниця»	Підвал 2-х поверхової будівлі	100	<u>169</u> 156,64	1,972
Капітальний ремонт споруд цивільного захисту - укриттів комунального закладу "Вінницький ліцей №16" по вул.М.Кішки, 30 в м. Вінниці	Підвал 4-х поверхової будівлі	905	<u>738</u> 542,79	6,875
Капітальний ремонт споруди цивільного захисту – укриття комунального закладу «Вінницький ліцей №35 по вул. Миколи Васьука, 10 в м. Вінниці "	Підвал 3-х поверхової будівлі	875	<u>729</u> 590	6,227

Капітальний ремонт споруди цивільного захисту – укриття комунального закладу «Вінницький ліцей №15» по вул. Келецька, 62 в м. Вінниці	Підвал 4-х поверхової будівлі	700	<u>569,6</u> 419,85	3,855
Капітальний ремонт споруд цивільного захисту - укриттів комунального закладу "Вінницький ліцей №26" по вул. Хмельницьке шосе, 27 в м. Вінниці	Підвал 4-х поверхової будівлі	998	<u>1002,2</u> 750	6,091

Захист населення від повітряних атак вимагає забезпечення міськими компактними укриттями та сховищами, зважаючи на щільну забудову населених пунктів. Архітектори Дніпра пропонують бетонні бокси для встановлення на зупинках і вулицях, а компанії зі Львова розробили модульне сховище "Будинок Хоббіта" для освітніх закладів та установ, яке також може розташовуватись під зеленими зонами. Недоліки таких конструкцій включають часткову безпеку та необхідність у вільних земельних ділянок.

Зростання населення та автомобільного транспорту в містах вимагає розробки ефективних рішень для організації стоянок і паркінгів. Архітектори пропонують будувати паркувальні споруди в комплексі з житловими будинками, але в уже сформованих мікрорайонах з щільною забудовою оптимальним рішенням є підземні паркінги, які можна розташувати під дитячими майданчиками та зонами відпочинку [3].

Для аналізу були обрані проекти капітального ремонту, що відрізняються за типом (вбудовані або окремо стоячі), місткістю укриттів та їх площею. У Вінниці активно реконструюють укриття в дитячих та навчальних закладах, зокрема в ліцеях 11, 12, 13, 23, 30 та 35. У зв'язку з вимогами до захисних споруд, їх потрібно передбачати під час проектування нових об'єктів та реконструкції існуючих. Я обрала ліцей 23 на вул. Космонавтів, 32, де створено протирадіаційне укриття, що забезпечує безпечні умови для учнів та працівників. Далі наведені рис. 1, що ілюструють реалізацію проекту укриття в ліцеї 23 [4].

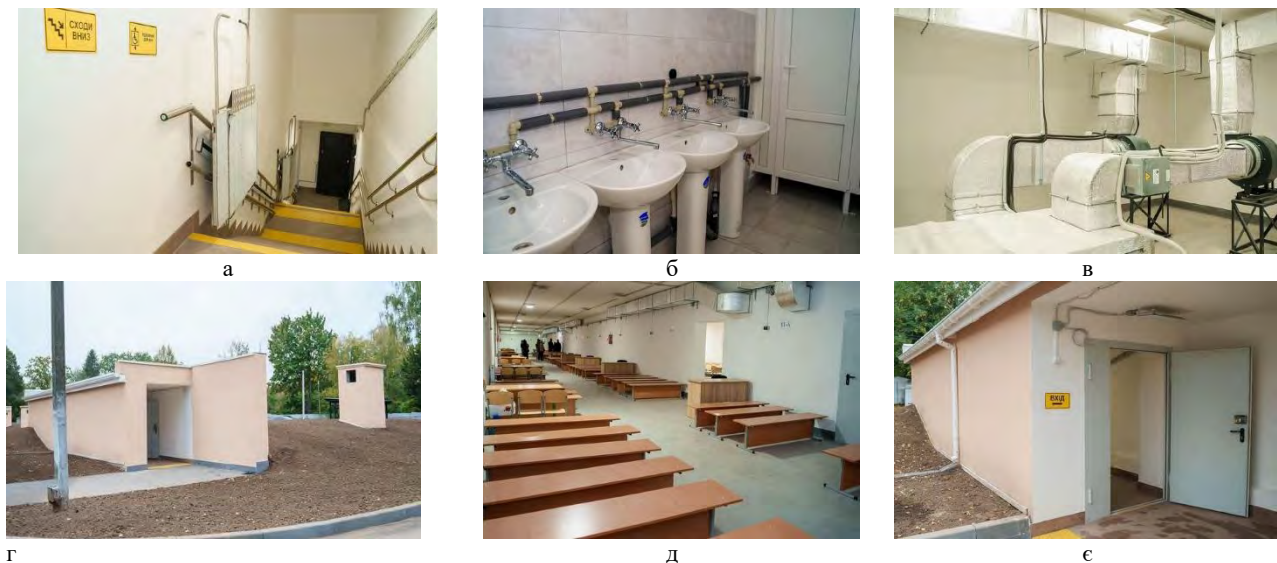


Рис. 1. - Фотографії 23 ліцею в м. Вінниці: а - пандуси, б - санвузли, в - воздуховоди, г і е - входи та виходи, д - основне місце перебування учнів.

У ліцеї 23 на вул. Космонавтів, 32 розташоване укриття, яке є окремою спорудою на території навчального закладу. Укриття обладнане електрощитовою для забезпечення електропостачання та приміщенням для зберігання продовольства, що забезпечує життєдіяльність під час тривалої евакуації.

Переваги укриття включають надійний захист від загроз, швидкий доступ для учнів і працівників та функціональність, завдяки продуманому плануванню. Однак, його обмежений простір може стати недоліком у разі великої кількості людей, а для комфорту можуть знадобитися додаткові інженерні рішення, такі як системи вентиляції та санітарні вузли.

Укриття в ліцеї 23 є важливим елементом цивільного захисту, але його ефективність залежить від організації простору та забезпечення необхідних ресурсів.

Висновки

У роботі розглядається важливість захисних споруд цивільного значення в навчальних закладах, особливо в умовах зростаючих загроз безпеці, таких як військові конфлікти та природні катастрофи. Потреба у захисних спорудах стала критично важливою після подій 2014 року в Україні. Сьогодні в країні є понад 21 тисяча захисних споруд, однак їх кількість недостатня для забезпечення безпеки населення, особливо в густонаселених районах.

Захисні споруди повинні відповідати ряду вимог, зокрема: забезпечення доступу для осіб з інвалідністю, наявність аварійних виходів, відповідність площі до кількості осіб, наявність систем вентиляції та електропостачання. В рамках аналізу розглянуто укриття в ліцеї №23 у Вінниці, яке відповідає сучасним вимогам захисту. Воно забезпечує надійний захист від небезпечних чинників і має важливі функціональні елементи для підтримки життєдіяльності людей.

Незважаючи на переваги, існують проблеми з обмеженим простором укриттів, що може ускладнити їх використання під час надзвичайних ситуацій. Додаткові інженерні рішення можуть потребувати значних витрат. Таким чином, забезпечення належного рівня безпеки в навчальних закладах вимагає комплексного підходу до проектування, облаштування та експлуатації захисних споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Озернюк О. С. Вплив різних чинників на вартість захисної споруди цивільного захисту : магістер. кваліфікац. робота: Вінницький нац. техн. ун-т. – Вінниця, 2023. 132 с.
2. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 2 жовтня 2012 р. № 5403-VI / Верховна Рада України. – Київ : ВРУ, 2012.
3. ДБН В.2.2.5-97. Захисні споруди цивільної оборони. [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1998. 80 с. (Будинки і споруди).
4. Вінниця info від 11 жовтня 2024 року [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://vinnitsa.info/article/dlya-23-yi-shkoly-u-vinnytsi-zbuduvaly-protyradiatsiyne-ukryttya>

Гавронська Інна Геннадіївна — студент групи БМ-23мс, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: innagavronska@gmail.com

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

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

Havronska Inna Hennadiyevna — student of BM-23ms, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: innagavronska@gmail.com

Popovych Mykola Mykolayovych — associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovychnick@gmail.com

Supervisor: **Popovych Mykola Mykolayovych** — associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovychnick@gmail.com

ПОЄДНАННЯ СУЧАСНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ІСТОРИЧНІЙ ЗАБУДОВІ МІСТ

Анотація

Досліджуються проблеми впровадження сучасної архітектури історичну забудову міст, гармонійного поєднання історичних та сучасних об'єктів в місті. Збереження історичної забудови міст набуває все більшу актуальність в сучасному розвитку суспільства. Дослідження направлено на збереження історичних об'єктів, що є одним із факторів формування правильного розвитку сучасності. Місто, що розвивається передбачає зміну містобудівного середовища, що впливає на появу в історичних районах міста сучасних об'єктів.

Ключові слова: місто, сучасна архітектура, історична забудова, міське середовище.

Abstract

The problems of the implementation of modern architecture, the historical development of cities, the harmonious combination of historical and modern objects in the city are studied. Preservation of the historical buildings of cities is gaining more and more relevance in the modern development of society. The research is aimed at the preservation of historical objects, which is one of the factors in the formation of the correct development of modernity. A developing city implies a change in the urban planning environment, which affects the appearance of modern objects in the historical districts of the city.

Keywords: city, modern architecture, historical buildings, urban environment.

Вступ

В сучасному розвитку міста з'являється необхідність в нових функціональних площах. Не варто забувати про історичні центри, які потребують збереження і є торговими, культурними і діловими одночасно. Слід зберігати історичні об'єкти, при цьому впроваджувати сучасні будівлі і території, які будуть використані під нові функції.

Результат дослідження

Сучасні архітектори, проектуючи в історичному міському середовищі, ставлять для себе головною задачею гармонійне інтегрування сучасних об'єктів та створення єдиних образів історичних та проєктованих будівель. При цьому архітектори вирішують задачі максимального використання виділеної ділянки під забудову, так як найчастіше ці площі є обмеженими.

Розглядаються наступні поєднання нових та історичних будівель:

1. симбіоз «старого і нового» – доповнення історичної будівлі новим об'єктом, за рахунок сучасних матеріалів, композиційних прийомів;
2. принцип «підкорення» – домінування історичної забудови над сучасним об'єктом досягається шляхом спрощення кольору та форми нової будівлі;
3. «вписування» – гармонійне комбінування об'єктів досягається за рахунок будівництва нового об'єкта, який доповнює ритм і масу історичної будівлі;
4. «контраст» – при будівництві нового об'єкта використовуються сучасні будівельні матеріали, за рахунок цього новий об'єкт контрастує з оточуючою історичною забудовою.

Інтеграція сучасних будівель в існуючу історичну забудову досягається за рахунок одного з інструментів, прийомів середовищної адаптації об'єкта.

Основні прийоми:

1. композиційний – при проектуванні нового об'єкта враховуються всі засоби композиції і параметри існуючої історичної забудови;
2. стилістичний – проектування сучасного об'єкту ведеться із застосуванням стилізації, при цьому поєднується історія існуючого об'єкта і сучасність нового;
3. декоративний – використовуються архітектурні деталі будівель, які модернізуються і використовуються для сучасної і історичної забудови;
4. асоціативний – поєднання історичного і сучасного досягається шляхом встановлення образу, стилю та характеру конкретної території забудови;
5. колористичний – проектування сучасної будівлі ведеться з врахуванням використання сучасних будівельних матеріалів, як дозволяють підкреслити деталі історичної будівлі на прилеглий території;
6. типологічний – проектування об'єкта з використанням пропорційності і модульності при поєднанні історичної та сучасної забудови.

Висновки

Проектуючи сучасну архітектуру, не слід забувати про те, що існують будівлі, які несуть за собою історію, образ яких не підлягає повторенню і відновленню. Вивчена інформація підтверджує актуальність вибраної теми дослідження і дозволяє зрозуміти необхідність будівництва сучасних об'єктів зі збереженням існуючої історичної архітектури в міському середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідик В.В. Планування міст / В.В. Дідик, А.П. Павлів. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 412 с.
2. Гавриляк А.І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навчальний посібник / А.І. Гавриляк, І.Б. Базарник. Р.І. Кінаш. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2006. - 540 с

Денисенко Владислав Олександрович — аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. email: Vladden94@gmail.com

Науковий керівник: Кучеренко Лілія Василівна — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. email: liliya13liliya13@gmail.com

Бабій Ігор Миколайович — к.т.н., доцент кафедри технології будівельного виробництва. Одеської державної академії будівництва і архітектури. email: igor7617@gmail.com

Vladislav Denisenko — postgraduate professor of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnitsa National Technical University. email: Vladden94@gmail.com

Kucherenko Liliya — PhD, Associate professor of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnitsa National Technical University. email: liliya13liliya13@gmail.com.

Ihor Babii – PhD, Associate professor of the Department of Technology of Building Production of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Є.П. Якименко

Л.В. Кучеренко

І.М. Бабій

ОСОБЛИВОСТІ ВІТРОВОГО РЕЖИМУ РІЗНИХ ФОРМ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Анотація

Регулювання вітрового режиму є важливою архітектурно-кліматичною задачею, що вирішується на містобудівному рівні. Можливість створення комфортних умов аерації, що впливає на умови розсіювання забруднюючих речовин та природну вентиляцію будівель залежить від вітрового клімату району будівництва та планувальні рішення забудови.

Ключові слова: *планування, забудова, вітровий режим.*

Abstract

Regulating the wind regime is an important architectural and climatic task that is solved at the urban planning level. The possibility of creating comfortable aeration conditions, which affects the conditions of dispersal of pollutants and natural ventilation of buildings, depends on the wind climate of the construction area and the planning decisions of the building.

Keywords: *planning, development, wind regime.*

Вступ

До числа архітектурно-кліматичних задач, що вирішуються на містобудівному рівні, перш за все, відноситься задача регулювання вітрового режиму. Для вітрових районів це – захист міської території від надлишкових вітрових навантажень і пов'язаних з ними тепловтрат будівель в холодний період року. В штилевих районах вирішення цієї задачі повинно бути направленим на максимальне збереження аераційного потенціалу забудови та забезпечення природної вентиляції внутрішнього і зовнішнього середовища будівель та біокліматичної комфортності території забудови, особливо в теплий період року.

З метою виявлення оптимальних планувальних містобудівних рішень для районів з різним вітровим кліматом (штилевий, помірний та вітровий)) було виконано дослідження вітрового режиму типових прийомів забудови.

Результат дослідження

Для районів з низькими фоновими швидкостями вітру найкращим є архітектурний ландшафт «міста-чаші», де більш високі будівні розміщуються по периферії міста, а центральна частина занята малоповерховою забудовою. Найменш комфортним варіантом є «місто-пагорб» з висотною центральною частиною та малоповерховою периферією.

Для районів з помірними швидкостями вітру варіанти «місто-чаша» та «місто-пагорб» є найбільш сприятливими, ніж «місто-рівнина», що складається з будівель однакової поверховості на всій території забудови.

Для вітрових районів (в тому числі для прибережних територій) найбільш сприятливі умови аерації та вітрового комфорту забезпечуються варіантом «місто-пагорб». При цьому територія забудови характеризується найбільш комфортними вітровими умовами – низькими максимальними швидкостями та горизонтальними градієнтами швидкості в приземному шарі. Вітрозахист необхідний лише для верхніх поверхів висотної частини забудови. Найменш сприятливим варіантом, не дивлячись на думку, що склалась про його користь для покращення мікроклімату є «місто-чаша»,

де висотна забудова розміщується по периферії. Вітрозахисті функції висотних будівель, значно знижують рівень вітрового комфорту та в цілому території міста має найменш сприятливий вітровий режим із всіх розглянутих варіантів забудови.

Ще однією важливою характеристикою умов аерації міської забудови в умовах помірного та штилевого вітрового клімату є потужність термічної конвекції, що виникає за рахунок позитивної аномалії теплового балансу міської забудови. В полі температури ця аномалія призводить до формування відомого ефекту «міський острів тепла». До основних причин формування цієї аномалії в помірному кліматі відносяться збільшення частки поглиненої сонячної радіації за рахунок зниження альbedo міської забудови і не використання тепла на випаровування атмосферних опадів у порівнянні з природними умовами. В зимовий період до цих причин додається виділення техногенного тепла в приземний шар атмосфери. В результаті сумісної дії цих причин повітря в місті нагрівається більше, ніж на прилеглий до нього незабудованої території. і починає формуватися термічна конвекція, що стимулює повітрообмін між містом і приміськими територіями, а також між приземним шаром та вище лежачими шарами атмосферного повітря, що не знаходяться під впливом теплової дії міської забудови. За рахунок цього на фоні штилевих погодних умов на території міста виникають повітряні потоки з достатніми швидкостями. В штилевих районах ця конвекція часто є єдиним механізмом переміщення повітря, що дозволяє заміщати забруднене перегріте повітря з приземного шару атмосфери міської забудови на чисте свіже повітря з приміських зон та вище лежачих шарів атмосфери.

Висновки

Отже, виходячи з описаних вище взаємозв'язків можна зробити висновок, що дані дослідження можна використати як до груп будівель, що розміщуються відокремлено так і навіть до окремих будівель-комплексів, заблокованих з великої кількості секцій змінної поверховості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст.546) [URL:http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12)
2. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [URL:http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12)
3. Планування і благоустрій міст : навч. посібник. для студентів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) – «Будівництво» / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х. : ХНАМГ, 2011. 191 с.

Якименко Євгеній Павлович — аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. email: HimYakim@i.ua

Науковий керівник: Кучеренко Лілія Василівна — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. email: liliya13liliya13@gmail.com

Бабій Ігор Миколайович — к.т.н., доцент кафедри технології будівельного виробництва. Одеської державної академії будівництва і архітектури. email: igor7617@gmail.com

Eugene Yakimenko — postgraduate professor of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnitsa National Technical University. email: HimYakim@i.ua

Kucherenko Liliya — PhD, Associate professor of the Department of Building, Urban and Architecture of the Vinnitsa National Technical University. email: liliya13liliya13@gmail.com.

Ihor Babii – PhD, Associate professor of the Department of Technology of Building Production of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. email: igor7617@gmail.com

ФОРМУВАННЯ КОЛОРИСТИКИ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасне місто – складна композиційна структура, що складається в просторі і часі. Місто представляє складний соціокультурний простір. Сучасне міське середовище вступає в конфлікт і з природним середовищем, і з людиною. Неприродне візуальне середовище міста негативно впливає на стан містян, на їх соціальну поведінку. у рішенні цієї проблеми на допомогу має і повинен прийти – колір. колір може надати міському середовищу направленість стилю, підвищити його інформативність, організувати ансамблеве сприйняття або зруйнувати його. Саме цим проблемам і присвячено дослідження.

Ключові слова: колористика, сельбишна територія, місто.

Abstract

A modern city is a complex compositional structure consisting of space and time. The city represents a complex socio-cultural space. The modern urban environment comes into conflict with both the natural environment and man. The unnatural visual environment of the city has a negative effect on the state of citizens and their social behavior. in solving this problem, color should and should come to the rescue. color can give the urban environment directionality of style, increase its informativeness, organize ensemble perception or destroy it. The research is devoted to these problems.

Keywords: coloring, rural area, city.

Вступ

Формування міського середовища - явище різноаспектне, багатоступінчасте, в якому архітектурна творчість становить лише частину взаємодіючих у загальному процесі факторів. Тому в архітектурній теорії немає навіть терміну для того матеріально-просторового об'єкта загальної середовищної ситуації, з яким оперує зодчий. Його називають «фрагмент міського середовища», «урбаністичний простір», «зовнішній міський простір», «міський ландшафт», «інтер'єр вулиці», навіть «містобудівний ансамбль», маючи на увазі архітектурне середовище, призначене для міської діяльності.

Основна частина

Проектування колористики міста проходить ті ж стадії, що і містобудівне проектування, отже, при розробці структури колористичного поля міста необхідно враховувати його планувальну структуру.

На вибір колористичного рішення окремого архітектурного обсягу або фрагмента міського середовища впливають такі фактори:

- колористика контексту (оточення) проєктованого об'єкта;
- прагнення створити оригінальний об'єкт, що дає імпульс подальшій трансформації (у тому числі й колористичної) території;
- апробація нових технологій та матеріалів;
- вплив соціальних груп та спільнот, їх колористичної культури та колористичних переваг;
- усвідомлений вибір професіонала-архітектора, що визначає значимість тієї чи іншої чинника у конкретній ситуації.

Професійний підхід до формування колористики визначає необхідність колористичного акцентування значних композиційних точок міста та більш колористично стриманого підходу при формуванні рядової забудови. Колористичне акцентування не завжди передбачає пряме використання як-

равих кольорів. Привернення уваги за допомогою кольору може реалізуватися і через використання тонового розмаїття, принесення в середовище колористичних відтінків, що рідко використовуються, і т.д.

Доповнюють колористичний образ сучасного міста елементи дизайн наповнення. Це і міські меблі, навіси, альтанки, скульптура, арт-об'єкти, водні пристрої та ін. Візуальні комунікації, інформаційні пристрої, реклама приносять колористичний додаток і часто ставлять питання візуального комфорту. Проблеми візуального шуму, проблеми візуально агресивного середовища є знаковими явищами сучасного міста. Вони актуалізують питання формування колористичного регламенту та розвитку колористичної культури. Елементи природи та рослинність є також активною колористичною складовою середовища. Селекційне виведення червонолистих, ряболистих, жовтолистих та сріблястих сортів рослин сприяло розширенню колірному діапазону високої рослинності, збагаченню можливостей використання елементів природи у процесі формування колористики міста. Активне використання хвойних порід дерев та чагарників збагатило колористичну палітру зимового образу міського середовища. Використання рослинності, геопластики, елементів дизайну як активних компонентів, що формують архітектурний образ сучасного міста.

Таким чином, на колористичне рішення архітектурного об'єкту впливає колористика містобудівного контексту. При цьому можуть бути використані наступні прийоми формування та вибору кольору: розвиток існуючої колористичної гами; збагачення колористичного діапазону; принесення нової колористичної складової.

Прагнення створити оригінальний архітектурний об'єкт сприяє використанню наступних прийомів: прийом колористичного контрасту з оточенням; використання колористичної різноманітності в одному обсязі; прийом монохромної колористичної активності.

Висновок

Аналіз проведених досліджень дозволяє виділити ряд факторів, які необхідно враховувати при створенні концептуальних рішень колористики архітектурного середовища. Це природно-кліматичні умови, історико-стилістичні напрямки архітектури, функціонально-планувальні рішення, місцеві та привізні будівельні матеріали, сучасні технології зведення та експлуатації будівель, а також соціокультурний простір, який дозволяє динамічно розвиватися сучасній колористиці міського середовища. Потрібно враховувати і фізичний простір, робота з яким дозволить зберегти константу, дещо характерну даній місцевості. Також, важливо опиратися на регіональну та місцеву колірну культуру, на ті аспекти, які недостатньо враховуються в сучасному кольоровому проектуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черкесова І.Г. Кольорознавство. Колір у декоративно-прикладному мистецтві й дизайні: навчальний посібник / І. Г. Черкесова. – Миколаїв: Вид-во "Ліон", 2008. – 156 с.
2. Лисюк І.А., Вплив кольору на сприйняття архітектурного середовища. Київ: Національний авіаційний університет, 2009. – С. 145-151.

Дира Вячеслав Олександрович — студент, 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

Бондар Альона Василівна – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bondarav@vntu.edu.ua

Dira Vyacheslav — 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)

Bondar Alona – PhD Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, bondarav@vntu.edu.ua)

Використання відходів промисловості для будівництва автомобільних доріг

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі досліджено питання використання відходів промисловості, як будівельних матеріалів, для спорудження автомобільних доріг. Особлива увага приділена екологічним та економічним перевагам, які виникають у результаті застосування промислових відходів замість традиційних матеріалів. Розглядаються різні види промислових відходів, які можуть бути використані, такі як зола, шлаки, будівельні відходи тощо, а також аналізується їхня ефективність та вплив на довговічність дорожніх покриттів.

Ключові слова: відходи промисловості, дорожнє будівництво, екологічні матеріали, шлаки, економія ресурсів, довговічність доріг.

Abstract

In this work, I investigated the use of industrial waste as construction materials for the construction of highways. Special attention is paid to the environmental and economic advantages that arise from the use of industrial waste instead of traditional materials. Different types of industrial waste that can be used, such as ash, slag, construction waste, etc., are considered, and their effectiveness and impact on the durability of road surfaces is analyzed.

Keywords: industrial waste, road construction, ecological materials, slag, saving resources, durability of roads.

Вступ

Із зростанням рівня урбанізації та індустріалізації питання утилізації промислових відходів стає все більш актуальним. Традиційне будівництво автомобільних доріг вимагає великої кількості природних ресурсів, таких як гравій, пісок, щебінь, що призводить до виснаження природних запасів. Використання промислових відходів у дорожньому будівництві може не лише зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, але й сприяти розвитку більш стійких та економічно вигідних технологій. У цій роботі розглядаються переваги та перспективи використання промислових відходів як альтернативних матеріалів для будівництва доріг.

Результати досліджень

1. Огляд сучасних підходів до утилізації промислових відходів

Сучасні технології спрямовані на ефективне використання промислових відходів, що сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню забруднення довкілля. Україна, як і багато країн світу, прагне зменшити обсяги промислових відходів шляхом їх утилізації у будівництві. Серед популярних матеріалів, які використовують у дорожньому будівництві, виділяють золошлакові відходи, металургійні шлаки та відходи будівельної промисловості. Міжнародний досвід (США, країни ЄС, Китай) демонструє, що ці відходи можуть бути ефективно застосовані у дорожньому покритті, при цьому забезпечуючи міцність, стійкість і довговічність доріг [1].

2. Види промислових відходів, що можуть бути використані у дорожньому будівництві

Золошлакові відходи утворюються в процесі спалювання вугілля на теплових електростанціях (ТЕЦ). Завдяки своїм зв'язуючим властивостям, вони можуть використовуватись у будівництві

дорожніх основ. Зола має здатність до зміцнення структури дорожнього покриття, підвищуючи його стійкість до вологи та знижуючи ризик появи тріщин [1]. Дослідження показують, що додавання золи у дорожнє покриття зменшує обсяг використання традиційних матеріалів та підвищує довговічність доріг [2].

Металургійні шлаки є побічним продуктом виробництва сталі. Вони мають високу міцність, зносостійкість та здатність покращувати структурну цілісність доріг. Завдяки цим властивостям шлаки можна використовувати, як замітник природного щебеню, що дозволяє суттєво знизити витрати на будівництво. В Україні використання шлаків у дорожньому будівництві вже запроваджено на кількох об'єктах, що дозволяє оцінити переваги цього матеріалу [1, 2].

Будівельні відходи, такі як залишки бетону, цегли, асфальту, можна використовувати, як вторинний ресурс у дорожньому будівництві [3]. Процес переробки таких відходів включає їх подрібнення та очищення, що дозволяє створити матеріал для укріплення основи дороги. Це зменшує кількість відходів на сміттєзвалищах та сприяє економії природних ресурсів.

Використання відходів полімерних матеріалів, зокрема пластику з відходів міського господарства, у дорожньому покритті також набирає популярності. Полімери додають до асфальту, що підвищує його стійкість до погодних умов, вологи та зношування. Досвід країн, таких як Індія та Нідерланди, показує, що дороги з полімерними добавками служать довше і потребують менше обслуговування [4, 5]. Також сьогодні полімерні відходи піддають повторній переробці і виготовляють з них полімер-піщану тротуарну плитку, яка вирізняється довговічністю, високою стираністю та декоративними якостями.

3. Екологічні та економічні аспекти використання промислових відходів у дорожньому будівництві

Використання промислових відходів у дорожньому будівництві має значні екологічні та економічні переваги. Зменшення обсягів відходів, які потрапляють на сміттєзвалища, сприяє зниженню шкідливих викидів у повітря, води та ґрунти. Крім того, утилізація відходів допомагає зменшити потребу в природних ресурсах, таких як пісок, щебінь, що знижує витрати на видобуток і транспортування цих матеріалів. З економічної точки зору, використання вторинних матеріалів знижує загальні витрати на будівництво доріг, що є вигідним для державного бюджету та дозволяє реалізувати більше інфраструктурних проєктів.

4. Практичні результати та оцінка ефективності використання промислових відходів у будівництві доріг

Дослідження, проведені на дорогах, побудованих із застосуванням промислових відходів, показують, що такі дороги є не менш надійними, ніж ті, що побудовані з використанням традиційних матеріалів. Наприклад, дороги зі шлаковими добавками демонструють хорошу стійкість до навантажень і тривалість служби, а полімерні добавки підвищують стійкість асфальту до температурних коливань [1-3]. Досвід США, Європи та Китаю показує, що такі рішення допомагають не лише в покращенні якості доріг, а й у скороченні витрат на їх обслуговування. В Україні, де є великий потенціал для використання таких технологій, успішні реалізовані проєкти можуть слугувати прикладом для подальшого впровадження альтернативних матеріалів у дорожнє будівництво.

Висновки

Використання промислових відходів у дорожньому будівництві є ефективним та перспективним підходом для зменшення негативного впливу на довкілля і витрат на матеріали. Це також сприяє покращенню утилізації відходів та збереженню природних ресурсів. Подальші дослідження в цьому напрямі можуть допомогти вдосконалити технології використання промислових відходів, зокрема з метою збільшення довговічності та безпечності дорожніх покриттів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соколов О. В., Желотобрюх А. Д., Копинець І. В., Каськів В. І. Використання відходів промисловості в дорожньому будівництві. *Дороги і мости. Збірник наукових праць*. 2020. Вип. 21. С. 110-119. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2020.21.110> (дата звернення: 10.11.2024).
2. Фоменко О. О., Седов А. В. Використання зольних відходів при будівництві ґрунтових основ автомобільних доріг. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2022. №18. С. 174-182. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-18](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-18) (дата звернення: 10.11.2024).
3. Сердюк І., Соболев Д., Гуняк О., Марків Т. (2024, July). Застосування будівельних відходів у дорожньому будівництві. *In XXXII International scientific and practical conference «Global Trends and Direction of Scientific Research Development»(July 31-August 2, 2024) Hamburg, Germany. International Scientific Unit*. 2024. 285 p. P. 31.
4. Ільченко В. В., Худолій, О. М.. Використання відходів побутового пластику в дорожньому будівництві. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/15636/1/5.pdf> (дата звернення: 10.11.2024).
5. Пластикові дороги: як їх будують в світі і чи з'явиться в Україні асфальт з вторсировини. URL: <https://rubryka.com/article/plastic-roads/> (дата звернення: 10.11.2024).

Баюра Андрій Михайлович – студент групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andriibaura2005@gmail.com.

Бондар Олександр Васильович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: bondar.sashko@gmail.com

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Науковий керівник: Бондар Альона Василівна

Andriy Bayura – student of the BM-22b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andriibaura2005@gmail.com.

Bondar Oleksandr – graduate student, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, bondar.sashko@gmail.com

Bondar Alena V. – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

ДИТЯЧИЙ САДОК ЯК ОБ'ЄКТ ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній публікації розглядається дитячий садок як важливий об'єкт проєктування сучасного міського середовища. Зосереджується увага на функціональних і архітектурних аспектах проєктування, які забезпечують комфорт, безпеку та всебічний розвиток дітей. Аналізуються сучасні підходи до створення освітніх просторів, що відповідають потребам громади, екологічним стандартам і принципам стійкості. У тезі також розглядаються інноваційні рішення, інтеграцію дитячих закладів у міську інфраструктуру та їхню роль у формуванні сприятливого соціального середовища.

Ключові слова: дитячий садок, концептуальні рішення, екологічність, планувальна структура.

Abstracts

This publication considers kindergarten as an important object of designing the modern urban environment. The focus is on the functional and architectural aspects of the design, which provide comfort, safety and comprehensive development of children. Modern approaches to the creation of educational spaces that meet the needs of the community, environmental standards and principles of sustainability are analyzed. The thesis also considers innovative solutions, the integration of children's institutions into urban infrastructure and their role in the formation of a favorable social environment.

Key words: kindergarten, conceptual solutions, environmental friendliness, planning structure.

Вступ

Сучасне містобудування перебуває у постійному пошуку ефективних та інноваційних рішень для створення зручного і безпечного середовища, яке відповідало б високим стандартам комфорту, екологічності та соціальної значущості. Одним із ключових об'єктів міського середовища, що потребує особливого підходу у проєктуванні, є дошкільні освітні заклади. Дитячі садки, як перші установи соціального навчання та розвитку дітей, мають важливе значення для формування позитивного емоційного та психологічного середовища. Саме тут діти отримують свій перший досвід спілкування та співпраці, розвивають комунікативні навички, інтелектуальні та фізичні здібності.

Тенденція до створення комфортних і функціональних дитячих садків стала особливо актуальною в умовах сучасного міського простору, де архітектори і дизайнери прагнуть не лише зберегти природне середовище, а й інтегрувати в нові будівлі енергоефективні та екологічні технології. Сьогодні проєктування дитячих закладів вимагає комплексного підходу, який поєднує естетичність, функціональність, екологічність та безпечність.

У світовій практиці дедалі більше уваги приділяється концепціям «зеленого» будівництва та раціонального використання простору. Зокрема, розробка проєктів, які інтегрують природне середовище в архітектурне рішення, дозволяє забезпечити дітям комфортне та безпечне середовище для всебічного розвитку. Такий підхід також враховує сучасні вимоги до інклюзивності, забезпечуючи рівний доступ для всіх категорій дітей і стимулюючи їхню взаємодію з природою.

Мета статті — розкрити важливість концептуального підходу до проєктування дитячих садків, підкреслити значення впровадження сучасних конструктивних рішень та продемонструвати можливості створення сприятливого простору для всебічного розвитку дітей.

Результати дослідження

Будівництво дитячих освітніх установ у нашій країні має більш ніж столітню історію. Відповідаючи на потреби суспільства, поступово зведення дитячих садків та шкіл стає пріоритетним

у масовому будівництві об'єктів соціально-культурного та комунально-побутового призначення.

Сьогодні сфера проектування та будівництва дитячих садків в Україні та за її межами також спирається на досягнення науки; архітектори експериментують з формою, будівельними, фасадними матеріалами, використанням «розумних технологій». Наприклад, у Німеччині, Франції, Італії дитячі садки обладнуються власними сонячними батареями. Зазвичай намагаються інтегрувати будівлі дитячих садків у навколишній ландшафт, створити або зберегти зелену зону навколо, надати будівлі незвичайну форму з веселим та яскравим дизайном. Будівництво дитячих садків потребує особливого підходу до вибору матеріалів та технологій зведення. Дуже важливо, щоб дитячий садок забезпечував не тільки комфортне, а й безпечне середовище для розвитку дітей [1,2].

Загальний образ будівлі по відношенню до оточення дуже важливий: він необхідним чином зближує дітей, їхніх батьків і вихователів. Зовнішній образ визначається архітектурою будівлі та благоустроєм території - ділянки, дитячого майданчика, ландшафту території. Прикладом вдалого поєднання різних складових при проектуванні сучасного дитячого садочку є дитячий дошкільний заклад в м. Далянь, Китай. (Рис.1) Будівля включає 9 класів зі спальнями, душовими, кухнею і їдальнею, а також комп'ютерний клас, науковий кабінет, бібліотеку, багатоцільовий зал, зали для занять бальними танцями і музикою, театрального гуртка, лекційний зал, кімнати для вихователів. Біля будівлі побудовані ігрові майданчики з велосипедними доріжками. Кожна класна кімната являє собою окремий модуль, що складається з двох рівнів. Концепція такого модуля взята з природи: кожен модуль - це стручок, що захищає тендітні насіння [3].



Рис. 1. План та фасади дитячого садочку в м. Далянь, Китай

Проекти дитячих садків нового покоління в Україні також відповідають найсуворішим вимогам безпеки, комфорту, енерго- та теплозбереження і гармонійно поєднуються з навколишнім простором. Різноманітність фасадних і конструктивних матеріалів дозволяє реалізувати різні за виразністю та економічністю архітектурні рішення. Прикладом є проект реконструкції у місті Києві (рис. 2).

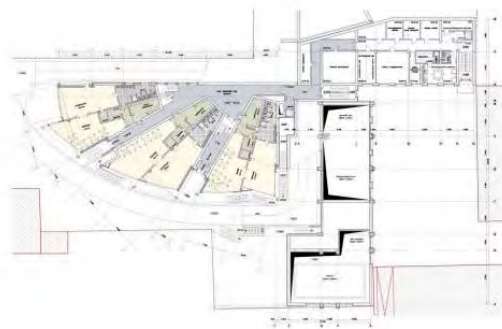


Рис. 2 План 1-го поверху та візуалізація проекту реконструкції дитячого садка в м. Київ

Основою концепції проекту реконструкції дитячого садка у м. Київ є кілька взаємопов'язаних принципів. По-перше, це збереження екологічної автентичності та стійкості навколишнього міського середовища; по-друге, принцип цілісності, який дозволяє розглядати створюваний комплекс як систему, всі функціональні частини якої доповнюють одна одну і безпосередньо пов'язані між собою, обумовлюючи формування третього принципу – принципу комплексного розвитку дітей – своєрідної маніфестації сприятливих умов для їх всебічного розвитку [4].

Внутрішній простір проекту – це втілення всіх трьох принципів. Це екологічний простір, оскільки тут у будь-яку пору року дитина перебуває в умовах природного освітлення та оточена живими рослинами. Воно інклюзивне і багатофункціональне, забезпечуючи всебічний розвиток дітей. Внутрішній простір поділено на кілька зон: зону прогулянок та активних ігор, зону сенсорного розвитку, зону для вирощування рослин і навчання садівництву; воно також може використовуватися для проведення різних групових заходів. Особливості проектування внутрішнього простору відобразилися і на зовнішньому вигляді дитячого садка. Фасадні рішення відповідають особливостям концепції та близькі для дитячого сприйняття. Так, були використані різномасштабні вікна, яскраві евакуаційні сходи та декоративні елементи, що створюють у сукупності образ будиночка на дереві, який близький дітям, пропорційний їм і створює відчуття їх причетності до архітектури.

Дитячий садок, як громадський об'єкт, має чіткі норми проектування архітектури і простору. Проте для вихованців даного закладу матиме значення лише те місце, де вони проводитимуть час на свіжому повітрі, а точніше, ті цікавинки, які там можна буде знайти. Дитячі майданчики з ігровим обладнанням, садочок юного натураліста, де діти вчитимуться розуміти природу, оточуюча рослинність у вигляді дерев, кущів і квітів – ось, що відіграє важливу роль у розвитку дитини [2].

Висновки

Встановлено, що дитячий садок сьогодні є не лише освітнім закладом, а й важливим елементом міської інфраструктури, який впливає на соціальну взаємодію та розвиток громади. Проектування сучасних дитячих садків повинно враховувати інноваційні підходи, що поєднують безпеку, комфорт і екологічність. Ефективне інтегрування таких об'єктів у міське середовище сприяє створенню стійких, доступних та функціональних міських просторів. Таким чином, якісно спроектовані дитячі садки можуть стати каталізатором позитивних змін у міському середовищі, забезпечуючи гармонійний розвиток майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабушкін, О. І., Чижевський, В. Г. Архітектура громадських будівель і споруд. — Київ: КНУБА, 2012. — 384 с.
2. Швидка, Н. В., Коваленко, П. М. Архітектурне проектування дитячих освітніх установ. — Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2017. — 250 с.
3. Зарубіжний досвід проектування дитячих дошкільних установ, Архитектон звістки вузів. URL: <https://yak.koshachek.com/articles/zarubizhnij-dosvid-proektuvannja-ditjachih.html> (дата звернення: 15.11.2024).
4. GRBN. Проект дитячого садка у м. Києві URL: <https://grbn.pro/proekti/zhitlovi-ta-gromadski-budivli/proekt-dityachogo-sadku-u-m-kiievi.html#kreslennia> (дата звернення: 15.11.2024).

Вікторова Єлизавета Миколаївна – студентка групи ІБМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktoroval164@gmail.com

Ругініс Богдан Юрійович – студент групи ІБМ-236, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: deodatus.eler@gmail.com

Науковий керівник: **Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – к. архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua.

Viktorova Yelizaveta – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: viktoroval164@gmail.com

Ruhinis Bohdan – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: deodatus.eler@gmail.com

Supervisor: **Subin-Kozhevnikova Alona** – Ph.D. (Candidate of Architecture), Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА МАЛИХ ІСТОРИЧНИХ МІСТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано особливості реконструкції міського середовища малих історичних міст. Розглядаються принципи та підходи до збереження культурної та архітектурної спадщини в умовах сучасної урбанізації. Особлива увага приділяється викликам, пов'язаним із з'єднанням історичної автентичності та сучасних функціональних вимог. У даній публікації також досліджується вплив реконструкційних робіт на соціальну та економічну структуру міста, підкреслюючи важливість залучення громади до процесів планування та реалізації проектів. Автори пропонують комплексний підхід, що дозволяє гармонійно інтегрувати сучасні архітектурні рішення з історичним контекстом, зберігаючи унікальність міського середовища.

Ключові слова: міське середовище, благоустрій, реконструкція, історичне місто.

Abstracts

The features of reconstruction of the urban environment of small historical cities are analyzed. The principles and approaches to the preservation of cultural and architectural heritage in the conditions of modern urbanization are considered. Particular attention is paid to the challenges associated with the combination of historical authenticity and modern functional requirements. This publication also explores the impact of reconstruction work on the social and economic structure of the city, emphasizing the importance of involving the community in the planning and implementation of projects. The authors propose an integrated approach that allows harmoniously integrating modern architectural solutions with the historical context, while preserving the uniqueness of the urban environment.

Key words: urban environment, improvement, reconstruction, historical city.

Вступ

Малі історичні міста є важливою частиною культурної та архітектурної спадщини, що відображає унікальність минулих епох і традицій. З розвитком урбанізації та сучасних вимог до міського середовища постає питання реконструкції цих міст з метою збереження автентичності та одночасного забезпечення функціональності сучасного життя.

Реконструкція – це процес відновлення, перебудови або модернізації існуючих об'єктів, споруд або територій з метою поліпшення їх технічного стану, функціональних властивостей або адаптації до нових умов і вимог. Реконструкція може включати збереження автентичних елементів, відновлення історичної цінності або інтеграцію сучасних технологій та матеріалів, щоб забезпечити відповідність сучасним стандартам і потребам користувачів.

Метою публікації є дослідження особливостей реконструкції міського середовища малих історичних міст, визначення підходів та методів, що забезпечують збереження їхньої культурної та архітектурної спадщини, а також інтеграцію сучасних рішень для підвищення функціональності та життєздатності міських просторів.

Результати дослідження

Найбільше уваги в сучасних публікаціях архітектурно-містобудівного характеру, присвячено планувально-композиційній структурі історичних міст, теорії формування парцель у кварталах, аналізі забудови середмістя, проблемам збереження та дослідження центральної частини малих міст [1].

Оскільки середмістя історичного міста – це культурне та архітектурне середовище, в якому зосереджено історичне минуле поселення, значна увага серед науковців приділяється саме питанню реконструкції сформованого середовища середмістя історичного міста. Оскільки, середмістя завжди відігравали чільну роль в координуванні різних способів життя історичного міста і його околиць.

Сьогодні реконструкція історичних міст зумовлена низкою причин, які включають [2]:

1. Необхідність збереження культурної та архітектурної спадщини, оскільки багато історичних будівель і об'єктів поступово втрачають свою цінність через фізичне старіння.
2. Необхідність адаптації до сучасних умов. Сучасні міста повинні відповідати вимогам безпеки, комфорту та функціональності. Реконструкція дозволяє модернізувати історичні будівлі та інфраструктуру, адаптуючи їх під потреби сьогодення, зберігаючи при цьому автентичність.
3. Необхідність економічного розвитку малих міст. Відновлені історичні райони можуть приваблювати туристів, інвесторів та мешканців, що сприяє розвитку місцевої економіки та підвищенню рівня життя.
4. Необхідність покращення умов проживання мешканців історичного міста. Реконструкція дозволяє створювати комфортніші умови для мешканців, включаючи сучасні комунікації та інфраструктуру, що підвищує загальну якість життя у містах.
5. Соціальна інтеграція та залучення громади. Реконструкція може об'єднати громаду, заохочуючи жителів брати участь у збереженні історичного середовища та спільно формувати майбутнє.

Відомо, що питанням формування сучасного міського середовища зараз приділяється особлива увага. Сучасне міське середовище повинно відповідати функціональному та психологічному комфорту людини, і за цими критеріями існує ряд принципів формування якісного та комфортного для людини міського середовища [3]:

1. Пішохідна доступність: продумане розташування об'єктів регулярного відвідування.
2. Збалансована інфраструктура: наявність бульварів, алей, велосипедних доріжок, висока якість пішохідної мережі, громадських просторів.
3. Багатофункціональність та різноманітність суспільних просторів.
4. Різноманітність забудов міста, різні типи та види будівель, різноманітність композиційних рішень.
5. Висока якість архітектури, де акцентом є не лише на краса та естетика міського простору, а й на комфортність.
6. Продумане функціональне зонування міста.
7. Екологічність міста, гарний ступінь озеленення просторів, застосування «зелених» технологій, раціональне використання природних ресурсів, екологічність.
8. Висока якість життя мешканців, безпека, партисипація.

З огляду на всю особливість сформованого історичного середовища середмість, можна встановити, що центральні історичні райони міст мають найбільш складні проблеми та задачі реконструкції міського середовища. Вони потребують зменшення кількості забудови та транспортного руху, покращення санітарно-гігієнічних умов історичних кварталів.

Сьогодні мешканці малих історичних міст першочергово впливають на створення умов для економічного розвитку в середмісті історичного міста. Комерціалізацію в просторі середмістя та ринкових площ слід проводити обережно. Інтенсивна неконтрольована розбудова може спричинити втрату культурної спадщини, появу непритаманних для центру історичного міста багатоповерхових будівель та торговельних центрів. Основну увагу варто звертати на модернізацію та реконструкцію наявних споруд, будівництво малоповерхових та традиційних для малих міст житлових будинків [4].

Прагнучи змінити економічне становище в середмісті, місцева громада повинна максимально зберігати його історично сформовану мальовничість та архітектурний ландшафт. Наприклад, у таких історичних містах як Шепетівка, Брацлав, Шаргород, Кам'янка-Бузька, Старий Самбір, Дрогобич, необхідно місцевим підприємцям зберігати автентичне вирішення фасадів, оскільки вони впливають на самобутність та туристичну привабливість середмістя [5].

Передмістя міста, як правило, має таке направлення реконструкції, як більш раціональне та ефективне використання території за рахунок збільшення кількості забудови [2].

В периферійній зоні в основному ведеться нове будівництво, котрому необхідне розвинута транспортна мережа, зв'язок з центральними районами міста.

Для проведення реконструкції середовища історичного міста необхідно [6]:

1. Спланувати єдину забудову історичного центру з інтеграцією зеленої зони та пішохідних маршрутів.
2. Відновити історичні розміри площі та усунути зайві будівлі.
3. Усунути транзитний рух, створивши об'їзну дорогу, залишивши лише пішохідні зони.
4. Розподілити нові квартали з урахуванням розмірів старих кварталів.

5. Відновити зв'язки між архітектурними домінантами.
6. Використовувати зелені насадження та рекреаційні зони для виділення історичної частини міста.
7. Змінити сучасну забудову так, щоб вона відповідала стилю історичної архітектури.

Збереження, відновлення та раціональне використання об'єктів міського середовища історичних міст забезпечує збереження та збільшення їх соціально-культурного потенціалу. Також при формуванні сучасної політики реконструкції міст необхідно впроваджувати комплексну програму, що передбачає не лише фрагментарну реконструкцію визначних будівель, а й цілісний підхід до перетворення міських просторів, зокрема кварталів історичних середмість.

Висновки

Встановлено, що реконструкція міського середовища малих історичних міст вимагає комплексного підходу, який поєднує збереження архітектурної та культурної спадщини з адаптацією до сучасних потреб і умов. Основними принципами успішної реконструкції є інтеграція нових функціональних рішень із збереженням історичної автентичності, відновлення зв'язків між ключовими архітектурними елементами та створення комфортного і доступного середовища для мешканців.

Також важливою є роль громадськості та місцевих органів влади у плануванні та реалізації реконструкційних проєктів, що сприяє збереженню унікального вигляду та соціальної значущості міста. Застосування сучасних технологій та екологічних рішень дозволяє підвищити ефективність реконструкційних робіт, одночасно підтримуючи стійкий розвиток міських територій. У результаті реконструкція сприяє збереженню історичної спадщини та стимулює економічне і культурне зростання малих міст.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бевз М.В. Про цінність планувальних структур центрів малих міст // Екологія культури: історія, традиції, сучасність. - Львів: Львівська обласна організація УТОПК, 1990. - С. 4-5
2. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем [Текст] / М. М. Габрель; НАН України, Інститут регіональних досліджень. — Київ: Видавничий дім А.С.С., 2004. — 400 с.
3. Вечерський В.В. Спадщина містобудування України. - Київ: НДІТІАМ, 2003. - 560 с.
4. Рибчинський О.В. Формування і ревіталізація середмість історичних міст України : Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора архітектури: 18.00.01 – Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури. Львів, 2017. 438 с.
5. Барер С. Архітектура малих міст Галичини та Поділля в XIX – на поч. XX ст. / С. Барер // Народна творчість та етнографія. – 1981. – № 6. – С. 48–54.
6. Казакова Є. Г. Реконструкція малих історичних міст / Є. Г. Казакова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. - 2012. - Вип. 29. - С. 90-95. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2012_29_13 (дата звернення: 15.11.2024).

Вікторова Єлизавета Миколаївна – студентка групи ІБМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktoroval164@gmail.com

Ругініс Богдан Юрійович – студент групи ІБМ-23б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: deodatus.eler@gmail.com

Науковий керівник: **Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – к. архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua.

Viktorova Yelizaveta – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: viktoroval164@gmail.com

Ruhinis Bohdan – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: deodatus.eler@gmail.com

Supervisor: **Subin-Kozhevnikova Alona** – Ph.D. (Candidate of Architecture), Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua

ПІШОХІДНИЙ УРБАНІЗМ У СТРУКТУРІ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті розглядається актуальне питання пріоритету комфортності пішоходів у плануванні вулично-дорожньої мережі міст, що відповідає сучасним тенденціям урбаністики. Акцентується увагу на зміні парадигми від "міста для автомобіля" до "міста для людини", що супроводжується розвитком пішохідного урбанізму - підходу, який спрямований на створення безпечного та зручного середовища для пішоходів. Наведені дослідження демонструють, що правильний вибір типу пішохідної вулиці (від пішохідно-велосипедних зон до вулиць з доступом до громадського транспорту) сприяє ефективному розвитку міської інфраструктури, інтеграція пішохідного урбанізму з громадським транспортом дозволяє підвищити якість життя мешканців та створити комфортне, екологічне міське середовище.

Ключові слова: пішохідний урбанізм, місто, вулично-дорожня мережа, комфортність, міське середовище.

Abstract

The article considers the topical issue of the priority of pedestrian comfort in the planning of the street and road network of cities, which corresponds to modern trends in urban planning. Emphasis is placed on the paradigm shift from a "city for the car" to a "city for the human," accompanied by the development of pedestrian urbanism - an approach that aims to create a safe and comfortable environment for pedestrians. The cited studies demonstrate that the correct choice of the type of pedestrian street (from pedestrian and bicycle zones to streets with access to public transport) contributes to the effective development of urban infrastructure, the integration of pedestrian urbanism with public transport allows to improve the quality of life of residents and create a comfortable, ecological urban environment.

Keywords: pedestrian urbanism, city, street and road network, comfort, urban environment.

Вступ

При планувальній структурі міст України, гостро стоїть питання з наданням переваги комфортності пішоходів в вулично-дорожній мережі міст. Фахівці в усьому світі продовжують пошуки вирішення ключового парадоксу сучасної урбаністики - затишні міста для людей або розподілені в просторі міста для машин. Ще 30-40 років тому розвиток міст базувався на принципі «місто для автомобіля», але сьогодні ця парадигма змінюється на нову – «місто для людини».

Зміна наукового підходу до проблеми розвитку міст спричинила виникнення різноманітних стратегій та методів їх планування. Існує витік просторового планування, як пішохідний урбанізм - це витік неоурбанізму, що акцентує увагу на створенні міст та громад, які сприяють безпеці та зручності пішоходів. Цей підхід включає в себе різні аспекти, які допомагають зменшити залежність від автомобілів та покращити якість життя мешканців [1].

Створення пішохідних вулиць, та адаптування існуючих вулиць це дуже дороговартісний, та тривалий процес, але він дуже потрібний для комфортних просторів в містах, де людям захочеться жити, перебувати, пройтися. Сьогоднішні добре було б збільшувати кількість людей які будуть надавати перевагу пішій ходьбі, велосипедам. та громадському транспорту, але для цього потрібно збільшувати комфорт і переваги наведеним типам пересування, щоб вони були більш привабливими на відміну від автомобілів.

Звичайно створення вулиць де перевага буде надаватись пішоходам, буде сприяти не лише збільшення комфорту наших міст, а й покращенню їх екологічного стану. Особливо якщо притримуватись тандему з громадським транспортом [2].

Результати дослідження

У концепції пішохідного урбанізму, орієнтованій на створення комфортного для життя міського середовища, акцентується вплив на розвиток міста через трансформацію транспортної

інфраструктури за кількома напрямками: скорочення потреби у пересуванні завдяки впровадженню політики змішаного функціонального використання, оптимізація трафіку шляхом розподілу його по мережі вулиць, а також підтримка стійкого транспорту — екологічно безпечних способів пересування, таких як піший рух, велосипеди, громадський транспорт або інноваційні транспортні засоби.

Одним із ключових принципів пішохідного урбанізму є забезпечення зв'язаності міського простору. Ефективність розподіленої вулично-дорожньої мережі у функціонуванні міських структур підтверджується теорією мереж, яка набула значної популярності останнім часом. Згідно з цією теорією, основою будь-якого процесу є мережа (граф) — абстрактний математичний об'єкт, що складається з вузлів (вершин) і зв'язків (ребер), які можуть передавати як інформацію, так і матеріальні потоки. Одним із найважливіших параметрів мережі, що визначає її функціональність, є ступінь її зв'язаності.

Створення пішохідних вулиць повинно задовольняти не лише вимоги пішохода, а й іноді доступність до автомобільних парковок жителів сусідніх будинків, логістичні потреби бізнесу що знаходиться на цих вулицях, та забезпечення відсутності транспортного колапсу при зміні улаштування вулиці, комбінація цих вимог при правильному плануванні може покращити всі аспекти. По проведених дослідженнях є статистика з пунктами які покращуються на самій пішохідній вулиці, та на сусідніх до неї [3].

По проведеним Samuel Nello-Deakin, Candela Sancho Vallvé, та Zeynep Sila Akinci з департаменту Географії, та департаменту Соціології університету Барселони проведено опитування респондентів в місцях де введено пішохідні вулиці, вони відзначають позитивні риси, як: збільшення публічного простору, зменшення шуму, більше комунікації між сусідами і з людьми загалом, зменшення вуличного потоку (також на сусідніх вулицях), менше забруднення повітря, більша кількість озеленення, зменшення небезпеки від руху транспорту, та такі умовні поняття як збільшення краси та спокою. З негативних аспектів найбільш згадувані: зavelика кількість громадського життя, що заважає деяким людям, велика кількість сміття, складність пов'язана зі зміною правил руху в порівнянні з іншими вулицями для моторизованого транспорту, складність паркування [4].

За типами планування розрізняють багато типів pedestrianisation streets, залежно від комбінування пішохідних зон, велосипедної мережі, мережі громадського транспорту, подекуди автомобільних доріг. Згідно аналізу типології пішохідного урбанізму можна виділити, основні типи [5-7]:

1. Пішохідно-велосипедні вулиці.

Опис: Ці вулиці призначені для спільного використання пішоходами та велосипедистами. Вони зазвичай мають чітко визначені зони для кожної групи, або ж облаштовані так, щоб забезпечити безпечний простір для обох.

Функція: Сприяння активному способу життя, зменшення автомобільного руху та покращення екологічної ситуації.

2. Пішохідні вулиці з велосипедними доріжками.

Опис: Ці вулиці мають спеціально відведені доріжки для велосипедистів, що забезпечує безпеку та комфорт для всіх учасників дорожнього руху. Велосипедні доріжки можуть бути розташовані як з боків, так і у центрі вулиці.

Функція: Підвищення безпеки для пішоходів та велосипедистів(пішохідно-велосипедними вулицями), покращення мобільності у місті.

3. Пішохідні вулиці з доступом до громадського транспорту.

Опис: Ці вулиці забезпечують легкий доступ до зупинок громадського транспорту, таких як автобуси, трамваї чи метро. Вони можуть бути спроектовані таким чином, щоб знижувати відстань пішого пересування до зупинок.

Функція: Підвищення зручності пересування, стимулювання використання громадського транспорту.

4. Пішохідні вулиці з потрійною інтеграцією (пішохідний, велосипедний, громадський транспорт).

Опис: Ці вулиці створені для комплексного використання пішоходами, велосипедистами та громадським транспортом. Зазвичай, такі вулиці мають чітке зонування, але дозволяють зручну взаємодію між усіма учасниками.

Функція: Сприяння комплексному розвитку транспорту в містах, зменшення заторів та підвищення якості життя, впровадження пішохідних вулиць без транспортного колапсу.

5. Тимчасові пішохідні вулиці.

Опис: Це вулиці, які в певні періоди (наприклад, у вихідні чи під час свят) стають пішохідними. Вони часто організуються для проведення культурних або спортивних заходів.дні.

Функція: Залучення громади до активностей, популяризація здорового способу життя.

6. Пішохідні вулиці з обмеженням автомобільного транспорту.

Опис: Це вулиці де пішоходи перебувають разом з автомобілями, але кількість моторизованого транспорту зменшена через обмеження швидкості руху 10-20 км/год, та заборонені паркування.

Функція: Створення безпечної вулиці, з забезпеченою можливістю пересування автотранспорту, для доступу між провулками та тд.

Згідно вище наведеної інформації, можна узагальнити, що комбінуючи і після аналізу ситуації правильно вибравши тип пішохідної вулиці, можна максимізувати переваги від їх впровадження, та мінімізувати їхні недоліки.

Висновки

Отже, використання принципів пішохідного урбанізму може значно покращити вулично-дорожню мережу, екологічний стан, безпеку як для автомобілістів так і для пішоходів, та велосипедистів. Чим швидше почнеться впровадження принципів пішохідного урбанізму тим менше буде потрібно видозмінювати існуючі вулиці, особливо це актуально в контексті післявоєнної розбудови існуючих та відбудови зруйнованих міст України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Новий урбанізм. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Новий_урбанізм
2. Better Together: Walkable Cities and Public Transport. URL: <https://itdp.org/2024/08/15/better-together-walkable-cities-and-public-transport>
3. Seven Projects to Reclaim NYC Space From Cars. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-07-11/nyc-adds-bike-lanes-and-pedestrian-plazas-to-reclaim-space-from-cars>
4. Who's afraid of pedestrianisation? Residents' perceptions and preferences on street transformation. URL: [1. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397524001176](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397524001176)
5. Street Design Manual. About. URL: <https://www.nycstreetdesign.info/about>
6. Walking and Cycling URL: <https://uta.pressbooks.pub/oertransportmultimodalplanning/chapter/chapter-6-walking-and-cycling/>
7. Куцина І. А. Принципи і методи формування пішохідних просторів малих і середніх міст: автореф.дис. ...к.т.н. : 05.23.20. Київ: КНУБА, 2018. 25 с.

Плетньов Денис Юрійович - студент групи БМ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: letniiov@gmail.com

Риндюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundykysv@gmail.com

Denys Pletnov - student of BM-22b group, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: letniiov@gmail.com

Svitlana Ryndiuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundykysv@gmail.com

ДОСВІД ФОРМУВАННЯ ГРОМАДСЬКИХ ЗАКЛАДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядаються громадські простори які є важливими елементами міської інфраструктури, що формують комфортне середовище для мешканців. Наведена роль громадських просторів у створенні ідентичності міста, підкреслюючи їх важливість у розвитку міської організації та задоволенні потреб громадян. Особливу увагу приділено формуванню громадських закладів, зокрема торгових центрів та їх плануванню. Окремо розглянуто розвиток торгових центрів в Україні та за кордоном, їх роль у сучасних містах, а також адаптацію до нових технологій та змін у споживчих вподобаннях.

Ключові слова: громадські простори, громадські заклади, місто, громадяни, потреби.

Abstract

The article examines public spaces, which are important elements of urban infrastructure that create a comfortable environment for residents. The role of public spaces in creating the city's identity is given, emphasizing their importance in the development of the city organization and meeting the needs of citizens. Special attention is paid to the formation of public institutions, in particular shopping centers, and their planning. The development of shopping centers in Ukraine and abroad, their role in modern cities, as well as adaptation to new technologies and changes in consumer preferences are separately considered.

Keywords: public spaces, public institutions, city, citizens, needs.

Вступ

Громадські простори міста, такі як вулиці, парки, сквери та набережні, є важливими елементами міської інфраструктури, які забезпечують комфортне середовище для мешканців та слугують платформою для соціальних контактів. Вони формують ідентичність міста, адаптуючись до сучасних викликів і потреб суспільства.

Більшість міських мешканців навіть не замислюються про зміст поняття «громадський простір», не знають, що це – елементи міської організації, які нас оточують і контактують з нами: вулиці, внутрішні двори будинків, сквери, парки, бульвари, набережні, площі. Громадські простори є одними з основних «інструментів» розвитку міста. Це невід’ємні елементи планувальної системи міста, які відіграють важливу роль в його перетворенні з метою формування комфортного міського середовища та єдиної системи просторів [1].

Громадські міські простори мають важливі функції і завдання. Насамперед, вони є зовнішністю наших міст, вузлами зв’язків та транспорту, осередками соціальних контактів і громадського діалогу, місцями, особливості яких є визначальними для ідентичності мешканців. Громадські простори є частиною сучасних демократичних міст, тому їх структура і призначення постійно переосмислюються.

Результати дослідження

Формування громадських закладів є важливим процесом у розвитку суспільства та забезпеченні громадян різними послугами і ресурсами. Громадські заклади можуть включати в себе різноманітні установи, такі як школи, лікарні, торговельні центри, спортивні комплекси та інші об’єкти, що надають послуги або ресурси громаді [2].

Основними аспектами формування громадських закладів можна виділити такі:

1. Ініціатива та потреби громади:

Формування громадських закладів часто починається з визначення потреб громади. Це може бути ініціатива місцевих жителів або органів місцевого самоврядування, спрямована на покращення якості життя через надання необхідних послуг. Часто на цьому етапі проводяться соціологічні дослідження для виявлення потреб населення.

2. Планування та проєктування:

На етапі планування визначаються функції закладу, його місце розташування, площа та інші технічні характеристики. Проєктування закладів передбачає співпрацю з архітекторами, інженерами та іншими фахівцями для створення ефективних та безпечних умов для діяльності установи.

3. Фінансування:

Формування громадських закладів може здійснюватися за рахунок місцевих бюджетів, державних субсидій, а також за підтримки приватних інвесторів. Може бути використана модель публічно-приватного партнерства, коли державний сектор співпрацює з приватними компаніями для фінансування та управління громадськими об'єктами.

4. Юридичні та адміністративні аспекти:

Для створення громадських закладів необхідно пройти юридичну процедуру реєстрації установи, отримати необхідні дозволи на будівництво або відкриття. Важливо враховувати закони та нормативні акти, що регулюють діяльність таких закладів, зокрема, будівельні норми, санітарні вимоги, правила безпеки.

5. Взаємодія з громадами та організаціями:

Після формування закладу важливо налагодити взаємодію з місцевими громадами, щоб забезпечити правильне використання та ефективне обслуговування. Також часто існують неурядові організації або волонтери, які можуть допомогти в реалізації певних соціальних проєктів, що підтримують ці заклади.

6. Оцінка ефективності:

Після відкриття та функціонування громадського закладу важливо проводити моніторинг та оцінку ефективності його роботи, щоб визначити, чи відповідає заклад потребам громади, а також чи досягається поставлена мета.

Формування громадських закладів є важливою частиною розвитку інфраструктури міст і покликане сприяти покращенню рівня життя громадян. На сьогодні найбільшими центрами які об'єднують в своїй структурі велику кількість інфраструктурних елементів є торгові центри.

Історія виникнення торгових центрів почалася в середині ХХ століття в США, хоча концепція «торгових площ» була відома й раніше. До середини 20-го століття в багатьох містах і країнах існували невеликі торгові площі або ринки, але вони були розпорошені і не організовані у вигляді сучасних торгових центрів. У великих містах були популярні вулиці з магазинами, а також "торгові квартали", де розміщувалися багато магазинів у межах одного району.

Перший справжній торговий центр, що можна вважати попередником сучасних ТЦ, був відкритий в 1956 році в Субербі (місто Клівленд, штат Огайо, США) - це був «Southdale Center». Його основною інновацією була наявність критої площі, де розташовувалися різноманітні магазини під одним дахом, що дозволяло покупцям комфортно робити покупки в будь-яку погоду. Це було важливо в умовах міських просторів, де погодні умови іноді ускладнювали покупки.

В середині 20-го століття торгові центри почали ставати все популярнішими. З'явилися великі ТЦ з супермаркетами, магазинами, кінотеатрами та іншими розважальними закладами. Це був період становлення концепції «покупка + дозвілля», де відвідувачі могли не лише зробити покупки, але й насолодитися часом, відвідавши кафе, ресторани, кінозали чи ігрові майданчики.

У 1990-х роках торгові центри стали значущими економічними і соціальними центрами. Вони перетворилися на комунікаційні хаби, які об'єднували торгові, розважальні та культурні функції. Мережі великих торгових брендів розширювали свою присутність у таких центрах. У цей період також з'явилися нові формати, такі як «outlet» (торгові центри з великими знижками на брендові товари) та тематичні торгові комплекси.

На початку 21-го століття з розвитком інтернет-комерції торгові центри зазнали певних змін. Онлайн-шопінг став популярним, і деякі ТЦ пережили спад відвідуваності. Це змусило багато торгових центрів модернізувати свої концепції: з'явилися розважальні комплекси, досвідні магазини, ресторани преміум класу, а також зони для відпочинку та співпраці.

Сьогодні торгові центри продовжують адаптуватися до нових реалій. Технології, інновації в сфері розваг, електронна комерція і зміна споживчих вподобань змушують ТЦ шукати нові шляхи залучення відвідувачів. Багато сучасних торгових центрів активно інтегрують цифрові технології, створюючи безконтактні зони оплати, інтерфейси для онлайн-покупок, а також організують простори для соціальних заходів та подій [3].

Формування торгових центрів (ТЦ) в Україні почалося активно в 2000-х роках, коли зростала

потреба в сучасних місцях для роздрібної торгівлі та розваг. Початок активного будівництва великих ТЦ припав на період після 2013 року. З 2010-х років ринок ТЦ демонструє поступове зростання, особливо у великих містах, таких як Київ, Одеса, Харків та Львів, розглянемо деякі з них [4].

River Mall (рис.1а) - найбільший торгово-розважальний центр на лівому березі Києва, розташований недалеко від станції метро Осокорки, що знаходиться за адресою Набережна, 12. Загальна площа комплексу - 140 000 м². Тут знаходяться більше 200 магазинів, серед яких 55 - це бутики одягу. Особливо виділяються fashion-якоря ТРЦ: H & M, Massimo Dutti, Zara, Zara Home, Oysho, Pull & Bear, Bershka, Stradivarius і провідні fashion-ритейлери: Hugo, Guess, Anabel Arto, MustHave, Tezenis.

ТРЦ «Французький бульвар» (рис. 1б) - розташований в місті Харків на вул. Академіка Павлова, 44б. Налічує в собі аптеки, зоомагазин, студію дизайну брів, студію манікюру, студію епіляції, ательє, відділення пошти, ремонт мобільних телефонів, ювелірну майстерню, салон краси, стоматологію, страхову компанію, турагентство, фотопослуги, декілька відділень банку та банкомати, а також безліч магазинів одягу, взуття і т.д. в тому числі і продуктивний супермаркет «Сільпо», боулінг-клуб «Lounge», мотузковий парк «Корсар», каток та роллердром, а також кінотеатр «Планета Кіно» та боулінг-клуб.

Торгово-розважальний комплекс «Рів'єра» (рис. 1в) - це найбільший в Україні центр торгівлі і розваг, що займає площу в 21 гектар, що нараховує більше 230 магазинів, гіпермаркетів, кінотеатр «Кіностар», спорткомплекс, боулінг-центр, розважальний комплекс для дітей, затишні кафе і ресторани. Розташований ТРЦ Рів'єра в на околиці міста Одеса біля селища Котовського. Зручний під'їзд, великий паркінг на 2500 місць, організовані регулярні автобуси в місто.



Рис.1. Приклади ТРЦ: а) - River Mall, б) - Французький бульвар, в) - Рів'єра

Формування торгових центрів (ТЦ) за кордоном має свою специфіку, зокрема у зв'язку з новими трендами, технологіями та змінами в економічному середовищі. Один з важливих аспектів полягає в тому, що багато традиційних великих торгових центрів переживають етап реконцепції або перетворення. Розглянемо приклади формування торгових центрів за кордоном. В топ-5 країн з дуже великими торговими центрами на перших місцях знаходяться Китай, Туреччина, Франція та Польща [5].

Міжнародний торговий центр «Haitang Bay», Китай Санья, розташований на острові Хайнань, є першим в Китаї міжнародним місцем для безмитного туризму. Дизайн HASSELL ділить торговий центр на п'ять зон. Дизайн кожної зони натхненний певної природної темою: океан, яблуні, квіти, фрукти і природа. Ідея полягає в тому, що покупець відчує життєву силу океану, свіжість квітів і солодкість фруктів під час покупок.

MyZeil - торговий центр в центрі Франкфурта, Німеччина. Його спроектував італійський архітектор Массіміліано Фуксас. Він є частиною комплексу PalaisQuartier з головним входом на головну торгову вулицю Франкфурта Цайль. Будівля має одну неповторною особливістю, завдяки якій перетворилося в яскраве сучасну пам'ятка Франкфурта. Воно не має прямих кутів в інтер'єрі. Також присутній пара унікальних скляних «каньйонів». Один з них повторює форму виру (або смерчу) і «прошиває» будівлю наскрізь, пов'язуючи поверхи. Другий об'єднує головний фасад з дахом. Він розташовується на 6 поверхах будівлі. Площа торгового центру складає близько 52 тисяч кв. м. На ній - понад 80 магазинів, ресторанів, кафе, майданчиків для дітей, бутиків. Також є фітнес-клуб, власний 4-рівневий підземний паркінг і навіть басейн. Фасад задуманий як річка, яка має різні глибини, що досягають Землі.

Торговий центр «Istanbul Cevahir Shopping Centre», розташований в Стамбулі, Туреччина. Особливості архітектури торгового центру, планування: відвідувачі мають можливість робити

покупки в акліматизованому, гігієнічному та безпечному середовищі, поєднуючи денне світло та простір зовнішнього напруження завдяки своєму архітектурному дизайну, який розсуває нові межі у розумінні торгового центру.

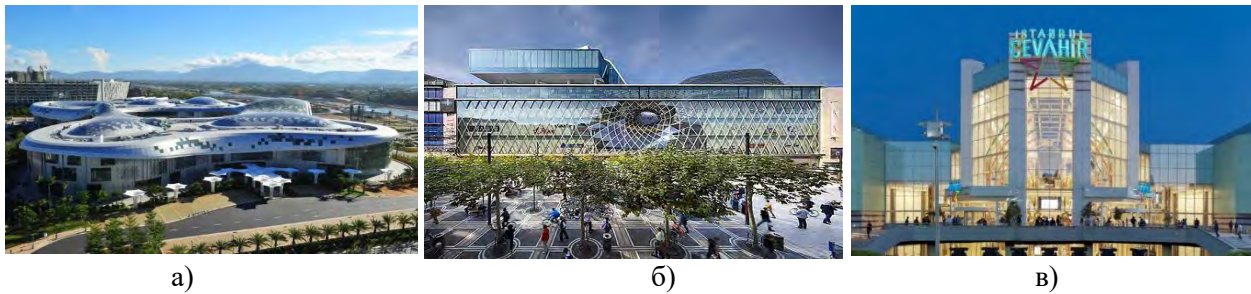


Рис.2. Приклади ТРЦ: а) - Haitang Bay, б) - MyZeil, в) - Istanbul Cevahir Shopping Centre

Висновки

Громадські простори відіграють важливу роль у формуванні комфортного середовища міста та забезпеченні соціальних контактів між його мешканцями. Вони є невід'ємною частиною інфраструктури, що сприяє розвитку міських територій та покращенню якості життя громадян. Формування громадських закладів, зокрема торгових центрів, є важливим аспектом урбаністичного розвитку, що враховує потреби громадян, планування, фінансування, а також юридичні та адміністративні вимоги. Сучасні торгові центри є не тільки комерційними осередками, але й центрами соціальної активності, де поєднуються торгівля, розваги та культура. Однак із розвитком онлайн-торгівлі торгові центри змушені адаптуватися до нових реалій, модернізуючи свої концепції та інтегруючи новітні технології. Тенденція розвитку торгових центрів в Україні та за кордоном свідчить про їхню важливу роль у міському середовищі, де вони слугують не лише торговими точками, але й соціальними, культурними та економічними хабами для сучасного міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соснова Н. С., 2016. Формування публічних просторів Львова 18–19 ст. Арнольд Рерінг – мистецтво і природа в урбаністичному розвитку Львова. М-ли міжн. науково-практичн. Симпозіуму. Львів : Растр-7. –76 с.
2. «Формують ідентичність міста». Роль торговельних центрів у сучасному суспільстві. <https://www.ucsc.org.ua/formuyut-identychnist-mista-rol-torgovelynyh-czentriv-u-suchasnomu-suspilstvi/>
3. The History of Shopping Center Design. URL: <https://adventure-entertainment.com/the-history-of-shopping-center-design/>
4. Як розвивалися українські ТРЦ і що їх чекає в епоху e-commerce. URL: <https://allretail.ua/analytics/65260-yak-rozvivalisya-ukrajinski-tre-i-shcho-jih-chekaye-v-epohu-e-commerce>
5. Кінець епохи гігантів: в Європі завершується фаза буму мега ТЦ – дослідження RegioData. URL: <https://rau.ua/novyni/mega-tc-doslidzhennja-regiodata/>

Ганчевська Надія Ярославівна - студентка групи 2БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nadya.q@ukr.net

Рундюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundyksv@gmail.com

Nadiia Hanchevska - student of 2BM-23m group, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nadya.q@ukr.net

Svitlana Ryndiuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundyksv@gmail.com

КРЕАТИВНІ РІШЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ СКЛОБЛОКІВ У СУЧАСНИХ ІНТЕР'ЄРАХ : ТЕНДЕНЦІЇ ТА НОВІТНІ ПІДХОДИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядаються властивості і сучасні тенденції використання склоблоків у дизайні інтер'єрів та архітектурі. Описано інноваційні технології, зокрема енергоефективні та "розумні" рішення, і проаналізовано їх застосування у житлових, комерційних та громадських просторах. Акцент зроблено на різноманітності кольорів, текстур і поєднанні склоблоків з іншими матеріалами. Ілюстрації демонструють приклади зонування, декорування та естетичного оформлення сучасних просторів.

Ключові слова: склоблоки, дизайн інтер'єру, архітектура, інновації, енергоефективність, зонування простору, кольорові склоблоки, громадські простори, декор, сучасні тенденції.

Abstract

The work examines the properties and modern trends in the use of glass blocks in interior design and architecture. Innovative technologies are described, in particular energy-efficient and "smart" solutions, and their application in residential, commercial and public spaces is analyzed. Emphasis is placed on the variety of colors, textures and the combination of glass blocks with other materials. Illustrations show examples of zoning, decoration and aesthetic design of modern spaces.

Keywords: glass blocks, interior design, architecture, innovation, energy efficiency, space zoning, colored glass blocks, public spaces, decor, modern trends.

Вступ

У сучасній архітектурі та дизайні інтер'єрів спостерігається активне використання інноваційних матеріалів, що дозволяють створювати простори з унікальними естетичними та функціональними властивостями. Одним із таких матеріалів, що за останні десятиліття набув популярності, є склоблоки. Вони стали важливим елементом у сучасному будівництві завдяки своїй здатності поєднувати міцність, прозорість, естетику та функціональність.

Склоблоки, які були популярними у середині 20 століття, отримали друге дихання завдяки новим технологіям та дизайнерським рішенням. Сьогодні вони використовуються не лише для класичного зонування простору чи декорування, але й для створення унікальних архітектурних рішень у житлових та комерційних приміщеннях. Крім того, їх вплив на екологічність та енергоефективність сучасних будівель робить склоблоки важливим компонентом для стійкого розвитку у будівництві.

Метою цієї доповіді є аналіз тенденцій і новітніх підходів до використання склоблоків у сучасних інтер'єрах. Дослідження охоплює історію виникнення склоблоків, їхні технічні властивості, креативні дизайнерські рішення, вплив на енергоефективність будівель, а також сучасні технології та інновації у виробництві цього матеріалу. Особлива увага приділяється новітнім трендам, які демонструють, як склоблоки еволюціонують і стають все більш затребуваними у сучасному світі.

Основна частина

Склоблоки, як архітектурний матеріал, пройшли довгий шлях розвитку, перш ніж стати невід'ємною частиною сучасного інтер'єрного дизайну. Їх поява пов'язана з індустріальною революцією, коли виникла необхідність в архітектурних рішеннях, які могли б поєднувати міцність і прозорість для максимального використання природного світла в промислових приміщеннях. Вперше ідея створення склоблоків з'явилася в кінці XIX століття у Європі, коли архітектори шукали нові способи забезпечення світла в заводських будівлях, без втрати їх міцності та ізоляційних властивостей [3].

Однією з перших відомих компаній, яка розпочала масове виробництво склоблоків, була французька компанія Saint-Gobain, яка спеціалізувалася на виробництві скла. Саме завдяки їхнім зусиллям склоблоки почали використовуватися в архітектурі для створення світлих і прозорих конструкцій. Вони розробили перші варіанти склоблоків, що були призначені для промислових споруд, таких як заводи та фабрики, де був необхідний доступ до великої кількості світла для підвищення ефективності роботи.

Перше промислове використання склоблоків було зумовлене їх міцністю і стійкістю до зовнішніх впливів. Спочатку їх виготовляли з простого скла, яке після обробки отримувало достатню міцність для використання в конструкціях. Однак, згодом виникла потреба у покращенні їхніх ізоляційних властивостей, що призвело до розробки склоблоків із подвійного скла з повітряним прошарком всередині [7]. Ця технологія значно покращила тепло- та звукоізоляційні характеристики склоблоків, що дозволило використовувати їх не лише для промислових, а й для житлових приміщень.

У середині ХХ століття компанії, такі як італійська Seves Glassblock, вивели виробництво склоблоків на новий рівень, застосовуючи сучасні технології обробки скла, що дозволили створювати склоблоки різноманітних форм і кольорів.

Це сприяло їх популяризації серед архітекторів і дизайнерів, які побачили у склоблоках не лише функціональний, але й естетичний потенціал.

Склоблоки виготовляються зі спеціально обробленого скла, яке має високі технічні та естетичні властивості. Основним матеріалом для виробництва є прозоре або матове скло, яке піддається процесу термічного формування. У процесі виробництва формується два окремих півблоки, які потім з'єднуються між собою з утворенням внутрішньої порожнини. Ця порожнина може бути заповнена повітрям або інертними газами, що підвищує тепло- та звукоізоляційні властивості склоблока [1].

Склоблоки традиційно виготовляються у квадратних та прямокутних формах, однак сучасні технології дозволяють створювати блоки різних геометричних форм: круглі, трикутні, шестикутні, арочні тощо. Це дозволяє дизайнерам та архітекторам реалізовувати сміливі ідеї, використовуючи склоблоки для створення унікальних інтер'єрів [3].

Різнманітність форм склоблоків розширює їх застосування у внутрішніх просторах. Наприклад, стандартні квадратні блоки зазвичай використовуються для створення стін і перегородок, тоді як круглі або нестандартні блоки можуть застосовуватись для створення декоративних акцентів або зонування простору. Сучасні тенденції дизайну часто передбачають комбінування різних форм склоблоків для створення динамічних та оригінальних інтер'єрів.

Склоблоки також відзначаються стійкістю до вологи, що робить їх популярним вибором для ванних кімнат, кухонь, басейнів та інших приміщень з високою вологістю. Ще однією важливою характеристикою склоблоків є їх довговічність. Вони не піддаються корозії або руйнуванню під впливом ультрафіолетового випромінювання, що дозволяє їм зберігати свої естетичні та функціональні властивості протягом багатьох років. Завдяки цьому склоблоки часто використовуються в місцях, де необхідно поєднати високу міцність та естетику, наприклад, у громадських будівлях, спортивних спорудах, басейнах, лікарнях тощо [2]. Стандартна товщина склоблоків зазвичай становить 8–10 см.

Одна з основних естетичних характеристик склоблоків — це їх здатність ефективно працювати зі світлом. Завдяки своїй прозорій або напівпрозорій структурі, склоблоки можуть пропускати денне світло, створюючи яскраві та світлі приміщення. Це особливо важливо у випадках, коли потрібно забезпечити природне освітлення в умовах обмеженого доступу до вікон або інших джерел світла [2]. Склоблоки можуть використовуватися для створення стін, перегородок або навіть підлоги, що дозволяє світлу проникати вглиб приміщення, створюючи ефект простору і легкості.

Окрім цього, склоблоки можна використовувати у поєднанні з штучним освітленням. Це дає дизайнерам можливість створювати унікальні інсталяції, де світло стає основним елементом дизайну. Вбудовані світильники або LED-підсвічування можуть змінювати колір і яскравість світла, що додає динамічності інтер'єру. Такі рішення часто використовуються в сучасних громадських просторах, таких як торгові центри, готелі або ресторани, де потрібно створити вражаючу візуальну картину [7].

Варто також зазначити, що склоблоки можуть використовуватися для створення зон з різною прозорістю. Наприклад, прозорі блоки можуть використовуватися для максимального доступу світла в одній зоні приміщення, тоді як матові або кольорові блоки можуть забезпечувати приватність у сусідній зоні. Це особливо актуально для сучасних офісних просторів або квартир-студій, де важливо розмежувати простір, але при цьому зберегти відчуття відкритості.

Окрім зонування, склоблоки можуть використовуватися для створення декоративних елементів у житлових приміщеннях. Наприклад, з них можна створювати акцентні стіни, які додають інтер'єру унікального вигляду завдяки різноманітним кольорам і текстурам блоків. Кольорові або текстуровані склоблоки можуть використовуватися як елементи декору в вітальнях, спальнях або холах, надаючи

простору сучасного і стильного вигляду. Також у сучасних житлових інтер'єрах склоблоки часто застосовуються для освітлення коридорів або сходів.

Склоблоки можуть бути використані й для створення унікальних меблевих елементів. У сучасних інтер'єрах склоблоки використовують для створення барних стійок, кухонних островів, стелажів або навіть столів. Такі меблі не лише виглядають сучасно та стильно, але й відрізняються міцністю та довговічністю. Склоблоки можна комбінувати з іншими матеріалами, такими як метал або дерево, що дозволяє створювати цікаві й нестандартні дизайнерські рішення.

Однією з найбільш значущих інновацій є впровадження енергоефективних технологій у виробництво склоблоків. Сучасні склоблоки можуть мати покращену теплоізоляцію завдяки використанню спеціальних покриттів або заповнення порожнин інертними газами, такими як аргон або криптон. Це дозволяє значно знизити втрати тепла через склоблоки, що особливо важливо для енергоефективних будівель. Подібні блоки використовуються для створення зовнішніх стін або фасадів, що допомагає зберігати тепло в приміщенні та знижувати витрати на опалення та кондиціонування [2].

Крім того, останні технологічні досягнення дозволяють створювати сонцезахисні склоблоки, які здатні блокувати певні діапазони ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Це забезпечує захист приміщень від перегріву в літній період, що є важливою вимогою для сучасних комерційних та житлових будівель, розташованих у жарких кліматичних зонах. Сонцезахисні склоблоки не лише забезпечують комфортний мікроклімат у приміщенні, але й сприяють зниженню витрат на охолодження приміщень.

Крім цього, з'являються склоблоки з інтегрованими системами підігріву. Подібні блоки можуть використовуватися для підвищення комфорту у приміщеннях з холодним кліматом, забезпечуючи додаткове джерело тепла. Вони здатні прогріватися до певної температури, тим самим створюючи комфортний мікроклімат у кімнатах.

Ще одним цікавим інноваційним рішенням є технологія "розумних" склоблоків (smart glass blocks), які можуть змінювати свою прозорість під впливом електричного струму або світла. Це дозволяє створювати динамічні інтер'єри, де можна регулювати рівень прозорості стін або перегородок залежно від потреб. Наприклад, такі блоки можуть бути повністю прозорими для пропуску світла або ж стати матовими, забезпечуючи приватність у разі потреби. Ця технологія особливо актуальна для офісних приміщень, конференц-залів та громадських просторів, де важливо мати можливість швидко змінювати функціональність приміщення.

Ще один тренд — використання склоблоків для підсвічених поверхонь. Це може бути підлога або стеля, що створює ефект "паріння" приміщення в повітрі. Підсвічені склоблоки можуть використовуватися як елемент декору в сучасних інтер'єрах, додаючи інтер'єру глибини і створюючи унікальну атмосферу. Наприклад, прозора підлога зі склоблоків з вбудованим освітленням може бути використана у громадських просторах, таких як готелі або ресторани, щоб привернути увагу і створити унікальне враження у гостей [4].

Ще однією новітньою тенденцією є створення інтерактивних інтер'єрів за допомогою склоблоків. Наприклад, склоблоки можуть використовуватися як проєкційні поверхні для мультимедійних систем або інтегровані з сенсорними технологіями, що дозволяє створювати інтер'єри, які реагують на рухи або зміни освітлення. Це відкриває нові можливості для використання склоблоків у сучасних інтер'єрах, де взаємодія між простором і користувачем стає ключовим елементом дизайну.

Склоблоки, попри свої численні переваги, мають низку недоліків, які важливо враховувати під час їх використання. По-перше, їхня значна вага може ускладнити монтаж, що потребує додаткового укріплення конструкцій. По-друге, інноваційні моделі, такі як енергоефективні чи з підігрівом, відрізняються високою вартістю, що може зробити їх недоступними для деяких проєктів. Також склоблоки мають обмежену прозорість залежно від текстури, через що світло проходить частково [2].

Установка склоблоків є складним процесом, який вимагає професійних навичок і спеціальних матеріалів. Ще одним недоліком є неможливість модифікації: після встановлення демонтаж або зміна конструкції без пошкоджень практично неможливі. В окремих дизайнерських стилях склоблоки можуть виглядати недоречно або застаріло. Крім того, текстуровані чи матові поверхні склоблоків ускладнюють їхнє очищення та догляд.

Висновки

Склоблоки є унікальним архітектурним матеріалом, що пройшов тривалий шлях еволюції – від утилітарного елемента промислових будівель до важливого компоненту сучасного інтер'єрного дизайну. Завдяки здатності пропускати світло, забезпечуючи при цьому приватність, склоблоки стали популярними для зонування простору, створення акцентних стін, перегородок та навіть меблевих конструкцій. Їх застосування широко варіюється від ванних кімнат і кухонь до готелів, ресторанів і офісів.

Сучасні технології дали змогу розширити функціональність склоблоків, впровадивши моделі з підвищеною тепло- та звукоізоляцією, сонцезахисними властивостями, а також інтеграцією LED-підсвітки чи системами підігріву. Інноваційні розробки, такі як «розумні» склоблоки, що змінюють прозорість, та інтерактивні блоки для мультимедійних інсталяцій, роблять їх актуальними для інтер'єрів, де важливі функціональність і креативність. Крім того, застосування нестандартних форм і кольорів дозволяє створювати унікальні дизайнерські рішення, що відповідають сучасним тенденціям.

Таким чином, склоблоки залишаються універсальним матеріалом, що поєднує функціональність, довговічність і естетику. Вони відкривають широкі можливості для творчих рішень у сучасній архітектурі та дизайні, особливо якщо підходити до їхнього використання з урахуванням як переваг, так і недоліків.

Втім, склоблоки мають і недоліки. Їхня значна вага потребує укріплення конструкцій, а складність монтажу вимагає залучення професіоналів. Інноваційні моделі можуть мати високу вартість, що робить їх доступними не для всіх проєктів. Також обмежена прозорість, характерна для текстурованих блоків, впливає на кількість пропущеного світла. Демонтаж встановлених склоблоків є складним і може пошкодити конструкцію. Крім того, догляд за текстурованими чи матовими поверхнями є трудомістким.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березняк Л., Мещеряков В., Одрінська В., Саблін А., Сулейманова О. Скло для будівництва склоблоки і скляні плити. Частина 1. Визначення показників. – Київ, 2012.
2. **Solar Squared: A Glass Block That Generates Electricity** [Електронний ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/879957/solar-squared-a-glass-block-that-generates-electricity>.
3. Пашенко Т.М., Світла З.І. Будівельне матеріалознавство: Навчальний посібник. – Київ: Аграрна освіта, 2009.
4. Pennycook B. Building With Glass Blocks. – Doubleday Canada, 1987.
5. **Quality Glass Block Team. What is Glass Block?** [Електронний ресурс]. URL: <https://www.qualityglassblock.com/what-is-glass-block>.
6. **Smart Architecture Catalog. – Czech Republic, 2018.**
7. Смірнова Г. Стіни з повітря. – Журнал MATERIAL, №7, 2000.
8. Матвійчук О. Скло України. – Київ: Світ успіху, 2007.

Суржикова Діна Юрївна - студент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dinasurj@gmail.com

Науковий керівник: Попович Микола Миколайович – доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

Surzhukova Dina Yuriivna - student of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dinasurj@gmail.com

Supervisor: Popovych Mykola - associate professor of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovih@vntu.edu.ua

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОЧАСТИНОК ОКСИДУ ТИТАНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИЛКАТНОГО ПОРИСТОГО БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Нанотехнології знаходять все більше застосування у різних галузях промисловості, і будівельна індустрія не є винятком. Одним із перспективних напрямків є використання наночастинок оксиду титану (TiO_2) для модифікації силкатного пористого бетону (газосилікату). Оксид титану значно покращує фізичні та хімічні властивості бетону, роблячи його більш міцним, довговічним і стійким до агресивних умов навколишнього середовища. Основні переваги використання TiO_2 включають покращення механічних характеристик, створення самоочищувальних поверхонь завдяки фотокаталітичним властивостям, підвищення вогнестійкості та зниження теплопровідності, що робить бетон ефективним теплоізоляційним матеріалом. Крім того, TiO_2 сприяє зниженню екологічного впливу будівельних матеріалів, зменшуючи потребу в хімічних засобах для чищення і сприяючи очищенню повітря. Для досягнення максимального ефекту необхідно враховувати оптимальні концентрації наночастинок та технологічні аспекти їх введення в бетонні суміші. Перспективи використання TiO_2 в будівництві обіцяють значні покращення, однак вимагають подальших досліджень та економічної оцінки доцільності впровадження.

Ключові слова: нанотехнології, оксид титану (TiO_2), силкатний пористий бетон, газосилікат, наночастинки.

Abstract

Nanotechnology is increasingly used in various industries, and the construction industry is no exception. One of the promising directions is the use of nanoparticles of titanium oxide (TiO_2) for the modification of silicate porous concrete (gas silicate). Titanium oxide significantly improves the physical and chemical properties of concrete, making it stronger, durable and resistant to aggressive environmental conditions. The main advantages of using TiO_2 include improved mechanical properties, creation of self-cleaning surfaces due to photocatalytic properties, increased fire resistance and reduced thermal conductivity, making concrete an effective thermal insulation material. In addition, TiO_2 helps reduce the environmental impact of building materials, reducing the need for chemical cleaning agents and helping to purify the air. To achieve the maximum effect, it is necessary to take into account the optimal concentration of nanoparticles and the technological aspects of their introduction into concrete mixtures. The prospects for the use of TiO_2 in construction promise significant improvements, but require further research and an economic evaluation of the feasibility of implementation.

Keywords: nanotechnology, titanium oxide (TiO_2), silicate porous concrete, gas silicate, nanoparticles.

Вступ

Нанотехнології поступово знаходять своє місце в різних галузях промисловості, і будівельна індустрія не є винятком. У рамках удосконалення сучасних будівельних матеріалів, таких як силкатний пористий бетон (газосилікат), використовуються наночастинок, зокрема наночастинок оксиду титану (TiO_2). Оксид титану — це важливий матеріал, який здатен значно змінювати фізичні та хімічні властивості бетонів, роблячи їх більш ефективними, довговічними та стійкими до впливу навколишнього середовища. [1] Застосування TiO_2 в складі бетонних сумішей дозволяє не лише покращити їх механічні характеристики, а й досягти інших позитивних ефектів, таких як самоочищення, поліпшення теплоізоляційних властивостей і навіть підвищення екологічної чистоти матеріалу.

Основна частина

Наночастинки оксиду титану мають низку унікальних властивостей, які роблять їх надзвичайно корисними для модифікації будівельних матеріалів:

Малий розмір та висока поверхнева активність: Наночастинки TiO_2 мають великий коефіцієнт поверхневого поглинання і можуть активно взаємодіяти з іншими компонентами бетону, покращуючи його структуру. [2]

TiO_2 є фотокаталітичним матеріалом, що означає здатність ініціювати хімічні реакції під впливом світла. Це особливо корисно для створення "самоочищувальних" поверхонь, оскільки частки TiO_2 можуть розкласти органічні забруднення під дією ультрафіолетового світла.

Завдяки своїй здатності руйнувати органічні молекули під дією світла, TiO_2 може забезпечити додатковий захист від бактерій та грибків на поверхні матеріалу. [3]

Стійкість до агресивних середовищ. Оксид титану є дуже стабільним і інертним матеріалом, що робить бетон з його використанням більш стійким до агресивних хімічних впливів (наприклад, до кислот і солей).

Застосування наночастинок TiO_2 у складі силікатного пористого бетону може суттєво покращити його фізико-механічні характеристики:

Зміцнення структури. Наночастинки TiO_2 допомагають зменшити пористість і збільшити щільність бетону. Це відбувається завдяки здатності TiO_2 взаємодіяти з компонентами бетону на молекулярному рівні, формуючи більш стабільну і міцну структуру.

Введення TiO_2 у склад бетону може збільшити міцність на стиск і зсув. Це дозволяє використовувати газосилікатний бетон для більш відповідальних конструкцій, де потрібні високі показники міцності.

Покращення адгезії з іншими матеріалами. Наночастинки TiO_2 можуть поліпшити взаємодію між цементом та іншими компонентами бетонної суміші (наприклад, піском, вапном), що також сприяє підвищенню загальної міцності. [4]

Оксид титану має високу термостійкість, що робить його корисним для покращення вогнестійкості матеріалів, до складу яких він входить. У разі впливу високих температур TiO_2 сприяє зниженню швидкості горіння та утворенню термостійкої оболонки навколо пор в бетоні, що зменшує теплопередачу і збільшує час досягнення критичних температур. [5]

Оксид титану має здатність до зниження теплопровідності матеріалів, до складу яких він входить. Для пористих бетонів, які часто використовуються в якості теплоізоляційних матеріалів, це є важливим аспектом. Додавання TiO_2 до складу бетону може підвищити його теплоізоляційні властивості без зниження міцності або довговічності матеріалу. Це дозволяє зменшити витрати на енергозабезпечення будівель і покращити комфорт усередині приміщень. [6]

Завдяки своїм властивостям, TiO_2 допомагає знижувати екологічний вплив будівельних матеріалів. Фотокаталітичні властивості оксиду титану сприяють знищенню шкідливих органічних забруднювачів в повітрі, а також допомагають підтримувати чистоту на поверхні матеріалів, що зменшує потребу в використанні хімічних засобів для чищення. [7]

Практичні аспекти впровадження наночастинок TiO_2 у виробництво бетону

Для досягнення максимального ефекту від застосування наночастинок TiO_2 в пористому силікатному бетоні необхідно враховувати кілька практичних аспектів:

Технологія введення. Наночастинки TiO_2 можна додавати безпосередньо в бетонну суміш під час її виготовлення, або наносити на поверхню готових конструкцій.

Оптимальні концентрації. Важливо визначити оптимальну концентрацію TiO_2 , оскільки надмірне введення може призвести до змін в інших властивостях бетону, таких як зниження міцності або пористості.

Економічні аспекти. Вартість наночастинок TiO_2 наразі вища за традиційні компоненти бетону, тому для широкого застосування важливо забезпечити економічну доцільність їх використання.

[8] **Висновки**

Застосування наночастинок оксиду титану (TiO₂) для модифікації силікатного пористого бетону відкриває нові можливості для підвищення його властивостей. Використання TiO₂ дозволяє значно покращити механічну міцність, вогнестійкість, фотокаталітичну активність та екологічні характеристики бетону. Ці властивості роблять бетон більш стійким до агресивних зовнішніх факторів, підвищують довговічність конструкцій і знижують витрати на енергозабезпечення будівель. Перспективи впровадження наночастинок TiO₂ у виробництво бетону є багатообіцяючими, хоча потребують подальших досліджень та оптимізації технологій для досягнення максимальної ефективності та економічної доцільності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Schreuder-Gibson, H., & Swaminathan, A. (2005). Nanotechnology in the Construction Industry: Current Applications and Future Trends. In Nanotechnology in the Environment. CRC Press. Johnston, C. D. Cellular Concrete: Properties and the Use of Concrete, Volume 1. – CRC Press, 2018. – 480 pages.
2. Cheng, X., & Liu, Y. (2021). Photocatalytic Performance of TiO₂ in Concrete: A Review on Mechanisms and Applications. Construction and Building Materials, 299, 123982.
3. Raja, K. S., & Suresh, S. (2017). Nanomaterials for Self-Cleaning Concrete: A Review on TiO₂ as Photocatalytic Agent. Environmental Technology, 38(9), 1185-1199. Ramamurthy, K., Kunhanandan Nambiar, E. K., Indu Siva Ranjani, G. A Classification of Studies on Properties of Foamed Concrete. – Cement and Concrete Composites, Elsevier, 2018. – Vol. 31, Issue 6, pp. 388-396.
4. Amin, M. A., & Kadhum, A. A. (2020). Influence of Nano-TiO₂ on the Mechanical Properties and Durability of Concrete: A Review. Journal of Nanomaterials, 2020, Article ID 8820607.
5. Li, X., & Zhang, M. (2020). Thermal Stability and Fire Resistance of Concrete with TiO₂ Nanoparticles: A Comprehensive Study. Cement and Concrete Research, 132, 106028.
6. Molina, F., & Torres, S. (2020). Nano-TiO₂ for Antibacterial Properties in Concrete: A Review. Cement and Concrete Composites, 113, 103710
7. Nicolau, A., & Santos, P. (2021). Economic Feasibility and Environmental Impact of Using Titanium Dioxide in Concrete Production. Journal of Cleaner Production, 285, 124820.
8. Kumar, S., & Dubey, S. (2018). Role of Nanomaterials in the Enhancement of Green Building Materials: A Review on TiO₂ Photocatalysis. Environmental Science and Pollution Research, 25(3), 2704-2718

Сівак Катерина Костянтинівна – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

Sivak Katerina – PhD student of the Department of Life, Municipality and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ДИТЯЧИХ САНАТОРНО-КУРОРТНИХ ЗАКЛАДІВ ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено принципи та підходи до формування стратегії розвитку дитячих санаторно-курортних закладів у місті Вінниця. Проаналізовано сучасний стан санаторно-курортної інфраструктури, визначено ключові проблеми та можливості їх розв'язання. Розроблено стратегічні рекомендації, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування таких закладів, враховуючи соціально-економічний та медичний контексти. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення місцевих програм розвитку дитячих санаторіїв.

Ключові слова: дитячі санаторії, санаторно-курортні заклади, стратегія розвитку, Вінниця.

Abstracts

The principles and approaches to the formation of a strategy for the development of children's sanatorium and resort facilities in Vinnytsia are studied. The current state of the sanatorium and resort infrastructure is analyzed, key problems and opportunities for their solution are identified. Strategic recommendations aimed at improving the efficiency of such institutions, taking into account the socio-economic and medical contexts, are developed. The results of the study can be used to improve local programs for the development of children's sanatoriums.

Key words: children's sanatoriums, health resorts, development strategy, Vinnytsia.

Вступ

Дитячі санаторно-курортні заклади відіграють важливу роль у системі охорони здоров'я, забезпечуючи дітям профілактику, лікування та реабілітацію від різноманітних захворювань. Їх функціонування безпосередньо пов'язане із сучасними викликами, серед яких: зростання хронічних хвороб у дітей, погіршення екологічного стану, наслідки пандемій та економічні труднощі, що обмежують доступ до якісного оздоровлення.

Вінниччина, як регіон із сприятливими природними умовами, багатими мінеральними водами та традиціями медичного туризму, має великий потенціал для розвитку санаторно-курортної інфраструктури. Однак, ефективність використання цього потенціалу залишається недостатньою. Багато закладів стикаються з проблемами, пов'язаними із застарілою матеріально-технічною базою, відсутністю сучасних програм реабілітації, недостатнім фінансуванням та браком кваліфікованого персоналу [1].

Важливість дитячих санаторіїв особливо зростає у контексті соціально-економічних змін в Україні. В умовах війни та її наслідків для здоров'я дітей, а також загальної психологічної напруженості у суспільстві, ці заклади можуть стати ефективним інструментом для підтримки здоров'я та емоційного стану молодого покоління.

Завданням цієї роботи є висвітлення основних принципів, які повинні лежати в основі формування стратегії розвитку дитячих санаторно-курортних закладів Вінниці. Тема дослідження є актуальною, адже ефективна стратегія сприятиме зміцненню здоров'я дітей, підвищенню конкурентоспроможності місцевих закладів оздоровлення та розвитку Вінниці як регіонального оздоровчого центру.

Результати дослідження

Невтішна ситуація сьогодні склалася і з мережею дитячих оздоровчих закладів на Вінниччині. За роки незалежності Україна втратила величезний рекреаційний потенціал: починаючи з 1995 року кількість стаціонарних закладів зменшилася на 23%. Статистика показує, що з кожним роком таких закладів оздоровлення стає дедалі менше, при цьому, лівову частку функціонуючих закладів (а це майже 91%) становлять пришкільні табори денного перебування [2]. Для Вінниччини, наприклад,

кількість санаторно-курортних закладів знизилась з 30 до 19 протягом 2018-2020 рр. Нажаль, з 2029 року також припинив своє існування ДП «Санаторій «ім. Коцюбинського», що знаходився на околиці м. Вінниця на березі ставка у фруктовому саду поблизу хвойно-листяного лісу (рис. 1) [3].



Рис. 1. Фотофіксація ДП «Санаторій «ім. Коцюбинського» (2019 р.)

Аналіз сучасного стану дитячих санаторно-курортних закладів у Вінниччини показав, що ці установи мають важливий потенціал, але стикаються з низкою проблем. Дитячі санаторії в основному орієнтовані на лікування та реабілітацію захворювань органів дихання, травної системи, опорно-рухового апарату, однак рівень надання послуг не завжди відповідає сучасним вимогам. Інфраструктура багатьох закладів залишається застарілою: медичне обладнання потребує модернізації, а приміщення не відповідають стандартам комфорту, необхідним для дітей.

Фінансування санаторіїв також є серйозною проблемою. Переважна більшість установ фінансується з державного або місцевого бюджету, що обмежує можливості для впровадження інноваційних програм, оновлення матеріально-технічної бази та навчання персоналу. Недостатня увага до залучення приватних інвесторів або спонсорів створює додаткові бар'єри для розвитку.

Окремої уваги потребує питання популяризації послуг дитячих санаторіїв. Дослідження показало, що багато батьків недостатньо обізнані про можливості, які пропонують ці заклади. Це частково зумовлено відсутністю сучасної рекламної кампанії, що могла б ефективно інформувати населення про переваги санаторного лікування для дітей.

Відомо, що Вінниця має значний потенціал для розвитку санаторно-курортної інфраструктури. Природні ресурси, зокрема цілющі мінеральні води, кліматичні умови та традиції медичного туризму створюють сприятливі передумови для зростання. Додатковою перевагою є наявність медичних закладів та фахівців, які можуть підтримати впровадження сучасних методів лікування та реабілітації в санаторіях [4].

Результати соціологічного опитування серед місцевого населення підтвердили потребу в оновленні послуг дитячих санаторіїв. Батьки висловлювали бажання бачити в таких закладах інтегровані послуги, що поєднують традиційні методи лікування з інноваційними, такими як арт-терапія, спортивна реабілітація, та психологічна допомога. Особливу важливість респонденти надають створенню комфортних умов перебування дітей, що включає якісне харчування, сучасні кімнати та наявність зон для відпочинку.

Отже, у Вінниці, з її розвиненою інфраструктурою та медичним потенціалом, важливо формувати стратегії розвитку дитячих санаторно-курортних закладів, базуючись на сучасних підходах і принципах, а саме [4]:

1. Принцип орієнтації на здоров'я та безпеку. Забезпечення високих стандартів безпеки та медичного обслуговування є ключовим завданням у роботі дитячих санаторіїв. Стратегія має враховувати необхідність дотримання санітарно-гігієнічних норм, створення безпечного середовища та регулярні перевірки якості надання медичних послуг. Це передбачає використання новітніх технологій, впровадження сучасних методів лікування та профілактики.
2. Використання природних ресурсів. Вінниця має сприятливі природні умови, що дозволяють активно використовувати ресурси для лікування. Стратегія розвитку має включати максимальне використання термальних вод, мінеральних джерел, кліматотерапії та ландшафтотерапії для

створення комплексних оздоровчих програм.

3. Інноваційний розвиток та модернізація. Сучасні санаторно-курортні заклади повинні йти в ногу з часом, впроваджуючи новітні технології в діагностику та лікування. Стратегія має передбачати регулярне оновлення обладнання, залучення нових методик та програм, що відповідають міжнародним стандартам.
4. Соціальна доступність та підтримка. Дитячі санаторно-курортні заклади повинні бути доступними для всіх категорій дітей, включаючи дітей з малозабезпечених родин або з особливими потребами. Стратегія розвитку повинна передбачати механізми соціальної підтримки, державні програми фінансування та залучення інвесторів для забезпечення доступності послуг.
5. Партнерство та співпраця. Для успішного розвитку необхідно налагоджувати співпрацю з місцевими та міжнародними організаціями, залучати партнерів, включаючи освітні та наукові установи, які можуть допомогти у розробці нових методів лікування та оздоровлення.

Стратегія розвитку дитячих санаторно-курортних закладів у Вінниці повинна базуватися на поєднанні сучасних методів лікування та оздоровлення, використанні природних ресурсів, забезпеченні високого рівня підготовки кадрів та доступності послуг. Лише комплексний підхід, що враховує інноваційність, безпеку, соціальну підтримку та партнерство, дозволить створити ефективну систему оздоровлення для дітей, яка сприятиме їхньому здоров'ю та гармонійному розвитку.

Висновки

Дослідження показало, що розвиток дитячих санаторно-курортних закладів у Вінниці потребує комплексного підходу, що включає модернізацію інфраструктури, збільшення фінансування та впровадження інноваційних методів лікування і реабілітації. Важливим є також формування ефективної стратегії популяризації послуг, орієнтованої на місцеве населення та залучення клієнтів із сусідніх регіонів. Принципи, на яких має базуватися стратегія розвитку, включають орієнтацію на якість і доступність послуг, використання природних і технологічних ресурсів регіону, залучення інвестицій та забезпечення міжсекторального співробітництва. Врахування соціально-економічного контексту Вінниці дозволить створити конкурентоспроможні дитячі санаторії, які стануть важливою частиною системи охорони здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кашуба Я.М. Формування системи дитячого оздоровлення і туризму: Монографія. - Львів: ПАІС, 2007. - 293 с.
2. Власенко І.В., Дзюмак М.А. Вивчення впливу економічних територій Вінницької області на розвиток територіально-рекреаційного комплексу в цілому та туризму зокрема // Молодий вчений. – 2016. Вип. 3. С. 41–44.
3. ДП «Санаторій «ім. Коцюбинського». URL: <https://grbn.pro/proekti/zhitlovi-ta-gromadski-budivli/proekt-dityachogo-sadku-u-m-kievi.html#kreslennia> (дата звернення: 15.11.2024).
4. Туристичний профіль міста Вінниці. URL: <https://2021.vmr.gov.ua/Branches/Lists/Tourism/ShowContent.aspx?ID=45> (дата звернення: 15.11.2024).

Ковальський Олексій Вячеславович – студент групи БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alexeysuper0@gmail.com

Мельник Олександр Володимирович – студент групи БМ-196, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tetatet678@gmail.com

Науковий керівник: **Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – к. архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua.

Kovalskiy Oleksii – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alexeysuper0@gmail.com

Melnyk Oleksandr Volodymyrovych – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tetatet678@gmail.com

Supervisor: **Subin-Kozhevnikova Alona** – Ph.D. (Candidate of Architecture), Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua

КОНЦЕПЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ У СФЕРІ МАЛОПОВЕРХОВОГО БУДІВНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній публікації основна увага приділяється важливості дотримання принципів стійкості при плануванні малоповерхової забудови, зокрема забезпеченню високої якості життя мешканців, збереженню природних екосистем та адаптації житлових комплексів до змін клімату. Окремий акцент зроблено на ролі державного регулювання, громадського усвідомлення та інноваційних технологій у реалізації концепції сталого розвитку.

Ключові слова: сталий розвиток, енергоефективність, екологічність, малоповерхове будівництво, соціальна інтеграція, законодавство, технології.

Abstracts

This publication focuses on the importance of observing the principles of sustainability in the planning of low-rise buildings, in particular, ensuring a high quality of life for residents, preserving natural ecosystems and adapting residential complexes to climate change. A special emphasis is placed on the role of state regulation, public awareness and innovative technologies in the implementation of the concept of sustainable development.

Key words: sustainable development, energy efficiency, environmental friendliness, low-rise construction, social integration, legislation, technologies.

Вступ

Сталий розвиток у сучасному світі є одним із ключових пріоритетів розвитку суспільства, що поєднує економічний прогрес, соціальну справедливість та збереження довкілля. У цьому контексті малоповерхове будівництво виступає як одна з найбільш перспективних сфер, яка здатна забезпечити комфортні умови життя, зберігаючи природні ресурси та адаптуючись до сучасних екологічних викликів.

Малоповерхова забудова має ряд переваг, таких як гармонійна інтеграція з навколишнім середовищем, можливість створення сприятливого мікроклімату, а також забезпечення високої якості життя за рахунок близькості до природи. Проте реалізація таких проектів потребує чіткого дотримання принципів сталого розвитку, які охоплюють енергоефективність, раціональне використання ресурсів, екологічність будівельних матеріалів та забезпечення соціальної орієнтованості забудови.

Метою даного дослідження є визначення концептуальних засад реалізації сталого розвитку у сфері малоповерхового будівництва, що враховує сучасні виклики урбанізації, зміни клімату та зростаючу потребу в екологічно чистому і доступному житлі.

Результати дослідження

Дослідження теми реалізації сталого розвитку у сфері малоповерхового будівництва показало, що ця концепція має великий потенціал у вирішенні сучасних проблем урбанізації. Аналіз дозволив визначити ключові напрямки, які сприяють створенню екологічно безпечного, економічно вигідного та соціально орієнтованого житлового середовища.

Одним із головних результатів стало усвідомлення важливості інтеграції екологічних принципів у будівельну галузь. Зокрема, використання енергоефективних матеріалів та технологій, таких як утеплювачі з природної сировини, сонячні панелі, теплові насоси, дозволяє значно скоротити споживання енергії. Наприклад, енергоефективні малоповерхові будинки демонструють зниження витрат на опалення до 40%, що водночас сприяє зменшенню викидів вуглекислого газу [1].

Важливим аспектом дослідження стало врахування природно-кліматичних умов під час проектування малоповерхової забудови. Раціональне розташування будівель, орієнтація на сторони світу, оптимізація вентиляційних систем – усе це створює комфортне мікросередовище для мешканців

і сприяє збереженню природних ресурсів [2].

Ще одним результатом дослідження стало розуміння необхідності інтеграції соціальної складової в концепцію сталого розвитку. Малоповерхові житлові комплекси, які враховують потреби різних категорій населення, стають осередками соціальної взаємодії. Наявність зон відпочинку, дитячих майданчиків, парків та спільних просторів для взаємодії мешканців підвищує комфортність проживання і сприяє формуванню згуртованих громад.

Економічний аспект також став ключовим у результатах дослідження. Малоповерхова забудова, яка базується на використанні місцевих матеріалів та енергоефективних технологій, має нижчі витрати на будівництво та обслуговування порівняно з багатоповерховим житлом. Наприклад, проекти з використанням модульного будівництва демонструють зменшення витрат на будівельні роботи до 25% та скорочення термінів будівництва до 30% [2].

Особливу увагу в дослідженні приділено аналізу нормативно-правового забезпечення. Виявлено, що чинне законодавство у сфері житлового будівництва вимагає подальшої адаптації до сучасних викликів сталого розвитку. Рекомендовано розробити спеціалізовані стандарти для малоповерхових будинків, які враховують сучасні екологічні та енергоефективні вимоги.

На прикладі житлових комплексів, які вже реалізують принципи сталого розвитку, було продемонстровано ефективність концепції. Так, житлові проекти із зеленими дахами, системами збору дощової води та використанням природних матеріалів створюють не лише комфортне житлове середовище, а й сприяють зменшенню екологічного навантаження на територію [3].

Можна виділити основні концепції реалізації сталого розвитку такі як:

1. Екологічна відповідальність. Малоповерхове будівництво спрямоване на мінімізацію впливу на довкілля через використання екологічно чистих матеріалів, інтеграцію зелених зон, енергоефективні системи опалення та вентиляції, а також зменшення викидів CO₂ у процесі будівництва.
2. Енергоефективність як ключовий принцип. Використання сучасних технологій, таких як теплоізоляційні матеріали, альтернативні джерела енергії (сонячні панелі, теплові насоси), LED-освітлення та автоматизовані системи енергозбереження, дозволяє значно знизити енергоспоживання.
3. Соціальна інтеграція. Малоповерхові житлові комплекси створюють комфортне середовище для мешканців, сприяючи формуванню дружніх спільнот, розвитку локальної інфраструктури (дитячі садки, школи, парки) та забезпеченню доступності громадських послуг.
4. Економічна доцільність. Забудова на основі принципів сталого розвитку знижує експлуатаційні витрати завдяки енергоефективності та довговічності використаних матеріалів. Такий підхід також підвищує інвестиційну привабливість житла.
5. Рациональне використання ресурсів. Важливим аспектом є повторне використання матеріалів, зменшення відходів, оптимізація водопостачання (системи збору дощової води) та створення умов для роздільного збору сміття.
6. Гармонізація з природним середовищем. Малоповерхові будівлі інтегруються у природне середовище через озеленення дахів, створення природних ландшафтів, використання місцевих матеріалів та збереження існуючої екосистеми.
7. Розвиток транспортної інфраструктури. Організація доступу до екологічних видів транспорту (велосипедні доріжки, зарядні станції для електромобілів), а також раціональне планування транспортних маршрутів зменшує залежність від автомобільного транспорту.
8. Підтримка на законодавчому рівні. Реалізація сталого розвитку можлива за умови розробки та впровадження нормативно-правової бази, яка стимулює забудовників впроваджувати екологічні та енергоефективні технології.

На основі світового та локального досвіду можна виокремити приклади, які демонструють ефективність реалізації концепції сталого розвитку, такі як еко-селища, зелені квартали та малоповерхові комплекси з використанням інноваційних технологій. Також майбутнє малоповерхового будівництва залежить від інтеграції новітніх технологій, підвищення екологічної свідомості громадян та розвитку партнерства між державою, бізнесом і суспільством.

Одним із хороших прикладів реалізації цих концепцій являється екологічне селище "EcoVillage Cloughjordan" (Ірландія) (рис. 1). Це екологічне селище вважається одним із найбільш сталих проєктів малоповерхового будівництва в Європі. Воно складається з більш ніж 100 будинків, кожен із яких побудований із застосуванням природних матеріалів та енергоефективних технологій [4].



Рис. 1. Екологічне селище "EcoVillage Cloughjordan" (Ірландія)

Головною особливістю проекту є використання поновлюваних джерел енергії: сонячних батарей, вітрових турбін і систем геотермального опалення. Усі будинки мають низький рівень енергоспоживання та забезпечуються теплом через централізовану біоенергетичну систему, що працює на відновлюваних джерелах.

Висновки

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити висновок, що реалізація концепції сталого розвитку у малоповерховому будівництві є важливим кроком у напрямку створення комфортного, екологічного та економічно вигідного житла, яке відповідає сучасним вимогам часу. Отримані результати дослідження підтверджують, що концепція реалізації сталого розвитку у сфері малоповерхового будівництва є ключовим елементом у створенні якісного житлового середовища. Екологічність, економічна ефективність та соціальна орієнтованість стали основними складовими, які дозволяють вирішувати сучасні виклики урбанізації, одночасно підвищуючи якість життя мешканців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конюк А.С. Историчний досвід архітектурно-планувальної організації енергоекономічної та екологічної житлової забудови. Наук.-техн. Зб. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Київ: КНУБА. 2016. Вип. № 43 (2). С. 107–113
2. Войко Н.Ю. Формування садибної забудови. Містобудування. Довідник проектувальника, розд.3, гл.3.4 / за ред. Т.Ф.Панченко. Київ. 1998. 22 0с.
3. О. Коба, «Розвиток будівельної галузі України як запорука сталого розвитку національної економіки», Молодий вчений, № 11(99), с. 385–89, 2021. URL:<https://molodyvchenyi.ua/index.php/journal/article/view/2660/2:42> (дата звернення: 15.11.2024).
4. Live in the Ecovillage. URL: <https://www.thevillage.ie/live-in-the-ecovillage/> (дата звернення: 15.11.2024).

Мельник Олександр Володимирович – студент групи БМ-196, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tetatet678@gmail.com

Ковальський Олексій Вячеславович – студент групи БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alexeysuper0@gmail.com

Науковий керівник: **Субін-Кожевнікова Альона Сергіївна** – к. архітектури, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua.

Melnyk Oleksandr Volodymyrovych – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tetatet678@gmail.com

Kovalskiy Olexsii – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alexeysuper0@gmail.com

Supervisor: **Subin-Kozhevnikova Alona** – Ph.D. (Candidate of Architecture), Associate Professor at the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: subinkozhevnikova@vntu.edu.ua

Визначення впливу нейронних мереж на архітектуру: проблематика та перспективи

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній розглянуто вплив нейронних мереж на сучасну архітектуру. Акцентовано увагу на таких аспектах, як генеративний дизайн, адаптивні середовища, оптимізація матеріалів, прогнозування поведінки користувачів і роль штучного інтелекту в освітніх програмах. Виокремлено основні виклики, включаючи обмеження алгоритмів у врахуванні культурного контексту, етичні питання та необхідність розширення навчальних програм.

Ключові слова: архітектура, нейронні мережі, генеративний дизайн, адаптивні простори, сталий розвиток.

Abstracts

This paper discusses the impact of neural networks on modern architecture. Attention is focused on such aspects as generative design, adaptive environments, material optimization, user behavior prediction, and the role of artificial intelligence in educational programs. The main challenges are highlighted, including the limitations of algorithms in taking into account the cultural context, ethical issues, and the need to expand curricula.

Keywords: architecture, neural networks, generative design, adaptive spaces, sustainable development.

Вступ

Сучасна архітектура стоїть на порозі революційних змін завдяки впровадженню штучного інтелекту (ШІ), зокрема нейронних мереж. Ці технології змінюють традиційні підходи до проектування, дозволяючи архітекторам працювати з великими обсягами даних, аналізувати поведінкові моделі користувачів та створювати стійкіші й адаптивніші простори.

Особливої уваги заслуговує генеративний дизайн, коли нейронні мережі, подібно до процесу еволюції, генерують численні варіанти рішень, знаходячи оптимальні серед них. Ця технологія вже використовується для моделювання транспортних потоків, створення екологічно чистих конструкцій та розробки інтерактивних просторів, які адаптуються до потреб людей у реальному часі.

Водночас інтеграція ШІ в архітектурну практику стикається із значними викликами. Тому метою даної роботи є визначення особливостей впливу нейронних мереж на архітектурний розвиток та визначення образу будівель. Основними завданнями є: дослідити стан розвитку питання, окреслення основних проблем впливу нейронних мереж на архітектуру та розгляд основних перспектив співпраці даних компонентів разом.

Результати дослідження

Нейронні мережі не завжди здатні враховувати культурний контекст чи функціональні аспекти простору. Це підкреслює важливість збереження ролі архітектора як ключового креативного елемента в процесі проектування. Розглянемо сучасні можливості використання ШІ для архітектурного планування міст [1-3]:

1. Генеративний дизайн:

Ця методика дозволяє створювати численні варіанти дизайну з використанням заданих параметрів, таких як просторові обмеження, матеріальні властивості чи бюджет. Генеративний дизайн дозволяє виявляти унікальні форми та рішення, які були б складними для традиційного підходу (рис. 1).



Рисунок 1 – Згенероване нейромережею зображення за запитом Матіаса дель Кампо «супутниковий знімок»

2. Оптимізація матеріалів і енергоефективність:

Нейронні мережі аналізують властивості матеріалів, їхній вплив на навколишнє середовище та ефективність використання. Наприклад, у проектуванні бізнес-кампусу у Німеччині були запропоновані біокліматичні фасади, які знижують енергоспоживання на 80% порівняно зі звичайними будівлями (рис. 2).



Рисунок 2 – Зображення, згенероване нейромережею Midjourney на запит PRAGMATIKA.MEDIA «місто майбутнього з хмарочосами»

3. Прогнозування поведінки користувачів:

ШІ використовується для передбачення руху людей у просторі, допомагаючи оптимально розташовувати зони відпочинку, шляхи та функціональні простори. Наприклад, у проєкті реновації депо "Київ-Пасажирський" симуляції ШІ дозволили оптимізувати транспортні маршрути між мікрорайонами [2]. Дмитро Сівак демонструє еволюцію розвитку нейромереж на основі зображень створених Midjourney за одним й тим самим запитом у серпні та грудні 2022 року (рис. 3).



Рисунок 3 – Зображення, згенероване нейромережею Midjourney за одним й тим самим запитом у серпні та грудні 2022 року

4. Адаптивні середовища:

Нейронні мережі інтегруються з сенсорами та "розумними" системами для створення просторів, які реагують на потреби користувачів у реальному часі, автоматично регулюючи температуру, освітлення чи навіть конфігурацію кімнати [3].

Для широкого застосування нейромереж та ШІ у архітектурному проєктуванні необхідно подолати наступні виклики та ризики [1]:

- Сміслові обмеження. Нейронні мережі поки не здатні враховувати культурний контекст чи соціальну специфіку, що часто призводить до необхідності доопрацювання результатів людськими фахівцями.

- Етичні питання. Використання даних для навчання ШІ породжує питання приватності, упередженості алгоритмів і прозорості їхнього функціонування. Наприклад, дані про поведінку користувачів можуть бути зібрані без їхньої згоди, що викликає критику.

- Ризик втрати творчості. Надмірна автоматизація може зменшити роль архітектора як креативного автора проєкту. Це вимагає розробки підходів, які дозволяють ШІ доповнювати, а не замінювати людську творчість.

- Технічна підготовка фахівців. Використання нейронних мереж потребує від архітекторів нових технічних знань. Це підкреслює важливість інтеграції відповідних програм у навчальні курси архітектурних шкіл.

Висновок

У роботі досліджено, що інтеграція нейронних мереж у архітектуру є одним із найбільш перспективних напрямків розвитку галузі. Вони дозволяють створювати більш стійкі, енергоефективні й адаптивні простори, забезпечуючи новий рівень функціональності. Проте, окреслено водночас збереження балансу між автоматизацією та людською творчістю є вирішальним для збереження культурної та естетичної цінності архітектури. Розглянуто перспективи подальших досліджень включають розробку більш прозорих і смислово-багатих алгоритмів, інтеграцію ШІ в освітні програми

та вивчення впливу нейронних мереж на соціокультурну динаміку архітектури. Це дозволить не лише оптимізувати процеси проектування, але й створювати унікальні простори, які відображають індивідуальність та потреби суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цифроцехто: як епоха нейромереж змінює архітектуру. URL: <https://pragmatika.media/tsyfrohento-iaek-epokha-neiromerezh-zminiue-arkhitekturu/> (дата звернення: 18.11.2024).
2. Про всі можливості MidJourney. URL: <https://freelancehunt.com/blog/pro-vsi-mozhливosti-midjourney/> (дата звернення: 18.11.2024).
3. How MidJourney turned into an endless source of architectural inspiration. URL: <https://mpost.io/uk/how-midjourney-turned-into-an-endless-source-of-architectural-inspiration/> (дата звернення: 18.11.2024).

Пахолок Максим Юрійович – студент групи БМ-23б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maksimpaholuk27@gmail.com.

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Максименко Марина Аркадіївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Науковий керівник: Бондар Альона Василівна – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Pakholiuk Maksym – student of group BM-23b, Faculty of Civil, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maksimpaholuk27@gmail.com.

Bondar Alona – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Maksimenko Maryna – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, senior lecturer of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: Bondar Alyona Vasilievna – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено основні типи матеріалів, що використовуються для оздоблення фасадів житлових будівель, їх властивості та особливості застосування. Описано традиційні та сучасні фасадні матеріали, такі як штукатурка, сайдинг з ПВХ, клінкерна плитка, натуральний камінь, hpl-панелі. Робота спрямована на підвищення ефективності використання оздоблювальних матеріалів для досягнення високих експлуатаційних і естетичних показників житлових будівель.

Ключові слова: фасад, штукатурка, сайдинг з ПВХ, клінкерна плитка, натуральний камінь, hpl-панелі

Abstract

The work examines the main types of materials used to decorate the facades of residential buildings, their properties and application features. Traditional and modern facade materials are described, such as... The work is aimed at increasing the efficiency of using finishing materials to achieve high operational and aesthetic performance of residential buildings.

Keywords: plaster, siding from PVC, clinker tiles, natural stone, high pressure laminates

Вступ

В процесі облагородження будинку та території навколо нього, важливу роль відіграє те, яким чином оформлений його фасад [1-5]. Зовнішні оздоблювальні роботи по прикрасі і одночасно зміцненню фасаду є останнім кроком у процесі будівництва [6-10].

В залежності від обраного матеріалу, обробка фасадна виконує захисні функції, які підтримують всі необхідні вимоги, що пред'являються до процесу збереження та підтримки довговічності будинку, до його пожежної безпеки [11-13].

Метою роботи є вивчення різних матеріалів для оздоблення фасаду будівель, розгляд переваг і недоліків кожного зі способів

Результати дослідження

Штукатурне оздоблення фасаду

Різниця між декоративною штукатуркою для фасадів полягає в різних компонентах, з яких вона виготовлена.

Існує кілька видів:

- Акрил
- Мінеральні
- Силікон
- Силікатна

Характеристики популярних видів декоративної штукатурки для фасадів будинків наведені в таблиці 1. З таблиці 1 можемо побачити, що основним компонентом штукатурки на мінеральній основі є портланд цемент, штукатурки на акриловій основі – акрилові смоли, штукатурки на силікатній основі – рідке скло, штукатурки на основі силікону – силіконові смоли.

Переваги штукатурного покриття:

- широка палітра колірних та декоративних рішень, а також можливість імітації вигляду натурального каменю, цегли та інших облицювальних матеріалів;

- практична експлуатація(сучасні види силікатної штукатурки здатні відштовхувати пил чи бруд, а також самоочищатися під час атмосферних опадів)
- тривалий термін служби та можливість здійснювати косметичне реставрування покриття.

Таблиця 1 – Характеристики штукатурки

Технічні характеристики	На мінеральній основі	На акриловій основі	На силікатній основі	На основі силікону
Основний компонент	Портланд цемент	Акрилові смоли	Рідке скло	Силіконові смоли
Коефіцієнт паропроникності	Високий	Низький	Високий	Високий
Коефіцієнт водопоглинання	Високий	Середній	Середній	Низький
Імовірність зараження	Середній	Високий	Низький	Дуже низький
Тип пігменту	Неорганічні	Неорганічний, органічні	Неорганічні	Неорганічні, органічні
Показник пружності	Низький	Високий	Середній	Високий
Небезпека появи грибка і цвілі	Середній	Високий	Низький	Низький
Стійкість до механічних пошкоджень	Низька	Висока	Висока	Висока
Ймовірність вигорання на сонці	Висока	Низька	Висока	Висока

Недоліки штукатурного покриття:

- невисока міцність та стійкість до механічних впливів та ударів;
- погано поєднується з м'якими видами утеплення

Оздоблення фасаду сайдингом з ПВХ

Переваги оздоблення фасаду сайдингом з ПВХ:

- захисний екран утворюється завдяки вінілового сайдингу. Оскільки він вентиляований, то відсутня надмірна волога
- простота у використанні
- відсутня здатність
- довговічність

Недоліки оздоблення фасаду сайдингом з ПВХ:

- матеріал здатен плавитись (при плавленні виділяються шкідливі сполуки)

Оздоблення фасаду клінкерною плиткою

Клінкерна плитка – це різновид керамічної плитки, що проходить одноразовий процес випалу в печі при температурі понад 1200 градусів за Цельсієм.

Переваги оздоблення фасаду клінкерною плиткою:

- матеріал має максимальну щільність поверхні (через використання спеціальної сланцевої глини)
- низьке водопоглинання не більше 4-6%.
- морозостійкість (не менше 100 циклів)
- мінімальна схильність до механічного зносу
- клінкерна плитка значно знижує навантаження на фундамент у порівнянні з цегляним облицюванням фасаду

Недоліки оздоблення фасаду клінкерною плиткою:

- труднощі під час транспортування (плитка дуже тонка, тому щонайменше падіння може призвести до того, що вона розіб'ється)

Оздоблення фасаду натуральним каменем

Переваги оздоблення фасаду натуральним каменем:

- естетичний вигляд
- екологічний матеріал
- міцність

Недоліки оздоблення фасаду натуральним каменем:

- пористість
- крихкість
- схильність до сколів

Оздоблення фасаду hpl-панелями

HPL-панелі (High Pressure Laminate) – це матеріал штучного походження, який отримують шляхом термічного та силового впливу на шари крафтового паперу, ДСП, МДФ, на які наноситься термореактивна смола. Товщина готового матеріалу коливається в межах 0,6-25 мм і залежить від кількості шарів, що обробляються.

Переваги оздоблення фасаду hpl-панелями :

- висока ударостійкість і стійкість до вигину
- міцність на розрив і стійкість до механічних пошкоджень.
- стійкість до стирання (матеріал практично не схильний до стирання)
- практично нульове водопоглинання - матеріал не вбирає вологу (співвідношення маси води, поглиненої матеріалом, до маси сухого матеріалу, зануреного у воду 65°C протягом 48 годин становить 1%)
- висока стійкість до хімічно агресивних середовищ і органічних розчинників.

Висновки

Було розглянуто різні матеріали для оздоблення фасаду будівель, та визначено ряд переваг і недоліків для кожного із розглянутих матеріалів. В результаті дослідження переваг та недоліків різних матеріалів для оздоблення фасадів житлових будівель можна зробити висновок, що найкращим матеріалом для оздоблення фасаду є hpl-панелі та якісні штукатурні покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фасадне оздоблення будинків. Які матеріали для оздоблення фасаду будинку краще обрати? URL: <https://polyroot.com.ua/info/81/view>
2. Ратинська В. Л., Любарський В. С., Ковальський В. П. Декоративні штукатурки на основі сухих будівельних сумішей. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», Вінниця, 11-20 травня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/21718>.
3. Kalafat K. Technical research and development [Text]: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. International Science Group. Boston : Primedia eLaunch 2021. 616 p.
4. Сучасні матеріали для оздоблення фасадів приватних будинків. URL: <https://tdp.org.ua/suchasni-materiali-dlya-ozdobleniya-fasadiv-privatnix-budinkiv/>
5. 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. Рівне: Видавництво НУБГіП, 2013. Випуск 26. С. 186 – 193.
6. Bereziuk, O., M. Lemeshev, and A. Cherepakha. "Ukrainian prospects for landfill gas production at landfills." Theoretical aspects of modern engineering, 2020. P. 58-65.
7. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Використання відходів вапняку та промислових відходів у виробництві сухих будівельних сумішей. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2009. № 6. С 36-40.
8. А. В. Бондар, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков, Є. Р. Матвійчук. Утилізація відходів промисловості шляхом виготовлення на їх основі сухих будівельних сумішей. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Київ : ДЕА, 2018. № 3(22). С. 21-24.
9. Bereziuk, O. V., et al. "Increasing the Efficiency of Municipal Solid Waste Pre-processing Technology to Reduce Its Water Permeability." Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals. Routledge, 2021. P. 33-41.

10. Ковальський, А. В. Бондар, А. О. Бричанський, Є. Р. Матвійчук. Мікронаповнювачі на основі золи виносу для сухих будівельних сумішей. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2018 р. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. С. 151.

11. Johnson, A. Advancements in Decorative Plastering Techniques. Journal of Architectural Engineering, 2019. № 25(4). P. 78-91.

12. Ковальський В. П., Тимошенко В. О., Боднар П. С., Бондар П. С. Інноваційні рішення у виробництві сухих будівельних сумішей на основі золи-виносу ТЕС. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2024. № 1. С. 52-57.

13. Khodetskyi O. Ash and slag waste utilization in construction / O. Khodetskyi, V. Kovalsky // Abstracts of XXXII International Scientific and Practical Conference «Science, modern trends and society», Bilbao, Spain, August 14-16, 2023. 2023. P. 8-10.

Леонтьєва Валерія Павлівна — студентка групи БМ-23б, факультет будівництва та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: leontieva.lera1@gmail.com

Бондар Олександр Васильович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: bondar.sashko@gmail.com

Максименко Марина Аркадіївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Leontieva Valeriia Pavlivna – student of the BM-23b group, Faculty of Construction and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: leontieva.lera1@gmail.com

Bondar Oleksandr – graduate student, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, bondar.sashko@gmail.com

Maksimenko Maryna – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, senior lecturer of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ РІВНЯ ТЕХНОЛОГІЇ 8D BIM

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для розв'язання теоретичних та практичних задач в галузі інноваційних технологій будівельного виробництва, важливо орієнтуватися на оптимізацію процесів, впровадження нових матеріалів та технологій, а також на автоматизацію та цифровізацію виробництва. Висвітлено основні особливості та переваги використання технології 8D Building Information Modeling (BIM) в будівельній галузі.

Ключові слова: інформаційна модель, автоматизація, безпека будівництва, BIM.

Abstract

To solve theoretical and practical tasks in the field of innovative technologies of construction production, it is important to focus on process optimization, introduction of new materials and technologies and also automation and digitization of production. The main features and advantages of the 8D Building Information Modeling (BIM) technology in the construction industry are considered.

Keywords: information modeling, automation, construction safety, BIM.

Вступ

Building Information Modeling (BIM) є технологією інформаційного моделювання будівель, яка об'єднує 3D-дані з усіма технічними та економічними характеристиками об'єкта, що допомагає оптимізувати процеси проектування та будівництва, полегшує взаємодію між командами, зменшує помилки і витрати, дозволяє відстежувати життєвий цикл об'єкта. Технологія BIM продовжує активно розвиватися і вдосконалюватися. Відповідно до вимог розрізняють такі рівні BIM як: 2D та 3D (характеризують геометрію моделі), 4D (аналіз термінів будівництва), 5D (аналіз вартості та витрат), 6D (енергетичний аналіз), 7D (для управління експлуатацією (facility management)). На додаток до 7 регламентованих рівнів досі триває відкрита дискусія щодо «3 нових вимірів BIM»: 8D – безпека на етапі проектування та будівництва робіт, 9D – легка конструкція, 10D – індустріалізація будівель [1,2]. Розглянуто 8D BIM – аспект безпеки будівництва.

Основний текст

8D BIM (Building Information Modeling) – це рівень інформаційного моделювання будівель, який додає вимір безпеки, охорони праці та управління ризиками до попередніх рівнів [1].

8D BIM дозволяє створити цифровий будівельний майданчик, 3D-модель повного будівельного майданчика з усіма об'єктами та обладнанням, які фактично будуть використовуватися на етапі експлуатації. Результатом застосування технології BIM є реалістична модель, яка ідеально відтворює реальний будівельний майданчик із машинами, тимчасовими роботами, рухомими робітниками тощо. Таким чином можна перевірити загальні розміри та змодельовати аварійні ситуації, щоб оцінити правильність вибору проекту та, можливо, втрутитися, щоб змінити його [2,3].

Можна виділити такі основні особливості та переваги використання 8D BIM:

1. Інтеграція планів безпеки у модель:
 - до моделі додаються інструкції, плани евакуації, схеми розміщення протипожежного обладнання, а також інші системи захисту. Це забезпечує доступ до інформації про безпеку на кожному етапі будівництва і експлуатації;
 - у BIM 8D можна моделювати різні аварійні сценарії та тестувати план евакуації.
2. Моделювання ризиків та управління ними:

- BIM 8D дозволяє здійснювати аналіз ризиків для кожного етапу будівництва. Це допомагає передбачити небезпечні ситуації та мінімізувати їхній вплив на персонал і матеріальні ресурси;
 - модель може ідентифікувати критичні точки ризику і допомагає в їх моніторингу на етапі реалізації проєкту.
3. Прогнозування травматизму та зменшення його рівня:
- завдяки 8D BIM можливе прогнозування рівня ризику для кожного виду робіт і корегування робочих процесів для мінімізації травматизму;
 - інженери з безпеки можуть використовувати модель для організації навчання персоналу з безпечного виконання робіт.
4. Зменшення затрат на охорону праці:
- за рахунок точної координації заходів безпеки та розрахунку ризиків, BIM 8D допомагає уникати непередбачених ситуацій і знижувати витрати на компенсації за травми;
 - чітке розуміння заходів безпеки також сприяє економії часу і ресурсів, що були б потрібні для виправлення аварійних ситуацій або пошкоджень.

Приклади використання 8D BIM:

- Великі будівельні майданчики: забезпечення безпеки на місцях із великою кількістю працівників, де важливо враховувати складні заходи захисту.
- Промислові об'єкти з високими технічними ризиками (заводи чи об'єкти енергетичної інфраструктури, де небезпека для здоров'я і безпека на робочому місці є особливо актуальними).
- Громадські об'єкти: на таких об'єктах, як аеропорти чи вокзали, де важливо розробити ефективні плани евакуації, які враховують потоки людей.

Висновки

Виміри BIM є невід'ємною частиною процесу інформаційного моделювання та просто необхідним інструментом для сучасної будівельної галузі. Використання 8D BIM дозволяє підвищити стандарти безпеки, що важливо як для працівників на етапі будівництва, так і для кінцевих користувачів об'єкта. Це не лише мінімізує ризики, але й оптимізує процес управління проєктами, забезпечуючи ефективне використання ресурсів і скорочення фінансових втрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dr Stephen Hamil. BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained> (date of access: 11.11.2024)
2. 8D BIM: what is it and what are its benefits? URL: <https://biblus.accasoftware.com/en/8d-bim-what-is-it-and-what-are-its-benefits/> (date of access: 12.11.2024)
3. «Нові технології в будівництві». BIM. Досвід та перспективи впровадження будівельних інформаційних технологій [Текст]: тез. доп. 7 міжнародна наук.-техн. конф. (9-10 грудня 2019) - Київ.: ДП «НДІБВ», 2019 - 85 с. URL: <https://budport.com.ua/news/15928-vii-mizhnarodna-naukovo-tehnicna-konferenciya-novi-tehnologij-v-budivnictvi-bim-dosvid-ta-perspektivi-vprovadzhennya-budivelnih-informaciynih-tehnologiy-9-10-grudnya-kijv-zahid-vzhe-vidbuvsya> (дата звернення: 16.11.2024)

Обідник Микола Дем'янович — к.т.н., ст. викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: obidnyk.mykola@vntu.edu.ua

Швець Віталій Вікторович — к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. E-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Обідник Марія Вячеславівна — магістр Інституту менеджменту Люблінської політехніки

Obidnyk Mykola D. — Ph.D. Senior Lecturer, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: obidnyk.mykola@vntu.edu.ua

Vitalii Shvets — Ph.D., associate professor, head of the department of urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University. E-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Obidnyk Mariia V. — Master's degree of the Institute of Management of the Lublin Polytechnic

СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ В МІСЬКІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається актуальність використання підземного простору в умовах урбанізації та обмеженості міських територій. Аналізуються світові приклади реалізації підземних інфраструктурних проєктів, таких як система підземних пішохідних шляхів PATH у Торонто, станція Châtelet–Les Halles у Парижі та транспортно-торговий комплекс Fulton Center у Нью-Йорку. Ці проєкти демонструють ефективність у вирішенні транспортних, екологічних та урбаністичних проблем, зменшуючи перевантаження наземного простору й забезпечуючи комфортні умови для мешканців. Використання підземних просторів сприяє раціоналізації міської інфраструктури, підвищенню її функціональності та інтеграції з соціальними, комерційними й культурними потребами.

Ключові слова: підземний простір, урбанізація, міська інфраструктура, транспортні вузли, екологічність, багатофункціональні споруди.

Abstract

The article examines the relevance of the use of underground space in the conditions of urbanization and limited urban areas. World examples of the implementation of underground infrastructure projects are analyzed, such as the PATH system of underground pedestrian paths in Toronto, the Châtelet–Les Halles station in Paris, and the Fulton Center transport and shopping complex in New York. These projects demonstrate efficiency in solving transport, environmental and urban problems, reducing congestion of ground space and providing comfortable conditions for residents. The use of underground spaces contributes to the rationalization of urban infrastructure, increasing its functionality and integration with social, commercial and cultural needs.

Keywords: underground space, urbanization, urban infrastructure, transport hubs, environmental friendliness, multifunctional buildings.

Вступ

У світі швидкої урбанізації та обмеженості міських територій питання ефективного використання підземного простору набуває особливої актуальності. Сучасні міста зростають у населенні та швидкі темпи будівництва потребують нових рішень для розміщення об'єктів інфраструктури, щоб забезпечити комфортні умови для своїх мешканців.

Тому в певний момент розвитку міста виникає потреба в суттєвому переосмисленні підходів до використання міського простору. Обмеженість вільних територій, стрімке зростання кількості транспортних засобів та необхідність ущільнення міської інфраструктури обумовлюють активне використання підземних просторів. Це стає важливим етапом реконструкції міських територій для розміщення транспортних і інженерних систем, об'єктів торгівлі, побутового обслуговування, складів, автостоянок тощо. У багатьох випадках підземні споруди стають оптимальним рішенням для забезпечення ефективного функціонування міста [1].

Результати дослідження

В великих світових містах, таких країнах як: Японія, Велика Британія, США, Китай, Франція, Норвегія, стоїть гостро питання з територією, тому забудова підземного простору стає шляхом вирішення проблем. Для комфортного життя в таких містах відсоток підземних споруд має становити не менше ніж 20%.

Світовий досвід використання підземного простору в міській інфраструктурі демонструє значний потенціал для вирішення урбаністичних, екологічних та транспортних проблем. Розглянемо

декілька прикладів використання підземного опростору в міській інфраструктурі.

PATH – Торонто, Канада, найбільша у світі система підземних пішохідних шляхів у Торонто, яка забезпечує зручність пересування, шопінгу та дозвілля в центрі міста. Її історія почалася у 1900 році, коли компанія T Eaton Co. з'єднала свій головний магазин із відділом знижок тунелем. До 1917 року в центрі Торонто вже було побудовано п'ять тунелів. У 1927 році, після відкриття Union Station, підземний тунель з'єднав вокзал із готелем Royal York (нині Fairmont Royal York). Масштабний розвиток системи розпочався у 1970-х із будівництва тунелю між Richmond-Adelaide та Sheraton Centres [2].



Рис. 1. PATH – Торонто, Канада

Кожен сегмент PATH належить окремому власнику, яких у системі налічується близько 35 корпорацій. З метою координації роботи, у 1987 році міська рада Торонто взяла на себе відповідальність за управління системою, включаючи розробку програми навігації та оновлення ідентифікації. У 2018 році було завершено встановлення нової системи навігації, створеної за результатами громадських консультацій та за підтримки компанії Steer Davies Gleave. Вона зробила PATH зручнішою та функціональнішою для відвідувачів.

PATH не тільки забезпечує зручне пересування між ключовими районами, такими як набережна, Downtown Yonge і фінансовий район Торонто, але й розвантажує наземний транспорт [3].

PATH займає 3,7 мільйона квадратних футів і включає понад 1,200 магазинів, ресторанів та сервісних точок, які щорічно генерують 1,7 мільярда доларів продажів. У комплексі працює близько 4,600 осіб, а податкові надходження до федерального, провінційного та міського бюджетів складають приблизно 271 мільйон доларів на рік.

Система об'єднує 75 будівель, включаючи шість станцій метро, три універмаги, дев'ять готелів і ключовий транспортний вузол міста – Union Station. PATH також надає доступ до популярних туристичних і культурних місць, таких як Зала хокейної слави, Roy Thomson Hall, Scotiabank Arena, CF Toronto Eaton Centre, а також до міської ратуші та Metro Hall.



Рис. 2. Châtelet–Les Halles Париж, Франція

Станція Châtelet–Les Halles, Париж, Франція, є ключовим залізничним вузлом і однією з найбільших станцій метро у світі. Відкрита у 1977 році, вона слугує центральним транзитним хабом паризької агломерації, об'єднуючи три з п'яти ліній приміської залізниці RER та п'ять із шістнадцяти ліній метро. Щодня станція приймає близько 750 тисяч пасажирів, з яких майже 500 тисяч користуються RER. Назва станції походить від сусідньої площі Шатле та Les Halles — колишнього оптового ринку, який нині функціонує як торговий центр. Формально Châtelet–Les Halles позначає

лише станцію RER, проте на практиці ця назва використовується для всього транспортного вузла, що включає однойменну станцію RER (лінії A, B і D) та станції метро Châtelet (лінії 1, 4, 7, 11 і 14) і Les Halles (лінія 4) [4].

Комплекс розділений на три основні сектори - Форум, Ріволі та Сена, кожен з яких відповідає певним транспортним і комерційним зонам. Форумний сектор названий на честь сусіднього торгового

центру Forum des Halles, до якого є прямий доступ. Він включає платформи RER та станцію метро Les Halles. Сектор Ріволі, названий на честь знаменитої вулиці Рю де Ріволі, розташований нижче і об'єднує станцію Châtelet з лініями метро 1, 4 і 14. Сектор Сени, що отримав назву завдяки близькому розташуванню до річки, включає лінії метро 7 і 11.

Колії станції RER орієнтовані в напрямку схід-захід і розташовані на чотирьох платформах, забезпечуючи зручне пересаджування між поїздами. Водночас зовнішні платформи обслуговують RER A та B, а центральні зарезервовані для RER D. Така організація дозволяє пасажиром легко пересідати між потягами різних ліній та забезпечує зручний кінцевий пункт для деяких маршрутів.

У 2018 році завершився масштабний ремонт комплексу та прилеглого торгового центру Forum des Halles, метою якого було підвищення безпеки й зручності пасажирів. Було побудовано новий вхід із площі Маргеріт де Наварра, реконструйовано та розширено залу станції RER, а також встановлено нові ескалатори для полегшення доступу до нижніх рівнів. Ці зміни значно покращили інфраструктуру станції, зробивши її комфортнішою для використання в умовах високої пасажиропотужності [5].



Рис. 3. The Fulton Center – Нью-Йорк, США

Fulton Center, Нью-Йорк, США - це сучасний транспортно-торговий комплекс, що поєднує транспортну функціональність із комерційними площами. Він розташований на перехресті Фултон-стріт і Бродвею в Нижньому Манхеттені. Комплекс відкрили у 2014 році, а його реконструкція обійшлася у 1,4 мільярда доларів США, що майже вдвічі перевищило початковий бюджет. Головна мета проекту — модернізувати транспортну інфраструктуру району, зробити її доступнішою та інтегрувати із сусідніми вузлами.

Комплекс охоплює площу близько 180,000 квадратних футів, об'єднує 11 ліній метро та забезпечує щоденний доступ для понад 300,000 пасажирів. Його пішохідні переходи та платформи поєднують лінії 2, 3, 4, 5, A, C, J, Z, N, R, W з іншими транспортними вузлами, такими як станція PATH, World Trade Center і торговельний центр Westfield World Trade Center.

Під час реконструкції були реалізовані масштабні інфраструктурні покращення. Зведено нові підземні переходи, включаючи Dey Street Passage, який проходить під Дей-стріт і з'єднує комплекс із прилеглими станціями метро та пішохідними маршрутами. Для забезпечення

зручності пасажирів встановили 10 ескалаторів та 15 ліфтів, облаштували громадські туалети та зробили простір повністю доступним для людей із обмеженими можливостями [6].

Центральним елементом комплексу є Sky Reflector-Net, унікальний купол зі світловідбиваючою конструкцією, що пропускає природне світло на нижчі рівні будівлі. Цей інженерний і дизайнерський хід створює відчуття відкритості навіть під землею, зменшуючи залежність від штучного освітлення. Ця інновація забезпечує екологічність і робить перебування пасажирів більш комфортним.

Fulton Center також включає в себе відреставровані входи на розі Бродвею та Maiden Lane, а також збережену історичну будівлю Corbin Building, яка інтегрована у новий проект. Протягом реконструкції збереження історичних архітектурних елементів було одним із пріоритетів, що підкреслює зв'язок сучасного транспорту з культурною спадщиною Нью-Йорка.

Цей проект став важливою частиною відновлення Нижнього Манхеттена після терактів 11 вересня 2001 року. Усі роботи були спрямовані на те, щоб створити безпечний, комфортний і сучасний простір, який служить не лише транспортним центром, але й культурним і комерційним осередком. Fulton Center інтегрує станції метро з торговими площами, ресторанами та офісними просторами, роблячи його місцем зустрічі пасажирів і відвідувачів.

Таким чином, Fulton Center є прикладом успішної урбанізації підземних просторів, де поєднали

транспортну функціональність із естетикою, екологічністю та комерційними інтересами, що підвищує його значення не лише як транспортного вузла, а й як культурного об'єкта [7].

Аналіз найбільших підземних інфраструктурних проєктів демонструє ефективність у вирішенні територіальних, транспортних та екологічних проблем. Розміщення під землею багатофункціональних об'єктів - господарських, комунальних, транспортних, а в окремих випадках і житлових - дає змогу не лише зменшити перевантаженість наземного простору, але й забезпечити ефективніше використання міської території. Такий підхід сприяє створенню комфортного середовища для мешканців і підвищенню якості життя, водночас залишаючи простір для розвитку громадських зон, паркових територій та соціальної інфраструктури.

Висновки

Аналіз використання підземного простору в сучасних містах демонструє його високу ефективність у вирішенні проблем, пов'язаних із обмеженістю територій, зростанням транспортного навантаження та потребою у розвитку міської інфраструктури. Приклади таких проєктів свідчать про потенціал підземних споруд у зменшенні перевантаження наземного простору, підвищенні якості міського середовища та інтеграції транспортних і комерційних функцій.

Ефективне планування та впровадження підземних інфраструктурних об'єктів дозволяють створювати комфортне, екологічне та безпечне середовище для мешканців, водночас зберігаючи простір для зелених зон, громадських територій та інших соціально важливих об'єктів. Такий підхід є важливим етапом у розвитку сучасних міст, спрямованим на підвищення якості життя та сталий розвиток урбанізованих територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Риндюк С. В., Максименко М. А. Освоєння підземного простору як вирішення проблем урбанізації міст. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». 2020. № 29(2). С. 101-107.
2. Path (Toronto). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Path_\(Toronto\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Path_(Toronto))
3. PATH – Toronto's Downtown Pedestrian Walkway. URL: https://www-toronto-ca.translate.google.com/explore-enjoy/visitor-toronto/path-torontos-downtown-pedestrian-walkway/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=uk&x_tr_hl=en
4. Châtelet–Les Halles station. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ch%C3%A2telet%E2%80%93Les_Halles_station
5. Чи знали ви? Станція Châtelet-Les Halles є найбільшою станцією метро у світі. URL: <https://www.sortiraparis.com/uk/shcho-vidvidati-v-parizhi/povodzhennia-z-istoriieiu/articles/287426-ci-znali-vi-stancia-chatelet-les-halles-e-najbil-sou-stancieiu-metro-u-sviti>
6. Fulton Center. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Fulton_Center
7. Fulton Center / Grimshaw. URL: <https://www.archdaily.com/780271/fulton-center-grimshaw>

Нікітченко Тетяна Вячеславівна - студентка групи БМ-20б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nikitchenko71mail.ua@gmail.com.

Риндюк Світлана Володимирівна - кандидатка технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rundyksv@gmail.com

Tetiana Nikitchenko - student of the BM-20b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nikitchenko71mail.ua@gmail.com.

Svitlana Ryndiuk — PhD, docent of Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rundyksv@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5779-5949

РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПОСТПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядаються питання, пов'язані з ревіталізацією постпромислових територій.

Ключові слова: ревіталізація, постпромислові території, розвиток міст.

Abstract

The article deals with issues related to the revitalization of post-industrial areas

Keywords: revitalization, post-industrial areas, urban development.

Вступ

У сучасній українській економічній літературі термін «ревіталізація» лише починає використовуватися й поступово набуває популярності серед дослідників. Основний контекст його застосування пов'язаний із урбаністикою та науками про здоров'я, де ревіталізація трактується як процес відновлення й оздоровлення простору для покращення якості життя.

Водночас, у міжнародній науковій літературі поняття ревіталізації урбанізованих просторів – urban revitalization (іноді також revival або regeneration) – є значно поширенішим і використовується для опису важливих аспектів економічної та соціальної політики, спрямованих на відродження занедбаних або депресивних міських районів. Іноземний досвід показує, що ревіталізація є комплексним підходом, що поєднує економічні, соціальні та екологічні заходи, спрямовані на відновлення просторової привабливості міст, залучення інвестицій, створення робочих місць та покращення умов життя. У країнах Європи, США та інших регіонах ревіталізація стала важливою складовою політики сталого розвитку, націленою на збалансоване поєднання економічного зростання з охороною довкілля й соціальною згуртованістю [1].

Завданнями досліджень передбачається:

1. Аналіз доступності та потенціалу промислових територій для ревіталізації в містах України.
2. Вивчення можливостей перетворення промислових зон на центри міського розвитку та інновацій.
3. Аналіз існуючих проєктів з ревіталізації промислових територій.

Основна частина

У сучасних соціально-культурних умовах ведення бізнесу частина промислових об'єктів поступово втрачає свою функціональну роль та актуальність, залишаючи після себе покинуті будівлі, майданчики та обладнання, що вже не придатні або нерентабельні для подальшого використання у господарській діяльності. У багатьох містах великі промислові об'єкти, закладені в попередні епохи, розташовані в центральних районах, і після їх закриття утворюються значні площі незадіяного простору, які потребують нового застосування. Це робить ревіталізацію колишніх промислових зон одним з актуальних питань в урбаністиці, що вимагає ретельного аналізу та вивчення успішних прикладів перетворення таких територій на громадські або комерційні простори.

Оновлення та розвиток покинутих промислових ділянок є одним із пріоритетних завдань місцевої влади, оскільки трансформація таких об'єктів сприяє формуванню комфортного та безпечного середовища для мешканців міст або регіонів. Серед основних підходів до перетворення промислових зон, які мають як схожі риси, так і відмінності, виділяють реновацію, редевелопмент, реконструкцію та ревіталізацію [2].

Ревіталізація промислового об'єкта є процесом якісного перетворення певної території чи споруди, що раніше використовувалася в промисловості, з метою розкриття нових можливостей та зміни її початкової функції. Ревіталізація вважається одним із найбільш ефективних способів «оживлення» занедбаних територій або об'єктів і їхнього перетворення на принципово нові типи нерухомості, такі як парки, житлові комплекси, музеї тощо.

Однією з ключових характеристик ревіталізації є збереження аутентичності та історичної унікальності місцевості, що позитивно впливає на естетичний вигляд міста чи окремих його районів. Цей підхід, спрямований на надання промисловим зонам «нового життя», є відносно новим способом використання та розвитку міських просторів, адже виник і почав активно застосовуватися в другій половині ХХ століття. Тоді швидке зростання міст та зміна їхнього вигляду супроводжувалися трансформацією виробництва, яке в розвинених країнах стало більш екологічним та технологічно

насиченим, що спричинило скорочення та занепад значної частини промислових зон, нерідко розташованих в історичних центрах міст.

Саме через це західні фахівці зосередилися на повторному використанні промислових об'єктів і площ для створення непромислових і екологічних просторів, що не тільки гармонійно вписуються в міське середовище, а й приваблюють туристів та інвесторів. За останні десятиліття розвинені країни накопичили чималий досвід успішної ревіталізації, який може стати цінним орієнтиром для українських міст. У таблиці 1 наведено приклади найбільш успішних проектів ревіталізації.

Таблиця 1. Приклади успішної ревіталізації промислових об'єктів

№ п/п	Географічне розташування	Об'єкт до ревіталізації	Об'єкт після ревіталізації
1	Відень, Австрія Лондон, Велика Британія	Комплекси газгольдерів	Багатофункціональні житлові комплекси (житлові квартири, гуртожитки, магазини, кінотеатри тощо)
2	Лондон, Велика Британія	Промислова зона біля вокзалу Кінгс-Кросс	Соціально активний квартал з ергономічними житловими будинками, офісними будівлями, соціальною та освітньою інфраструктурою
3	Карлсруе, Німеччина	Промисловий об'єкт (будівля)	Центр мистецтв і медіатехнологій (включає у себе два музею, бібліотеку, театр, виставкові зали та дослідницький центр)
4	Люнен, Німеччина	Завод з виробництва алюмінію	Центр переробки вторинної сировини «Lippe Plant» (комплекс вторинної переробки майже усіх видів сировини перебудовано за принципом eco-friendly, на території також функціонує електростанція, що живить увесь район)
5	Мельбурн, Австралія	Промисловий об'єкт (цегляна вежа)	Офісно-торгівельний центр (збудовано поверх старої будівлі)
6	Лодзь, Польща	Промислова зона (текстильна фабрика)	Торгівельно-розважальний комплекс «Manufaktura» (найбільший ТРК у Європі)
7	Детройт, США	Центральний залізничний вокзал	Науково-дослідний центр (головна мета – розробка і розвиток транспортного комплексу майбутнього)
8	Нью-Йорк, США	Покинута залізнична гілка	Інклюзивний парк High Line (розташований у 10 м понад землею, довжина – більше 2 км. Також включає у себе художньо-виставковий простір)
9	Осло, Норвегія Копенгаген, Данія	Покинута елеватори та силосні вежі	Студентські гуртожитки або бюджетні апартаменти
10	Мадрид, Іспанія	Промисловий об'єкт (електростанція)	Культурний центр CaixaForum (включає у себе виставковий центр, лекційний простір та вертикальний сад)

Можливість зведення нових об'єктів у містах безпосередньо залежить від наявності вільних майданчиків під забудову. Більшість міст України вже вичерпали всі невикористані території, за винятком малої частки земельних ресурсів, призначених для житлового будівництва чи сільськогосподарських виробничих потреб.

Проте, по всій Україні існує значна кількість промислових територій, які мають потенціал для перетворення у центри міського розвитку та задоволення потреб міста у нових функціях або забудові. Для досягнення цієї мети трансформація промислових територій повинна фокусуватися на створенні безпечного та привабливого для людей середовища, враховуючи інтереси місцевих громад.

Багатофункціональність проектів реновації є ключем до їхнього успіху, задовольняючи потреби як населення, так і професіоналів, які прагнуть вирішити питання пасивних територій. Це може бути досягнуто за допомогою створення громадського простору, який легко адаптується під найбільш актуальні задачі, або будівництвом багатофункціональних комплексів, які поєднують у собі житлові, обслуговуючі та рекреаційні функції, ефективно підвищуючи цінність ділянки.

Шляхом адаптації та трансформації ці промислові території можуть перетворитися на центри творчості, інновацій та культурного життя, що сприятиме зростанню економіки і підвищенню якості життя мешканців. Цей процес може включати розвиток мистецьких кварталів, технопарків, творчих індустрій, ресторанних комплексів, а також місць для культурних та розважальних заходів. Використання промислових територій для культурного та творчого розвитку може стати ключовим фактором в успішній ревіталізації міст, сприяючи їхньому новому економічному та соціокультурному розвитку.

Такі місця та об'єкти можуть стати центрами тяжіння для населення, де приємно проводити вільний час та повертатися знову, шукаючи нових позитивних вражень [3].

Також, останнім часом в сучасній світовій практиці значна увага приділяється процесу ревіталізації промислових ландшафтів. Території промислових підприємств є ключовими у підвищенні креативності міського середовища через впровадження інноваційних дизайнерських рішень. Важливо

також розглядати можливі шляхи вирішення проблем, які виникають внаслідок припинення діяльності деяких промислових територій [4]. Такий підхід дозволить використовувати потенціал цих територій для стимулювання інновацій та розвитку нових напрямків у міському середовищі. При цьому, необхідно враховувати важливі аспекти збереження спадщини промисловості та створення умов для сталого розвитку міст.

Україна володіє значним обсягом індустріальної спадщини, і досвід розвинених країн у ревіталізації покинутих промислових об'єктів має стати цінним підґрунтям для трансформації та розвитку національної інфраструктури. Наразі на території України функціонує декілька успішних проєктів з ревіталізації об'єктів промисловості:

1) Дарницький шовковий комбінат (м. Київ) перетворено у Арт-завод «Платформа», що включає у себе концертні та мистецькі простори, коворкінг, пивний завод, автокінотеатр і декілька гастро-локацій;

2) Львоткацька фабрика (м. Київ) перетворена у Арт-центр «Closer», що включає у себе арт-простір, музичні локації, шоуруми, кафе, театр та радіостанцію;

3) Київський мотозавод (м. Київ) перетворено у інноваційний парк «Unit.City», що включає у себе лабораторії, кампуси, інвестиційні майданчики, спортивний хаб та івентовий простір;

4) «Галичскло» (м. Львів) перетворено у житловий кластер «!Fest Republic», що являє собою проєкт «місто у місті» та включає у себе житлові комплекси, дитячий садочок, офісні та соціально-культурні простори;

5) Завод «Промприлад» (м. Івано-Франківськ) перетворено у інноваційний центр «Промприлад. Реновація», що включає у себе місце релокації бізнесів з окупованих територій, центр підтримки бізнесу, платформи для інновацій та соціальних ініціатив, науково-дослідні лабораторії тощо [5-6].



Рис.1 Арт-завод Платформа



Рис.2 Житловий кластер «!Fest Republic» (м. Львів)

Висновок

У зв'язку з обмеженістю вільних територій для будівництва в містах України, промислові зони стають ключовим ресурсом для створення нових центрів міського розвитку. Сконцентрування уваги на відновленні та модернізації цих територій і їх перетворення у багатофункціональні простори сприятиме економічному розвитку, створенню привабливих для мешканців середовищ та підвищенню якості життя. Розвиток культурно-творчих зон, технопарків, мистецьких кварталів та інноваційних центрів може відкрити нову еру у розвитку українських міст, залучаючи як місцеву громаду, так і інвесторів до активної участі у створенні сучасного та привабливого міського середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.А. Сич. Теоретичні підходи до ревіталізації постпромислових територій /О.А. Сич // - Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
2. О БЕССОНОВА, А., БЕЗУГЛА, Л., & БЕЛОБОРОДОВА, М. (2024). МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ: МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ УКРАЇНИ. *Development Service Industry Management*, (2), 49–55. [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6\(8\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6(8))
3. О Dmytrenko, A., & Kuzmenko, T. (2020). Ревіталізація промислових територій та об'єктів у великих містах України. Містобудування та територіальне планування, (72), 70–78.
4. New Technologies for Energy Saving in Building [Електронний ресурс] - <http://surl.li/ncgvq>
5. Тобілевич Г.М. Ревіталізація промислових ландшафтів як складова сучасного мистецтва-2019
6. Реневації промислової забудови та її адаптація до сучасного міського середовища : монографія / [Ю. І. Гайко, Є. Ю. Гнатченко, О. В. Завальний, Е. А. Шишкін; за заг. ред. Ю. І. Гайка, Е. А. Шишкіна]; Харків. нац.ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 353 с.

***Яценко Микита Ігорович** – студент групи БМ-23мс, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: nikitayashchenko20@gmail.com*

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

***Yashchenko Mykyta**– student of BM-23ms, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national nikitayashchenko20@gmail.com*

*Supervisor: **Mykola Popovych** — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: popovychnick@gmail.com*

ВІДКРИТИ ПРОСТОРИ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ГРОМАДСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ СПІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЖИТЛОВИХ РАЙОНІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено роль відкритих просторів у житлових районах як інструмент для оптимізації використання громадської території спільного призначення. Розглянуто основні принципи створення відкритих просторів, їх вплив на якість життя мешканців та соціальну взаємодію. Наведено приклади ефективного використання таких просторів у контексті сучасного міського планування.

Ключові слова: відкриті простори, громадські території, житлові райони, оптимізація, міське планування, соціальна взаємодія, урбанізація, сталий розвиток, комфортне середовище, зелена інфраструктура, благоустрій, інноваційні рішення.

Abstract

The role of open spaces in residential areas as a tool for optimizing the use of public shared territory is investigated. The main principles of creating open spaces, their impact on the quality of life of residents and social interaction are considered. Examples of the effective use of such spaces in the context of modern urban planning are given.

Keywords: open spaces, public areas, residential areas, optimization, urban planning, social interaction, urbanization, sustainable development, comfortable environment, green infrastructure, landscaping, innovative solutions.

Вступ

Урбанізація, яка стрімко зростає, ставить перед сучасними містами питання оптимізації використання громадських територій, зокрема в житлових районах. Одним із найбільш ефективних способів вирішення цієї проблеми є створення відкритих просторів [1]. Вони забезпечують численні функції, забезпечуючи комфорт мешканців, покращуючи екологічний баланс та сприяючи формуванню соціально активних спільнот. Ця стаття має на меті концепцію відкритих просторів у контексті оптимізації використання громадських територій спільного призначення.

Основна частина

1. Роль відкритих просторів у житлових районах

Відкриті простори забезпечують низьку важливих функцій у житлових районах:

Екологічна функція: забезпечення біорізноманітності, покращення якості повітря та зниження міських теплових островів. Зелені насадження поглинають CO₂ та сприяють підтримці природного гідробалансу.

Соціальна функція: сприяння взаємодії між мешканцями, що зменшує соціальну ізоляцію, особливо у великих містах. Такі простори часто становлять платформу для проведення масових заходів, що посилює почуття спільноти.

Економічна функція: підвищення вартості нерухомості в прилеглих районах та створення можливостей для розвитку малого бізнесу, наприклад, кафе, кіосків чи зони для оренди обладнання [2,3].

Рекреаційна функція: надання можливостей для активного та пасивного відпочинку. Парки, дитячі майданчики та спортивні зони залишаються місцем фізичної активності для різних груп дітей.

Естетична функція: створення візуально привабливого середовища, яке сприяє формуванню позитивного враження від житлового району.

2. Принципи проектування відкритих просторів

Для створення ефективних відкритих просторів необхідно використовувати такі принципи:

Адаптивність: відкриті простори адаптуються до сезонних змін та використання різних сценаріїв. Наприклад, літні кінотеатри можуть трансформуватися в зимові ковзанки.

Гнучкість дизайну: можливість перепланування без значних витрат. Модульні конструкції можуть швидко змінити функціональність території.

Залучення місцевої громади: врахування думок мешканців під час проектування. Наприклад, організація опитувань чи воркшопів, щоб застосувати їх потреби.

Поєднання із транспортною інфраструктурою: зручний доступ до відкритих просторів через велодоріжки, пішохідні зони та громадський транспорт.

Екологічна стійкість: інтеграція «зелених» рішень, таких як збирання дощової води для зрошення, використання сонячних панелей чи матеріалів вторинної переробки.

3. Типи відкритих просторів у житлових районах

Міні-парки: компактні зелені зони, які розташовані в густозаселених районах. Вони ідеально підходять для короткочасного відпочинку.

Спортивні майданчики: спеціалізовані зони для заняття спортом. Часто вони обладнані тренажерами, футбольними чи баскетбольними майданчиками.

Зони для дітей : дитячі майданчики, які враховують сучасні вимоги безпеки та інклюзивності.

Зони для культурного відпочинку: амфітеатри, відкриті сцени, місця для виставок або кінопоказів на свіжому повітрі [4].

Експериментальні простори: зони для урбаністичних експериментів, таких як вертикальне озеленення, інтерактивні інсталяції чи «розумні» лавки з USB-портами.

4. Світовий досвід ефективного використання відкритих просторів

Копенгаген, Данія: концепція "міста для людей" передбачає розширення пішохідних зон і створення багатофункціональних парків.

Сеул, Південна Корея: трансформація автомагістралі в парку Чхонгечхон, який став популярним місцем відпочинку для мешканців.

Нью-Йорк, США: проект High Line — парк, побудований на місці колишньої залізничної лінії, який об'єднує громадські простори та культурні об'єкти.

Барселона, Іспанія: проект "суперквартали" забезпечує обмеження руху транспорту та перетворення вулиць у пішохідні зони.

5. Сучасні тенденції розвитку відкритих просторів [5]

Розумні технології: встановлення сенсорів для моніторингу використання території, автоматизація освітлення та зрошення.

Урбаністичні ферми: створення громадських садів та міст для спільного використання мешканцями.

Інтерактивні елементи: інтеграція зон із доповненою реальністю для освітніх чи розважальних цілей.

Інклюзивність: забезпечення зручностей для людей із винятковими фізичними можливостями.

6. Вплив відкритих просторів на міське середовище

Результати численних досліджень свідчать про значний вплив відкритих просторів:

Покращення мікроклімату за рахунок зниження температури.

Збільшення рівня громадської безпеки за рахунок активності присутності людей у громадських просторах.

Створення передумов для соціального та економічного розвитку району.

Висновки

Відкриті простори є потужним інструментом для оптимізації використання громадських територій у житлових районах. Їх правильне планування та використання дозволяє забезпечити комфортне та безпечне середовище для мешканців, сприяючи формуванню сталих міських спільнот. Подальші дослідження в цій сфері мають зосереджуватися на впровадженні інноваційних рішень та концепцій розвитку, що поєднують екологічні, соціальні та економічні аспекти

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Acconci Studio. Acconci Vito. Brooklyn, United States. [online] Available at : <<http://vimeo.com/23859879>>. [Access 20 February 2024].
2. Amin, A. 2008. Collective culture and urban public space. Publik Space. [online] 2 June 2009. Available at : <<http://publicspace.org/en/text-library/eng/b003-collective-culture-and-urban-public-space>>. [Access 20 Mai 2024].
3. Calligeros, M., 2010. Cool change planned for sizzling city square. The Sidney Morning Herald. [online] November 16, 2010. Available at : <<http://www.smh.com.au/queensland/cool-change-planned-for-sizzling-city-square-20101115-17urp>>. [Access 17 November 2024].
4. Center for Urban History of East Central Europe. Podzamcze: Places and Spaces. Marginalized modernity. [online] Available at : <<http://www.lvivcenter.org/uk/lia/researches/pidzamche/spaces-places/20-century-pidzamche>>. [Access 21 November 2024].
5. Cheonggyecheon Stream Restoration Project. Landscape Performance. Washington. [online] London. Available at : <<https://landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration>> [Accessed 28 April 2024].

Євдокімов Олег Олександрович – студент 2-го курсу магістратури, група 1БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vtya.adju13@gmail.com

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

Evdokimov Oleg Alexandrovich - 2nd year master's student, group 1BM-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vtya.adju13@gmail.com

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

ПЛАНУВАННЯ СХОВИЩ У ЛІКУВАЛЬНО-ОЗДОРОВЧИХ ЦЕНТРАХ

¹ Вінницький національний технічний університет;

² ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»

Анотація

Розглянуто вимоги до проектування укриттів у лікарнях, включаючи їх обладнання, системи життєзабезпечення та необхідність забезпечення безперервності надання медичної допомоги.

Ключові слова: укриття нормативні вимоги, лікувально-оздоровчі центри.

Abstracts

The article considers the requirements for the design of shelters in hospitals, including their equipment, life support systems and the need to ensure the continuity of medical care

Keywords: shelters, regulatory requirements, medical and health centers.

Вступ

Війна в Україні виявила критичну потребу у реформуванні системи охорони здоров'я, зокрема у створенні медичних закладів, спроможних функціонувати в екстремальних умовах. Нові лікувально-оздоровчі центри повинні бути обладнані сучасними системами життєзабезпечення та захищеними укриттями, що дозволять надавати медичну допомогу в будь-яких надзвичайних ситуаціях, включаючи воєнні дії, техногенні катастрофи та природні катаклізми.

Укриття повинні бути спроектовані таким чином, аби забезпечити можливість надання повного спектру медичних послуг, включаючи інтенсивну терапію, акушерство, хірургічні втручання, лабораторну та інструментальну діагностику. Водночас, вони мають бути обладнані усіма необхідними інженерними системами та запасами матеріально-технічних ресурсів для забезпечення автономного функціонування в екстремальних умовах.

Результати дослідження

Повномасштабна збройна агресія виявила значні недоліки в системі цивільного захисту, зокрема в галузі проектування та обладнання укриттів. Більшість існуючих укриттів в Україні не відповідають сучасним вимогам і не забезпечують належного рівня безпеки для населення.

Як правило, це приміщення найпростішого типу, які не обладнані системами життєзабезпечення та не мають необхідних засобів захисту від різних видів загроз.

З метою забезпечення безпеки населення та захисту його життя і здоров'я у випадку виникнення надзвичайних ситуацій, Верховна Рада України прийняла закон, який зобов'язує забудовників облаштовувати укриття у всіх новобудовах. Цей законодавчий акт покликаний підвищити стійкість об'єктів цивільної інфраструктури до різних видів загроз, включаючи вибухи, радіаційне та хімічне зараження. Він передбачає вдосконалення захисної інфраструктури та впровадження сучасних технологій для підвищення безпеки й ефективності у разі надзвичайних ситуацій.

Проектна документація обов'язково повинна містити розділ, присвячений інженерно-технічним заходам цивільного захисту. Цей розділ має включати комплекс заходів, спрямованих на створення та обладнання укриттів, а також забезпечення вільного доступу до них для населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій. [1-3]

Проектування приміщень має здійснюватись з урахуванням необхідності забезпечення умов для надання медичної допомоги за такими профілями: інтенсивна терапія, хірургія, акушерство, а також проведення базових лабораторних досліджень.

Укриття, розташовані на цокольних, підвальних та підземних рівнях, повинні бути оснащені спеціальними підйомними механізмами (ліфтами), що забезпечують безпечну та швидку евакуацію

пацієнтів, персоналу та осіб з обмеженими фізичними можливостями. Крім того, такі укриття мають відповідати сучасним будівельним нормам і правилам, бути обладнаними системами життєзабезпечення (вентиляція, електропостачання тощо) та забезпечувати належний рівень комфорту для перебування людей. [4-5]

Рекомендується використовувати ці приміщення для надання медичної допомоги в мирний час за їх основним призначенням. Такий підхід дозволяє підтримувати інфраструктуру в повному функціональному стані, що, в свою чергу, забезпечує швидкий перехід до режиму реагування на надзвичайні події. [6-9]



Рисунок 1. Приклад облаштування бомбосховища [6]

Системи вентиляції та кондиціонування в лікувальних закладах покликані забезпечувати не лише комфортне перебування пацієнтів та персоналу, але й створювати умови, необхідні для ефективного лікування [10-13]. Зокрема, ці системи мають забезпечувати постійну подачу свіжого повітря та видалення забрудненого, а також здійснювати високоякісну фільтрацію повітря з метою захисту від шкідливих речовин [14-16].

З метою забезпечення безперебійної роботи життєзабезпечуючих систем у лікувальних закладах, зокрема медичного обладнання та систем зв'язку, необхідно передбачити резервні джерела електроенергії. Оптимальним рішенням є розміщення генераторів у спеціалізованих приміщеннях, що знаходяться всередині захищених споруд.

Завдяки цьому забезпечується високий рівень готовності укриття до виконання своїх функцій, що підвищує загальну ефективність роботи укриттів та їхню готовність до екстрених ситуацій.

Нормативний перелік основних і допоміжних складських приміщень для сховищ встановлюється індивідуально для кожного закладу з урахуванням його медичного завдання.

До обов'язкових приміщень належать ті, що забезпечують безперервність надання медичної допомоги, наприклад:

- Приміщення з ліжками інтенсивної терапії (щонайменше 50% від загальної кількості ліжок інтенсивної терапії, що розташовані на наземних поверхах закладу).
- Приміщення відділення невідкладної допомоги (мінімальний склад: приміщення для санітарної обробки пацієнтів, операційна, приміщення з ліжками для надання невідкладної допомоги пацієнтам, які не потребують інтенсивної терапії, з розрахунку мінімум 1% від загальної кількості ліжок закладу).
- Операційні (одна загальна операційна та одна операційна для пацієнтів, що потребують особливих заходів безпеки, при необхідності — з двома або більше операційними столами).
- Пологова зала (за потреби може бути оснащена двома або більше гінекологічними кріслами).
- Приміщення для пацієнтів, які потребують ліжкового режиму (з розрахунку мінімум 1% від загальної кількості ліжок закладу).
- Основне приміщення для укриття персоналу.
- Приміщення для медичних газів (кисень).
- Приміщення клініко-діагностичної лабораторії.

- Приміщення для зберігання запасів обладнання, лікарських засобів та медичних виробів, включно з кров'ю та її компонентами.
- Приміщення для приготування та прийому їжі.



Рисунок 2. Розташування дизельного генератора всередині сховища [8]

Для оптимізації використання наявних ресурсів рекомендується проектувати основне укриття для персоналу з можливістю його адаптації для прийому пацієнтів, які не потребують постійного догляду медичного персоналу.

Досвід інших країн в проектуванні сховищ

Як провідний медичний заклад півночі Ізраїлю та один з найбільших у країні, медичний центр Рамбам регулярно проводить навчання персоналу, спрямовані на відпрацювання процедур оперативного переведення пацієнтів у підземний госпіталь, обладнаний усіма необхідними інженерними комунікаціями, за максимально короткий термін – 6-8 годин.

У відповідь на загострення безпекової ситуації в регіоні, спричинене терактами та військовими діями, медичний центр Рамбам, починаючи з 7 жовтня 2023 року, розгорнув масштабну операцію з переобладнання підземних приміщень під функціонування госпіталю. За короткий термін на рівні -3 було розгорнуто 1200 ліжок, а на рівні -2 – додатково 700 ліжок.

Таким чином, Рамбам став найбільшим у світі підземним госпіталем, спроможним забезпечити медичну допомогу понад 2200 пацієнтам одночасно.[6]



Рисунок 8. Приклад планування сховища в підземному паркінгу лікарні Sheba MC в Ізраїлі [15]

Підземний комплекс забезпечує комплексне медичне обслуговування, включаючи дитяче відділення, розраховане на 400 ліжок. При необхідності, госпіталь готовий прийняти пацієнтів з інших медичних закладів регіону. Автономні системи життєзабезпечення гарантують безперебійну роботу госпіталю протягом 72 годин в умовах надзвичайних ситуацій.

Підземні лікарські заклади в Ізраїлі демонструють високий рівень адаптивності, успішно виконуючи свої функції не лише в умовах воєнних конфліктів, а й під час глобальних медичних криз. Зокрема, підземний госпіталь на 350 ліжок у лікарні Бейлінсон, відкритий у вересні 2020 року для ізоляції хворих на COVID-19, був оперативно перепрофільований у жовтні 2023 року для надання допомоги постраждалим внаслідок терористичних атак.

Висновок

Повномасштабна війна висвітила критичну потребу в створенні та оснащенні спеціалізованих сховищ на території лікарняних закладів. Досвід багатьох країн, зокрема України, демонструє, що такі сховища є життєво необхідними для забезпечення безпеки пацієнтів, медичного персоналу та безперервності надання медичної допомоги в умовах бойових дій та інших надзвичайних ситуацій.

Сховища в лікарнях перетворюються на багатофункціональні об'єкти, які не лише захищають людей, а й слугують базою для надання першої медичної допомоги, евакуації та координації рятувальних робіт.

Крім забезпечення фізичного захисту, необхідно вирішити низку інших питань, таких як: оснащення сховищ необхідним медичним обладнанням, забезпечення їх автономності, розробка ефективних планів евакуації та координації дій медичного персоналу. Незважаючи на виклики, інвестування в створення сховищ є довгостроковою інвестицією в безпеку та стабільність системи охорони здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обов'язкові бомбосховища у кожній новобудові: Президент підписав закон. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/obov-yazkovi-bomboshovyshha-u-kozhnij-novobudovi-prezydent-pidpysav-zakon/> (дата звернення 25.09.2024).
2. Дмитрович М. Б., Ковальський В. П. Оздоблювальні матеріали в лікувально - оздоровчих центрах. Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20988>.
3. Зміни в ДБН закладів охорони здоров'я: про головне від розробників : Медичний конструктор. 2022. 51 с.
4. Гавронська І. С., Ковальський В. П., Очеретний В. П. Захисні споруди цивільного значення в навчальних закладах. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 16 травня 2024 р. Черкаси : ЧПБ, 2024. С. 20-22.
5. Василич А. В. Сховище для цивільного захисту населення / А. В. Василич, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 12 травня 2023 р. – Черкаси : ЧПБ, 2023. – С. 10-12.
6. У міській лікарні Рівного обладнали комфортне бомбосховище з операційною. URL: <https://glavcom.ua/news/u-miskiy-likarni-rivnogo-obladnali-komfortne-bomboshovishche-z-operaciynoyu-848191.html> (дата звернення 25.09.2024).
7. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. [Чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ. : Мінрегіон України. 2023. 122 с.
8. Захисні споруди цивільного захисту. Міністерство відновлення розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2023. 14 с.
9. Anticipating attacks, Israeli hospitals go underground. URL: <https://www.israel21c.org/anticipating-attacks-israeli-hospitals-go-underground/> (дата звернення 25.09.2024)
10. Bondar, M., Liubarskyi, V., & Kovalskiy, V. (2024). The basic changes in the design of medical and

health centres. *Modern Technologies, Materials and Structures in Construction*, 21(1), 108-114. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-108-114>

11. Бондар М. Д. Об'ємно-планувальні рішення лікувально-оздоровчих центрів [Електронний ресурс] / М. Д. Бондар, В. П. Ковальський, І. М. Вознюк // Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2023/paper/view/17785>.

12. Zhemchuzhkina T. V. et al. Electromyographic complex with goniometric tracking of the degree of muscle // *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2021*. – SPIE, 2021. – Т. 12040. – С. 46-53.

13. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." *International Science Group*. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).

14. Гурман Я. В. Принципи та прийоми розміщення внутрішніх приміщень в офісних центрах за часів пандемії [Електронний ресурс] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський, І. М. Вознюк // Матеріали ІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2021/paper/view/12696>

15. Nirit Putievsky, Michael Barrett, Galia Barkai, Itai M. Pessach, Eyal Zimlichman, *Telemedicine Implementation in COVID-19 ICU: Balancing Physical and Virtual Forms of Visibility*. *HERD Health Environments Research & Design Journal* June 2021. 16 с. URL: <https://www.researchgate.net/publication/352064624> (дата звернення 25.09.2024)

Бондар Михайло Дмитрович — студент групи БМ-21 мс, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: m1507200bondar@gmail.com

Вознюк Ігор Михайлович – викладач ДПТНЗ «Хмельницький аграрний центр ПТО»

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

ORCID 0000-0002-3103-6319.

Науковий керівник: **Ковальський Віктор Павлович** — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця

Bondar Mykhailo D.— Department of Building, Civil and Environmental Engineering , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: m1507200bondar@gmail.com

Voznyuk Igor M – teacher of State Vocational and Technical Educational Establishment “ Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education”

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

ORCID 0000-0002-3103-6319.

УТЕПЛЕННЯ МІНВАТОЮ: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА КОМФОРТ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У наш час все більше людей приділяють увагу створенню комфортного мікроклімату у своїх домівках, а також пошуку способів зниження витрат на енергію. Одним із найефективніших рішень для теплоізоляції будівель є використання мінеральної вати — матеріалу, що поєднує високі теплоізоляційні властивості та довговічність. Метою цієї статті є дослідження переваг та недоліків, особливостей та ефективності використання мінеральної вати як утеплювача.

Ключові слова: мінеральна вата, екологічність, звукоізоляція, довговічність, використання, вогнестійкість, теплоізоляція.

Abstract

Nowadays, more and more people are paying attention to creating a comfortable microclimate in their homes and finding ways to reduce energy costs. One of the most effective solutions for thermal insulation of buildings is the use of mineral wool, a material that combines high thermal insulation properties, durability and environmental friendliness. The purpose of this article is to explore the advantages, features and efficiency of using mineral wool as a heat insulator.

Keywords: mineral wool, environmental friendliness, sound insulation, durability, use, fire resistance, thermal insulation.

Вступ

Ефективний утеплювальний матеріал повинен забезпечувати захист від холоду взимку і спеки влітку, а також мати протипожежні властивості, зменшувати рівень шуму та бути екологічно безпечним. Усім цим вимогам відповідає мінеральна вата, яка активно використовується в різних сферах завдяки своїм численним перевагам [1-3].

Мінеральна вата, відома також як кам'яна вата або скловата, є універсальним теплоізоляційним матеріалом, виготовленим з гірських порід або перероблених відходів скла, піску та вапна [4-6]. Цей перероблений матеріал забезпечує високу ефективність теплоізоляції, навіть при використанні тонких шарів, що робить його ідеальним вибором для утеплення будівель.

Мінеральна вата доступна в різних формах та щільностях, що дозволяє її застосування в багатьох конструктивних рішеннях. Її звукоізоляційні властивості також заслуговують на увагу, адже вона може значно зменшувати рівень шуму в приміщеннях [7-9]. Крім того, мінеральна вата відноситься до негорючих будівельних матеріалів, що забезпечує додатковий рівень безпеки.

Таким чином, мінеральна вата є надійним рішенням для створення енергоефективних і комфортних житлових умов.

Результати дослідження

Дослідимо в загальному переваги такого утеплювача, як мінеральна вата. Мінеральна вата є універсальним ізоляційним матеріалом, якщо потрібний високий рівень протипожежного захисту на додаток до хороших теплоізоляційних характеристик [9-11].

Це пов'язано з тим, що скловата і кам'яна вата належать до класу вогнестійкості А1. Це найвища можлива класифікація, яка надає матеріалу властивість бути «негорючим» [12-13]. Крім відмінних протипожежних властивостей, використання мінеральної вати має й інші переваги, наприклад високоякісні звукоізоляційні властивості [13-15]. Цей матеріал ефективно поглинає шум і забезпечує звукоізоляцію в приміщенні.

Також мінеральна вата поділяється на три марки за середньою густиною: 75, 100, 125. Вага міне-

ральної вати залежить від її густини. Теплопровідність її при температурі 25°C коливається залежно від густини в інтервалі 0,042-0,046 Вт/м°C, гранична температура застосування 600°C. Вона широко використовується не лише для дахів, але й для утеплення фасадів та інших конструкцій. Також важливо запобігти контакту мінеральної вати з вологою, оскільки це може погіршити її теплоізоляційні властивості. Для запобігання ущільнення мінеральної вати при транспортуванні та зберіганні її гранулюють.

Водночас мінеральна вата є довговічним ізоляційним матеріалом. Оскільки мінераловатна ізоляція виготовляється з каменю або скла, а ці матеріали не старіють, можна сказати, що мінераловатна ізоляція стійка до старіння. В процесі технічного виробництва висока частка вторинної сировини (склобій, перероблена мінеральна вата та інші матеріали) забезпечує економію ресурсів уже на етапі виробництва. Інші мінеральні складники, такі як пісок, базальт, діабаз, доломіт, вапняк і сода, надходять прямо з природи, що гарантує натуральність і якість продукції.

Мінеральна вата не є екологічно безпечною, не дивлячись на те, що виготовляється з природних матеріалів. Оскільки в процесі її технологічного виготовлення використовуються формальдегідні сполуки, які виступають в якості сполучного компонента. Тому при роботі з нею слід забезпечити підвищений захист. Наприклад, можна захистити шкіру та дихальні шляхи від подразнення під час монтажу, одягнувши захисний одяг.

На сьогоднішній день ціни на мінеральну вату від різних постачальників значно відрізняються, що зумовлено різними факторами, такими як виробник, технічні характеристики матеріалу, щільність, товщина та теплопровідність. Деякі постачальники пропонують більш доступні варіанти, тоді як інші акцентують увагу на продукції з поліпшеними теплоізоляційними властивостями та високою якістю. Таким чином ми маємо такі ціни за метр квадратний на продукцію певних торгівельних марок:

- Утеплювач Isover штукатурний фасад 150 мм 1028 грн.
- Утеплювач Isover профі 150мм 539 грн.
- Техніколь Технолайт Екстра товщина 100мм 103 грн.
- Утеплювач Rockwool Frontrock S товщина 20мм 199 грн.
- Техніколь Техноруп Н Оптима товщина 100мм 176 грн.

В результаті, споживачі можуть обрати найбільш оптимальний варіант, враховуючи властивості мінеральної вати, переваги та недоліки які зазначені в таблиці 1.

Таблиця 1. Переваги та недоліки використання мінеральної вати, як ізоляційного матеріалу

Матеріал	Переваги	Недоліки
Мінеральна вата	Вогнестійкість	Втрата властивостей при намоканні
	Стійкість до грибків	Не екологічність матеріалу
	Стійкість до шкідників	
	Звукоізоляція	
	Легкість у монтажі та обробці	Висока вартість
	Довговічність матеріалу	
	Високі теплоізоляційні властивості	

В таблиці 1 представлені переваги та недоліки використання мінеральної вати, як ізоляційного матеріалу. В результаті аналізу таблиці ми можемо сказати, що мінеральна вата має більше переваг, ніж недоліків, що робить її ефективним ізоляційним матеріалом.

Висновки

Мінеральна вата є ефективним утеплювачем, що поєднує відмінні теплоізоляційні та звукоізоляційні властивості. Вона також є довговічним матеріалом з високим протипожежним рівнем захисту, що робить її привабливим вибором для різних будівельних споруд. Проте, враховуючи її недоліки, важливо дотримуватись рекомендацій щодо монтажу та використання матеріалу, щоб забезпечити максимальну ефективність і тривалість експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронне джерело[Umweltschonende Herstellung | Der Dämmstoff (der-daemmstoff.de)], останнє відвідування 07,11,2024 р.
2. Чумак Ю. Ю., Вознюк І. М., Ковальський В. П. Мінеральна вата для утеплення та звукоізоляції будинків. Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20456>.
3. Bereziuk V. et al. High-precision ultrasonic method for determining the distance between garbage truck and waste bin //Mechatronic Systems 1. – Routledge, 202
4. Лівінський О.М. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України / 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.-Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodaba_2012_45_22.
5. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." nternational Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
6. Електронне джерело[What is Mineral Wool: Benefits, Types, and Installation - The Enlightened Mindset (tffn.net)], останнє відвідування 04,11,2024 р.
7. Demchyna, V., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
8. Ковальський В. П. Інноваційні матеріали для звукоізоляції будинків [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Л. В. Янківська, В. П. Бурлаков // 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. 221–223. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/index/pages/view/zbirn2019>.
9. Юзькова, Є. П., В. П. Очеретний, and В. П. Ковальський. Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам. ВНТУ, 2020.
10. Ковбасюк, Д. О., В. О. Тимошенко, and В. П. Ковальський. Типи екологічних будинків. ВНТУ, 2024.
11. 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 ІІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29 березня 2019 р., – Сєверодонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14
12. Шпанюк, М. С., et al. Вибір екологічних будівельних матеріалів. ВНТУ, 2022.
13. Електронне джерело[<https://news.liga.net/ua/all/pr/teploizolatsiia-iakisne-rishennia-dlia-komfortu-ta-enerhoefektyvnosti>], останнє відвідування 07,11,2024 р.
14. Complex binder based on industrial man-made waste [Text] / M. Lemeshev, O. Bereziuk, D. Cherepakha, V.Kovalskiy // Technical and agricultural sciences in modern realities, problems, prospects and solutions : collective monograph. – Boston : Primedia eLaunch, 2023. – 1.3. – P. 51–59.
15. Oleniuk A. P. Implementation of a fire protection system for the roofs of public buildings during marital state [Текст] / А. Р. Оленюк, V. P. Kovalskiy // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 12 травня 2023 р. – Черкаси : ЧППБ, 2023. – С. 219-221.

Антонюк Антоніна Геннадіївна — студентка групи БМ-23б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: antoniukantonina@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-3103-6319.

Antoniuk Antonina H. - student of group BM-23b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: antoniukantonina@gmail.com

Kovalskiy Viktor P. — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kovalskiy@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-3103-6319.

Застосування промислових відходів для виробництва будівельних матеріалів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У період економічної кризи підприємства будівельної галузі стикаються зі зниженням попиту, що зумовлює потребу в зниженні собівартості продукції. Дослідження рішення використання промислових відходів для виготовлення будівельних матеріалів, що дозволяє не лише економити ресурси, але й покращувати екологічну ситуацію. Застосування техногенних відходів, таких як зола-винос, для виробництва бетону допомагає знизити витрати на сировину, збільшити міцність матеріалів та забезпечити екологічність будівельних процесів.

Ключові слова: відходи промисловості, зола-винос, екологічність, бетон.

Abstract

During the economic crisis, construction companies are facing a decline in demand, which necessitates a reduction in production costs. The study of the solution of using industrial waste for the production of building materials, which not only saves resources but also improves the environmental situation. The use of industrial waste, such as ash-removal, for concrete production helps to reduce raw material costs, increase the strength of materials, and ensure the environmental friendliness of construction processes.

Keywords: industrial waste, ash-removal, environmental friendliness, concrete.

Вступ

У період економічної кризи підприємства різних галузей прагнуть знизити собівартість своєї продукції. Це обумовлено тим, що попит знижується, і зростає частка споживання продукції нижчої цінової категорії. Особливо сильно криза вплинула на підприємства будівельної галузі: скорочення попиту на нерухомість призводить до зменшення фінансування будівельних проектів, що уповільнює темпи будівництва, а багато недобудованих об'єктів навіть доводиться заморожувати.

Один із способів знизити витрати в будівництві — це використання різних промислових відходів, як власних, так і залучених, для виробництва будівельних матеріалів або при спорудженні таких конструкцій, як фундаменти та інші конструктивні елементи. А також за своїм мінералогічним і хімічним складом багато промислових відходів не поступаються природній сировині. Деякі з них навіть стають незамінними компонентами у виробництві високоякісних будівельних матеріалів [1-3].

Переробка та використання цих відходів є вигідним рішенням як з економічної, так і з екологічної перспективи, оскільки це дозволяє звільнити великі площі земель від накопичених відходів, мінімізувати забруднення навколишнього середовища та зменшити витрати на утримання та формування відходів [4-6].

Результати досліджень

Для сучасного будівництва важливим є створення ефективних будівельних матеріалів із залученням техногенних відходів, що дає можливість знижувати енерговитрати та підвищувати екологічність виробництва. Частка сировини в собівартості матеріалів сягає понад 50%, тому зменшення витрат досягається завдяки використанню відходів інших галузей, що не лише заощаджує природні ресурси, а й покращує екологічну ситуацію в місцях накопичення відходів.

У роботі [7-9] відмічається, що залучення промислових відходів може забезпечити до 40% потреб у сировині та знизити витрати на 10-30% порівняно з виробництвом на основі природної сировини. Водночас, за обсягами будівництва житла на одну особу, Україна значно відстає від сусідніх країн і розвинених держав. Для збільшення виробництва будівельних матеріалів та зменшення собівартості, актуальним є використання промислових відходів, що дозволить не тільки підвищити темпи

будівництва, а й забезпечити відповідність зростаючим вимогам до термічного опору будівельних конструкцій.

Будівельні відходи переважно складаються з таких матеріалів, як бетон і залізобетон, цегла, метал, ґрунт, пісок з домішками глини, сантехнічна кераміка, дерево, скло, гіпсокартон, пластмаса та асфальтобетон. За даними досліджень, бетон і залізобетон становлять 52% маси будівельних відходів, кам'яні стінові матеріали (цегла, блоки, піно- і газобетон) — 32%, відходи асфальту та будівельних розчинів — 8%, відходи металів — 4%, відходи дерева і пластмас — 2%, сантехнічна кераміка та плитка — 1%, а також гіпсокартон, скло та інші матеріали — 1% [10-12].

Найбільше промислових відходів накопичується на підприємствах гірничодобувної, металургійної та теплоенергетичної галузей, що створює значний тиск на екологічний баланс та є джерелом забруднення довкілля. Щорічно при спалюванні вугілля на теплових електростанціях України утворюється 7-9 млн тонн золи-виносу та шлаків. Основними компонентами золи-виносу є SiO_2 та Al_2O_3 , які в основному містяться у склоподібній фазі, що робить їх інертними. Вміст SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 та CaO значно впливає на фізико-хімічні властивості золи-виносу [4].

У роботі [13-15] відмічається використання золи-виносу, як добавки для створення бетону. У складі бетонної суміші зола діє як активна мінеральна добавка, збільшуючи вміст в'язучих компонентів, а також як мікронаповнювач, що покращує гранулометричний склад піску та сприяє процесам структуроутворення бетону [16-19].

Основні показники, що визначають придатність золи для використання в бетоні, включають: вміст оксиду CaO — до 10% (вільного CaO не більше 5%), оксиду MgO — до 5%, сірчанних сполук у перерахунку на SO_3 — від 3 до 6%, лужних оксидів — від 1,5 до 3%, втрати при прожарюванні — від 3 до 25%. Питома поверхня золи повинна становити не менше 1500–3000 cm^2/g , а залишок на ситі №008 — 15–30%. Ці показники можуть варіювати залежно від типу золи та характеристик вихідного палива.

Гідравлічна активність золи, як і інших пуцоланових речовин, значною мірою визначається хімічною взаємодією її алюмосилікатної частини з гідроксидом кальцію, який утворюється при гідролізі клінкерних мінералів, утворюючи при цьому гідросилікати і гідроалюмінати кальцію. Ступінь гідратації золи зростає з підвищенням вмісту склоподібної фази, оскільки кристалічна фаза практично неактивна. Хімічна активність золи також залежить від її дисперсності: за сучасними дослідженнями, міцність бетону із зольними добавками пов'язана з товщиною поверхневого шару зольних частинок, що беруть участь у хімічних реакціях. Здатність дрібнодисперсних частинок золи служити основою для кристалізації новоутворень додатково стимулює процес твердіння цементу, що позитивно впливає на формування структури бетону. Міцність бетону із зольними добавками залежить від властивостей і дисперсності золи, кількості та хіміко-мінералогічного складу цементу, а також від умов обробки й віку бетону.

Тонкодисперсні кислі золи, хоча й не мають власних в'язучих властивостей, є одними з найефективніших активних добавок для бетонів. Їх активність виявляється під час гідратації та взаємодії з гідратованими продуктами цементу. Найбільша економія цементу досягається при використанні сухої золи-винесення.

Для забезпечення якості виробів з бетону на основі золомістких сумішей важливо правильно визначити кількість золи в складі, оскільки це позитивно впливає на міцність і довговічність матеріалу. Оптимальним вмістом золи в бетоні є: для пропарених бетонів — близько 150 kg/m^3 , для бетонів нормального твердіння — 100 kg/m^3 . Наприклад, додавання 150 кг золи-винесення на 1 m^3 важкого бетону класу В7,5...В30 дозволяє зекономити 40...80 кг цементу. Використання золи в бетонах, що твердіють за умов термічної обробки, дозволяє знизити витрати цементу до 20%.

Для забезпечення високої якості виробів з бетону, що містять золу, важливо точно визначити її кількість у складі, оскільки це має позитивний вплив на міцність і довговічність матеріалу. Оптимальний вміст золи в бетонних сумішах становить: для пропарених бетонів — близько 150 kg/m^3 , для бетонів нормального твердіння — 100 kg/m^3 .

Підбір складу бетону з додаванням золи полягає в визначенні оптимального співвідношення компонентів, яке забезпечує необхідні властивості бетонної суміші та готового бетону при мінімальних витратах цементу. Зниження витрат цементу при додаванні золи-винесення є доцільним при використанні цементу вищої марки. Для цього була запропонована методика підбору складів бетону, що враховує коефіцієнт ефективності використання цементу при застосуванні золи теплових електростанцій (K_e).

$$K_e = R_{ct} / C, \quad (1)$$

де R_{ct} – міцність бетону при стиску у заданому віці, МПа

C – витрата цементу, кг/м³.

Для того, щоб одержати бетонів рівної міцності при обраному складі змішаного в'язучого витрати компонентів складають:

$$\text{цементу} - C = R_{ct} / K_e \quad (2)$$

$$\text{золи-винесення} - Z = (C \times m_3) / (100 - m_3), \quad (3)$$

де m_3 – масова частка золи-винесення у змішаному в'язучому.

Таб. 1 – Переваги та недоліки використання золи-виносу.

Параметри	Переваги	Недоліки
Економічність	Знижує витрати на сировину за рахунок використання відходів, скорочує потребу у природних ресурсах.	Потребує витрат на збір, транспортування та підготовку золи для використання у будівельних матеріалах.
Фізико-хімічні властивості	Покращує деякі властивості будівельних матеріалів, зокрема підвищує термостійкість, покращує щільність та міцність кінцевого продукту, а також значний коефіцієнт корозійної стійкості для золонаповнених бетонів	Може змінювати показники міцності та морозостійкості матеріалу, потребує детальної оптимізації складу для досягнення необхідних характеристик. Зниження стійкості до стирання і кавітації.
Екологічний ефект	Зменшує обсяги накопичення промислових відходів та забруднення довкілля, знижує потребу у видобутку нових матеріалів.	Може містити важкі метали та токсичні речовини, що потребує додаткового очищення та перевірки відповідно до екологічних стандартів.
Довговічність	Покращує довговічність бетону та інших матеріалів завдяки інертності компонентів (SiO_2 , Al_2O_3), що забезпечує стійкість до агресивних середовищ.	Зміни у складі золи різних виробників можуть вплинути на якість кінцевого продукту, що потребує додаткового контролю якості та стандартизації.
Енергозбереження	Зменшує витрати енергії на виготовлення матеріалів завдяки використанню готових інертних компонентів, таких як SiO_2 та Al_2O_3 .	Технологічні процеси обробки та підготовки золи до використання можуть потребувати додаткових енергоресурсів.

Із таблиці випливає, що використання золи як компоненту в будівельних матеріалах має значний потенціал для покращення економічних, екологічних та експлуатаційних показників. Зокрема:

Переваги економічності включають зниження витрат на сировину за рахунок повторного використання відходів, а також зменшення потреби у природних ресурсах. Водночас, є недоліки, пов'язані з витратами на збір, транспортування та підготовку золи. Зола покращує термостійкість, щільність, міцність і корозійну стійкість будівельних матеріалів. Однак можливі зміни у показниках морозостійкості та міцності матеріалів потребують оптимізації складу. Використання золи сприяє зменшенню накопичення відходів і знижує потребу у видобутку нових матеріалів.

Проте зола може містити токсичні речовини, які потребують додаткової перевірки відповідно до екологічних норм. Додавання золи забезпечує підвищену довговічність будівельних матеріалів завдяки їхній стійкості до агресивних середовищ. Однак, різноманітність складу золи вимагає контролю якості для забезпечення стабільності властивостей кінцевого продукту. Зола дозволяє знизити витрати енергії на виробництво завдяки наявності готових інертних компонентів. У той же час, процеси підготовки золи до використання можуть споживати додаткові енергоресурси. Таким чином, використання золи має значний потенціал, але потребує ретельного контролю технологічних процесів і врахування екологічних ризиків для забезпечення ефективності та безпеки.

Висновки

У результаті дослідження використання промислових відходів у будівництві, зокрема золи-виносу, вдалося підтвердити їх ефективність як добавок у бетонні суміші. Використання золи дозволяє значно знизити витрати на сировину, зменшити викиди шкідливих речовин і зекономити природні ресурси. Правильний підбір складу бетонів із зольними добавками забезпечує високу міцність і довговічність будівельних матеріалів, а також зменшує витрати цементу. Визначення оптимальної кількості золи в складі бетону є критично важливим для досягнення високих технічних характеристик матеріалу. Запропонована методика підбору складів бетону з урахуванням коефіцієнта ефективності використання цементу при застосуванні золи є важливим кроком для досягнення економічності та екологічності будівельного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богінська Л.О. Використання відходів виробництв у будівництві: тези доп. всеукр. конф. Суми, 2021. С. 35-36.
2. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механоактивованих промислових, побутових відходів." (2023).
3. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021)
4. Коновалов С.В. Промислові відходи у будівництві. Режим доступа: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/26561/Konovалov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and С. В. Королевська. "Математичне моделювання прогнозування обсягів продукування будівельних відходів в різних країнах світу." Вісник Вінницького політехнічного інституту 3 (2021): 41-46.
6. Друкований М.Ф., Очеретний В.П., Ковальський В.П., Чепурченко В.П. В'яжуче з відходів для дорожнього будівництва // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – С. 50-54.
7. Зола-винос як важливий сировинний ресурс для виробництва ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, Б. І. Августович // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 22-28. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb_2013_2_6
8. Ocheretnyi, V. P., V. P. Kovalskiy, and Guo Mingjun. METHODS OF PREPARATION OF PHOSPHOGYPSE FOR THE MANUFACTURE OF BINDER. Diss. Інституту проблем природокористування та екології НАН України, 2021.
9. Lyubarsky, V. S., and V. P. Kovalskiy. The use of non-ferrous metallurgical waste in the manufacture of mineral binders. ВНТУ, 2022.
10. Попович О.Р., Захарко Я.М., Мальований М.С.:тези доп. конф. Львів, 2013. С. 321
11. Tymoshenko, V. O., and V. P. Kovalskiy. Prospects of using ash-alkaline concretes. ВНТУ, 2023.

12. 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-fbtegp2019/paper/view/7576>.
13. Дворкін Л.Й., Мироненко А.В. Будівельні матеріали та вироби із застосуванням промислових відходів: навч. посібник. Рівне, 2019. С.168-174
14. Лемешев, М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – No 1 (38). Т. 13. – С. 111-114.
15. Любарський, В. С., М. В. Ковальський, and В. П. Очеретний. *Використання техногенних відходів ТЕЦ у будівництві*. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024.
16. Ковальський В. П. Використання золи-виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету: Серія "Будівництво". – Випуск 10 (18), 2014. – С. 44-47.
17. Ковальський, В. П., В. О. Тимошенко, and М. В. Ковальський. Використання відходів теплових електростанцій. Національний університет «Львівська політехніка», Яроценко Яніна Володимирівна, 2024.
18. Khodetskyi O. Ash and slag waste utilization in construction / O. Khodetskyi, V. Kovalsky // Abstracts of XXXII International Scientific and Practical Conference «Science, modern trends and society», Bilbao, Spain, 2023. – Pp. 8-10.
19. Ковальський В. П. Комплексне золо-цементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою: Монографія. / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – ВНТУ, 2010. – 42с

Удуденко Єлизавета Вікторівна — студент групи БМ-23б, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ududenkoliza07@gmail.com

Зоря Павло Олегович — аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: pavlo.zorja@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-3103-6319.

Ududenko Yelyzaveta V. — student of BM-23b group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

Pavlo Zoria O. — Postgraduate student of the Department of Civil Engineering, Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University

Kovalskyi Viktor P. — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kovalskiy@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-3103-6319.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПІВ БЕТОНУ, ЩО САМОВІДНОВЛЮЄТЬСЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Найпопулярнішим методом обробки бетонних конструкцій є метод самовідновлення для підвищення довговічності бетону. Взаємозв'язок між тріщинами та можливими методами самовідновлення є складними і враховують екологічні аспекти. У даній статті проведено огляд біологічних, природних та хімічних механізмів самовідновлення бетону. Дослідження спрямоване на вивчення механізмів самовідновлення, а також їхньої здатності забезпечувати герметизацію тріщин у різних середовищах.

Ключові слова: самовідновлювальний бетон, хімічні, природні, біологічні процеси, тріщини, бактерії.

Abstract

The most popular method for treating concrete structures to enhance durability is self-healing. The relationship between cracks and potential self-healing methods is complex and considers environmental aspects. This article provides an overview of concrete self-healing's biological, natural, and chemical mechanisms. The research studies self-healing mechanisms and their ability to seal cracks in various environments.

Keywords: self-healing concrete, chemical, natural, biological processes, cracks, bacteria.

Вступ

Бетон є крихким матеріалом, тому повністю запобігти утворенню тріщин не вдається. Таким чином, тріщини сприяють проникненню агресивних речовин, таких як карбонати, хлориди і сульфати, які здатні завдати шкоди структурі бетону. Існує два варіанти усунення дефектів: герметизація бетону або його відновлення. Через зростання вартості герметизації дослідники шукають альтернативний метод, зосереджуючись зараз на відновленні бетону. Результати численних досліджень вказують на те, що органічні та неорганічні матеріали можуть ефективно застосовуватися для герметизації тріщин.

Самовідновлювальний бетон широко досліджується науковими спільнотами та вченими. По суті, здатність бетону до самовідновлення, яка призводить до автоматичного усунення тріщин, називається самовідновлюваним бетоном [1]. Як і будь-який інший науковий підхід, він був запозичений і в той же час натхненний природними організмами, такими як тварини або дерева. Пошкодження шкіри та тріщини тварин і дерев здатні самостійно відновлюватися [2]. Більшість досліджень у цій галузі розпочалися наприкінці 1990-х років, і лише кілька робіт датуються 1980-ми роками.

У глобальному контексті впровадження самовідновлюваного бетону дозволяє досягти кількох важливих цілей. По-перше, він допомагає знизити витрати на ремонт та обслуговування, що є ключовим чинником у країнах із розвиненою інфраструктурою. По-друге, його застосування сприяє підвищенню екологічності будівництва, зменшуючи обсяги будівельного сміття та споживання ресурсів. По-третє, він підвищує надійність конструкцій у складних умовах, таких як висока вологість, різкі температурні коливання або вплив агресивних хімічних середовищ. Це особливо актуально для критично важливих об'єктів, таких як мости, греблі, тунелі та інші інфраструктурні споруди, де надійність і безпека є ключовими вимогами.

Існує три процеси, запропоновані для розробки та проектування бетону, що самовідновлюється. Це дослідження охоплює всі ці три процеси: природний, хімічний та біологічний. На рисунку 1 розглянуто повну класифікацію самовідновлювального бетону.

Природні процеси самовідновлення	Хімічні процеси самовідновлення	Біологічні процеси самовідновлення
<ul style="list-style-type: none"> • Природні категорії: <ul style="list-style-type: none"> а) утворення гідроксиду карбонату кальцію; б) домішки у воді, які блокують тріщини; в) гідратація непрореагованих цементних матеріалів; г) подальше розширення гідратованої цементної матриці у флангах тріщин. 	<ul style="list-style-type: none"> • Пасивний режим: <ul style="list-style-type: none"> а) капсули; б) неглибокі піпетки; в) судинні мережі без прив'язки до зовнішнього постачання клею. • Активний режим: судинні мережі із зовнішнім зв'язком для постачання клею.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Типи біосприйняття: <ul style="list-style-type: none"> а) карбонат кальцію; б) поліморфний залізо-алюмосилікат. Їх переносять: <ul style="list-style-type: none"> а) гриби; б) бактерії. Сімейства мікроорганізмів можуть бути використані для створення бетону, що самовідновлюється: <ul style="list-style-type: none"> а) мезофіли; б) теплолюби. -Анаеробні мікроорганізми -Аеробні мікроорганізми

Рис. 1. Напрямки розвитку бетону, що самовідновлюється [3].

Результати дослідження

Природний самовідновлювальний бетон

У звичайному бетоні від 20 до 30 відсотків цементу залишається негідратованим. Частинки негідратованого цементу реагують з проникаючою водою, якщо бетон починає тріскатися. Ця реакція знову запускає процес гідратації, і продукти гідратації заповнюють тріщини. Цей успадкований процес самовідновлення відомий як аутогенне відновлення. За цей процес в першу чергу відповідає один або декілька з наступних чотирьох механізмів [4] (рис. 2). Як показано на рис. 2, у природних процесах чотири наступні процеси можуть блокувати тріщину (1) утворення карбонату кальцію або гідроксиду кальцію є іншим процесом блокування тріщини (рис. 2-А). (2) тріщина блокується домішками в присутності води, як показано на (рис. 2-Б). (3) Тріщина додатково блокується шляхом гідратації непрореагованого цементу або цементного матеріалу (рис. 2-В). (4) Тріщина блокується розширенням гідратованої цементної матриці на боках тріщини (набухання гідратного гелю силікату кальцію), як показано на (рис. 2-Г). У багатьох випадках більше одного з цих процесів або механізмів можуть відбуватися одночасно. Насправді більшість із цих механізмів можуть лише частково заповнити вхідні отвори деяких тріщин і не можуть повністю заповнити тріщини. Це буде корисно для запобігання розвитку. Природне самовідновлення може бути цінним і корисним одночасно для тріщин шириною 0,1-0,2 мм. [5]

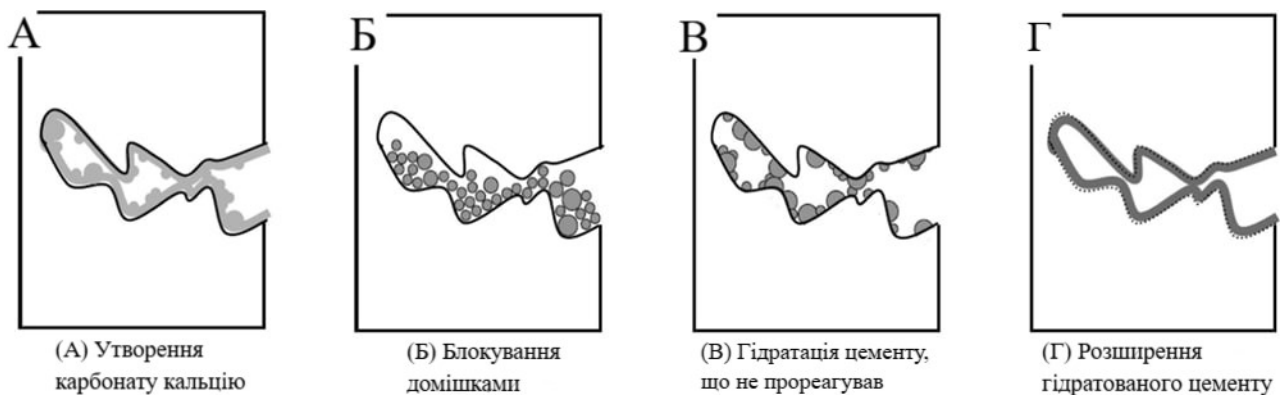


Рис. 2. Типи механізмів природного самовідновлення бетону [6].

Хімічний самовідновлювальний бетон

Сітки капіляр і порожнисті волокна, що містять клей

В хімічному самовідновлювальному бетоні існує два режими. Перший режим - це активний режим. У цьому режимі використовується мережа судин, яка з'єднана із зовнішніми джерелами клею для його розподілу. Другий режим - пасивний. У пасивному режимі використовуються капсули, порожнисті волокна або мережа судин для розподілу клею, але вони не з'єднані з зовнішнім джерелом клею.

Бетон, що самовідновлюється, імітує біологічні судинні системи, вбудовуючи мережу мікроканалів або порожнистих волокон у структуру бетону. Ці канали попередньо заповнені відновлювальними агентами, такими як полімерні гелі, епоксидні смоли або органічні рідини. Коли в бетоні утворюються тріщини, напруга змушує канали вивільняти відновлювальні агенти через капілярну дію або різницю тиску. Потім агенти потрапляють у тріщини та реагують, заповнюючи та герметизуючи їх. Клей, що міститься у порожнистих волокнах, має здатність зміщуватися зі свіжим бетоном, хоча він руйнується під час поширення тріщини. Таким чином, клей проникає в тріщину і відновлює її цілісність (рис. 3а), а суміш клею разом із флуоресцентним барвником використовувалася для контролю моменту розриву порожнистих волокон (рис. 3б). Цей метод особливо ефективний для більших тріщин і значних пошкоджень, забезпечуючи надійну здатність до самовідновлення, що може значно підвищити довговічність бетонних конструкцій у критичних інфраструктурних об'єктах, таких як мости, шосе (бетонні споруди) та морські споруди [7].

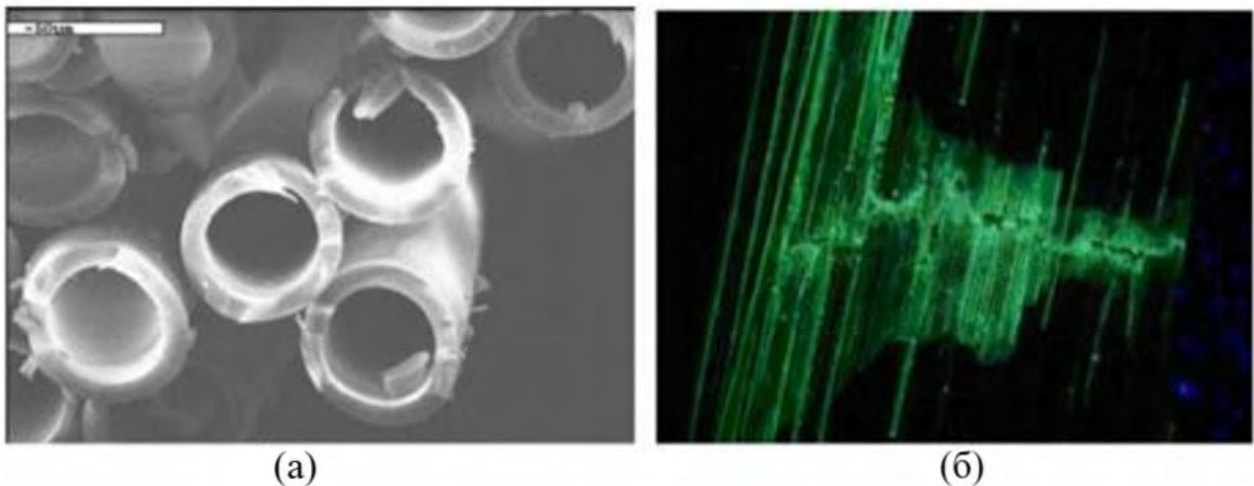


Рис. 3. (а) Порожністі скляні волокна, (б) візуальне підсилення ушкоджень у композитному ламінаті завдяки «кровоточивій» дії флуоресцентного барвника з порожнистих скляних волокон [7].

Самовідновлювальний бетон на основі капсул:

Самовідновлювальний бетон на основі капсул використовує мікрокапсули, що містять цілющі речовини, які змішуються з бетоном під час виробництва. Ці капсули розроблені таким чином, щоб руйнуватися при утворенні тріщини, викидаючи свій вміст на уражену ділянку. Реагенти для відновлення, які можуть включати епоксидні смоли, поліуретан або інші сполуки, реагують з такими елементами навколишнього середовища, як волога або вуглекислий газ, утворюючи міцний і довговічний зв'язок на поверхні тріщини. Цей метод є універсальним і може бути адаптований до різних умов навколишнього середовища та структурних вимог. Самовідновлювальний бетон на основі капсул особливо корисний у середовищах, де очікується часте розтріскування та високі навантаження, наприклад, промислові підлоги та місця з інтенсивним рухом людей [7].

Біологічний бетон з використанням бактерій

Бактеріальний бетон, що самовідновлюється, використовує природні біологічні процеси специфічних бактерій, таких як *Bacillus subtilis*, для підвищення довговічності бетону. Спори бактерій вводяться в бетонну суміш, де вони залишаються в стані спокою, поки не активуються під впливом води через тріщини. Коли волога проникає в бетон, бактерії активізуються і виробляють карбонат кальцію (CaCO_3) як побічний продукт метаболізму. Цей карбонат кальцію осідає та заповнює тріщини, ефективно їх закладаючи та відновлюючи структурну цілісність бетону. Цей метод пропонує стійке та екологічне рішення для ремонту бетону, використовуючи природні біологічні процеси для досягнення самовідновлення. Бактеріальний бетон, що самовідновлюється,

особливо корисний у середовищах, схильних до частого розтріскування та впливу вологи, таких як морські споруди та підземні споруди [7-9].

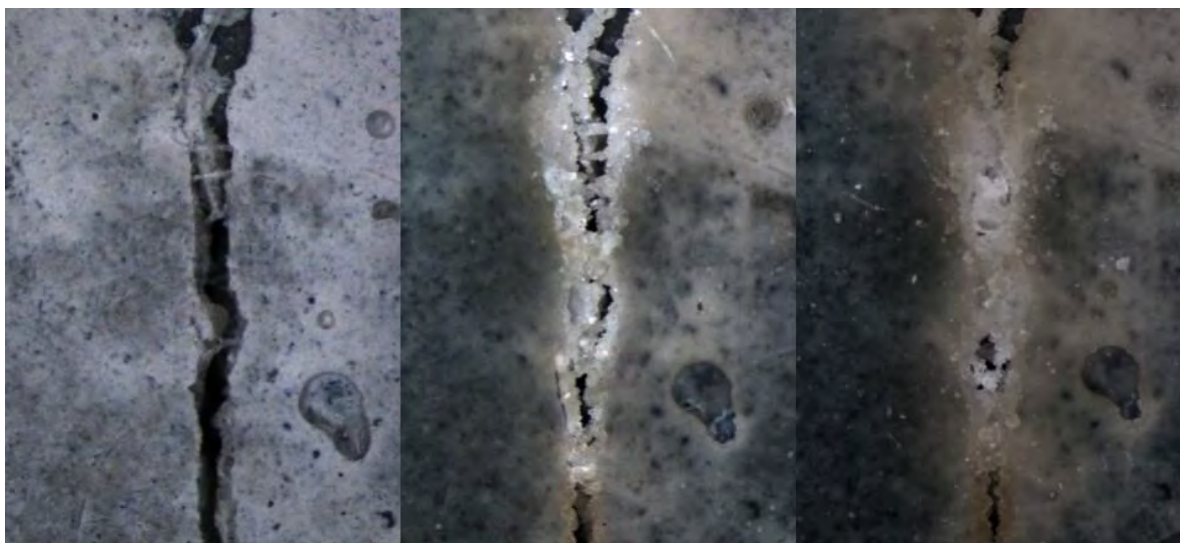


Рис. 4. Самовідновлювальний бетон з використанням бактерій *Bacillus subtilis*

Як і будь-який новий матеріал, самовідновлювальний бетон має не лише переваги, але й певні недоліки, представлені в таблиці 1. Серед них - висока вартість, обмежена ефективність при великих тріщинах та необхідність додаткових тестувань у різних кліматичних умовах.

Таблиця 1. Переваги та недоліки самовідновлювального бетону

Переваги	Недоліки
Герметизація тріщин: бетон, що самовідновлюється, призначений для автономної герметизації мікротріщин, які можуть утворитися через усадку, теплове розширення або інші фактори.	Обмежена ефективність при великих тріщинах: бетон самовідновлюється лише в межах невеликих тріщин; більші тріщини потребують традиційного ремонту.
Гідроізоляція: однією з найважливіших функцій бетону в будівництві є його здатність виступати в якості бар'єру від вологи.	Тривалість відновлення: процес самовідновлення може бути досить повільним і залежить від зовнішніх умов (температура, вологість та ін.)
Підвищена довговічність: здатність бетону, що самовідновлюється, ремонтувати тріщини та підтримувати водонепроникність значною мірою сприяє його загальній довговічності.	Висока вартість. Виробництво є дорогим через використання спеціальних матеріалів, таких як мікрокапсули з клеєм або бактеріальні агенти.
Зменшення витрат на технічне обслуговування: однією з найбільш значущих переваг бетону, що самовідновлюється, є його здатність зменшувати витрати на технічне обслуговування протягом життєвого циклу конструкції.	Необхідність тестування в різних кліматичних умовах: самовідновлювальний бетон ще недостатньо вивчений для використання в екстремальних кліматичних умовах, і його властивості можуть змінюватися залежно від середовища
Екологічна стійкість: бетон, що самовідновлюється, підтримує екологічну стійкість, сприяючи ефективному використанню матеріалів і зменшенню відходів.	Висока вартість. Виробництво є дорогим через використання спеціальних матеріалів, таких як мікрокапсули з клеєм або бактеріальні агенти.
Збереження структурної цілісності: постійна здатність бетону до самовідновлення забезпечує збереження структурної цілісності конструкцій протягом усього терміну служби.	Складність виробництва: технології для виготовлення самовідновлювального бетону є новими та вимагають спеціального обладнання і контролю якості, що ускладнює його масове виробництво.

Самовідновлюваний бетон є перспективним матеріалом, який має низку важливих переваг, таких як герметизація тріщин, гідроізоляція, підвищена довговічність, зменшення витрат на технічне обслуговування, екологічна стійкість та збереження структурної цілісності конструкцій.

Однак використання самовідновлюваного бетону, також супроводжується певними недоліками. Серед них обмежена ефективність при великих тріщинах, тривалість процесу відновлення, висока вартість виробництва, складність виготовлення та необхідність додаткових тестувань в умовах різних кліматичних зон.

Постійні дослідження та розробки зосереджені на вирішенні цих проблем та оптимізації технологій самовідновлення для більш широкого впровадження в будівельні проекти по всьому світу. Майбутні напрямки для самовідновлювального бетону включають підвищення ефективності та надійності механізмів відновлення, оптимізацію складу матеріалів для конкретних застосувань та інтеграцію цифрових технологій для моніторингу та оцінки ефективності бетону в реальному часі.

Висновок

У результаті дослідження підтверджується, що самовідновлювальний бетон має великий потенціал для покращення довговічності будівельних конструкцій та зменшення витрат на їх обслуговування. Природний метод самовідновлення забезпечує обмежену герметизацію тріщин, але є економічно вигідним і простим у впровадженні. Хімічний підхід дозволяє досягти вищого рівня відновлення, особливо для більших тріщин, але потребує використання дорогих матеріалів та складного виробництва. Біологічний метод з використанням бактерій забезпечує природний та стійкий процес відновлення, однак ефективність залежить від рівня вологості та умов середовища. Загалом, кожен з методів має свої переваги та недоліки, і їх оптимальне застосування може варіюватися залежно від умов та вимог конкретного будівельного проекту. Подальші дослідження рекомендується спрямувати на вдосконалення кожного з підходів, а також на створення комбінованих рішень для оцінки ефективності бетону в експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ghosh SK, editor. Self-healing materials: fundamentals, design strategies, and applications. John Wiley & Sons; 2009 Aug 4.
2. Van Breugel K. Is there a market for self-healing cement-based materials. Proceedings of the first international conference on self-healing materials 2007 Apr 18 (pp. 1-9).
3. Talaiekhazan A, Keyvanfar A, Shafaghat A, Andalib R, Majid MA, Fulazzaky MA, Zin RM, Lee CT, Hussin MW, Hamzah N, Marwar NF. A review of self-healing concrete research development. Journal of Environmental Treatment Techniques. 2014; 2(1):1-1.
4. N. ter Heide, E. Schlangen, Self-healing of early age cracks in concrete, in: Proceedings of the First International Conference on Self Healing Materials, 2007, pp. 18–20. (- Wu M, Johannesson B, Geiker M. A review: Self-healing in cementitious materials and engineered cementitious composite as a self-healing material. Construction and Building Materials. 2012 Mar 1; 28(1):571-83.)
5. Li VC, Yang EH. Self-healing in concrete materials. In Self healing materials 2007 (pp. 161-193). Springer, Dordrecht.
6. Wu M, Johannesson B, Geiker M. A review: Self-healing in cementitious materials and engineered cementitious composite as a self-healing material. Construction and Building Materials. 2012 Mar 1; 28(1):571-83
7. Innovative Construction Material: Self-Healing Concrete For Advancing Durability and Sustainability in Construction. Режим доступа: <https://therealtytoday.com/news/innovative-construction-material-self-healing-concrete-for-advancing-durability-and-sustainability-in-construction>
8. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021)
9. Bereziuk V. et al. High-precision ultrasonic method for determining the distance between garbage truck and waste bin //Mechatronic Systems 1. – Routledge, 202

Балинська Анастасія Володимирівна - студентка групи БМ-23б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nastiabalynska@gmail.com.

Ковальський Віктор Павлович - к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.
ORCID 0000-0002-3103-6319.

Balynska Anastasia V- student of the BM-23b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nastiabalynska@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.
ORCID 0000-0002-3103-6319.

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО ЦЕНТРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проведено економічне обґрунтування будівництва реабілітаційного центру в умовах воєнного стану та триваючих бойових дій в Україні. Реабілітаційний центр спрямований на вирішення нагальних соціальних викликів, зокрема відновлення здоров'я військовослужбовців, ветеранів війни, постраждалих цивільних осіб та людей із травмами, отриманими внаслідок бойових дій. На основі аналізу ринку реабілітаційних послуг виявлено гостру потребу у створенні спеціалізованих закладів, що надають фізичну, психологічну та соціальну допомогу. Розроблено фінансову модель проекту, яка враховує витрати на будівництво, оснащення центру сучасним обладнанням та забезпечення його функціонування. Орієнтовна вартість проекту становить 115,162 млн грн.

Ключові слова: реабілітаційний центр, економічне обґрунтування, воєнний стан, соціально-економічний ефект, реабілітація військових, інвестиції, ринок реабілітаційних послуг, фінансування, постконфліктне відновлення.

Abstract

The report presents the economic rationale for the construction of a rehabilitation center under martial law and ongoing military actions in Ukraine. The rehabilitation center aims to address pressing social challenges, particularly the recovery of health for servicemen, war veterans, affected civilians, and individuals with injuries caused by hostilities. Based on an analysis of the rehabilitation services market, a critical need for specialized institutions providing physical, psychological, and social assistance has been identified. A financial model for the project has been developed, taking into account construction costs, equipping the center with modern technologies, and ensuring its operation. The estimated project cost is 115,162 million UAH.

Keywords: rehabilitation center, economic rationale, martial law, socio-economic impact, military rehabilitation, investments, rehabilitation services market, financing, post-conflict recovery.

Вступ

Війна, що триває в Україні, спричинила серйозні виклики для медичної та соціальної систем країни. Бойові дії призвели до значного збільшення кількості людей, які потребують спеціалізованої допомоги. Серед них військовослужбовці, які отримали поранення під час бойових дій, ветерани війни, цивільні особи, що постраждали від обстрілів, а також люди, які пережили психологічні травми. У цих умовах потреба у створенні реабілітаційних центрів стала нагальною.

Реабілітаційні центри є ключовими елементами медичної інфраструктури, які сприяють відновленню фізичного та психологічного здоров'я пацієнтів, їхній інтеграції у суспільство та підвищенню загальної якості життя [1].

У роботі розглядається економічне обґрунтування будівництва такого центру, а також визначаються ключові аспекти його створення, фінансування та функціонування.

Результати дослідження

Залежно від потреб, реабілітаційні центри поділяються на кілька основних видів[2,3]:

- Медичні реабілітаційні центри – забезпечують відновлення після фізичних травм, ампутацій, захворювань нервової системи або складних хірургічних втручань.
- Психологічні реабілітаційні центри – спеціалізуються на наданні допомоги людям із посттравматичним стресовим розладом (ПТСР), депресіями та іншими психологічними проблемами.
- Комплексні реабілітаційні центри – об'єднують медичну, фізичну та психологічну реабілітацію, забезпечуючи всебічний підхід до відновлення пацієнтів.
- Соціальні реабілітаційні центри – спрямовані на адаптацію постраждалих до суспільного

життя, навчання нових професій, надання юридичної допомоги.

Враховуючи специфіку нинішньої ситуації, в Україні найважливішими є саме комплексні реабілітаційні центри, які дозволяють забезпечити багатопрофільний підхід до допомоги пацієнтам.

Для будівництва реабілітаційного центру було обрано мальовниче село Черногузи, розташоване у Чернівецькій області поблизу річки Черемош. Це місце має низку унікальних переваг, які сприяють швидшому відновленню пацієнтів:

- Територія віддалена від великих промислових об'єктів і магістралей, що забезпечує чисте повітря та низький рівень шумового забруднення.
- Близькість до річки Черемош та навколишні зелені насадження створюють природне середовище, яке сприяє фізичному та психологічному відновленню.
- Помірний клімат із достатньою кількістю сонячних днів сприяє оздоровленню, що особливо важливо для пацієнтів із хронічними захворюваннями.
- Локація в межах Карпатського регіону дозволяє інтегрувати екскурсійні програми, прогулянки та інші природотерапевтичні активності в реабілітаційний процес.

Реабілітаційний центр буде оснащений сучасними сонячними панелями, що забезпечить на території центру планується встановлення системи фотоелектричних модулів для забезпечення основних енергетичних потреб закладу.

- Очікується, що понад 50% споживаної електроенергії буде генеруватися за допомогою сонячної енергії, що значно знизить експлуатаційні витрати.
- Використання енергозберігаючих технологій, таких як LED-освітлення та теплоізоляційні матеріали, дозволить мінімізувати витрати на енергію.
- Надлишкова енергія може використовуватись для обігріву приміщень у холодний період або навіть продаватися в енергомережу, якщо законодавство дозволяє.
- Використання відновлюваних джерел енергії підвищує екологічну відповідальність центру, що є важливим у сучасних умовах.
- Це рішення слугуватиме прикладом сталого розвитку для інших регіонів України.

Пацієнти матимуть можливість отримувати реабілітаційні послуги в гармонії з природою. Прогулянки вздовж річки Черемош, природні ландшафти Карпат і чисте повітря сприятимуть як фізичному, так і психологічному відновленню, що є важливою складовою комплексного підходу до лікування.

Таким чином, розташування центру у селі Черногузи та використання сучасних енергетичних технологій підвищують як ефективність його функціонування, так і комфорт для пацієнтів, забезпечуючи високий рівень реабілітаційних послуг.

Для реалізації проекту будівництва реабілітаційного центру в селі Черногузи Чернівецької області необхідно врахувати всі основні етапи робіт та витрати, пов'язані з його створенням та облаштуванням. Враховуючи специфіку центру, який буде комплексним закладом для фізичної, психологічної та соціальної реабілітації, кошторисна вартість проекту включає[4]:

- Підготовка території для будівництва, включно з інженерними мережами та благоустроєм.
- Зведення основних приміщень, таких як медичні кабінети, палати для пацієнтів, фізіотерапевтичні зали, приміщення для персоналу.
- Закупівля та встановлення медичного обладнання для діагностики, фізіотерапії, реабілітації та сучасних технологій для психологічної підтримки, включно із сенсорними кімнатами та VR-терапією.
- Встановлення сонячних панелей та систем автономного енергозабезпечення.
- Монтаж енергозберігаючих систем, які забезпечать довготривале скорочення експлуатаційних витрат.
- Благоустрій прилеглої території, створення зон відпочинку та рекреації для пацієнтів.
- Облаштування пандусів, ліфтів та інших елементів доступності для людей з обмеженими можливостями.

На основі укрупнених розрахунків з дотриманням Настанови визначення вартості будівництва

[5,6] розроблена кошторисна документація: локальні кошторисні розрахунки, об'єктний кошторис, зведений кошторисний розрахунок. Загальна кошторисна вартість будівництва реабілітаційного центру в селі Черногузи Чернівецької області становить 115,162 мільйонів гривень.

Ця сума включає:

1. Будівельні роботи та інфраструктура, що включає в себе підготовку території, земляні роботи, зведення будівель, монтаж інженерних мереж (водопостачання, каналізація, електрика, опалення). – 68,16186 млн грн
2. Закупівля та встановлення обладнання, що включає в себе медичне обладнання (фізіотерапевтичне, діагностичне, реабілітаційне), комп'ютерну техніку, меблі, спеціалізоване обладнання для психологічної реабілітації. – 25 млн грн
3. Енергозабезпечення, що включає в себе встановлення сонячних панелей та системи автономного енергопостачання, енергоефективні технології для зменшення експлуатаційних витрат. – 11 млн грн
4. Благоустрій території та доступність, що включає в себе озеленення, облаштування зон відпочинку, доріжок і пандусів, парковку, ігрові та спортивні майданчики. – 6 млн грн
5. Непередбачувані витрати, що включає в себе резерв на покриття додаткових витрат, які можуть виникнути під час будівництва – 5 млн грн.

Висновки

У доповіді було розглянуто економічне обґрунтування будівництва реабілітаційного центру в умовах воєнного стану в Україні. Описано основні етапи створення центру, зокрема вибір локації в селі Черногузи Чернівецької області, яке має природні переваги для фізичного та психологічного відновлення пацієнтів. Також визначено основні типи реабілітаційних центрів і обґрунтовано необхідність створення комплексного закладу, що поєднує медичну, психологічну та соціальну реабілітацію. Наведено фінансову модель проекту, яка враховує витрати на будівництво, закупівлю обладнання, енергозабезпечення та благоустрій території. Оцінено кошторисну вартість проекту, яка складає 115,162 мільйонів гривень, і підкреслено важливість інвестицій в медичну інфраструктуру для післявоєнного відновлення країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Новаковська І. О., Скрипник Л. Р., Древаль Н. Г. Стан та проблеми рекреаційних територій в умовах сучасних трансформаційних процесів. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління. 2022. №3.*

2. ДБН В.2.2-13:2003 Будівництво, реконструкція та капітальний ремонт закладів для людей з інвалідністю.

3. Бондар А. В., Максименко М. А., Сафроненко І. В., Кузьменко В. О.. Планувальна організація рекреаційно-оздоровчого комплексу для військових у гірській місцевості України. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Вінниця: Універсам - Вінниця, № 2, 2023. С.130-139.

4. ДБН В.2.2-10:2022. Будинки і споруди заклади охорони здоров'я.

5. КНУ Настанова з визначення вартості будівництва. [Чинний від 2024-03-21]. Вид. офіц. Київ : М-во розвитку громад та територій України, 2021. 57 с.

6. Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г.. Кошторисна справа в будівництві [Електронний ресурс] /– Вінниця: ВНТУ, 2024. – 91 с.

Кафедри будівництва міського господарства та архітектури

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyaluk74@gmail.com

Сафроненко Іван Васильович – студент третього курсу групи БМ-21б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vanasafronenko6@gmail.com, тел. +380978456134.

Lyaluk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: Lyaluk74@gmail.com

Safronenko Ivan – 3-year student of BM-21b group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: vanasafronenko6@gmail.com, tel. +380978456134.

УРБАНІСТИЧНІ РІШЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені можливі шляхи для розвитку міст, які підтримують аспекти сталого розвитку.

Ключові слова: урбанізація; планування; сталий розвиток; місто; цілі сталого розвитку

Abstract

Possible ways to develop cities that support aspects of sustainable development are presented.

Keywords: urbanization; planning; sustainable development; city; sustainable development goals.

Вступ

Проблематика розвитку міста є одним із комплексу головних питань урбанізації як міст України, так і будь-якого іншого міста світу. Дані процеси зумовлені викликами, задля досягнення цілей комфортного та екологічного перебування людей в містах.

Зростання міського населення та урбанізація є одними з найбільш значущих глобальних трендів сучасності. До 2050 року близько 70% світового населення проживатиме в містах, що вимагає переосмислення підходів до міського планування та розвитку. Сталий розвиток міст стає центральною темою для фахівців з урбаністики, оскільки традиційні підходи не можуть забезпечити збалансований економічний, соціальний та екологічний розвиток. В умовах глобальних викликів, таких як зміна клімату, деградація екосистем і виснаження ресурсів, виникає потреба у впровадженні нових урбаністичних рішень.

Результати дослідження

Цілі сталого розвитку (ЦСР), також відомі як Глобальні цілі, були ухвалені Організацією Об'єднаних Націй у 2015 році як універсальний заклик до дій щодо скорочення бідності, захисту планети та забезпечення того, щоб до 2030 року усі люди жили в мирі і достатку.

17 Цілей взаємодоповнюють одна одну: дії в одній сфері також впливають на результати в інших, тому в розвитку мають бути збалансовані соціальна, економічна та екологічна стійкість.

Даними цілями виступають:

Подолання бідності. Викорінення бідності в усіх її формах залишається одним з найбільших викликів, що стоять перед людством. Хоча кількість людей, що живуть в умовах крайньої бідності, скоротилася більш ніж наполовину в період з 1990 по 2015 рік, занадто багато людей все ще борються за задоволення найнеобхідніших людських потреб. ЦСР - це сміливе зобов'язання завершити розпочате і покінчити з бідністю в усіх її формах і вимірах до 2030 року. Це передбачає надання допомоги найбільш вразливим верствам населення, збільшення базових ресурсів і послуг, а також підтримку громад, які постраждали від конфліктів і кліматичних катастроф.

Подолання голоду. За останні два десятиліття кількість людей, які недоїдають, скоротилася майже наполовину завдяки швидкому економічному зростанню та підвищенню продуктивності сільського господарства. Багато країн, що розвиваються, які раніше страждали від голоду, тепер можуть задовольнити свої потреби в харчуванні. Центральна та Східна Азія, Латинська Америка та Карибський басейн досягли величезного прогресу у викоріненні крайнього голоду.

Міцне здоров'я. Міцне здоров'я має важливе значення для сталого розвитку, і Порядок денний до 2030 року відображає складність і взаємозв'язок цих двох аспектів. Він враховує зростаючу економічну та соціальну нерівність, швидку урбанізацію, загрози для клімату та довкілля, постійний тягар ВІЛ та інших інфекційних захворювань, а також нові виклики, такі як неінфекційні захворювання.

Якісна освіта. Досягнення інклюзивної та якісної освіти для всіх підтверджує віру в те, що освіта є одним із найпотужніших і перевірених інструментів сталого розвитку. Вона також спрямована на забезпечення рівного доступу до доступної професійно-технічної освіти, ліквідацію гендерної та майнової нерівності та досягнення загального доступу до якісної вищої освіти.

1) Гендерна рівність. Життєво важливо надати жінкам рівні права на землю і власність, сексуальне

і репродуктивне здоров'я, а також доступ до технологій та інтернету. Сьогодні на державних посадах працює більше жінок, ніж будь-коли раніше, але заохочення більшої кількості жінок-лідерів допоможе досягти більшої гендерної рівності.

2) Чиста вода та належні санітарні умови. Безпечна і доступна питна вода для всіх до 2030 року вимагає від нас інвестицій у відповідну інфраструктуру, забезпечення санітарних умов і заохочення гігієни. Захист і відновлення екосистем, пов'язаних з водою, є надзвичайно важливими.

3) Відновлювальна енергія. Розбудова інфраструктури та модернізація технологій для забезпечення чистої та більш ефективної енергії в усіх країнах сприятиме економічному зростанню та збереженню довкілля.

4) Гідна праця та економічне зростання. ЦСР сприяють сталому економічному зростанню, підвищенню продуктивності праці та технологічним інноваціям. Заохочення підприємництва та створення робочих місць є ключовими для цього, так само як і ефективні заходи з викоринення примусової праці, рабства та торгівлі людьми. З огляду на ці завдання, метою є досягнення повної і продуктивної зайнятості та гідної праці для всіх жінок і чоловіків до 2030 року.

5) Інновації та інфраструктура. Інвестиції в інфраструктуру та інновації є вирішальними рушіями економічного зростання та розвитку. Оскільки більше половини населення світу зараз проживає в містах, громадський транспорт і відновлювані джерела енергії стають все більш важливими, так само як і розвиток нових галузей промисловості та інформаційно-комунікаційних технологій.

6) Скорочення нерівності. За останні десятиліття нерівність у доходах зросла майже скрізь, але з різною швидкістю. Найнижчою вона є в Європі, а найвищою - на Близькому Сході. Ці зростаючі диспропорції вимагають обґрунтованої політики, спрямованої на розширення прав і можливостей людей з низькими доходами та сприяння економічній інтеграції всіх, незалежно від статі, раси чи етнічної приналежності.

7) Сталий розвиток міст та спільнот. Забезпечення сталого розвитку міст означає створення можливостей для кар'єри та бізнесу, безпечного та доступного житла, а також розбудову стійких суспільств та економік. Це передбачає інвестиції в громадський транспорт, створення зелених громадських просторів, а також покращення міського планування та управління на засадах участі та інклюзивності.

8) Відповідальне споживання. Скорочення вдвічі глобальних харчових відходів на душу населення на рівні роздрібної торгівлі та споживачів також є важливим для створення більш ефективних ланцюгів виробництва та постачання. Це може сприяти забезпеченню продовольчої безпеки та переходу до більш ресурсоефективної економіки.

9) Боротьба зі зміною клімату. Дії повинні йти пліч-о-пліч із зусиллями, спрямованими на інтеграцію заходів щодо зниження ризиків стихійних лих, сталого управління природними ресурсами та людської безпеки в національні стратегії розвитку.

10) Збереження морських екосистем. ЦСР спрямовані на стале управління та захист морських і прибережних екосистем від забруднення, а також на подолання наслідків підкислення океану. Посилення збереження та сталого використання океанічних ресурсів за допомогою міжнародного права також допоможе пом'якшити деякі з викликів, що стоять перед нашими океанами.

11) Збереження екосистем суходолу. Необхідно вжити термінових заходів, щоб зменшити втрату природних середовищ існування та біорізноманіття, які є частиною нашої спільної спадщини і підтримують глобальну продовольчу та водну безпеку, пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптацію до них, а також мир і безпеку.

12) Мир та справедливість. ЦСР мають на меті суттєво зменшити всі форми насильства, а також співпрацювати з урядами та громадами, щоб покласти край конфліктам та відсутності безпеки. Сприяння верховенству права та правам людини є ключовими для цього процесу, так само як і зменшення потоку нелегальної зброї та посилення участі країн, що розвиваються, в інститутах глобального управління.

13) Партнерство заради стійкого розвитку. Покращення доступу до технологій і знань є важливим способом обміну ідеями та сприяння інноваціям. Координація політики, спрямованої на допомогу країнам, що розвиваються, в управлінні своїм боргом, а також сприяння інвестиціям для найменш розвинених країн, є життєво важливими для сталого зростання і розвитку.

Говорячи про загальні проблеми та обмеження, які заважають досягненню ЦСР в Україні, то можна виділити три головних аспекти. По-перше, відсутній цикл аналізу політики в Україні. Окремі його компоненти перебувають у зародковому стані і не пов'язані між собою логічним зв'язком. Система

стратегічного планування в Україні не здатна забезпечити якісний процес аналізу державної політики і реалізації рішень у державі. Загальна слабкість системи державного стратегічного планування, програмно-цільового управління й фінансування зумовлює розрив між планами і програмами різних рівнів, є підґрунтям виникнення ризиків їх невиконання. Це ставить під загрозу реалістичність досягнення ЦСР, навіть у разі їх повної і всеосяжної інкорпорації в ДСД.

По-друге, недостатнє залучення громадськості / бізнесу / донорів до процесів визначення найнагальніших проблем, які викликають занепокоєння громадськості, а також до пошуку відповідних рішень. Уряд вживає замало заходів для донесення до широкого загалу важливості і значення досягнення ЦСР. Відповідно, існує брак зворотного зв'язку від громадськості, який міг би сприяти досягненню цих цілей і включенню до ДСД необхідних індикаторів. Нині одна з найважливіших проблем з погляду досягнення ЦСР – недостатня координація дій серед урядових установ, а також між урядовими установами й організаціями громадянського суспільства. Це ускладнює реалізацію ЦСР на основі принципу інклюзивності.

По-третє, відсутність інституційного механізму інкорпорації ЦСР у державну політику. Бракує ефективної системи врядування, яка дозволяла б координувати інкорпорацію завдань та індикаторів ЦСР у стратегічне планування. Як продемонстрував досвід розробки основних ДСД, практики верифікації нових програм в частині відповідності ЦСР немає ні в парламенті, ні в уряді. Урядові організації, як-от Міністерство економічного розвитку і торгівлі, Міністерство фінансів, Міністерство соціальної політики, не мають спеціалізованих підрозділів або експертів для координування цих процесів. Тему досягнення ЦСР зазвичай не представлено в порядку денному засідань уряду та різноманітних комітетів. Завдання не координуються з реформаторськими заходами. Терміни визначення адаптованих завдань для досягнення ЦСР збігаються з поточними процесами реформування в багатьох соціальних і економічних сферах. Наразі окремі сфери, такі як енергетика, охорона здоров'я, освіта, соціальні послуги, пенсійна система і бюджетна політика в Україні, активно реформуються. Низка ДСД містять перелік різних міністерств і відомств, відповідальних за реалізацію завдань, пов'язаних із ЦСР.

Територіальне зростання міст при зменшенні населення призводить до того, що витрати на розвиток і підтримання транспортної та інженерної інфраструктури, протяжність якої постійно зростає, лягають на все меншу кількість людей. Таким чином, місто, поступово втрачаючи економічні переваги, які забезпечувала висока щільність населення, і, відповідно, висока інтенсивність соціальних контактів та обміну (товарами та інформацією), ті переваги, що свого часу, власне й обумовили появу міст як специфічної форми розселення, у той же час продовжує нести інфраструктурні витрати. Історично відчуття міської громади, яка спільно вирішує певні завдання, склалося значною мірою в умовах компактного середньовічного міста, де всі об'єкти знаходилися в межах пішої досяжності (2-3 км). Жителям сучасних міст, що розтягнулися на 80-100 км (як Кривий Ріг), де щільно забудовані ділянки переважають пустками, териконами, виробленими кар'єрами, важко відчувати себе членами єдиної спільноти. Єдина міська спільнота, що сформувалася колись із територіальних громад окремих кутків, селищ, мікрорайонів, знову починає розпадатися на локальні спільноти. Люди з віддалених районів міста можуть цілими місяцями, а то й роками не бувати у загальноміському центрі чи інших районах.

Територіальна нерівномірність демографічних процесів, коли в одних регіонах населення зменшується, а в інших збільшується, притаманна не лише Україні. Для країн Європи це досить поширена ситуація. Цікавим для нас є досвід ФРН, де, як і в Україні, зменшується населення східних регіонів, а західних, навпаки, збільшується. Німецькими фахівцями з територіального планування [4] запропонований диференційований підхід до територіального планування та розвитку населених пунктів залежно від демографічної ситуації: т.зв. «стратегія, орієнтована на зростання» і «стратегія, орієнтована на стабілізацію». У другому випадку основний наголос робиться не на зведення нових, а на реконструкцію та зміну функціонального призначення існуючих територій, житлових, громадських та промислових об'єктів, елементів транспортної та інженерної інфраструктури. Для України пропозиції щодо стратегії територіального планування в міських поселеннях різних її регіонів розроблені в [4]. Пропонується застосовувати стратегію територіального розвитку, орієнтовану на стабілізацію або зменшення в міській території передусім в міських поселеннях Дніпропетровської, Донецької та Луганської областей, які характеризуються високими (понад 1% на рік) темпами скорочення населення.

Висновки

Урбаністичні рішення для сталого розвитку міст стали важливим елементом у контексті глобальних викликів, з якими стикаються сучасні урбанізовані території. Ця робота підкреслила ключові аспекти, які необхідно враховувати для досягнення сталого розвитку, а також різноманітні стратегії, інновації та виклики, з якими стикаються міста.

По-перше, сталий розвиток міст вимагає комплексного підходу, що охоплює різні аспекти життя: економічний, соціальний та екологічний. Успішна реалізація проектів можлива лише за умови взаємодії між усіма зацікавленими сторонами, включаючи державні органи, місцеві громади, бізнес та наукові установи.

По-друге, цифровізація та нові технології відіграють ключову роль у досягненні цілей сталого розвитку. Використання даних, штучного інтелекту та інноваційних технологій дозволяє містам ефективніше управляти ресурсами, зменшувати викиди та покращувати якість життя мешканців. Інвестиції в екологічні технології, енергоефективність та електричний транспорт стають критично важливими для досягнення екологічних цілей.

По-третє, важливим є залучення громади до процесу планування та реалізації урбаністичних рішень. Громадська участь не лише підвищує довіру до влади, але й забезпечує врахування потреб населення, що позитивно впливає на ефективність реалізації проектів.

По-четверте, міста повинні бути готовими до адаптації в умовах зміни клімату, розробляючи стратегії, які сприяють зменшенню вразливості та забезпечують стійкість до природних катастроф. Важливо, щоб ці стратегії базувалися на наукових дослідженнях та аналізі даних.

На завершення, сталий розвиток міст є складним, але досяжним завданням. Воно вимагає зусиль на всіх рівнях, починаючи від розробки стратегій до їх реалізації та моніторингу. Успішна реалізація урбаністичних рішень може суттєво покращити якість життя мешканців, забезпечити екологічну стійкість та соціальну справедливість у міських територіях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цілі сталого розвитку 2016-2030. Представництво ООН в Україні. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>.
2. Аналіз державних стратегічних документів щодо врахування адаптованих для України Цілей Сталого Розвитку до 2030 року: Аналітична доповідь / за заг. ред. А.А. Максюті. К.: Інститут суспільно-економічних досліджень, 2017. 84 с.
3. Україна: огляд процесів урбанізації / Міжнародний банк реконструкції та розвитку; Світовий банк. К, 2015. 218 с.
4. Дмитренко А.Ю. Територіальний розвиток міст: демографічний аспект // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К., КНУБА. – 2012. - Вип. № 45. – Ч. 1. С. 240-245.

Яворська Катерина Віталіївна — студент групи БМ-23мс, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 157534g@gmail.com

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

Yavoska Kateryna Vitaliyivna - student of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 157534g@gmail.com

Supervisor: **Popovych Mykola Mykolayovych** — associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovychnick@gmail.com

COMPOSITE MATERIALS USING INDUSTRIAL WASTE

Vinnitsia National Technical University

Анотація

Проведені дослідження підтверджують можливість комплексної переробки відходів фосфогіпсу, золи-винесення та металошламу. Метою таких досліджень є розробка технології виробництва жаростійкого бетону з використанням промислових відходів.

Ключові слова: зола-винесення; фосфогіпс; будівельні матеріали.

Abstract

The conducted studies confirm the possibility of comprehensive processing of phosphogypsum waste, fly ash and metal sludge. The purpose of such research is the development of heat-resistant concrete production technology using industrial waste.

Keywords: fly ash; phosphogypsum; construction materials.

Introduction

The largest amount of industrial waste is accumulated by enterprises of mining, metallurgical and heat industries. The colossal accumulation of such waste disrupts the ecological balance in nature, is a source of environmental pollution. The use of waste in the construction industry will solve a number of problems: - environmental (reduce the impact of harmful substances on the environment), economic (the cost of mortars, concrete and recycled products is much cheaper), and social (increase housing and other facilities, cheaper materials) [1-2].

Research results

In the Vinnitsia region on the territory of the former production association "Khimprom" accumulated about 800 thousand tons of harmful chemical waste - phosphogypsum [3]. The second harmful product of the region's production activities is the accumulation of ash and slag waste at the Ladyzhyn thermal power plant, the current number of which is about 20661 thousand tons [4]. About 300 thousand tons of dispersed metal waste - SHH-15 steel sludge - have been accumulated at the enterprises of metalworking productions of the region [5].

An obstacle to the full-scale use of man-made industrial waste in the field of building materials is the presence of natural radionuclides in their composition. According to the results of analytical studies, it was found that the total specific activity of phosphogypsum is 56.9 Bk/kg, fly ash - 284 Bk/kg, red sludge - 450 Bk/kg [5-6]. Therefore, it can be argued that the use of such waste in the manufacture of construction products is possible without any restrictions.

The search for new binders is mainly due to two reasons: on the one hand, high energy consumption and, as a consequence, the high cost of production of Portland cement; on the other hand, the need for materials with special properties (resistant to high temperatures, aggressive substances, radiation, biological organisms, with high or low density, etc.) [7-8]. The development of technological processes in the sectors of the national economy, the change in consumer demand for construction products require the development of new building materials and, above all, binders.

Obtaining a complex binder based on waste from the chemical industry will solve the problem of energy and resource conservation relevant to Ukraine by creating new building materials for multifunctional purposes.

Among the large number of known technologies for the production of building materials using man-made waste, there are none that would be widely used in the industry of building materials and products. Because these technologies are usually associated with deep cleaning, heat treatment of industrial by-products, which significantly complicates the technological process and leads to the re-accumulation of hazardous waste [9-10].

In [11-13] the authors proposed a complex metal-ash-phosphate binder, which can be used for the manufacture of heat-resistant concrete. Fine metal sludge is used as the oxide component of the binder. This sludge is practically not processed due to the high dispersion and content of lubricants and coolants. It is

formed during the manufacture of bearings from steel SHH-15. The percentage of iron is 86.3 - 87.96 %. The average particle size of the sludge is 2×10^{-5} m. The specific surface area of this powder reaches $0.5 - 2 \times 10^3$ m² / kg [14]. During storage of sludge in open dumps there is a deep oxidation of iron and drying of water components of lubricants and cooling substances. The oxide layer consists of hematite (Fe₂O₃), magnetite (Fe₃O₄), justice (solution of Fe₂O₃ in FeO), lapidocrit (FeO (OH)) [14-15].

The second component of the complex binder is phosphogypsum. Phosphogypsum waste is a by-product of phosphoric acid production by extraction. Depending on the temperature-concentration conditions of decomposition of phosphate raw materials, the solid phase of calcium sulfate can be represented by one of three forms: dihydrate, hemihydrate or anhydrite. Phosphogypsum waste can be attributed to gypsum raw materials, because they consist of 80-95% of calcium sulfate (table 1).

Table 1- Chemical composition of waste of Vinnytsia production association "Khimprom"

The main components	Content,% by weight	
	Phosphogypsum – dihydrate	Phosphogypsum – anhydrite
P ₂ O ₃ (general)	0,5 - 1,5	1,2-2,15
P ₂ O ₃ (water soluble)	0,1-0,7	0,5 -1,6
CaO	22-23	31-33
S ₀₄	38-39	52-56
R ₂ O ₃ .(R=Fe+Al)	0,1-0,3	0,2-0,5
F	0,1-0,2	0,9-1,2
Water is hygroscopic	21-29	18-22
Water is crystal hydrate	19-21	0,7 -1,2

Large-scale use of phosphogypsum in the technology of production of construction products is hindered by its specific features: the presence of phosphoric and sulfuric acid and water-soluble harmful compounds of phosphorus and fluorine. Residues of phosphoric and sulfuric acid, soluble salts - monocalcium phosphate, dicalcium phosphate, slow down hardening and reduce the strength of cement binders [16].

The authors in [17-18] suggest washing phosphogypsum with water using the additive "C-3" or "Relaxol". These additives provide better leaching of acids with less water. As a result, you can get a small amount of acidic effluents with a high concentration of phosphoric and sulfuric acids, which are then used for chemical activation of fly ash.

To destroy the vitreous ash-removal, the authors in [19-20] propose to activate ash-removal by acidic residues from phosphogypsum washing. The destruction of the vitreous ash-removal opens access to reactive components of its components. Its most important property is its ability to react with calcium hydroxide Ca (OH)₂, which is released during hydration of cement.

Conclusions

Analytical studies confirm the possibility of complex processing of phosphogypsum waste, fly ash and metal sludge. The purpose of further research is to develop a technology for the manufacture of heat-resistant concrete using industrial waste.

References

1. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).
2. Лемешев, М. С., et al. "Перспективи використання техногенної сировини при виробництві композиційних в'язучих." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. № 2: 36-45. (2022).
3. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).
4. Kornyllo, I., O. Gnyr, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
5. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
6. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021.
7. Bereziuk, O. V., et al. "Increasing the Efficiency of Municipal Solid Waste Pre-processing

Technology to Reduce Its Water Permeability." Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals. Routledge, 2021. 33-41.

8. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.

9. Ковальський, В. П., et al. "Использование минеральных заполнителей, наполнителей и микронаполнителей в сухих строительных смесях для поризованных растворов." Technical research and development: collective monograph. 8.9: 360-366. (2021).

10. Beresjuk, O., et al. Theoretical and scientific foundations in research in Engineering. Vol. 1. International Science Group, 2022.

11. Khrystych, O. "Technological parameters of the radiation-resistant concrete production." Scientific Works of Vinnytsia National Technical University 1 (2020).

12. Медведь, Я. О. Промислові відходи-альтернатива традиційним природним ресурсам. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021.

13. Лемешев, М. С., Сівак, К. К., Стаднійчук, М. Ю. (2021). Сучасні підходи комплексної переробки промислових техногенних відходів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві, 31(2), 37-44.

14. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).

15. Sivak, K. Use of industrial waste for increased experimental properties in construction. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2023.

16. Лемешев, М. С., О. В. Христинч, and О. В. Березюк. "Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження." Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy-2015». Sp. z oo «Nauka i studia», 2015.

17. Березюк, О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011

18. Лемешев, М. С. "В'язуче на основі промислових відходів." Научные исследования и их практическое применение: материалы международной научно-практической Интернетконференции, 10-17 октября 2017 г.. Сборник научных трудов SWorld, 2017

19. Іванов, О. А. Перспективи утилізації техногенних відходів у будівельній галузі. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021

20. Stadniychuk, M., Obtaining active mineral additives from industrial waste. Національний університет "Львівська політехніка", 2023.

***Sivak Roman**, graduate student of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: lemishko.katya@gmail.com*

***Сівак Роман Васильович**, аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lemishko.katya@gmail.com*

***Stadniychuk Maksym**, graduate student of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: b15.stadniychuk@gmail.com*

***Стаднійчук Максим Юрійович**, аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: b15.stadniychuk@gmail.com*

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЖАРОСТІЙКИХ БЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Потреба будівельної індустрії у створенні та застосуванні будівельних матеріалів з високими фізико-механічними показниками може бути задоволена за рахунок використання дешевих відходів промисловості. Можливість застосування доменних шлаків в якості заповнювачів для отримання жаростійких бетонів оснований на тому, що при нагріванні до температури 800°C шлаки мають більшу високу міцність, ніж портландцемент і традиційні заповнювачі. У той же час шлакові заповнювачі в 1,2-2 рази дешевіші за природні і потребують значно менших фінансових витрат. Застосування шлакових заповнювачів для одержання жаростійких бетонів дозволить виготовляти жаростійкі конструкції з високими експлуатаційними характеристиками. Крім того, використання відходів металургійного виробництва доменних шлаків покращує екологічну обстановку, також є актуальним рішенням рециклінга.

Ключові слова: доменні шлаки; жаростійкий бетон; заповнювачі.

Abstract

The need of the construction industry in the development and application of building materials with high physical and mechanical characteristics can be met through the use of cheap waste from the metallurgical industry – blast furnace ground and granulated slags. The possibility of using blast furnace slag as aggregates for the production of heat-resistant concrete is based on the fact that when heated to a temperature of 800° C, the slag has a higher strength than Portland cement and traditional fillers. At the same time, slag aggregates are 1.2–2 times cheaper than natural ones and require significantly lower financial costs. The use of slag aggregates for the production of heat-resistant concretes will make it possible to produce heat-resistant structures with high operational characteristics. The use of metallurgical waste in the form of blast furnace slag improves the environmental situation.

Keywords: blast furnace slags; heat-resistant concrete; fillers.

Вступ

Одними з основних відходів металургійної промисловості є доменні шлаки, які у відвалах займають сотні гектарів землі, забруднюючи навколишнє середовище. Утилізація відходів металургійної промисловості є актуальною економічною та екологічною проблемою у всьому світі. Шлаки характеризуються відносно постійним хімічним складом [1-2]. У нашій країні в промисловості будівельних матеріалів використовується лише близько 20% доменних шлаків, тоді як у високорозвинених країнах до 90% [3].

Використання доменних шлаків у виробництві різних видів будівельних матеріалів є актуальним завданням, оскільки це дає можливість отримувати матеріали з цілим рядом специфічних властивостей, значно знижуючи матеріало- та енергоємність виробництва [4].

Результати дослідження

Жаростійкі бетони застосовуються для виготовлення несучих будівельних конструкцій, що працюють в умовах підвищених та високих технологічних (експлуатаційних) температур. Застосування жаростійких бетонів дозволяє значно скоротити терміни будівництва та ремонту теплових агрегатів, знизити собівартість та трудомісткість робіт [5].

Основні складові доменного шлаку – кварц, оксиди алюмінію, кальцію та магнію, на які може припадати 85-90% всього складу шлаку. Інші 15–10% можуть включати марганець, сполуки заліза та сірки, домішки інших елементів. Однак слід зазначити, що основні оксиди, що входять до складу шлаку, не зустрічаються у вільній формі [6-7]. У доменному шлаку, охолодженому повітрям, оксиди об'єднуються в різні силікати та алюмосилікатні мінерали, такі як меліліт, мервініт, волластоніт та ін. [8-9]. У подрібненому та меленому шлаках дані елементи присутні у вигляді скла.

Маючи подібну хіміко-мінералогічну природу з портландцементом, доменні шлаки, реагуючи з гідроокисом кальцію, забезпечують гарне зчеплення цементного каменю із заповнювачем, високу міцність та підвищену довговічність бетону [10-11].

Хімічний склад шлаків варіюється в деяких межах, залежно від сировини, що завантажується в доменну піч [12-14]. Тому застосування доменного гранульованого та подрібненого доменних шлаків як заповнювачі для жаростійких бетонів заданої якості вимагає проведення спеціальних досліджень щодо підбору складів бетонів та випробувань спеціальних властивостей.

При нагріванні залізобетонних конструкцій деструктивні процеси протікають не тільки у цементному камені, а також у заповнювачах. Звичайні силікатні та карбонатні заповнювачі використовуються для виготовлення важких бетонів, що працюють у умовах дії температури не вище 200°C. Заповнювачі для жаростійких бетонів з температурою застосування понад 200°C не повинні руйнуватися при тривалій дії високих температур та не повинні бути джерелом внутрішніх напружень у структурі конструкцій.

Для розробки складів жаростійких бетонів BR P B25 F300 W6, були використані такі сировинні матеріали:

- в'язуче – портландцемент ПЦ 500Д0;
- дрібний заповнювач - шамотний порошок фракції 1-3 мм;
- великий заповнювач – щебінь фракціонований із подрібненого доменного шлаку фракції 10–20 мм з характеристиками: насипна щільність – 1160 кг/м³; міцність – 1000 г/м³; морозостійкість – F200; вміст CaO – 35,5%; вміст SiO₂ – 33,3%; вміст Al₂O₃ - 7,9%; вміст MgO – 10%; вміст сторонніх домішок – 1,4%; суперпластифікатор –Sika Visco Grete 5600SP.

Визначення міцності при стисканні дослідних зразків-кубів проводилося в проектному та проміжному віці після режимів твердіння та сушіння. В таблиці 1 приведені міцність бетону BR P B25 I3 у проміжному та проектному віці.

Міцність бетону у проміжному та проектному віці

Таблиця 1

Вік бетону	Після твердіння в нормальних умовах		Після твердіння в нормальних умовах та висушування при температурі (105±5)°C	
	Міцність на стиск, МПа	Клас бетону	Міцність на стиск, МПа	Клас бетону
2 доби	13,67	—	—	—
17 діб	23,99	—	—	—
28 діб	39	B30	45,8	B35

В таблиці 2 приведені результати досліджень температурної усадки бетону BR P B25 I3

Результати досліджень температурної усадки бетону

Таблиця 2

Розміри, см	Маркування зразка					
	I3-1		I3-2		I3-3	
	До сушки	Після сушки	До сушки	Після сушки	До сушки	Після сушки
a	10	10	10	10,98	10,05	7,02
b	10,11	10,05	10,10	10,07	10,1	7,05
h	10,1	10,04	10,15	10,1	10,2	7,16
Сума вимірів	30,21	31,09	31,25	31,15	31,35	21,23
Усадка (ξ), %	0,6		0,5		0,6	
Середня усадка	0,57%					

Проведені дослідження показали, що мелений подрібнений шлак може бути використаний для одержання жаростійких бетонів із заданими експлуатаційними характеристиками. Доменні шлаки,

що вводяться до складу жаростійкого бетону як заповнювач, дозволяють забезпечити необхідні характеристики міцності бетонів. Такі бетони можуть бути використані для типових виробів різного призначення, наприклад для елементів промислових та побутових опалювальних та нагрівальних систем.

Висновки

В результаті проведених досліджень отримано жаростійкий бетон з наступними характеристиками:

- міцність на стиск – клас В35;
- клас бетону за гранично допустимою температурою – І3;
- залишкова міцність після нагрівання до 300°C – 0,6%;
- Коефіцієнт температурної усадки бетону - 0,57%;
- Морозостійкість - F₁100;
- Водонепроникність - W10.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Glovyn, N., et al. Technical, agricultural and physical sciences as the main sciences of human development. International Science Group, 2024.
2. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
3. Trembitska, O., et al. The development of technical, agricultural and applied sciences as the main factor in improving life. International Science Group, 2024.
4. Lemeshev, M., et al. Applied, technical and agricultural sciences: introduction of the latest technologies into use. International Science Group, 2024.
5. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
6. Лемешев, М. С., et al. "Перспективи використання техногенної сировини при виробництві композиційних в'язучих." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. № 2: 36-45. (2022).
7. Kornylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
8. Hladyshev, D., et al. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture. International Science Group, 2023.
9. Лемешев, М. С., М. Ю. Стаднийчук "Жаростойкое вяжущее на основе промышленных отходов." Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: 168-171. (2019).
10. Ковальський, В. П., et al. "Использование минеральных заполнителей, наполнителей и микронаполнителей в сухих строительных смесях для поризованных растворов." Technical research and development: collective monograph. 8.9: 360–366. (2021).
11. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).
12. Іванов, О. А. Композиційний жаростійкий бетон з використанням відходів виробництва. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021.
13. Березюк, О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011
14. Медведь, Я. О. Спеціальні жаростійкі бетони з використанням промислових відходів. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021.

Стаднийчук Максим Юрійович, аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: b15.stadnychuk@gmail.com

Лемешев Михайло Степанович, к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua

Stadnychuk Maksym, graduate student of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: b15.stadnychuk@gmail.com

Lemeshev Mikhail - Ph.D., associate professor of urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: mlemeshev@i.ua

Є. М. Опря
А. О. Лялюк
О. Г. Лялюк

СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПРОЦЕСОМ УЛАШТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПОКРИТТЯ БУДІВЛІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезах висвітлено сучасний стан впровадження енергозберігаючих покриттів у будівництві, окреслено основні проблеми, що виникають під час їх улаштування, зокрема технічні, економічні та організаційні. Запропоновано шляхи вирішення цих проблем, зокрема вдосконалення нормативної бази, підвищення кваліфікації фахівців, державна підтримка та використання інноваційних матеріалів. Розглянуто перспективи застосування новітніх технологій у підвищенні енергоефективності будівель.

Ключові слова: енергозберігаючі покриття, енергоефективність будівель, будівельні технології, теплоізоляція, проблеми монтажу, інноваційні матеріали.

Abstract

In theses the modern state of introduction of energykeeping coverages is reflected in building, basic problems that arise up during their arranging are outlined, in particular technical, economic and organizational. The ways of decision of these problems are offered, in particular perfection of normative base, in-plant training of specialists, state support and use of innovative materials. The prospects of application of the newest technologies are considered in the increase of енергоефективності of building.

Key words: energykeeping coverages, power efficiency of building, building technologies, heat-insulation, problems of editing, innovative materials.

Вступ

Згідно стратегічних пріоритетних напрямків інноваційного діяльності відповідно Закону України «Про інноваційну діяльність» впровадження енергозберігаючого покриття будівлі є важливою задачею енергоефективності [1]. Актуальною невирішеною проблемою є удосконалення організаційно-технологічного регламенту влаштування та експлуатації огорожувальних конструкцій будівель. Відсутній комплекс моделей, методів та інструментальних засобів для реалізації організаційно-технологічних рішень вдосконалення вибору енергозберігаючого покриття будівлі [2]. Недостатні дослідження з обґрунтування організаційно-технологічних підходів при виборі енергозберігаючого покриття існуючих будівель [3]. У зв'язку з глобальними екологічними викликами та зростанням вартості енергоносіїв, енергозберігаючі технології в будівництві набувають особливої ваги. Зменшення енерговитрат на опалення та кондиціонування будівель стає одним із ключових завдань сучасної архітектури.

Основна частина

Використання енергозберігаючих покриттів, таких як багатошарові фасадні системи, покрівельні мембрани з високою теплоізоляційною здатністю, відображаючі покриття та інші, активно впроваджується як у новому будівництві, так і при реконструкції будівель [4-7].

Основні проблеми улаштування енергозберігаючого покриття:

- Недостатня обізнаність щодо сучасних технологій серед фахівців будівельної галузі.
- Висока вартість якісних матеріалів, що стримує їх широке застосування.
- Помилки при монтажі, що знижують ефективність покриття.
- Недостатня нормативно-правова база щодо контролю за якістю енергозберігаючих систем.
- Відсутність адаптованих рішень для будівель із застарілими конструкціями.

Шляхи вирішення проблем:

- **Підвищення кваліфікації фахівців** через організацію навчальних семінарів, курсів та сертифікації.
- **Державна підтримка та стимулювання:** запровадження програм субсидій та пільгових кредитів для впровадження енергоефективних рішень.
- **Покращення якості матеріалів** шляхом впровадження сучасних технологій виробництва та зменшення їхньої собівартості.
- **Моніторинг і контроль монтажу** за допомогою незалежних сертифікаційних організацій.
- **Розробка індивідуальних проектів** для старих будівель із урахуванням їх конструктивних особливостей.

Перспективи розвитку енергозберігаючих технологій у будівництві. Використання інноваційних матеріалів, таких як нанокompозити, термохромні покриття, здатне підвищити енергоефективність будівель у декілька разів. Інтеграція таких рішень із системами альтернативної енергетики відкриває нові горизонти для сталого розвитку будівельної галузі.

ВИСНОВКИ

Енергозберігаюче покриття будівель є важливим інструментом для підвищення енергоефективності будівель. Рішення існуючих проблем потребує комплексного підходу, що включає розвиток технологій, удосконалення нормативної бази та популяризацію інновацій серед широкого загалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» - К.: ВВР. 2017, №2118-VIII, зі змінами від 4.06.2024 №3764-IX.
2. ДБН В.2.6 – 31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.[Чинний від 2022-09-01]. Київ: Мінрегіон України, 2022. – 28 с. (Державні будівельні норми).
3. Покриття будівель і споруд : ДБН В.2.6-220:2017 - [Чинний від 2017-06-06]. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 53 с.
4. Лялюк О. Г. Дослідження ефективності будівництва енергозберігаючого покриття / Лялюк О. Г., Закусило М. В. // Тези міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», м. Вінниця, 13.11.2019 - [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8331>.
5. Фаренюк Г. П. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. Київ: Гамма-Принт, 2009. 137 с.
6. Zheng, Donglin; Yu, Lijun; Wang, Lizhen; Tao, JIANGANG. An energy-saving retrofit baseline determination method for large-scale building based on investigation data. I Science and technology for the built environment.Vol. 25. I.4. P. 396-408 DOI 10.1080/23744731.2018.1535215
7. Ge, Haijie; Lin, Xingxin; Xiong, Haibei. Research on the Effect of Enclosure Greening on the Building Energy Saving. Frontiers of green building, materials and civil engineering, PTS 1-8.2009. Vol. 71-78. P. 498. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.71-78.498.

Кафедри будівництва міського господарства та архітектури

Опря Євгеній Миколайович – аспірант, Вінницький національний технічний університет. Eugenopria@gmail.com. +380931188544

Лялюк Андрій Олександрович – аспірант, Вінницький національний технічний університет. 1b16b.lyalyuk@gmail.com

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, науковий керівник. e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

Опрія Yevgen - post-graduate studen, post-graduate studen, Vinnitsa National Technical University (VNTU)/ Eugenopria@gmail.com

Lyalyuk Andrey - -graduate studen, VNTU, 1b16b.lyalyuk@gmail.com

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture VNTU, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

АКТУАЛЬНІСТЬ ВЛАШТУВАННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ПОКРІВЛІ, ФАСАДІВ БУДИНКІВ ТА ОЗЕЛЕНЕННЯ СТОЯНОК АВТОТРАНСПОРТУ ТА ТРАМВАЙНИХ ШЛЯХІВ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Висвітлено проблему виникнення ефекту «теплого острова» у міських умовах на прикладі таких міст, як Київ і Львів. Наведено результати досліджень температур поверхонь різних міських зон із озелененням і без нього. Окреслено негативні наслідки недостатньої кількості зелених насаджень у містах та їх вплив на комфортність мікроклімату. Запропоновано використання «зелених» технологій, таких як озеленення покрівель, фасадів будинків, транспортних стоянок і трамвайних шляхів, для зменшення температурних показників і покращення екологічного стану міського середовища.

Ключові слова: тепловий острів, урбанізація, «зелені» технології, озеленення покрівель.

Abstract

The problem of the urban heat island effect is highlighted using the examples of Kyiv and Lviv. The study presents temperature measurements of various urban areas with and without greenery. The negative consequences of insufficient green spaces in cities and their impact on microclimate comfort are outlined. The use of green technologies, such as green roofs, building facades, parking lots, and tram tracks, is proposed to reduce temperature levels and improve the environmental condition of urban areas.

Keywords: urban heat island, urbanization, green technology, green roofs.

Вступ

З розвитком міст людство стикається з проблемою зменшення кількості зелених насаджень та збільшення асфальтованих територій. Як наслідок цього, в містах створюється ефект «теплого острова». Це означає, що температура повітря в межах міста значно вище за температуру навколишніх територій. Оскільки, асфальтовані поверхні накопичують та випромінюють тепло значно сильніше, ніж території з озелененням. А недостатня кількість зелених зон в містах лише посилює цей ефект, тим самим створюючи некомфортний мікроклімат для містян.

На основі цього, актуальним завданням в міському будівництві стає інтеграція «зелених» технологій в полотно міста, зокрема шляхом впровадження «зеленої» покрівлі, вертикального озеленення фасадів будинків, а також озеленення стоянок автотранспорту та трамвайних шляхів.

Результати досліджень

Основою дослідження проблеми ефекту «теплого острова» стали різних поверхонь вулиць таких міст як Київ та Львів, які проводили місцеві активісти та журналісти.

Місто Київ

Результати вимірювань в різних локаціях міста Київ наведені на рисунках 1,2, 3 та 4. Дане дослідження демонструє, що температура пішохідних зон без озеленення досягає вкрай високих значень 44-59°C, в затінку температура варіюється 31-37°C. Звісно газон також гріється на сонці (36-38°C) та у затінку (27°C), але його температура не настільки висока, аніж на тротуарах. У парках та скверах на сонці температура дерев'яних лавок зростає до 51-65°C (в тіні 36°C). Враховуючи, вимірювання також проводилось і на «зелених» вуличних меблях можна сказати, що вони насправді не рятують від спеки і гріються на сонці до 51°C, оскільки не створюється тінь.

Місто Львів

Отримані результати вимірювань в місті Львів наведені на рисунках 5 та 6 не відрізняються від тих, які проводились в місті Київ. Найвищу температуру мають території без озеленення, тобто проїжджа частина, пішохідні доріжки та міські площі. Температура на проспекті Свободи на сонці варіюється від 33,4°C(газон в тіні) до 61°C(п'єдестал на площі).

Ці дослідження слугують закликом до необхідності впровадження сучасних екологічних технологій, таких як «зелена» покрівля, вертикальне озеленення фасадів, озеленення стоянок автотранспорту та трамвайних шляхів. Це допомогло б містам зменшити ефект «теплого острова», покращити мікроклімат та підвищити комфортність міст.

Хрещатик (біля метро) Київ 14.07.2024 14:30



Рисунок 1 – Результати вимірювання на Хрещатику в м. Київ 2024 р. [1]

Володимирська гірка Київ 14.07.2024 14:00



Рисунок 2 – Результати вимірювання на Володимирській гірці в м. Київ 2024 р. [1]

«Парклет» біля Цирку Київ 14.07.2024 16:00



Рисунок 3 – Результати вимірювання «Парклету» біля Цирку в м. Київ 2024 р. [1]

Сквер біля «Жовтня» Київ 14.07.2024 12:30



Рисунок 4 – Результати вимірювання в сквері біля «Жовтня» в м. Київ 2024 р. [1]



Рисунок 5 – Результати вимірювання проспекту Свободи в м. Львів 2021 р. [2]



Рисунок 6 – Результати вимірювання в сквері «На Валах» в м. Львів 2021 р. [2]

Одним з успішних прикладів впровадження таких екологічних рішень, для покращення мікроклімату міст є Bosco Verticale в Мілані.

Житловий комплекс Bosco Verticale, тобто вертикальний ліс, має незвичайний фасад в порівнянні з навколишньою забудовою. Його «зелений» фасад не відбиває сонячне проміння, а пропускає його крізь рослинний шар, тим самим створює комфортний внутрішній мікроклімат. Крім того, така поверхня регулює рівень вологості, продукує кисень та поглинає вуглекислий газ. Вертикальний ліс також сприяє збільшенню біорізноманіття в міській зоні.

Зрошення в такій системі централізоване, а стан рослин контролюється автоматизованою цифровою системою, також раз на рік садівники виконують обрізку дерев, необхідний догляд та лікування.



Рисунок 7 – Bosco Verticale. [3]

Висновки

Проаналізовано проблему виникнення ефекту «теплого острова» у міських умовах на прикладі таких міст, як Київ і Львів. Досліджено значення температур поверхонь різних міських зон із озелененням і без нього. Визначено негативні наслідки недостатньої кількості зелених насаджень у містах та їх вплив на комфортність мікроклімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ТиКиїв. [Електронний ресурс]: <https://tykyiv.com/news/do-65-gradusiv-aktivisti-vimiriali-temperaturu-poverkhon-u-kiievi-pid-chas-speki/>. (дата звернення 10.11.2024)
2. Хмарочос. [Електронний ресурс]: <https://hmarochos.kiev.ua/2021/06/28/u-lvovi-vymiryaly-temperaturu-riznyh-poverhon-vulycz-pid-chas-speky-foto/>. (дата звернення 10.11.2024)
3. Pedestsl. [Електронний ресурс]: <https://www.pedestal-eternoivica.com/fr/nouvelles/bosco-verticale-in-milan>. (дата звернення 10.11.2024)

Кошова Анастасія-Юлія Олегівна - студентка групи БМ-206, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nastiayulia08@gmail.com

Науковий керівник: **Хороша Оксана Іванівна** – кандидат архітектури, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Koshova Anastasia-Iulia— student of BM-20b group, Faculty of Construction, civil and ecology engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nastiayulia08@gmail.com

Supervisor: Khorosha Oksana - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

АНАЛІЗ БЛАГОУСТРОЮ ПІШОХІДНИХ ЗОН В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проаналізовано сучасні тенденції благоустрою пішохідних зон у м. Вінниця та їх вплив на якість життя мешканців. Важливість пріоритету пішоходів, безпеки пересування, екологічного озеленення, інклюзивності та функціонального зонування. Особливу увагу приділено дослідженню парку Космонавтів та використанню інтелектуальних технологій у дизайні пішохідних просторів.

Ключові слова: Пішохідні зони, благоустрій, транспортна безпека, озеленення, функціональне зонування, екологічність.

Abstract:

This work analyzes current trends in the improvement of pedestrian zones in the city of Vinnytsia and their impact on the quality of life of residents. The importance of pedestrian priority, traffic safety, ecological landscaping, inclusivity and functional zoning. Special attention is paid to the study of the Cosmonaut Park and the use of intelligent technologies in the design of pedestrian spaces.

Keywords: Pedestrian zones, landscaping, transport safety, landscaping, functional zoning, environmental friendliness.

Вступ

Пішохідні зони є важливим елементом міського середовища, що безпосередньо впливає на якість життя та комфорт мешканців. Вони створюють безпечний простір для пересування, сприяють соціальній взаємодії та виконують роль місць для відпочинку та рекреації [1-3]. Сучасні тенденції розвитку міських просторів спрямовані на створення комфортного та доступного середовища для всіх категорій населення, забезпечуючи баланс між екологічними та соціальними потребами. Покращення пішохідних зон дозволяє не лише покращити якість повітря та мікроклімат у містах, а й зменшити рівень шумового та транспортного забруднення [4-6].

Зі зростанням вимог до здорового та активного способу життя, пішохідні зони стають ключовим елементом у формуванні сучасного міського простору. Вони забезпечують не тільки зручність і доступність пересування, але й значно впливають на фізичне та психологічне благополуччя міських жителів [7-10]. Численні дослідження вказують на позитивний вплив комфортних пішохідних зон на здоров'я, адже ці зони, як і міські зелені насадження, забезпечують громадянам простір для відпочинку, активного дозвілля та соціалізації.

Результати досліджень

Основною особливістю пішохідних зон є те, що вони повинні бути привабливо та зручно оформлені, упорядковані й озеленені, що робить місто зручнішим і приємнішим для життя [11-13]. Аналіз благоустрою пішохідних зон на тлі сучасних тенденцій розвитку показує важливу роль цих зон у підвищенні якості міського середовища та зручності для жителів [14-16]. Сучасні тенденції благоустрою пішохідних зон враховують екологічність, безпеку, естетичність, функціональність і пристосованість до потреб різних груп населення.

Основні тенденції та підходи:

1.Пріоритет пішоходів і транспортна безпека

Зростання автомобільного руху в містах за останні десятиліття значно погіршило умови для пішоходів і велосипедистів. Сучасні підходи надають пріоритет пішоходам і велосипедистам, обмежують швидкість руху та створюють вулиці зі змішаними функціями. Орієнтація на безпеку пішоходів і якість пересування є основою при проектуванні громадських просторів.

2. Озеленення та екоорієнтованість

Екологічна витривалість міст стає пріоритетом, оскільки посилюються загрози від вуглецевих викидів. Пріоритетність пішохідного та велосипедного руху допоможе знизити рівень забруднення і витрати на енергоресурси. Пішохідний і велосипедний рух є значно ефективнішими за автомобільний: вони потребують менше енергії й не перевантажують простір. Велосипедні доріжки та зручні тротуари зменшують потребу в парковках і знижують викиди.

Також не менш важливою складовою сучасного міського благоустрою є озеленення, що охоплює висадку дерев, облаштування газонів, квітників і зелених стін. Ці заходи не лише покращують естетичний вигляд міського простору, але й сприяють зниженню температури, очищенню повітря та створенню комфортного мікроклімату для мешканців.

3. Інклюзивність та доступність

Інклюзивний підхід у дизайні пішохідних зон створює комфортне середовище для всіх відвідувачів. Це сприяє взаємодії між різними групами населення. Створення умов, які забезпечують зручність і доступність для всіх, незалежно від фізичних можливостей. Наприклад, установка пандусів у громадських просторах робить пересування легким для людей на інвалідних візках або тих, хто має обмежену мобільність.

Крім того, дизайн враховує потреби різних груп населення, включаючи спеціально обладнані місця для сидіння. Лавки з підлокітниками та спинками забезпечують комфорт літнім людям та батькам з дітьми. Важливо, щоб ці елементи були розташовані на доступних відстанях, щоб уникнути скупчення людей. Також слід забезпечити достатню ширину тротуарів для зручного проходження, а також розмістити зрозумілі знаки та вказівники, які допоможуть у навігації.

4. Зручне функціональне зонування

Пішохідні зони створюють безпечний і зручний простір для пересування та виконують певні соціальні, економічні та екологічні функції. Ці зони сприяють розвитку бізнесу: магазини, кафе та ринки, що знаходяться в них, залучають більше відвідувачів, що підтримує місцеву економіку та сприяє розвитку малих підприємств. Вони також виконують важливу соціальну роль, слугуючи місцями для зустрічей і спілкування, а також для культурних заходів. Крім того, пішохідні зони сприяють здоровому способу життя, створюючи умови для прогулянок, бігу, їзди на велосипедах та інших активностей на свіжому повітрі.

5. Інтелектуальні технології

Інтелектуальні технології трансформують міський простір, зокрема пішохідні зони, інтегруючи сучасні технологічні рішення для покращення комфортності та ефективності. У пішохідних зонах встановлюють зарядні пристрої на сонячних батареях для гаджетів, мобільні додатки для орієнтування в парку, автоматизовані системи поливу тощо. Такі рішення не лише покращують інфраструктуру, але й роблять міста зручнішими, екологічними та привабливими для мешканців і туристів, сприяючи сталому розвитку.

Аналізуючи інформацію, я провела дослідження парку у м. Вінниці на проспекті Космонавтів. Насамперед я звертала увагу на вищезазначені пункти. Виконуючи дослідження, акцентувала увагу на озелененні, екологічності території, функціональному розташуванні, зонуванні та рівні розвитку інтелектуальних технологій у парку.

Зони парку на проспекті Космонавтів у Вінниці можна поділити на кілька основних функціональних ділянок для створення комфортного та зручного простору:

Зручні місця для відпочинку:

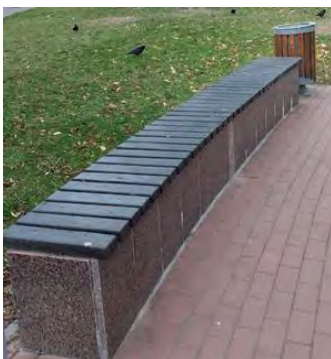


Рис.1 Лавка без спинки



Рис.2 Лавка зі спинкою

Зона для активного відпочинку:

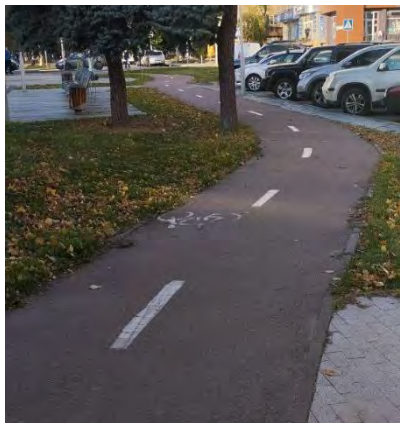


Рис.3 Велосипедна доріжка



Рис.4 Дитячий майданчик

Велосипедні доріжки (рис.3) в парку відокремлені від пішохідних шляхів, з рівним асфальтовим покриттям для комфортного катання. Ширина доріжки — не менше 2,5 метра. Кожна доріжка має різну довжину, обладнані освітленням для вечірнього використання та маркуванням для безпеки. Доріжки органічно вписуються у природне середовище парку.

Дитячі майданчики (рис.4) на території парку обладнані безпечними ігровими елементами: гойдалками, каруселями, гірками та лабіринтами. Покриття — бетонна тротуарна плитка розміром 400×400 мм. Навколо майданчиків — зелені зони та зони відпочинку для батьків.

Естетично привабливі зони:



Рис.5 Пішохідний фонтан

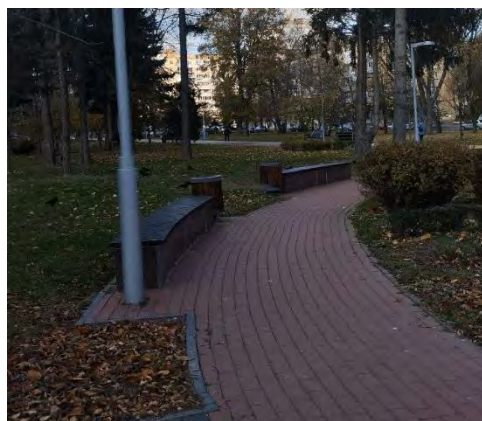


Рис.6 Зелені зони

Пішохідний фонтан (рис.5) у парку Космонавтів як естетично привабливий об'єкт гармонійно вписується в міський простір. Такий фонтан дозволяє людям вільно ходити серед струменів води, особливо популярний серед дітей. Фонтан обладнаний підсвічуванням, яке змінює кольори, і, приваблює увагу особливо у вечірній час. Завдяки вбудованому дизайну в рівень тротуару, він не лише зберігає простір, а й органічно доповнює певну площу. У поєднанні з сучасними технологіями та мінімалістичним стилем пішохідний фонтан підкреслює естетику простору, роблячи його більш комфортним для мешканців та гостей міста.

Зелені зони (рис.6) в міському середовищі виконують не лише екологічну, а й естетичну функцію. Вони сприяють поліпшенню якості повітря, поглинаючи вуглекислий газ, шкідливі частки, а також знижують рівень шуму та температури завдяки зеленим насадженням. Різноманіття рослин не тільки сприяє екологічній рівновазі, але й додає естетичної привабливості, створюючи гармонійний вигляд парку. Вони є важливою частиною сталого розвитку міста, покращуючи якість життя мешканців.

Освітлення парку:



Рис.7 Вбудований ліхтар

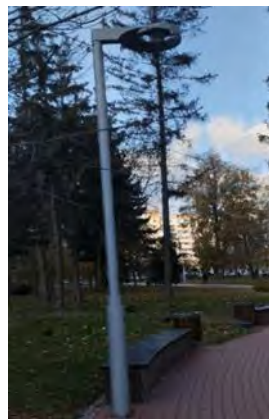


Рис.8 Парковий ліхтар

Вбудовані ліхтарики (рис.7) є важливим компонентом ландшафтного освітлення, який виконує декоративну функцію, підсвічуючи пішохідні доріжки та інші зони парку, що є важливим для безпеки відвідувачів у нічний час. Розташування ліхтариків безпосередньо в тротуарі створює безперешкодне пересування, що сприяє збереженню доступності для всіх мешканців, зокрема осіб з обмеженими можливостями. Вбудовані ліхтарики виготовляються з міцних матеріалів, таких як загартоване скло або сталь, та оснащуються світлодіодними лампами, що забезпечує їх автономну роботу та знижує споживання енергії.

Паркові ліхтарі (рис.8) забезпечують освітлення в темний час доби та покращують естетичний вигляд парку, створюючи комфортну атмосферу для відпочинку та соціальної взаємодії. Важливою функцією є також використання парку вночі для активного відпочинку та культурних заходів. Таким чином, належне освітлення сприяє безпеці, комфорту та сталому розвитку парків. Використання енергоефективних LED-світильників зменшує енергоспоживання та екологічний вплив.

У порівнянні з парковими ліхтарями, вбудовані світильники мають менше енергоспоживання, але більше підходять для акцентного освітлення.

Технології парку:



Рис.9 USB підключення вбудовані в освітлювальні стовпи



Рис.10 Камера відеонагляду

Технологія USB підключення (рис.9) в парку дозволяє відвідувачам заряджати свої мобільні пристрої за допомогою спеціальних зарядних станцій, що вбудовані в освітлювальні стовпи. Встановлення таких технологій підвищує комфорт користувачів, даючи їм змогу підтримувати заряд своїх пристроїв навіть під час перебування на природі. Наявність таких зарядних станцій робить парк більш привабливим для тривалого відпочинку, проведення зустрічей на свіжому повітрі або організації відкритих заходів, де відвідувачі можуть активно використовувати свої пристрої.

Камери відеонагляду (рис.10) в парку є важливими для гарантування безпеки, контролю за поведінкою відвідувачів і оперативного реагування на надзвичайні ситуації. Вони також допомагають захищати природне середовище, запобігаючи порушенню екологічних норм, і певною мірою знижують рівень злочинності завдяки підвищеному контролю.

В результаті дослідження парку, оглянувши всі технології та проаналізувавши екологічність, хоча запропонувати встановлення сонячних панелей на енерговитратні елементи. Сонячні панелі зможуть жити енергозберігаючі ліхтарі та освітлювальні системи, що знизить витрати на електричну енергію та зробить парк більш екологічним. Також пропоную встановити автоматичні системи поливу для збереження зелених зон, які є необхідними для екологічності міста. Встановлення панелей для автоматичних систем поливу допоможе ефективно використовувати воду та енергію. Це рішення допоможе зменшити витрати на енергію, покращити екологічну ситуацію в парку та місті в цілому, а також стане важливим етапом впровадження сталих технологій у громадські простори. Крім того, використання сонячних панелей та автоматичних систем поливу дозволить підтримувати комфортні умови для відвідувачів, зберігаючи природну красу та різноманіття зелених зон.

Висновки

Отже, сучасні тенденції благоустрою пішохідних зон зосереджені на тому, щоб зробити їх зручнішими і безпечнішими для людей. Основна ідея — додавати зелені насадження та використовувати екологічні матеріали.

Дизайн зон враховує потреби всіх людей, щоб вони були доступними для всіх. Використання сучасних технологій, таких як мобільні додатки, робить пішохідні зони більш функціональними. Крім того, ці місця перетворюються на простори для культурних заходів і соціальних активностей.

Дослідження парку на проспекті Космонавтів у м. Вінниці підтвердило, що парк має продуману інфраструктуру для відпочинку та дозвілля, зручні пішохідні та велосипедні доріжки, безпечні дитячі майданчики та місця для відпочинку. Зелені зони покращують якість повітря та мікроклімат, а освітлення і фонтани створюють затишну атмосферу. Впровадження інтелектуальних технологій, таких як зарядні станції та відеонагляд, забезпечує зручність і безпеку. Для покращення екологічної ситуації рекомендовано встановити сонячні панелі та автоматичні системи поливу, що зробить парк енергоефективним і сталим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гел, Йен. Міста для людей / Йен Гел; переклад з англійської Ольги Любар-ГЗІської. - К.: КЕНЕКШЕНС, 2020. — 280 с., фото.
2. 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.
3. Аналіз благоустрою пішохідних зон в умовах великого міста Деркач О.О., Личаний М І, Яцюк А.О. Електронний ресурс: Режим доступу- <https://er.nau.edu.ua>
4. Реконструкція та благоустрій зелених зон Б. Синько, Ю. Огаренко
5. Культурна пам'ять як чинник конструювання ідентичності в умовах трансформації українського суспільства. /Поліна Вербицька/ Інститут гуманітарних і соціальних наук Національний університет "Львівська політехніка"
6. Погосян С. К. Актуальні методи формування урбанізованого архітектурно-містобудівного середовища [Електронний ресурс] / С. К. Погосян, М. М. Марчук, В. П. Ковальський // Матеріали ІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17598>.
7. 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 :и Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 317-322.
8. Ковальський В. П. Малі архітектурні форми, їх переваги та недоліки(на прикладі міста Вінниці) [Текст] / В. П. Ковальський, К. Пиндик // Вісник науково-методичних досліджень. - Вінниця : ВГПК, 2015. – № 4. - С. 113–118.
9. Любарський В. С. Проблеми ревіталізації громадського простору [Електронний ресурс] / В. С. Любарський, А. Ю. Дзюбенко, В. П. Ковальський // Матеріали ІІ науково-технічної конференції

- підрозділів ВНТУ, Вінниця, 31 травня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15830>.
10. Рикало О. О. Актуальність створення майстер-планів та генпланів для відбудови й розвитку українських міст [Електронний ресурс] / О. О. Рикало, І. А. Чулик, В. П. Ковальський // Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17601>.
 11. Матвійчук Є. Р. Впровадження організаційно-технічних рішень житлової зони в умовах щільної міської забудови [Електронний ресурс] / Є. Р. Матвійчук, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2021), м. Вінниця, 01-14 травня 2021 р. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/viewFile/11139>.
 12. Вітюк І. В. Критерії комплексної оцінки сучасного стану садово-паркових об'єктів на території міста Вінниці [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference, «Dny vědy -2017», 22 -30 března 2017 г. - Praha : Publishing House «Education and Science», 2017. – Vol. 6 : Chemie a chemické technologie . Zemědělství . Matematika. - С. 45-48.
 13. Абрамович В. С. Застосування адаптивної архітектури при ревіталізації будівель і міських просторів [Електронний ресурс] / В.С. Абрамович, В.П. Ковальський, А.В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2020)", 10-12 листопада 2020 р. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/viewFile/10868/9072>
 14. Вітюк І. В. Варіанти моделювання ландшафтно-архітектурної та просторової структури рекреаційно-розважальних парків [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Прикладні науковотехнічні дослідження : матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квітня 2017 р. - ІваноФранківськ : Симфонія форте, 2017. - С. 144. - ISBN 978-966-284-110-7
 15. Методика формування садово-паркових об'єктів на прикладі міста Вінниці [Електронний ресурс] : [презентація] / І. В. Вітюк ; Вінницький національний технічний університет ; Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання ; Кафедра будівництва міського господарства та архітектури. - Електронні текстові дані (1 файл: 2,15 Мбайт). - Вінниця, 2017. - Назва з екрана.
 16. Ковальський В. П. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об'єктів [Текст] / В. П. Ковальський, І. В. Вітюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 2. – С. 69-73.

Винник Ольга Костянтинівна— студентка групи БМ-236, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. Email:olyav9378@gmail.com.

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email:kovalskiy@vntu.edu.ua

Olga Vynnyk— student of group BM-23b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olyav9378@gmail.com.

Kovalsky Viktor Pavlovich – PhD, Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail:kovalskiy@vntu.edu.ua

Визначення структури громадського простору, його ознаки та роль

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Удосконалення громадських просторів та окремих локацій надає потенціал містам для їх подальшого розвитку. Місцеве самоврядування повинно враховувати аспекти міського та регіонального впливу при проектуванні сталих рішень громадських просторів. Метою статті є ідеї створення громадського простору, ймовірні принципи активізації та нетворкінгу.

Ключові слова: громадський простір, публічний простір, парк, благоустрій, залучення мешканців.

Abstract

Improvement of public spaces and individual locations provides potential to cities for their further development. Local self-government should take into account aspects of urban and regional influence when designing sustainable solutions for public spaces. The purpose of the article is the idea of creating a public space, the probable principles of activation and networking.

Keywords: public space, park, improvement, involvement of residents.

Вступ

Громадський простір- це місця, що належать громаді або знаходяться у вільному доступі. Вони відкриті для всіх і не мають комерційної основи. Кожен простір має свої характеристики: історичні, соціально-економічні, просторові та природні. Згідно даних в англійських джерелах, громадський простір зазвичай визначається як відкрите місце, придатне для використання людиною. В українському законодавстві поняття «громадський простір» не визначено [1].

Громадські простори здебільшого приймаються окремими самостійними одиницями. Проблеми, пов'язані з цими просторами, є локальними і можуть бути вирішені простим рішенням (наприклад, озелененням). Однак погляд на місце з висоти, включаючи його контекст і оточення, показує несподівані нові можливості, роблячи громадські простори стратегічно важливими для громади.

Результати досліджень

Говорячи про комфортні та успішні громадські простори, не завжди легко чітко визначити їхні ознаки та ключові компоненти. Проте для кращого уявлення цілей, цей процес є важливим.

Ознаки комфортного громадського простору:

-зосереджений на людях як особистостях. Коли в громадському просторі починають домінувати види транспорту, стає важко захистити кордони головних користувачів простору- пішоходів;

-створення умов, в яких різні соціальні групи можуть користуватись простором, не будучи розділеними яскраво вираженими фізичними бар'єрами (шлагбаумами чи парканами);

- включені економічно ефективні будівельні рішення, такі як озеленення, меблі та мощення;
- наявність адаптивних заходів відповідно до сезону, дня тижня та часу доби;
- дружній та безпечний для вразливих груп, таких як люди похилого віку та діти;
- економічно ефективний, використовує переваги унікальних місцевих особливостей і не імітує стандартні рішення замовників [2].

Найбільш поширеним типом громадського простору є парки. Це самостійні архітектурно-організаційні комплекси площею не менше 2 га, які виконуються санітарно-гігієнічну функцію і призначені для короткотривалого відпочинку населення. [3].Також до популярних видів простору належать набережні, сквери, озера, площі та ринки.

Громадські простори схожі на конструктори за своєю структурою. Простори повинні враховувати геометрію елементів. Існує три типи- точка, лінія та поверхня- і їх вибір та поєднання визначають композицію та візуальний вигляд простору.

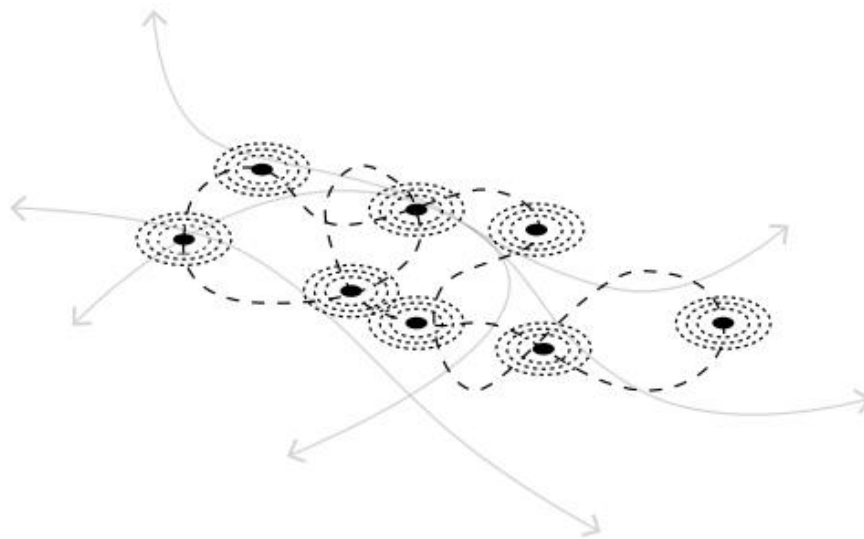


Рисунок 1-Точкові об'єкти (вуличні меблі та об'єкти інфраструктури)

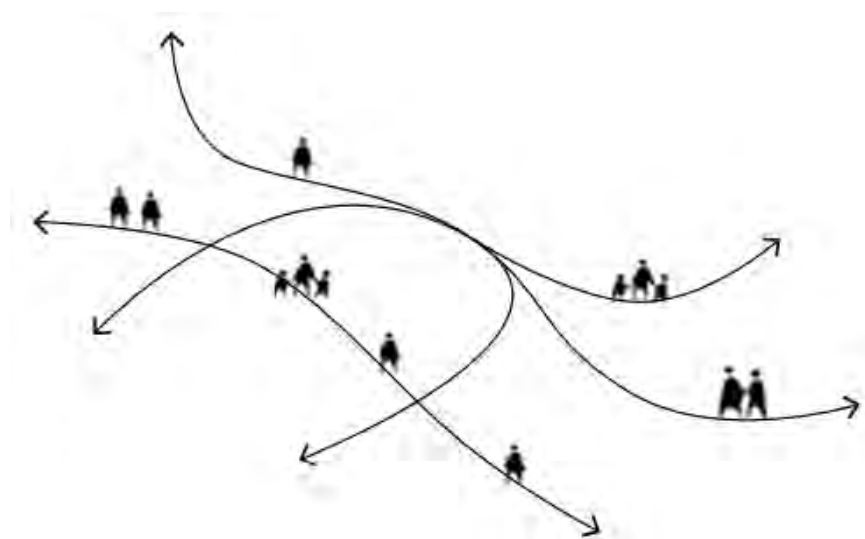


Рисунок 2-Лінійні об'єкти (доріжки, хідники, вулиці)



Рисунок 3-Площинні об'єкти (місця відпочинку, газони, клумби, майданчики)

Правильне поєднання різних типів елементів дозволяє досягти бажаних результатів, таких як концентрація уваги, комфорт і безпека. Ці результати повинні впливати з аналізу місцевих умов і користувачів. Різні типи об'єктів мають різні ефекти. З точки зору призначення: поверхневий об'єкт формує функціональне зонування області, а точковий об'єкт забезпечує чітку функцію на місці. Це можна застосовувати, знаючи кількість користувачів і характер їх взаємодії. Щоб об'єднати людей, можна використовувати точкові об'єкти (лаву, шаховий столик, амфітеатр). А коли варто розосередити відвідувачів, краще створювати площинні об'єкти, де кожен знайде комфортне місце (спортивні та дитячі майданчики). З іншого боку, лінійні об'єкти з'єднують точкові і площинні, забезпечуючи позитивний користувальницький досвід і прискорюючи пересування людей. Крім того, прямі шляхи дозволяють і стимулюють рухатись швидко, в той час як звивисті дають відчуття зручності [4].

Висновки

Громадські простори заповнюють міські прогалини і безпосередньо пов'язані зі створенням міських способів буття. Вони формують соціальні зв'язки в містах, надають людям місце для зустрічей, взаємодії та обміну ідеями, а також впливають на загальну якість міського середовища. Це пов'язано з тим, що люди, як правило, почуваються краще, коли перебувають у комфортних громадських просторах, і є більш активними.

Структура та соціальна стратифікація місця відображають те, як планується, управляється та використовується простір. Чим більш живим, різноманітним і активним є громадський простір, тим відкритим та демократичним є суспільне середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Як досліджувати публічні простори в Україні: напрями і методи. Практичний посібник / Кушніренко О., Петренко-Лисак А., Шутюк О. - К.: ВАДЕКС, 2020. - 38 с
2. Поліщук, С., Гулевата А. (2023). Як створити громадський простір. Покрокова інструкція
3. ДБН Б.2.2-5:2011 Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій.
4. Поліщук, С., Шевченко, О. (2021). Як створити громадський простір: практичні рекомендації для громад

Мартинюк Юлія Олександрівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Медведь Ярослава Олегівна — студентка групи 1BM-23м, факультет будівництва ,теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yaroslava.sun3@gmail.com

Кушнір Марина Михайлівна — студентка групи 1BM-23м, факультет будівництва ,теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Martyniuk Yulia— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Kushnir Maryna — student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Medved Yaroslava— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslava.sun3@gmail.com

Khorosha Oksana - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезі представлено прикладні методи оцінки перспектив розвитку міських територій. Акцент зроблено на комплексному підході, що охоплює аналіз соціально-економічних, екологічних та інфраструктурних аспектів. Наведено основні принципи методології, фактично практичні приклади її застосування та розроблено напрямки вдосконалення.

Ключові слова: міські території, перспективи розвитку, комплексна оцінка, прикладні методи, міська інфраструктура, просторове планування, соціально-економічний аналіз, екологічна стійкість, урбанізація, містобудівний розвиток, інноваційні підходи, управління територіями.

Abstract

The role of open spaces in residential areas as a tool for optimizing the use of public shared territory is investigated. The main principles of creating open spaces, their impact on the quality of life of residents and social interaction are considered. Examples of the effective use of such spaces in the context of modern urban planning are given.

Keywords: open spaces, public areas, residential areas, optimization, urban planning, social interaction, urbanization, sustainable development, comfortable environment, green infrastructure, landscaping, innovative solutions.

Вступ

Сучасні території міста характеризуються динамічним розвитком, що зумовлюється використанням прикладних методів для їхньої комплексної оцінки. Урбанізація, зміни в соціально-економічній структурі, технологічний прогрес і екологічні виклики створюють передумови для перегляду традиційних підходів до планування та управління територіями.

Комплексна оцінка розвитку міських територій є інструментом, який дозволяє поєднувати різноманітні аспекти життєдіяльності міста в єдину методологічну систему [1,2]. Це сприяє прийняттю ефективних рішень щодо розвитку інфраструктури, підвищення якості життя мешканців, екологічної рівноваги та забезпечення стійкого економічного зростання.

Основна частина

Комплексна оцінка перспектив розвитку міських територій вимагає системного підходу, який включає врахування різноманітних факторів, що впливають на життєдіяльність міста. У сучасному урбанізованому світі планування розвитку території має вплив на їхню соціально-економічну, екологічну, просторову та інфраструктурну складові. Підхід забезпечує ефективне використання ресурсів, збереження цейдовкілля та створення комфортних умов для мешканців.

Одним із ключових аспектів є соціально-економічний аналіз, який дозволяє оцінити демографічну ситуацію, рівень доходів і зайнятості населення, доступність медичних, освітніх і культурних послуг. Також, важливо дізнатися, як зміни в економіці регіону впливають на динаміку міської зайнятості, визначити слабкі місця, такі як нерівномірний доступ до послуг у різних районах міста. На цих основах дані можливі альтернативи для інвестицій і розробки програм соціальної підтримки [3].

Екологічна складова є не менш важливою, особливо з урахуванням сучасних викликів, пов'язаних із кліматичними змінами та зростанням рівня забруднення. Оцінка впливу діяльності міста на довкілля включає вивчення якості повітря, стану водних ресурсів, біорізноманіття та зелених зон. Використання геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє ідентифікувати екологічно вразливі території та розробляти ефективні стратегії їх охорони. Наприклад, впровадження зеленої інфраструктури, зокрема

міських парків і скверів, сприяє покращенню екологічної ситуації, одночасно підвищуючи якість життя мешканців.

Інфраструктурна складова охоплює аналіз стану доріг, транспортних систем, житлового фонду та комунікацій. Наприклад, оптимізація транспортної системи може включати розробку інноваційних маршрутів громадського транспорту, що враховують щільність населення та доступність ключових об'єктів інфраструктури. Одним із перспективних рішень є розвиток мультимодального транспорту, який об'єднує пішохідні, велосипедні маршрути та громадський транспорт. Ці заходи не зменшують навантаження на дорожню мережу, але сприяють зниженню рівня викидів парникових газів.

Просторова складова є основою для ефективного використання території, особливо в умовах обмеженого простору, характерного для урбанізованих територій [4]. Просторове планування має вплив як потреби у забудові, так і збереження історичних та природних об'єктів. Важливим аспектом є адаптація старих промислових зон до сучасних потреб, наприклад, їхнє перетворення на культурні чи рекреаційні приміщення. Застосування цифрових технологій, таких як 3D-моделювання, дозволяє прогнозувати наслідки тих чи інших архітектурних рішень і забезпечувати інтеграцію нових об'єктів у міське середовище без втрати функціональності існуючих зон.

Однією з ключових методологічних комплексних оцінок є використання багатьох факторного аналізу, який охоплює політичні, економічні, соціальні, технологічні, екологічні та правові аспекти (PESTEL-аналіз). Цей підхід дає змогу використовувати ризики й можливості для кожного з елементів міської системи [5,6]. Наприклад, у містах, які мають значний економічний потенціал, але стикаються з екологічними проблемами, доцільно спрямувати ресурси на розвиток стійкої енергетики та вдосконалення системи переробки відходів.

Експертні методи також виконують важливу роль у процесі оцінки. Вони включають залучення спеціалістів із різних сфер – від архітектури до екології – для розробки стратегічних планів розвитку. Наприклад, при плануванні нових житлових кварталів актуальна думка екологів щодо збереження природного середовища, а також транспортних інженерів для забезпечення зручної логістики. Успішні приклади реалізації таких підходів можна спостерігати в європейських містах, таких як Гельсінкі чи Амстердам, де врахування інтересів громади та інноваційні підходи дозволили досягти високого рівня міської гармонії [6].

Використання моделювання є ще одним компонентом оцінки. Наприклад, транспортні моделі можуть допомогти прогнозувати вплив нових доріг або станцій метро на міські потоки. Економіко-математичне моделювання дозволяє оцінити інвестиційну привабливість районів, визначаючи, яка зона є найбільш перспективною для розвитку бізнесу чи житлового будівництва.

Усе це підкреслює необхідність інтегрованого підходу до оцінки міських територій. Індивідуальний аналіз забезпечує не позбавлення проблемних зон, але й надає рекомендації щодо їхнього усунування. У контексті сучасних українських реалій це є інструментом для створення конкурентоспроможних і стійких міст, які викликають виклик глобалізації та урбанізації.

Висновки

Відкриті простори є потужним інструментом для оптимізації використання громадських територій у житлових районах. Їх правильне планування та використання дозволяє забезпечити комфортне та безпечне середовище для мешканців, сприяючи формуванню сталих міських спільнот. Подальші дослідження в цій сфері мають зосереджуватися на впровадженні інноваційних рішень та концепцій розвитку, що поєднують екологічні, соціальні та економічні аспекти

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The Charter of European Sustainable Cities and Towns Towards Sustainability (n.d.) Retrieved from: http://www.sustainablecities.eu/fileadmin/repository/Aalborg_Charter/Aalborg_Charter_English.pdf
2. Leipzig Charter for a Sustainable European City (n.d.) Retrieved from: http://www.2030.poltava.ua/files/LeipzigCharta_RU.pdf
3. Deng, D., Liu, S., Wallis, L., Duncan, E., McManus, P. (2017) Urban Sustainability Indicators: how do Australian city decision makers perceive and use global reporting standards? *Australian Geographer*, 48(3), 401-416.
4. Hulse, J. H. (2007) *Sustainable Development at Risk: Ignoring the Past*. New Delhi: Cambridge University Press India Pvt. Ltd. Ottawa: International Development Research Centre, 390.

5. Азарова, І.Б. Модель оцінки сталості розвитку міст [Текст] / І.Б. Азарова, Д.І. Ярошук // Управління розвитком складних систем. - 2018. - № 34. - С. 6 - 12.
6. Lachmi Khemlani (2016). City Information Modeling Retrieved from: <http://www.aecbytes.com/feature/2016/CityInformationModeling.html>

Калашніков Вадим Євгенович – студент 2-го курсу магістратури, група 1БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kalashVE@gmail.com

Швець Віталій Вікторович – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Бричанський Артур Олегович – аспірант 3-го курсу, група 192-22а, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет; викладач спецдисциплін, Вище художнє професійно-технічне училище №5, м. Вінниця, e-mail: artyrbr@gmail.com

Kalashnikov Vadim Evgenievich – 2nd year master's student, group 1BM-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kalashVE@gmail.com

Shvets Vitaliy – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

Brychanskyy Artur – 3st-year graduate student, group 192-22a, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, artyrbr@gmail.com

Методи, принципи та заходи реконструкції історичних будівель

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Реконструкція історичних будівель є напрямком в архітектурі та інженерії, що забезпечує продовження терміну служби будівель, їх адаптацію до нових функцій, а також підвищення ефективності використання міських просторів. Метою статті є дослідження та систематизація сучасних методів реконструкції.

Ключові слова: реконструкція, методи, історична забудова, принципи.

Abstract

Reconstruction of historic buildings is a field within architecture and engineering that ensures the extension of building lifespans, their adaptation to new functions, and improved efficiency in the use of urban spaces. The aim of this article is to research and systematize modern reconstruction meth.

Keywords: reconstruction, methods, historical buildings, principles.

Вступ

Реконструкція історичних будівель є складним і важливим завданням сучасної архітектури та інженерії. Вона передбачає не лише відновлення фізичної структури об'єктів, але й збереження їх культурної та історичної цінності. Багато історичних будівель потребують адаптації до сучасних функціональних вимог, підвищення енергоефективності та забезпечення безпеки, що вимагає застосування новітніх методів і технологій у процесі реконструкції. У цьому контексті, дослідження принципів та методів реконструкції набуває особливого значення, адже дозволяє зберегти архітектурну спадщину для майбутніх поколінь, одночасно забезпечуючи можливість ефективного використання міських просторів.

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів, принципів та заходів реконструкції історичних будівель, з акцентом на збереження їх автентичності, підвищення технічної міцності та адаптацію до нових функціональних вимог. У дослідженні розглядаються технічні методи оцінки стану конструкцій, методи посилення будівельних матеріалів, а також підходи до інтеграції сучасних технологій в процес реконструкції.

Результати досліджень

Досліджуючи історію реконструкції, чітко видно що будівлі реконструюють різними методами. Проаналізувавши світовий досвід можна виділити 5 основних методів реконструкції (схема 1.1)

Метод модернізації. Застосовуючи цей метод виконавці мають на меті, без втручання геометричних розмірів будівлі, її основних конструктивних елементів та загального вигляду, змінити її функціонал за допомогою перерозподілу площ та приміщень. При цьому покращуються якісні та естетичні параметри будівлі, що в свою чергу робить експлуатацію більш економічно вигіднішою. [1]

Схема 1.1.



2. Метод внутрішньої реконструкції або реновації. У цьому методі передбачено використання та перепланування внутрішніх просторів будівлі, а також використання підвального, цокольного або горіщного приміщень, при цьому габарити будівлі не зазнають змін.

3. Метод внутрішньо-зовнішньої реконструкції (реструктуризації) має на меті зміну об'ємно-просторового рішення будівлі шляхом прибудови або надбудови додаткових площ. Цей метод є найбільш використовуваним та об'ємним і має розгалуження на окремі підвиди. [2]

a. Надбудова. Це ефективний засіб збільшення площі будови, оскільки не вимагає додаткових площ прилеглої території. Часто це є найбільш раціональний вибір для реконструкції будівель в умовах щільної міської забудови. Проте він вимагає детального обстеження усіх конструктивних елементів будівлі. Найчастіше виконують надбудову в 1-3 поверхи, при цьому виконують капітальний ремонт, замінюють перекриття, переплановують приміщення та замінюють перегородки.

b. Прибудови та вбудови (рис.1.1). Такий варіант використовують в разі необхідності розширення приміщення або коли є необхідність закрити розриви між будівлями або забудувати кут вулиці.[3] Прибудови зазвичай розташовують в торці або збоку від будівлі, рідше шляхом прибудови збільшують ширину об'єкту.

c. Також як один з підвидів внутрішньо-зовнішньої реконструкції варто виділити розширення корпусу без зміни конструктивних елементів. В такому випадку можна влаштувати консольні балкони та лоджії або прибудувати тераси, зимні сади з однієї чи двох сторін по всій висоті будівлі.

d. Ще іноді у світовому досвіді реконструкції можна зустріти випадки зниження поверховості будівлі. Це досягається шляхом видалення верхніх поверхів чи їх частин або видалення сегментів будівлі.

4. Метод адаптації дозволяє змінити функціональне призначення всієї будівлі не змінюючи її зовнішні габарити. Цей метод є оптимальним у ситуації щільної міської забудови. Якщо ж внутрішнє планування не відповідає майбутньому функціональному призначенню, застосовується варіант повного перепланування з заміною внутрішніх перегородок, перекриттів та покриттів будівлі але з обов'язковим збереженням архітектурного об'єму і вигляду будівлі.

5. В разі повного незадовільного стану будівлі, при якому вартість реконструкції перевищує вартість знесення та будівництва нової будівлі – застосовують метод знесення з заміною на нове будівництво. Передумовами для знесення будівлі можуть бути: виникнення

дефектів що знижують несучу здатність будівлі; аварійний стан будівлі – стан при якому існує велика вірогідність обвалення; показники експлуатації об'єкта не відповідають сучасним вимогам та невідповідність містобудівній концепції.

Висновки

Реконструкція історичних будівель є ключовим напрямом, який поєднує збереження культурної спадщини з адаптацією до сучасних вимог. Розглянуті методи, принципи та заходи дозволяють не лише продовжити термін служби таких будівель, але й підвищити їх функціональність, безпеку та енергоефективність. Використання сучасних технологій у реконструкції, зокрема інноваційних матеріалів і методів діагностики, сприяє комплексному підходу, що включає збереження автентичності будівель, захист довкілля та економічну доцільність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інститут урбаністики «Приклади практичного застосування методів реконструкції застарілого житлового фонду» Київ 2019 рік.
2. Н. В. Поцелуєва. Методи реконструкції наркологічних закладів. архітектурний вісник кнуба.дбн б.2.2-5:2011 Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій.
3. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник / [за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 404 с. – (Серія «Міське будівництво та господарство»).

Медведь Ярослава Олегівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва ,теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yaroslava.sun3@gmail.com

Мартинюк Юлія Олександрівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Кушнір Марина — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва ,теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Medved Yaroslava— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Martyniuk Yulia— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Kushnir Maryna — student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Khorosha Oksana - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Аналіз об'ємно-планувальних рішень навчальних закладів

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто об'ємно-планувальні рішення навчальних закладів, що дозволяє оцінити взаємозв'язок основних груп приміщень, та їх розташування, для комфортного навчання учнів.

Ключові слова: група приміщень, класи, навчальні секції.

Abstract

Spatial and planning decisions of educational institutions are considered, which allows to evaluate the relationship of the main groups of premises and their location for comfortable learning of students.

Keywords: a group of premises, classes, educational sections.

Вступ

Основою архітектурно-планувального вирішення шкільного будинку є розподіл всіх учнів на окремі групи з урахуванням їх вікових особливостей та індивідуальних здібностей, можливості об'єднання учнів у колективи різної величини для проведення масових заходів і групування приміщень відповідно до їх функціональних призначень.

Завдання даної роботи є з'ясувати види функціональних груп приміщень навчальних закладів, визначити взаємозв'язку основних груп приміщень школи.

Результати досліджень

У будівлях закладів освіти в залежності від типу закладу освіти передбачаються такі функціональні групи приміщень:

- класи (в закладах загальної середньої освіти), навчальні кабінети, лабораторії та аудиторії;
- зали креслення (в закладах професійної та вищої освіти);
- навчально-виробничі;
- навчально-наукові (у закладах вищої освіти);
- фізкультурно-спортивні;
- бібліотека;
- клубно-видовищні;
- харчування (ресторанного господарства);
- медичного обслуговування;
- адміністративно-службові;
- допоміжні та підсобні (вестибюль, гардероби, рекреації, санвузли, комори)[1].

Будинки загальноосвітніх шкіл і шкіл-інтернатів необхідно проектувати з урахуванням таких функціональних вимог:

а) навчальні приміщення групуються в навчальні секції за віковими і навчально-технологічними ознаками:

- навчальні секції для 1-х класів (шестирічок), які об'єднують приміщення не більше двох паралельних класів, з рекреаціями, гардеробними та санітарними вузлами;

- навчальні секції 2-4-х класів у складі не більше шести класних приміщень, майстерні для трудового навчання, універсального приміщення для груп подовженого дня, рекреаційних приміщень і санітарних вузлів;

- навчальні секції 5-12-х класів, до складу яких входять універсальні та спеціалізовані навчальні кабінети, кабінети-лабораторії, рекреаційні приміщення; санітарні вузли допускається розміщувати поза навчальними секціями;

б) навчальні секції 1, 2-4-х класів повинні бути відокремленими і непрохідними для учнів інших вікових груп;

в) навчальні секції і загальношкільні групи приміщень можуть розташовуватись у загальному компактному будинку централізованого типу або у взаємозв'язаних функціональних блоках.

Виняток становить група навчального центру, призначена в основному для старших школярів, та їдальня, якою можуть користуватися всі вікові групи. Приміщення для молодших школярів (1 - 4 класи) повинні бути виділені в окремий блок або згруповані в одному місці не вище другого поверху з відокремленим входом з вулиці.

Необхідно виключати утворення «прохідних зон», в яких можуть перетинатися різні вікові групи учнів. Наприклад, блок початкових класів повинен примикати до основної будівлі, минаючи навчальні приміщення старшого шкільного віку. Навчальні приміщення належить ізолювати від приміщень, де є джерела розповсюдження шуму (майстерні, фізкультурно-спортивні зали тощо) і запахів (їдальні і т.п.). Схему взаємозв'язку основних груп приміщень (Рис.1.)

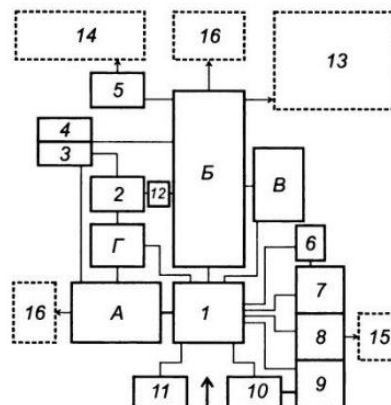


Рис.1. Схема взаємозв'язку основних груп приміщень загальноосвітньої школи:

А – навчальні секції 1-4 класів; Б – навчальні секції 5-12 класів; В – групи приміщень трудового навчання; Г – групи приміщень для організації подовженого дня; 1 – вестибюль-гардероб; 2 – кабінет технічних засобів навчання; 3 – бібліотека; 4 – учительська; 5 – лабораторії; 6 – кабінет військової підготовки; 7 – спортивні зали; 8 – їдальня; 9 – актовий зал; 10 – музичний клас; 11 – адміністрація; 12 – технічний центр; 13 – зона відпочинку; 14 – спортивна зона; 15 – навчально-дослідна зона; 16 – господарська зона.

Всі класні приміщення повинні бути орієнтовані вікнами в тиху зону ділянки школи. Вхід до будівлі переважно влаштовується з боку галасливої зони.

Висота будівлі загальноосвітньої школи не повинна перевищувати 3-х поверхів (у крупних, найкрупніших і великих містах, крім районів з сейсмічністю 7-8 балів, допускається будівництво чотириповерхових будівель закладів загальної середньої освіти).

Важливим чинником, що визначає основну композицію школи, є характер взаємозв'язку між окремими функціональними блоками або групами приміщень. У проектно-будівельній практиці можна умовно виділити наступні типи архітектурної композиції: лінійна, павільйонна, централізовано-блочна, периметрична, централізована, змішана[2].

Враховуючи те, що школи є центрами навчально-виховної роботи з дітьми та підлітками, їх слід проектувати так, щоб забезпечити не тільки високі функціонально-технологічні якості, але й архітектурно-художню виразність навчального середовища за рахунок гармонійних пропорцій, проявів внутрішньої структури на фасадах будівлі, відповідного масштабу, використання ефективних та естетично якісних оздоблювальних матеріалів.

Конструктивна система шкільного будинку визначається відповідно до архітектурно-планувального та композиційного рішення з урахуванням техніко-економічного аналізу. Найбільш

розповсюджені в шкільному будівництві місцеві матеріали, монолітні та збірні залі зобетонні конструкції, легкі металеві системи, великопорогові покриття залів, оболонки, складки тощо.

Висновки

Встановлено, що об'ємно-планувальні рішення навчальних закладів дають змогу оцінити взаємозв'язок основних груп приміщень школи. Функціональні групи приміщень з дотриманням функціональних вимог створюють комфортний простір для навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1
2. Ковальська Г.Л. - Архітектурне проектування навчальних закладів. Київ 2010 рік

Кушнір Марина Михайлівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Медведь Ярослава Олегівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yaroslava.sun3@gmail.com

Мартинюк Юлія Олександрівна — студентка групи 1БМ-23м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

Kushnir Maryna — student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: marinakushnir627@gmail.com

Medved Yaroslava— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslava.sun3@gmail.com

Martyniuk Yulia— student of 1BM-23m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yuliamartik@gmail.com

Khorosha Oksana - PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТОРГОВО-ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезі розглядаються методи вдосконалення торгово-офісних будівель шляхом інтеграції альтернативних джерел енергії. Зроблено акцент на енергоефективності, зниженні викидів вуглецю та економічній вигідності таких рішень. Проаналізовано сучасні тенденції, технології та практичні аспекти використання відновлених джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та геотермальна енергія.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, енергоефективність, торгово-офісні будівлі, відновлена енергія, сонячні панелі, вітрові турбіни, геотермальна енергія, зелена архітектура, зниження вуглецевих віків, сталий розвиток, енергозбереження, інтегровані системи.

Abstract

The thesis examines methods for improving commercial and office buildings by integrating alternative energy sources. Emphasis is placed on energy efficiency, carbon emission reduction, and cost-effectiveness of such solutions. Current trends, technologies, and practical aspects of using renewable energy sources, such as solar, wind, and geothermal energy, are analyzed.

Keywords: alternative energy sources, energy efficiency, commercial and office buildings, renewable energy, solar panels, wind turbines, geothermal energy, green architecture, carbon reduction, sustainable development, energy conservation, integrated systems.

Вступ

Зростання енергоспоживання в торгово-офісних будівлях стає значним викликом у контексті сучасних екологічних і економічних тенденцій. Використання традиційних джерел енергії спричиняє не тільки високу вартість утримання будівель, але й негативний вплив на довкілля через високі викиди вуглецю [1]. Це зумовлює потребу в інтеграції альтернативних джерел енергії для вдосконалення таких об'єктів.

Торгово-офісні будівлі є особливо перспективними для впровадження інноваційних енергетичних проектів, оскільки їхні та функціональні особливості можуть інтегрувати сучасні системи відновлюваної енергетики. Ця стаття досліджує основні аспекти використання альтернативних джерел енергії в таких будівлях, аналізує переваги й виклики цього підходу та окреслює перспективи його застосування.

Основна частина

Інтеграція альтернативних джерел енергії в торгово-офісній будівлі стає єдиною із ключових напрямків їхнього вдосконалення. Сучасні технології можуть значно підвищити енергоефективність і знизити експлуатаційні витрати таких об'єктів. Основними джерелами енергії, які можуть використовуватися, є сонячна, вітрова та геотермальна енергія, а також енергія біомаси.

Сонячна енергія є одним із найбільш розширених рішень завдяки доступності технологій і простоті їх впровадження. Сонячні панелі можна встановлювати на дахах і фасадах будівель, що дозволяє ефективно використовувати площі, які остаточно залишаються не задіяними. Наприклад, установка фотогальванічних панелей у великих торгово-офісних центрах здатна забезпечити значну частину енергетичних потреб будівлі, особливо в сонячних регіонах України [2].

Вітрова енергія є ще одним перспективним джерелом. У регіонах із постійними вітрами використання компактних вітрових турбін може забезпечити додаткову генерацію енергії. Інтеграція таких

систем у конструкцію будівель сприяє створенню ефективної енергетичної інфраструктури. виключно, ці вітрові турбіни можуть бути встановлені на відкритих територіях поруч із будівництвом.

Геотермальна енергія дозволяє використовувати тепло землі для обігріву або охолодження будівель. Геотермальні теплові насоси є ефективним рішенням для забезпечення комфортних умов у приміщеннях, знижуючи при цьому витрати на опалення та кондиціонування. Цей метод є особливо актуальним для великих торгово-офісних об'єктів, які мають стабільну потребу в енергії.

Для забезпечення максимальної ефективності використання альтернативних джерел енергії створюється впровадження інтегрованої системи управління енергоспоживанням. Наприклад, системи «розумного будинку» не можуть оптимізувати використання енергії залежно від потреб будівлі, отримання часу або погодних умов [3]. У таких системах альтернативні джерела енергії можуть працювати в поєднанні з традиційними джерелами, що забезпечує стабільність енергозабезпечення.

Екологічні переваги вдосконалення торгово-офісних будівель за допомогою альтернативної енергетики є очевидними. Зниження викидів вуглекислого газу сприяє боротьбі зі змінами клімату, а зменшення незалежності від викопного палива створює енергетичну незалежність регіону. Крім того, використання відновлених джерел енергії покращує імідж компаній, які орендують або володіють такими будівлями, що може стати кількома маркетинговим інструментом.

Не менші є економічні вигоди. Хоча початкові інвестиції у впровадження системи альтернативної енергетики можуть бути високими, вони швидко окупаються за рахунок зниження витрат на енергоспоживання. Більше того, у багатьох країнах, поєднаних з Україною, існують програми державної підтримки, що стимулюють впровадження енергозберігаючих технологій.

Протест, впровадження альтернативної енергетики в торгово-офісній будівлі стикається з певними викликами. Серед них – висока вартість сучасного обладнання, потреба в спеціалізованих фахівцях для його обслуговування, а також обмежена обізнаність власників будівель щодо переваг таких технологій [4]. Для подолання цих проблем необхідно розвинути інформаційну підтримку, навчальні програми для фахівців і забезпечити доступ до фінансових ресурсів для реалізації проектів.

Успішні приклади впровадження альтернативної енергетики в торгово-офісних будівлях можна знайти в багатьох країнах світу. Наприклад, у Німеччині та Нідерландах широко використовують енергетично автономні офісні комплекси, які генерують енергію із сонця, вітру та геотермальних джерел. Ці об'єкти лише демонструють високий рівень енергоефективності, але й залишаються еталонами для сучасного будівництва.

Висновки

Інтеграція альтернативних джерел енергії в торгово-офісні будівлі є перспективним напрямком, що дозволяє вирішувати низку екологічних, економічних і соціальних завдань. Використання сонячної, вітрової, геотермальної енергії та інших відновлюваних джерел зниження енергетичних витрат, мінімізації викидів парникових газів та підвищення конкурентоспроможності джерел ринку нерухомості. Розвиток інноваційних технологій і підтримка з боку держави створюють сприятливі умови для широкого впровадження таких рішень в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pedko I. Revitalization of industrial zones of the big city / I. Pedko, A. Pandas In Economic and Social Development (Book of Proceedings) // 32nd International Scientific Conference on Economic and Social. — 2018. — p. 174— 180.
2. EPBD recast: Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (recast) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energyefficiency?uri=OJ:L:2010:153:SOM:EN:HTML>
3. Ferek B. Recycling and reuse of chosen kinds of waste materials in a building industry / B. Ferek, J. Harasymiuk and J. Tyburski // Mod Tech International Conference – Modern Technologies in Industrial Engineering IV, 15–18 June 2016, Iasi, Romania, Volume 145, 2016
4. Gjerkeš Henrik. Cost and energy efficient modernization of school buildings in Ukraine / Henrik Gjerkeš, Tetiana Rapina, Marjana Šijanec-Zavrl // Svetstrojništva. – 2016. – Vol. 5, no. 1. – P. 14–21.

Вдовиченко Олександр Сергійович – студент 2-го курсу магістратури, група 1БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kalashVE@gmail.com

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Обідник Микола Дем'янович – к.т.н., старший викладач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Vdovichenko Oleksandr – 2nd year master's student, group 1BM-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kalashVE@gmail.com

Shvets Vitaliy – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Obidnyk Mykola – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

ФОСФОГІПС У ВИРОБНИЦТВІ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній доповіді запропоновано розглянути переваги застосування фосфогіпсу при виробництві сучасних будівельних матеріалів.

Ключові слова: фосфогіпс, суха будівельна суміш, відходи хімічної промисловості, екологічність.

Abstract

In this report, it is proposed to consider the advantages of using phosphogypsum in the production of modern building materials.

Keywords: phosphogypsum, dry construction mixture, chemical industry waste, environmental friendliness.

Вступ

Сучасна будівельна галузь стикається з викликами, які потребують інноваційних підходів і рішень. Однією з ключових задач є пошук матеріалів, які б відповідали вимогам якості, економічної ефективності та сталого розвитку. У цьому контексті використання промислових відходів, таких як фосфогіпс, стає важливою складовою формування нових будівельних технологій.

Фосфогіпс — це побічний продукт хімічної промисловості, що утворюється в процесі виробництва фосфорної кислоти та фосфатних добрив. Щороку у світі утворюються мільйони тонн цього матеріалу, значна частина якого накопичується на спеціальних полігонах, створюючи екологічні проблеми. Проте його хімічний склад і фізичні властивості відкривають можливості для застосування у будівництві, зокрема у виробництві гіпсокартону, цементу, штукатурних сумішей та інших матеріалів.

Фосфогіпс належить до IV класу небезпеки (малонебезпечний), що свідчить про можливість його використання й перероблення, однак відсоток його утилізації невисокий. Розвиток нових технічних рішень утилізації фосфогіпсу, що відповідають концепції сталого розвитку, є актуальним та своєчасним завданням, вирішення якого дозволить зменшити техногенне навантаження в регіонах складування цих відходів і виробити комплексний підхід до можливості його використання в технологіях захисту довкілля [1-3].

Мета цієї доповіді — висвітлити перспективи використання фосфогіпсу у виробництві сучасних будівельних матеріалів, розглянути його переваги, виклики та шляхи впровадження. Ми проаналізуємо досвід застосування цього матеріалу в різних галузях, оцінюючи його технічні, економічні та екологічні аспекти.

Переконаний, що комплексний підхід до переробки фосфогіпсу може не лише зменшити навантаження на навколишнє середовище, але й стати важливим кроком у напрямку сталого розвитку будівельної галузі.

Результати дослідження

Фосфогіпс — це побічний продукт, що утворюється під час розкладу фосфатних руд сірчаною кислотою. Його основним компонентом є дигідрат сульфату кальцію ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), але в ньому також присутні домішки фторидів, важких металів та радіоактивних елементів [4-7].

Щорічно у світі утворюється понад 300 мільйонів тонн фосфогіпсу, більшість якого зберігається на спеціальних звалищах. Це створює екологічні проблеми, зокрема забруднення ґрунтів, водних ресурсів та повітря. Незважаючи на ці ризики, фосфогіпс має значний потенціал для повторного використання, особливо в будівельній галузі.

Розглянемо основні напрямки застосування фосфогіпсу у будівництві:

1. Виробництво гіпсокартону та штукатурних сумішей. Фосфогіпс може використовуватися для виготовлення гіпсокартонних плит, які є основним матеріалом для оздоблювальних робіт. Крім того, він застосовується у виробництві штукатурних сумішей, забезпечуючи їх необхідну пластичність та міцність. Завдяки цьому можливо скоротити витрати на добування природного гіпсу [8-10].

Гіпсові сухі будівельні суміші мають широкий асортимент та сферу застосування. На основі гіпсового в'язучого, одержаного з фосфогіпсу, виготовляють сучасні модифіковані штукатурні та шпатлювальні стартові та фінішні маси, клейові суміші для приклеювання гіпсокартонних плит та зароблення швів між ними. Гіпсовий клей також використовується для склеювання гіпсових пазогребневих плит [11-13]. В останні роки закордонні і деякі вітчизняні фірми стали випускати сухі гіпсові будівельні суміші для влаштування підлог (наливні підлоги) [14-17]. Однак, низька водостійкість гіпсового в'язучого в таких виробках вимагає введення до СБС водостійких наповнювачів та гідрофобізаторів.

2. Цементна промисловість. Фосфогіпс використовується як регулятор твердіння цементу, замінюючи природний гіпс. Це дозволяє зменшити собівартість цементу, зберігаючи його фізико-механічні властивості. Дослідження підтверджують, що добавки фосфогіпсу покращують якість бетону та сприяють підвищенню його довговічності.

3. Виробництво будівельних блоків. Фосфогіпс може служити сировиною для створення блоків і плит, які мають теплоізоляційні властивості. Інноваційні технології дозволяють змішувати його з іншими матеріалами, отримуючи легкі та екологічно чисті будівельні елементи.

Переваги використання фосфогіпсу:

- економічна вигода: використання фосфогіпсу замість природного гіпсу знижує витрати на сировину та виробництво;
- зменшення екологічного навантаження: переробка фосфогіпсу знижує обсяги промислових відходів, скорочуючи площі звалищ і ризик забруднення довкілля;
- підвищення стійкості будівельних матеріалів: додавання фосфогіпсу до сумішей покращує їх міцність і довговічність.

Попри значний потенціал, використання фосфогіпсу в будівельній галузі викликає певні труднощі:

- токсичні домішки: для безпечного використання необхідно очищати фосфогіпс від радіонуклідів і важких металів;
- регуляторні бар'єри: у багатьох країнах використання фосфогіпсу регулюється суворими нормами, що обмежує його застосування;
- недостатня популяризація: потрібно більше наукових досліджень і розробок для популяризації технологій переробки фосфогіпсу.

У майбутньому розвиток технологій переробки фосфогіпсу може зробити його важливою складовою сталого будівництва. Це дозволить не лише вирішити проблему накопичення відходів, але й створити якісні, доступні та екологічні будівельні матеріали.

Висновки

Фосфогіпс, хоча і є побічним продуктом хімічної промисловості, має значний потенціал для використання у виробництві сучасних будівельних матеріалів. Його фізико-хімічні властивості дозволяють замінити природний гіпс і створювати високоякісні будівельні продукти. Це сприяє вирішенню проблеми накопичення відходів і робить будівництво більш екологічним.

Попри переваги, використання фосфогіпсу стикається з низкою обмежень, зокрема наявністю токсичних домішок і регуляторними бар'єрами. Однак розвиток технологій очищення та модифікації може усунути ці перешкоди, зробивши матеріал безпечним і доступним для широкого використання.

Проведення наукових досліджень у галузі переробки фосфогіпсу є важливим для вдосконалення технологій, створення інноваційних матеріалів та підвищення їх конкурентоспроможності. Інвестиції в ці дослідження принесуть як економічну вигоду, так і екологічну користь.

Застосування фосфогіпсу у будівництві є прикладом циркулярної економіки, де відходи стають цінним ресурсом. Це сприяє створенню екологічно безпечних і доступних матеріалів, що відповідають сучасним вимогам сталого розвитку.

Фосфогіпс — це не лише виклик, а й можливість для будівельної галузі. Його ефективна переробка та використання можуть стати важливим внеском у розвиток екологічно чистого будівництва, зменшення впливу промислових відходів та створення кращого майбутнього для наступних поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Яхненко О. М. Екологічно безпечна утилізація фосфогіпсу у технологіях захисту атмосферного повітря : автореф. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Суми, 2017. 248 с.

2. Ковальський В. П. Пріоритетні напрямки утилізації фосфогіпсових відходів [Текст] / В. П. Ковальський // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", Івано-Франківськ, 5-7 квітня 2021 р. – Івано-Франківськ : Кушнір Г. М., 2021. – С. 309-310.
3. 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.
4. Rashad A. M. Phosphogypsum as a construction material. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 166. P. 732–743. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.049> (date of access: 19.11.2024).
5. Ковальський В. П. Доцільність використання фосфогіпсу для приготування сухих будівельних сумішей [Текст] / В. П. Ковальський, С. Ю. Зузяк // Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали II міжнар. наук.-практ. конф., 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 156.
6. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // 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/5035/4128>
7. Ковальський В. П. В'язуче з відходів для дорожнього будівництва [Текст] / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, А. В. Комаринський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 185-189.
8. The Development of a New Phosphogypsum-Based Construction Material: A Study of the Physicochemical, Mechanical and Thermal Characteristics / H. Garbaya et al. *Materials*. 2021. Vol. 14, no. 23. P. 7369. URL: <https://doi.org/10.3390/ma14237369> (date of access: 19.11.2024).
9. 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.
10. В'язуче з відходів для дорожнього будівництва [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, В. П. Чепуренко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – Т. 1. - С. 50-54.
11. Новосад П.В, Королько С.В, Солтисік Р.А. використання роздільського фосфогіпсу у виробництві сухих будівельних сумішей. *Електронний архів Національного університету "Львівська політехніка"*. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4708/51-276-280.pdf>.
12. Лемешев, М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М. С. Лемешев, О. В. Христинч, О. В. Березюк // *Materials XI Mezinárodní vědecko-praktická konference "Aktuální vymoženosti vědy – 2015"*. – Praha: Education and Science, 2015. – Díl 7. – S. 60-62.
13. 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.
14. Дворкін Л.Й. Сухі Будівельні суміші з використанням фосфогіпсу / Л.Й. Дворкін, А.В. Мироненко, Т.О. Поліщук-Герасимчук // *Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць*. – Рівне, 2008. – № 2 (42). Ч. 1. – С. 230–235.
15. Стаднійчук М. Ю. В'язучі з використанням промислових техногенних відходів [Текст] / М. Ю. Стаднійчук, О. В. Березюк // *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів "Еколого-енергетичні проблеми сучасності"*, 13 квітня 2017 р. – Одеса : ОНАХТ, 2017. – С. 11-12.
16. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." *International Science Group*. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021)
17. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механоактивованих промислових, побутових відходів." (2023).

Тимошенко Віталій Олександрович – студент групи 192-23а, Факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. E-mail: vitaliktymoshenko@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

Тимосенко Віталій Олександрович - student of group 192-23a, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: vitaliktymoshenko@gmail.com

Kovalskiy Viktor Pavlovych — 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 ORCID 0000-0002-3103-6319.

СУЧАСНІ СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВНУТРІШНЬОКВАРТАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано аналіз сучасних світових тенденцій у використанні та влаштуванні підземних внутрішньоквартальних трансформаторних підстанцій. Дослідження зосереджене на інноваційних технологіях, енергоефективності та екологічній безпеці. Представлено методологію оцінки впливу таких підстанцій на міське середовище.

Ключові слова: трансформаторні підстанції, підземна інфраструктура, енергоефективність, екологічна безпека, міське середовище.

Abstract

The study analyzes current global trends in the design and installation of underground intra-block transformer substations. The research focuses on innovative technologies, energy efficiency, and environmental safety. A methodology for assessing the impact of such substations on urban environments is presented.

Keywords: transformer substations, underground infrastructure, energy efficiency, environmental safety, urban environment.

Вступ

Розвиненні країни світу стикаються з необхідністю оптимізації використання земельних ресурсів та підвищення енергоефективності. Одним із рішень є розміщення трансформаторних підстанцій під землею. Підземні внутрішньоквартальні підстанції дозволяють мінімізувати вплив на міський ландшафт, зменшити рівень шуму та підвищити безпеку. У світовій практиці вони активно впроваджуються завдяки використанню новітніх технологій та матеріалів.

Метою роботи є аналіз сучасних тенденцій використання підземних трансформаторних підстанцій, визначення їх переваг і недоліків, а також оцінка їх впливу на міське середовище.

Результати дослідження

Припинення енергозабезпечення сучасних міст навіть на незначний проміжок часу призводить до значних економічних втрат підприємств та інших проблем. Трансформаторна підстанція як електроустановка, призначена для прийому, перетворення (підвищення або зниження) напруги в мережі та розподілення електроенергії у системах електропостачання споживачів. За її допомогою забезпечується безперебійне подання електроенергії на об'єкти різного призначення — населені пункти, будівельні майданчики, промислові підприємства, торгові центри, шахти, дачні селища, залізничні станції, ферми та інше [1].

Введення в експлуатацію першої підземної трансформаторної станції відбулося в Канаді ще у 1984 році. Вона розташована в парку Соборної площі у центрі Ванкувера, прямо під фонтаном і пішохідними доріжками. Її розташування дозволило зберегти цінний міський простір, не порушуючи естетичного вигляду парку.

У центрі Торонто розташована станція Copeland, побудована під існуючим механічним цехом. Вона є прикладом інтеграції сучасних підземних інженерних рішень у межах щільної міської забудови [2-4].

У США перша підземна електрична підстанція була побудована в 2011 році в Анахаймі, штат Каліфорнія. Її розташовано під парком площею два акри (близько 0,81 гектара), що носить ім'я Теодора Рузвельта. Це рішення дозволило забезпечити високий рівень енергоефективності, зберігши зелений простір для жителів міста [5-7].



Рис. 1. Фрагмент монтажу підземної трансформаторної підстанції [6].

Підстанція такого типу (рис. 1) містить необхідне обладнання, таке як: 1 – трансформатори; 2 – високовольтні розподільні пристрої з елегазовою ізоляцією (ГРПП); 3 – розподільні пристрої середньої напруги; 4 – автомати; 5 – системи захисту та контролю; 6 – допоміжне обладнання станційних служб; 7 – розподільні щити змінного і постійного струму; 8 – акумулятори; 9 – системи вентиляції та кондиціонування; 10 – системи протипожежного захисту.

Основні переваги трансформаторних підстанцій

По-перше, вони привабливі візуально, оскільки приховані від очей і не захаращують ландшафт. Це робить їх особливо актуальними в міських районах і житлових кварталах, де естетика є проблемою.

По-друге, підземні підстанції більш безпечні. Вони менш сприйнятливі до пошкоджень від екстремальних погодних явищ, вандалізму та випадкового контакту. Це означає підвищену надійність, оскільки підземні установки мають меншу ймовірність відключень через зовнішні фактори [8-11]. Крім того, вони економлять місце. Усуваючи потребу в підвісних стовпах і лініях, вони звільняють цінний простір, особливо в густонаселених районах.

Естетичність і міське планування: вони приховані від очей, що робить їх ідеальними для міських і приміських районів, де візуальні перешкоди від повітряних ліній небажані. Це покращує загальну естетичність території та дозволяє краще планувати місто.

Безпека: завдяки встановленню під землею ці пристрої зменшують ризик аварій, пов'язаних з лініями електромереж, наприклад зіткнень транспортних засобів або погодних інцидентів, як-от падіння дерев. Це підвищує громадську безпеку та зменшує випадки відключень електроенергії.

Надійність: вони менш чутливі до погодних умов, таких як вітер, ожеледиця та блискавка, які часто можуть пошкодити повітряні лінії. Це забезпечує більш надійне джерело живлення [6].

Незважаючи на свої переваги, вони викликають певні труднощі.

Початкова вартість монтажу зазвичай вища, ніж підвісних трансформаторів, оскільки передбачає земляні роботи, спеціальне обладнання та додаткові заходи безпеки.

Технічне обслуговування також може бути більш складним і дорогим. Доступ до них вимагає розкопок, що може бути руйнівним і трудомістким. Крім того, вирішення таких проблем, як перегрів і проникнення вологи, потребує спеціальних умов і обладнання.

Витрати на встановлення: початкове встановлення є дорожчим порівняно з підвісними системами через необхідність земляних робіт, спеціального обладнання та додаткової робочої сили.

Доступ для технічного обслуговування або ремонту може бути складним і трудомістким. Це часто вимагає розкопок і обережного поводження, щоб уникнути пошкодження інших підземних комунікацій.

Екологічні міркування: їх встановлення може вплинути на навколишнє середовище, включаючи ґрунт і ґрунтові води. Для пом'якшення цих впливів необхідні належне планування та екологічна оцінка [6].

Висновки

Таким чином, підземні трансформаторні підстанції відіграють важливу роль у сучасних системах розподілу електроенергії, забезпечуючи надійне, естетичне та екологічно безпечне електропостачання, особливо в умовах зростання та розвитку міських районів. Інноваційні підходи до

їх проектування дозволяють досягти високої енергоефективності, екологічної безпеки та гармонійної інтеграції з міським середовищем. Водночас ці технології створюють унікальні виклики, пов'язані з установкою та обслуговуванням, які потребують комплексного підходу до безпеки та розуміння конструктивних особливостей. З огляду на це, підземні трансформатори є перспективним рішенням для сучасної міської інфраструктури, чия значущість лише зростатиме в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Р. Сердюк О. В. Косаківський Забудова підземного простору сучасних міст для поліпшення стану довкілля, *Вісник ВПІ*, вип. 2, с. 14–24, Квіт. 2024.
2. Toronto Hydro, 2017..[Electronic resource]. Available: <http://www.torontohydro.com/sites/> . Accessed: 14 Feb. 2017]
3. Ященко М. І., Любарський В. С., Ковальський В. П. Конструктивні рішення приміщень, призначених для укриттів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 16 травня 2024 р. Черкаси : ЧПБ, 2024. С. 121-123.
4. Василич А. В. Сховище для цивільного захисту населення / А. В. Василич, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 12 травня 2023 р. – Черкаси : ЧПБ, 2023. – С. 10-12.
5. Park Substation, Park Above Underground Electric Substation is the First in the United States, city of Anaheim, California. [Electronic resource]. Available: <http://www.anaheim.net/977/Park-Substation> .
6. Underground substations - Out of sight, out of mind. [Electronic resource]. Available: <https://electrical-engineering-portal.com/underground-substations-out-of-sight-out-of-mind>
7. Гавронська І. С., Ковальський В. П., Очеретний В. П. Захисні споруди цивільного значення в навчальних закладах. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 16 травня 2024 р. Черкаси : ЧПБ, 2024. С. 20-22.
8. Oleniuk A. P. Restrictions on the spread of fire in houses / A. P. Oleniuk, V. P. Kovalskiy // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 26 травня 2022 р. – Черкаси : ЧПБ, 2022. – С. 81- 82.
9. Боднар П. С., Горковлюк І. І., Ковальський В. П. Радіаційно-захисні бетони для будівництва протирадіаційних сховищ. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)», Вінниця, 11-20 травня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21736>.
10. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
11. Underground Transformer. [Electronic resource]. Available: <https://electricityforum.com/td/utility-transformers/underground-transformer>

Оленюк Анастасія Павлівна — студентка групи БМ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: olenuknasta@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

Oleniuk Anastasia P., student of BM-24m group, Faculty of Heat and Power Engineering and Gas Supply Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olenuknasta@gmail.com

Kovalskiy Viktor P. — Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

МІСТОБУДІВНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ВОДНО-РОЗВАЖАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні містобудівні передумови формування водно-розважальних комплексів в Україні. Висвітлено значення таких об'єктів у контексті сучасного містобудування, урбаністичних викликів і потреб мешканців. Проаналізовано принципи розташування, архітектурно-планувальні рішення та їх вплив на екологію та економіку міських територій. Особлива увага приділяється прикладам реалізації подібних комплексів в Україні та світі.

Ключові слова: містобудування, водно-розважальні комплекси, урбаністика, просторове планування, рекреаційні зони, інтеграція природи, громадські простори, екологічна архітектура, міська інфраструктура, економічний розвиток, зони відпочинку.

Abstract

The main urban planning prerequisites for the formation of water and entertainment complexes in Ukraine are considered. The significance of such objects in the context of modern urban planning, urban challenges and the needs of residents is highlighted. The principles of location, architectural and planning solutions and their impact on the ecology and economy of urban areas are analyzed. Special attention is paid to examples of the implementation of such complexes in Ukraine and the world.

Keywords: urban planning, water and entertainment complexes, urbanism, spatial planning, recreational zones, integration of nature, public spaces, ecological architecture, urban infrastructure, economic development, recreation areas.

Вступ

Сучасне містобудування орієнтується на створення комфортних, функціональних та екологічно збалансованих міських середовищ. У цьому контексті водно-розважальні комплекси виступають не лише елементом дозвілля, а й складовою частиною міської інфраструктури, яка сприяє розвитку рекреаційного потенціалу території. Такі комплекси забезпечують численні функції: від забезпечення якісного відпочинку населення до покращення екологічного стану міської території через інтеграцію водних елементів.

В Україні потенціал створення водно-розважальних комплексів залишається значною мірою нерелізованим. Це пов'язано із багатьма факторами, включаючи економічні труднощі, недостатнє правове регулювання та обмеження у містобудівних ресурсах [1]. Однак глобальні тенденції, такі як зростання попиту на урбаністичні рекреації, формування «зелених міст» та інтеграція природи в міський простір, створюють передумови для розвитку цієї галузі в Україні.

Основна частина

Значення водно-розважальних комплексів у сучасному містобудуванні

Водно-розважальні комплекси є унікальними об'єктами, які об'єднують рекреаційні, спортивні, культурні та соціальні функції. Їхній розвиток покращує формування здорового способу життя, культурного збагачення та гармонійного середовища. У контексті урбанізації такі комплекси стають інструментом адаптації міського середовища до нових викликів, зокрема зміни клімату та підвищення щільності забудови.

Однією з ключових переваг водно-розважальних комплексів є можливість інтеграції водних об'єктів, таких як басейни, штучні озера, фонтани або аквапарки, у структуру міста. Вода має важливе значення для створення комфортного середовища, покращення мікроклімату та естетичної привабливості міських територій. Крім того, такі комплекси можуть стимулювати економічний розвиток міста через залучення туристів і створення нових робочих місць.

Основні принципи формування водно-розважальних комплексів [2]

Формування водно-розважальних комплексів вимагає врахування ряду містобудівних і архітектурних принципів:

Оптимальне розташування. Найкращими місцями для водно-розважальних комплексів є райони з хорошою транспортною доступністю, поблизу зелених зон або природних вод. Це забезпечує зручність відвідування та гармонійне вписування об'єкта в міське середовище.

Інтеграція природи. Ефективна інтеграція природних елементів, таких як вода, зелень, ландшафтний дизайн, створює комфортне середовище та сприяє збереженню екологічної рівноваги.

Функціональна багатогранність. Успішні водно-розважальні комплекси поєднують різноманітні функції: аквапарки, спортивні споруди, зони відпочинку, ресторани, культурні майданчики. Це дозволяє залучати широке коло відвідувачів.

Екологічність. Важливим аспектом є використання екологічно безпечних матеріалів і енергоефективних технологій. Наприклад, системи очищення води, сонячні панелі для енергопостачання та переробка відходів.

Вплив на міське середовище та громаду

Водно-розважальні комплекси мають значний вплив на міське середовище. Вони сприяють покращенню якості життя, створюючи нові можливості для відпочинку та соціалізації. Крім того, такі об'єкти підвищують привабливість міста для інвесторів і туристів, що позитивно впливає на місцеву економіку [3].

З екологічної точки зору, водні об'єкти сприяють регулюванню температури в місті, зниженню пилу та покращенню вологості повітря. Наприклад, штучні озера можуть служити не тільки зоною відпочинку, але й частиною системи управління дощовими водами.

На соціальному рівні водно-розважальні комплекси забезпечують функції громадських просторів, які сприяють взаємодії між мешканцями, проведенню культурних заходів і зміцненню соціальних зв'язків.

Тенденції та перспективи розвитку в Україні

В Україні можна поступовий розвиток водно-розважальних комплексів, хоча їх кількість залишається обмеженою. Успішні приклади можна знайти у великих містах, таких як Київ, Одеса чи Харків, де такі об'єкти стали місцями рекреаційними осередками.

Однак для подальшого розвитку цієї галузі:

Інвестиції в будівництво та модернізацію інфраструктури.

Удосконалення нормативно-правової бази, що регулює забудову подібних об'єктів.

Розвиток інноваційних технологій, які сприяють створенню більш екологічних та економічно вигідних комплексів.

Глобальні тенденції, такі як створення багатофункціональних комплексів із використанням відновлених джерел енергії, можуть бути адаптовані для українських умов.

Висновки

Водно-розважальний комплекс є елементом сучасного містобудування, який сприяє розвитку рекреаційного потенціалу міських територій, покращенню якості життя населення та стимулюванню економіки. Формування таких об'єктів в Україні має значний потенціал за умови збереження принципів екологічності, функціональності та інтеграції з природним середовищем.

Розвиток водно-розважальних комплексів стане місцем у створенні комфортних і сучасних міських середовищ, здатних відповідати потребам мешканців і викликам сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ŠKOPÁN, M. Stavební a demoliční odpady a podmínky uplatně nírecyklátů z nich vyrobených. Odpadové fórum, 2010, roč. 11, č. 3/2010, S. 8–12. ISSN : 1212–7779.
2. Jeffrey M. Diefendorf in the Wake of War: The Reconstruction of German Cities after World War II. – New York: New York Oxford University Press, 1993 – 424 p.
3. Pukhkal V., Murgul V., Garifullin M. Reconstruction of Buildings with a Superstructure Mansard: Options to Reduce Energy Intensity of Buildings // Procedia Engineering. International Scientific Conference Urban Civil Engineering and Municipal Facilities. – 2015. – Pp. 8-14.

Стасюк Олександр Володимирович – студент 2-го курсу магістратури, група 1БМ-23м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kalashVE@gmail.com

Дудар Ігор Никифорович – д.т.н., професор кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: dudar@vntu.edu.ua

Обідник Микола Дем'янович – к.т.н., старіший викладач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Stasyuk Oleksandr – 2nd year master's student, group 1BM-23m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kalashVE@gmail.com

Dudar Ihor – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Urban Construction and Architecture of Vinnytsia National Technical University, e-mail: dudar@vntu.edu.ua

Obidnyk Mykola – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬО ІЗОЛЬОВАНИХ ТРУБ В МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Була досліджена актуальність використання попередньо ізольованих труб в модернізації теплових мереж та мереж гарячого водопостачання, проблеми експлуатації застарілих тепломереж з врахуванням результатів натурального обстеження та реалізації інноваційних рішень, технологію виконання будівельних робіт з модернізації тепломереж.

Ключові слова: ППУ, теплові мережі, попередня ізоляція, труби, фізичний знос.

Abstract

The relevance of the use of preliminary insulated pipes in the modernization of heating networks and hot water supply networks, the problems of operating old heating networks, taking into account the results of a natural survey and the implementation of innovative solutions, the technology of construction work on the modernization of heating networks, were investigated.

Keywords: polyurethane foam, heat networks, preliminary insulation, pipes, physical wear.

Вступ

В 2014–2015 рр. Україна опинилася в стані глибокої економічної кризи. Через воєнні дії на Південному Сході України значно постраждав її енергетичний сектор. У 2014 році вперше у своїй історії країна виявилася майже повністю залежною від імпорту всіх видів енергоресурсів, оскільки до імпорту природного газу і нафтопродуктів додався імпорт вугілля і періодичний імпорт електричної енергії. Енергоблоки пилувугільних ТЕС, що залишилися без донбаського антрацити, знизили навантаження, а в ряді випадків навіть були зупинені, тому країна була змушена закуповувати вугілля в Південно-Африканській Республіці, Австралії, Росії і навіть в США [1].

Залежність України від імпорту не зменшилась, а навіть посилилась після повномасштабного вторгнення Росії. Тому це питання досі актуальне для вирішення.

Вагому роль в зменшенні перевитрат теплової енергії при транспортуванні енергії від місця її генерації до споживача та залежності від імпорту відіграє стан теплових мереж. Це зумовлено тим, що загальна зношеність тепломереж сягає за даними [2-3] понад 50% при нормативних 13%. Запобігання втрат теплової енергії в теплових мереж є одним з максимально ефективних варіантів вирішення даної проблеми.

Незадовільний стан теплових мереж в Україні зумовлений відсутністю їх модернізації протягом останніх 30–50 років. Більшість мереж перебувають у застарілому стані, що призводить до значних теплових втрат і зниження енергоефективності. Тому пропонується використання попередньо ізольованих труб в модернізації теплових мереж.

Мета роботи: Проведення аналітичних досліджень та реального обстеження сучасного стану експлуатації існуючих теплових мереж на прикладі м. Вінниці та розробка організаційно – технологічного рішення використання попередньо ізольованих труб.

Результати дослідження

Сьогодні поширеною залишається згубна практика оновлення теплових мереж шляхом підключення сучасних енергоефективних труб до застарілих трубопроводів без теплоізоляції (рис. 1).

Такий підхід до модернізації є абсолютно неефективним і створює проблеми як у поточний час, так і в перспективі. При цьому системи дистанційного контролю якості труб, що мають бути невіддільною частиною інновацій, часто відключають або ігнорують.

Україна має запустити програму термомодернізації будинків, яка обійдеться в 300 млрд. грн. Термомодернізація будівель, як основний курс держави у звільненні від вуглеводневої залежності, змушує Україну переглянути стратегічну роль централізованого теплопостачання, яке може нівелювати ефект отриманий при енергозбереженні будинків. Потрібно ясно окреслити масштаби та час дії зон ЦТ у містах на найближчі 20 років – де економічно доцільно використовувати індивідуальне, а де централізоване опалення, адже втрати в мережах становлять 30% і більше.

На часі — поетапна теплова модернізація застарілих ділянок мереж під суворим контролем міської влади. Централізовані системи опалення та гарячого водопостачання, які вважалися ефективними в умовах дешевих енергоресурсів, більше не відповідають сучасним реаліям. Старі мережі неможливо одразу замінити на нові енергоефективні попередньо ізольовані труби з дистанційним контролем, але такий підхід має стати пріоритетом у процесі модернізації.

Максимальний термін експлуатації трубопроводів зі сталевих труб в мінеральній теплоізоляції складає приблизно 25 років, тоді як попередньо ізольованих – 40-50 років.

Труби, ізольовані в заводських умовах за допомогою пінополіуретанової теплоізоляції та захищені поліетиленовим покриттям високої щільності, використовуються для підземних теплових мереж безканальної прокладки. Вони підходять для транспортування теплоносія з температурою до 130 °С. Пінополіуретан, застосований у таких трубах, є найефективнішим теплоізоляційним матеріалом для теплових мереж, забезпечуючи мінімальні втрати тепла. Окрім цього, він захищає труби від зовнішньої корозії, що суттєво збільшує їх експлуатаційний термін.



Рис. 1. Наглядний приклад неефективного використання попередньо ізольованих труб шляхом їх підключення до не утепленої теплової мережі, яка експлуатується з 1985 року.

При зберіганні і складуванні труби і з'єднувальні елементи повинні бути розсортовані за діаметрами. Труби можуть зберігатися на стелажах і майданчиках відкритого зберігання під навісом. Пакети труб укладаються в штабелі висотою до 2 метрів. Можливе укладання труб в штабелі непов'язаних у пакети, в цьому випадку висота штабелів не повинна перевищувати 1,5 метра. При укладанні пакетів труб в штабелі нижній і наступні ряди укладаються на дерев'яні підкладки шириною не менше 10 см і заввишки не менше 10 см. При цьому встановлюються бічні опори, що запобігають розкочуванню труб. Допускається складування пакетів труб в окремо відведені для них «кишені», ці пакети повинні бути розділені між собою дерев'яними прокладками.

На рис. 2 можна спостерігати, що над трубами не влаштовано навісу та під ними немає дерев'яних підкладок, що скорочує термін експлуатації таких труб через погіршення стану металу під відкритим небом.

Особливість будівельних робіт термомодернізації інженерних мереж на відміну від будівельного об'єкту не має стабільного будівельного майдану, де відбувається складування труб, конструкцій, розміщуються тимчасові будівлі, оснастка. Практично все складується в межах монтажної зони крана.



Рис. 2. – Приклад неправильного складування труб перед влаштуванням модернізації трубопроводу на вул. Ващука.

Укладання підземних тепломереж з трубопроводами в ППУ-ізоляції здійснюється безканальним способом відповідно до вимог [6]. Заявлений термін експлуатації теплових мереж з трубопроводами в ППУ-ізоляції сягає 25-30 років.

Найвразливішим місцем трубопроводу є зварні шви сталеві труби (рис. 3), а також місця ізоляції зварних з'єднань попередньо ізольованих труб. При цьому використовуються різні типи термоусадкових та електрозварних муфт.

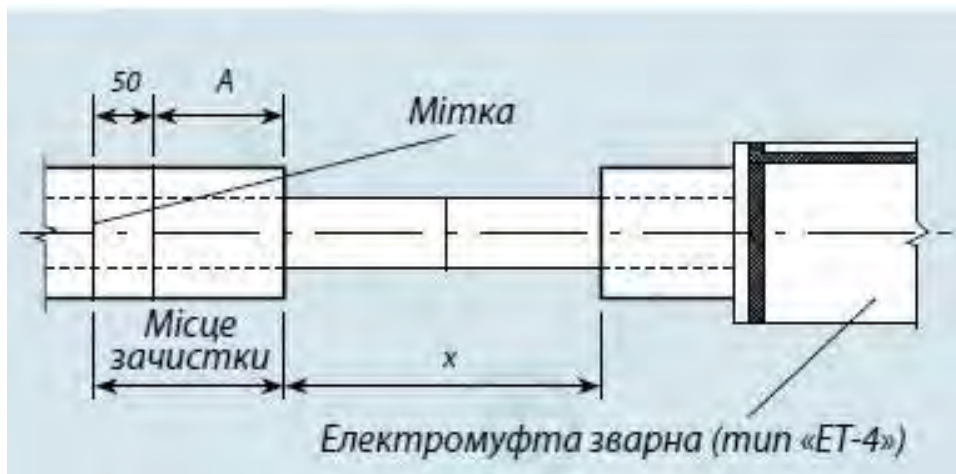


Рис. 3 Вигляд сталевих стику на схемі підготовки його до теплоізоляції.

Одним з найбільш відповідальних технологічних процесів є герметизація 2 отворів в термоусадковій муфті.

Залишки піни видаляються з поверхні оболонки і розсверлюються отвори за допомогою кінцевого свердла (розвертки). За допомогою апарату для зварювання врозтруб прогриваються отвір і приварний кінцевий корок вкручується в існуючі отвори до часткового оплавлення їхніх контактних поверхонь. Притримуючи кліщами за технологічний ливник, приварний корок вставляється в отвір так, щоб його верхня частина знаходилась в одній площині із муфтою.

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід використання попередньо ізольованих труб дозволяє підвищити ефективність модернізації теплових мереж із подальшою ефективною експлуатацією без значних втрат тепла в тепломережах і без прогрівання ґрунту навколо теплотрас.

Прискорена модернізація дозволить зекономити дефіцитні енергоресурси та викиди CO₂ в атмосферу. Таким чином зменшиться також імпорту енергоресурсів, що зменшить навантаження на бюджет країни, та підприємств, які займаються теплопостачанням у містах та споживачів їхньої продукції. Через зменшення викидів вуглекислого газу покращиться стан довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сердюк В. Р., Сердюк Т. В., Бауман К. В. Актуальність реновації застарілих внутріквартирних теплових мереж. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» ВНТУ. Том 32. №1. (2022). – ст. 63-72
2. Malyarenko O. E. Scientific bases of formation and optimization of fuel and energy balances / O. E. Malyarenko, T. O. Yevtukhova // Problems of general energy. - 2013. - №2 (33). - P. 5-14.
3. Doroshenko O. V. Estimation of a condition, substantiation of actuality of optimization of systems of heat supply / O. V. Doroshenko // Communal economy of cities. - 2013. - 10110. - P. 159-167.
4. ДСТУ Б В.2.5-31:2007 «Трубопроводи попередньо теплоізовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби і арматура. Технічні умови».
5. ДБН В.2.5-39 [Теплові мережі: ДБН В.2.5-39-2008. К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 55 с.]
6. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №172 від 11 липня 2018 року, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 16 липня 2018 року за № 825/32277 «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності будівель».

Мельник Віталій Олександрович — студент групи БМ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vitalikmelnyk1998@gmail.com.

Науковий керівник: **Сердюк Василь Романович** — професор, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Melnyk Vitaliy O. — Department of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vitalikmelnyk1998@gmail.com

Supervisor: **Serduk Vasyl R.** — professor, Department of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ТЕХНОЛОГІЇ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто сучасні технології, що дозволяють знизити енергоспоживання в будівництві. Окрему увагу приділено альтернативним джерелам енергії, інтелектуальним системам керування енергоспоживанням та зеленим технологіям. Дослідження також включають аналіз методів підвищення енергоефективності через використання інноваційних матеріалів та технологій.

Ключові слова: сонячні панелі, терморегулятори, зелені дахи, інноваційні матеріали.

Annotation

The paper examines modern technologies that allow reducing energy consumption in construction. Particular attention is paid to alternative energy sources, intelligent energy management systems and green technologies. Research also includes analysis of methods of increasing energy efficiency through the use of innovative materials and technologies.

Keywords: solar panels, thermostats, green roofs, innovative materials.

Вступ

Проблема енергозбереження в будівництві стає все більш актуальною в умовах енергетичної кризи та негативного впливу будівництва на навколишнє середовище. Використання енергоефективних технологій не лише знижує витрати енергії, але й сприяє сталому розвитку та зменшенню викидів шкідливих речовин. Метою цього дослідження є вивчення різноманітних технологічних рішень для зниження енергоспоживання у будівництві.

Результати досліджень

Першим способом вирішення проблеми є використання альтернативні джерела енергії, а саме сонячних панелей та вітрових турбін для будівель, що дає значні переваги в енергетичній автономії. Сонячні панелі дозволяють знизити споживання електроенергії з мережі, а вітрові турбіни можуть забезпечити частину енергетичних потреб будівлі навіть в умовах помірного вітру. Використання таких джерел енергії знижує залежність від традиційних ресурсів, зменшуючи викиди CO₂ в атмосферу. Наприклад, інтеграція сонячних панелей у дахи та фасади дозволяє максимально використовувати сонячне випромінювання для підігріву води або виробництва електричної енергії для освітлення та побутових потреб. Вітрові турбіни можна використовувати на великих висотах або в місцях з підвищеною інтенсивністю вітру, що дозволяє збільшити вироблення енергії впродовж року. Такі технології не лише зменшують енергоспоживання, а й сприяють зниженню витрат на електроенергію в довгостроковій перспективі [1-2].

Також доцільно звернути увагу на інтелектуальні системи управління енергоспоживанням. Автоматизовані системи керування енергоспоживанням, такі як терморегулятори, системи управління освітленням, опаленням і кондиціонуванням, дає можливість значно оптимізувати енергетичні витрати без втрат у комфорті. Смарт-системи здатні автоматично регулювати температуру та інші параметри відповідно до часу доби, погодних умов або присутності людей у приміщенні. Наприклад, якщо система не виявляє руху в кімнаті, вона автоматично знижує температуру або вимикає освітлення, що призводить до економії енергії. Така автоматизація здатна знизити енергоспоживання на 15–30% залежно від типу будівлі і параметрів використання енергії. Водночас застосування смарт-термостатів, що враховують зміни зовнішньої температури, дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування. Це особливо ефективно в багатоквартирних будинках та офісах, де часто є можливість для централізованого керування споживанням енергії [3-4].

Зелені технології. В свою чергу передбачають впровадження зелених дахів та стін, що сприяє

зниженню теплових втрат і покращує теплоізоляцію будівель. Такі технології забезпечують додатковий бар'єр для тепла в зимовий час і захищають від перегріву влітку, зменшуючи потребу в кондиціонуванні та опаленні. Зелені дахи також сприяють поліпшенню мікроклімату в міських районах, знижуючи рівень шуму, поглинаючи вуглекислий газ і виділяючи кисень. Крім того, зелені стіни можуть допомогти зберегти до 30% енергії в порівнянні з будівлями без такої ізоляції. Вони також допомагають поліпшити екологічну ситуацію в містах, зменшуючи ефект «міської спеки» та підвищуючи рівень біорізноманіття[2-4].

Останнім рішенням цієї проблеми є впровадження інноваційних матеріалів. Сучасні теплоізоляційні матеріали, такі як пінополістирол, мінеральна вата, а також новітні наноматеріали для теплоізоляції стін, дають змогу значно знижувати теплові втрати. Наприклад, використання високоефективних ізоляційних матеріалів може зменшити теплові втрати до 60% в порівнянні з традиційними матеріалами. Це не лише підвищує енергоефективність будівель, але й дозволяє забезпечити значну економію на енергоносіях, знижуючи витрати на опалення і кондиціонування. Крім того, новітні матеріали також дозволяють зменшити викиди CO₂ в атмосферу, зменшуючи залежність від викопних джерел енергії. Важливою перевагою є їх довговічність і стійкість до зовнішніх факторів, що дозволяє знижувати витрати на технічне обслуговування будівель протягом всього їх життєвого циклу [1-3].

Висновок

Отже, технології зниження енергоспоживання в будівництві є необхідними для забезпечення сталого розвитку галузі та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження альтернативних джерел енергії, інтелектуальних систем керування енергоспоживанням, зелених технологій та інноваційних матеріалів може значно знизити витрати на енергію та покращити екологічну ситуацію. Майбутні перспективи розвитку цих технологій включають удосконалення матеріалів і систем з акцентом на зниження витрат на енергію в межах життєвого циклу будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С., Бікс Ю. С., Лялюк А. О. Енергозбереження в будівництві. Науково-технічний журнал "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві". 2022. 20-25 с.
2. Енергозберігаючі технології в будівництві: тенденції та перспективи. <https://360o.info/energozberezhnya-v-budivnytstvi> . 14–18 с.
3. Міністерство освіти і науки України. Енергозбереження в будівництві. 2022. 12–16 с.
4. Будівельні технології зниження енергоспоживання в будівництві. Будуй! URL: <https://buduj.com.ua>. 9–12 с.

Гончарук Наталя Олександрівна — студентка групи БМ-23мс2, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ngon8753@gmail.com

Науковий керівник: **Очеретний Володимир Петрович** — к.т.н, доцент каф. "Будівництва, міського господарства та архітектури" Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ocheretny@vntu.edu.ua

Natalia Goncharuk - student of BM-23ms2 group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ngon8753@gmail.com

Supervisor: **Volodymyr Ocheretnyi** - Ph.D., Associate Professor of the Department of Construction, Urban Planning and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ocheretny@vntu.edu.ua.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дослідження присвячено питанню енергозбереження в Україні та акцентує увагу на проблемах енергоефективності в житловому секторі, де високі витрати на опалення та неефективне використання енергії є серйозними викликами. Відсутність належного утеплення, застарілі системи опалення та недостатня теплоізоляція стін сприяють великим енергетичним втратам. Основні заходи для підвищення енергоефективності включають утеплення фасадів, заміну вікон, модернізацію систем опалення, вентиляції та застосування енергозберігаючих технологій. Це дозволяє значно знизити енергоспоживання, зменшити витрати на комунальні послуги та покращити екологічну ситуацію.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, житловий сектор, утеплення будівель, термомодернізація, енергетичні витрати, енергозберігаючі технології, модернізація будівель, теплоізоляція стін.

Abstracts

The study on energy saving in Ukraine emphasizes the issues of energy efficiency in the residential sector, where high heating costs and inefficient energy use pose significant challenges. The lack of proper insulation, outdated heating systems, and insufficient wall thermal insulation contribute to major energy losses. Key measures for improving energy efficiency include facade insulation, window replacement, modernization of heating and ventilation systems, and the use of energy-saving technologies. These efforts significantly reduce energy consumption, lower utility costs, and improve the environmental situation.

Keywords: energy saving, energy efficiency, residential sector, building insulation, thermal modernization, energy costs, energy-saving technologies, building modernization, wall thermal insulation.

Вступ

Енергозбереження є одним із пріоритетів державної політики України, важливим напрямком у діяльності усіх без винятку суб'єктів господарювання [1, 2]. Питанням раціонального споживання енергоресурсів в останні десятиліття займаються у всіх галузях економіки, оскільки Україна споживає понад 60-70% імпортних енергоресурсів, що робить її енергозалежною країною [3]. Цьому сприяє не тільки відсутність великих запасів енергоносіїв, а й неефективне їх використання, що сьогодні є загрозою національним інтересам та національній безпеці держави.

Суттєве зростання цін на енергоносії в останні роки робить особливо актуальною проблему енергоефективності і у житлово-комунальному секторі будівництва. Тому одним із пріоритетних напрямків соціально-економічного розвитку та енергетичної незалежності України є широке впровадження енергозберігаючих технологій у будівництві. Адже, підвищення енергоефективності житлових будівель передбачає не лише пряму економію паливно-енергетичних ресурсів, але і значне скорочення затрат на комунальні платежі, зменшення шкідливих викидів в біосферу й відповідно підвищення рівня життя населення.

Отже, тепла модернізація житлових будівель має значний потенціал для зниження споживання та імпорту природного газу. Тому підвищення енергоефективності в існуючих та нових будівлях є надзвичайно актуальним.

Результати дослідження

Енергозбереження – це діяльність, спрямована на раціональне використання та економне витрачання енергії, включаючи первинні та перетворені енергетичні ресурси в національній економіці. Воно охоплює організаційні, наукові, практичні та інформаційні аспекти, і реалізується за допомогою

технічних, економічних і правових методів [4]. Згідно з Законом України від 22 червня 2017 року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель» [5], енергоефективність визначається як використання меншої кількості енергії для досягнення того ж рівня послуг.

Житлові будинки типових масових серій характеризуються низьким рівнем теплозахисту, підвищеною інфільтрацією зовнішнього повітря, що спричиняє значні витрати теплової енергії для його обігріву, а також недостатньо ефективну систему регулювання опалення. Це вимагає технічної модернізації та капітального ремонту [6, 7]. За даними Держкомстату України, стан житлового фонду з точки зору ефективності використання палива та енергії є незадовільним. Так, на січень 2022 року майже у половині домогосподарств (50,2%) не проводився капітальний ремонт житла [8]. За оцінками експертів, рівень споживання тепла та гарячої води в Україні вдвічі перевищує аналогічні показники у країнах ЄС з подібними кліматичними умовами [4, 9]. В Україні нормативи максимальних теплових витрат наближені до європейських і становлять від 30 до 40 кВт·год/м². Проте фактичне споживання енергії більшістю житлових будинків країни значно перевищує 200 кВт·год/м². Так, середнє енергоспоживання на опалення в Україні складає 264 кВт·год на квадратний метр на рік, тоді як у країнах ЄС цей показник становить лише 130 кВт·год на квадратний метр (рис. 1) [4].

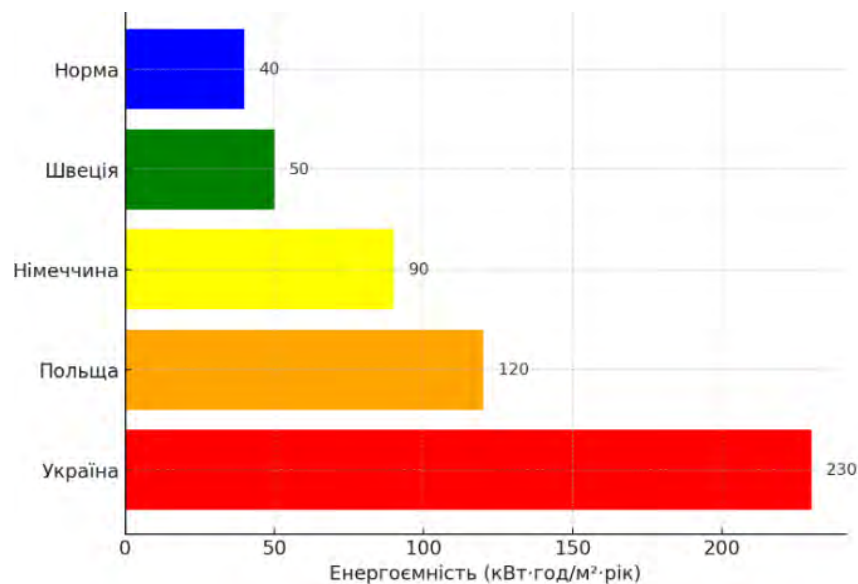


Рис. 1. Порівняння фактичного рівня споживання енергоресурсів

Досвід багатьох європейських країн показує, що впровадження програм енергозбереження дозволяє знизити споживання енергоресурсів на 30-40%. Основні напрямки енергозбереження житлових будівель включають проектування елементів «пасивної архітектури», утеплення існуючих будівель, а також впровадження енергозберігаючих систем опалення, вентиляції, кондиціонування, охолодження, каналізації та «розумних» систем [10-12].

Потенціал зниження енергоспоживання в Україні може досягати близько 75%. Проте основною перешкодою для масштабної термомодернізації житлового фонду є відсутність у населення достатніх фінансових засобів для інвестицій у свої оселі, а також низька обізнаність щодо термінів окупності необхідних капіталовкладень та наявних державних програм підтримки енергоефективних заходів для фізичних осіб [11, 13].

Для підвищення енергоефективності будівлі та забезпечення комфортних умов проживання необхідно мінімізувати всі види тепловтрат. Для цього потрібно виконати такі заходи [6, 7, 14]:

1. Визначити місця з підвищеними тепловтратами за допомогою тепловізійного обстеження зовнішніх конструкцій.
2. Встановити ефективну систему опалення, що дозволить знизити витрати палива на 18%.
3. Покращити теплозахисні властивості стін за допомогою утеплення.
4. Замінити двері та вікна на якісні конструкції, що знизить енергетичні витрати на 27-32%.
5. Для приватних будинків особливу увагу слід приділяти теплоізоляції даху та горищного перекриття, оскільки тепле повітря піднімається вгору і швидко втрачає тепло через стелю та дах.

Підвищення теплозахисних властивостей огорожуючих конструкцій полягає в збільшенні їхнього опору теплопередачі до рівня, визначеного нормативами ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [2]. Це досягається, зокрема, шляхом утеплення стін матеріалами з низькою теплопровідністю, з одночасним дотриманням вимог щодо захисту від атмосферних впливів.

Для цього використовується спеціальний декоративний шар, який не тільки забезпечує додатковий захист, а й покращує архітектурно-художній вигляд будівлі [15].

Висновок

Отже, серед основних способів підвищення енергоефективності будівель можна виділити наступні заходи:

1. Реконструкція житлового фонду: передбачає оновлення систем вентиляції, модернізацію гарячого водопостачання та опалення, утеплення покрівель, перекриттів, фасадів, горищ, заміну вікон та балконних дверей, а також модернізацію підвальних приміщень.

2. Будівництво ширококорпусних будівель: при збільшенні ширини будівлі зменшується площа огорожувальних конструкцій на одиницю загальної площі, що дозволяє знизити теплові втрати та зменшити будівельні витрати.

3. Встановлення лічильників енергоресурсів: системи розрахунку без лічильників сприяють списанню втрат постачальниками на споживачів. Хоча лічильники безпосередньо не економлять енергію, вони стимулюють ефективне її використання.

4. Регулювання подачі тепла: встановлення термостатів для поквартирного регулювання температури дозволяє знизити енергоспоживання за рахунок тепловиділення побутової техніки та сонячної радіації.

5. Застосування сучасних вікон з тришаровим склінням: такі конструкції можуть знижувати теплові втрати до 40%, підвищуючи рівень енергоефективності будинків.

6. Зовнішня теплоізоляція фасадів: зменшує необхідну товщину утеплювача на 25-35% та збільшує теплоакumulювальні властивості стін, що дозволяє значно довше зберігати тепло.

7. Використання пористих бетонів: такі матеріали дозволяють знизити енергетичні витрати до 20%, зберігаючи тепло у конструкціях.

8. Сучасні ізоляційні матеріали: застосування ефективних систем утеплення дає можливість зменшити товщину огорожувальних конструкцій, знизити навантаження на фундамент і підвищити клас енергоефективності будівлі.

9. Покращення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій: значна частина втрат енергії припадає на стіни, вікна, стелю та підлогу, тому їх термоізоляція є важливим напрямком для зменшення енерговтрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071. К., 2013. 166 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинні від 2022-09-01]. К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.
3. Є. М. Іншеков, Є. Є. Нікітін, М. В. Гарновський, А. В. Чернявський. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. К.: Поліграф плюс, 2014. 247 с.
4. Олена Байда. Політики енергоефективності у країнах-членах ЄС. URL: <https://internews.ua/storage/app/media/rang/2023%20event%20news/December/Report-Energy%20efficiency-in-EU-Countries.pdf> (дата звернення: 18.11.2024).
5. Законом України від 22 червня 2017 року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text> (дата звернення: 18.11.2024).
6. М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. Посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с.
7. В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. Одеса: «Optimum», 2015. 254 с.
8. Державний комітет статистики України – статистичні дані про стан житлового фонду. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/if.htm (дата звернення: 18.11.2024).
9. Самолюк Н.М., Бондарець Д.В. Дослідження ефективності впровадження енергозберігаючих заходів у житлових будинках. Вісник НУВГП, серія «Економічні науки», Випуск 1(77). Рівне, 2017. С. 63-71.
10. Кращі практики щодо енергозбереження у житлово-комунальному господарстві України. К.: Центр громадської експертизи, 2011. 184 с.
11. Практичний посібник. «Енергоефективний будинок крок за кроком». Книга 3. «Крок третій: Капітальний ремонт і термомодернізація будинку». Київ, 2011. 144 с.
12. Шовкалюк Ю.В. Інструменти і методи для підвищення енергоефективності будівельного фонду. Молодий вчений, 2018. № 1(53). С. 573-577

13. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 2-ге, доповнене. / за загальною редакцією Бригілевича В. Львів, 2014. 240 с.

14. Р. Тімченко, Д. Крішко, В. Савенко, Р. Сіянко. Підвищення енергоефективності огорожуючих конструкцій. Вісник Криворізького національного університету, 2022. №20(2). С. 118-122. <https://doi.org/10.31721/2306-5451-2022-1-55-118-123>

15. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування. [Чинні від 2018-12-01]. К.: Мінрегіон України, 2018. 25 с.

Охріменко Денис Володимирович – студент групи 2БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Максименко Марина Аркадіївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Науковий керівник: Бондар Альона Василівна – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Denis Okhrimenko – student of group 2BM-23m, Faculty of Civil, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Alona – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Maksimenko Maryna – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, senior lecturer of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: Bondar Alona – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ, СТИЛІВ ТА МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРІВ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця робота враховує сучасні тенденції, зокрема використання екологічно чистих матеріалів, інтерактивних технологій і концепцій адаптивного дизайну.

Ключові слова: внутрішній інтер'єр, навчальний заклад, дизайн, простір, матеріали покриття, стиль, простори STEAM.

Abstract

This work takes into account current trends, in particular the use of environmentally friendly materials, interactive technologies and concepts of adaptive design.

Keywords: internal interior, plaster, educational institution, design, space, covering materials, style, STEAM spaces.

Вступ

В процесі облагородження навчальних закладів, важливу роль відіграє те, яким чином оформлений їхній стиль та матеріали в дизайні інтер'єрів. Внутрішні оздоблювальні роботи по прикрасі є важливим кроком у процесі будівництва [1-4].

Також важливими аспектами є низка особливостей, тенденції, стилі та матеріали в дизайні інтер'єрів навчальних закладів [5-7]. Адже саме дані фактори мають вирішальну роль у забезпеченні якості, комфорту та безпеки у навчальних закладах [8-10].

Метою дослідження є виявлення особливостей проектування середовища навчальних закладів з використанням основних засобів дизайну інтер'єру.

Результати дослідження

Навчальні заклади — це установи, призначені для організації освітнього процесу, які включають навчання, виховання, розвиток та соціалізацію учнів або студентів. З точки зору дизайну інтер'єру навчальні заклади визначаються як простори, створені для організації навчального процесу, які повинні поєднувати функціональність, комфорт і естетику [10-12]. При проектуванні таких приміщень враховується специфіка їх призначення (класи, лабораторії, бібліотеки, тренажерні зали і т.д.) і навчання, взаємодія, забезпечуються сприятливі умови для відпочинку і розвитку.

Можна виділити основні аспекти у дизайні навчальних закладів.

Функціональність та гнучкість:

- Сучасні навчальні заклади максимально намагаються створити багатофункціональний простір, який легко адаптується до різних видів діяльності.
- Передбачається використання мобільних меблів, інтерактивних елементів, а також переносних перегородок, що дають можливість організувати простір відповідно до потреб навчального процесу.

Екологічність та безпека:

- Використовуються зазвичай екологічно чисті матеріали, такі як натуральна деревина, бамбук, натуральний камінь та інші.
- Одним із основних аспектів є забезпечення безпеки учнів, опираючись на це, використовують матеріали, котрі не виділяють шкідливих речовин та мають пожежну безпеку високого рівня.

Технологічність:

- Освітній процес активно залучає інноваційні цифрові технології. Усі прогресивні навчальні заклади активно використовують у навчальному процесі такі елементи, як інтерактивні дошки та проектори, сенсорні панелі і Wi-Fi. Дані гаджети складають велику частину навчального середовища. Це допомагає ефективнішому засвоєнню матеріалу та підвищенню зацікавленості учнів.

Креативність та індивідуальність:

- Навчальні заклади стають все більш креативними та індивідуальними у плані дизайну інтер'єрів. Використовуються зазвичай яскраві кольори та нестандартні форми, оригінальні декоративні елементи. Дані рішення допомагають створити позитивну атмосферу і спонукати до творчого мислення учнів.

Зональність та комфорт:

- Інноваційні навчальні заклади намагаються створити комфортні умови для навчання і відпочинку. Для досягнення даних цілей використовують різноманітні зони: навчальні, ігрові, релаксаційні. Кожна зона має своє функціональне призначення і оформлена відповідно до своїх особливостей.

Аналіз сучасних тенденцій, стилів і матеріалів в дизайні інтер'єрів навчальних закладів:

До стилів які можуть захочувати здобувачів освіти до навчання можна віднести такі стилі, як:

- Скандинавський: Простота, природність, світлі кольори.
- Лофт: відкритий простір, мінімалізм, використання грубих матеріалів (цегла, бетон).
- Хай-тек: Технологічні, глянцеві поверхні, стримана колірна гамма.
- Креативний мікс: Поєднання яскравих елементів і нестандартних форм.

Вибір матеріалу:

- Натуральні матеріали: дерево, пробка, натуральний камінь.
- Екологічно чисті матеріали: біопластик, перероблені матеріали.
- Безпечні покриття: гіпоалергенні фарби, зносостійкі поверхні.
- Тканини: звукоізоляційні текстильні панелі, міцна оббивка меблів.

Колірні рішення:

- Переважання нейтральних базових кольорів з яскравими акцентами.
- Використання кольорів, які сприяють концентрації (зелений, синій) або стимулюють активність (жовтий, оранжевий).
- Нововведення в плануванні:

Простори STEAM: зони науки, техніки, мистецтва та математики.

- Зелені зони: Інтеграція природних елементів (вертикальні сади, міні-оранжереї).
- Коворкінги: місця для командної роботи та творчих проєктів.
- Такі підходи забезпечують сучасність, функціональність та привабливість інтер'єрів навчальних закладів.

Висновки

В даній роботі було проаналізовано сучасні тенденції, стилів та матеріалів в дизайні інтер'єрів навчальних закладів. В результаті дослідження було систематизовано та опрацьовано тенденції, стилі та матеріали в дизайні інтер'єрів навчальних закладів. Викладено у зручній та доступній формі такі критерії як оздоблення фасадів, функціональність та гнучкість, екологічність та безпека, технологічність, креативність та індивідуальність, зональність та комфорт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович Л. Г. Впровадження еко-інтер'єру в закладах професійно-технічної освіти [Електронний ресурс] / Л. Г. Попович, В. П. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/view/19484>.
2. Materials used for facades, <https://www.ksquarearchitects.com/materials-used-facades/>
3. Archdaily. Projects. Educational architecture. URL: <https://www.archdaily.com/search/projects/categories/educational-architecture>

4. Ковальський В. П. Особливості впливу екстиреру і інтереру дошкільних навчальних закладів на психологічний стан дитини [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Г. І. Лисій // 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/allfbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2869>.
5. Archello. Projects. Educational. URL: <https://archello.com/projects/educational>
6. Клименко І. А., Якименко Н.-А. О. Відображення соціальної динаміки в інтер'єрах офісних приміщень.– Дніпропетровськ, 2011.
7. Гріщенко Д. О. Інноваційні будівельні матеріали [Електронний ресурс] / Д. О. Гріщенко, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)», Вінниця, 22 червня 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/18831>.
8. Complex binder based on industrial man-made waste [Text] / M. Lemeshev, O. Bereziuk, D. Cherepakha, V.Kovalskiy // Technical and agricultural sciences in modern realities, problems, prospects and solutions : collective monograph. – Boston : Primedia eLaunch, 2023. – 1.3. – P. 51–59.
9. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
10. Друкований М. Ф. Основні вимоги до об'ємно-планувальних рішень закладів дошкільної освіти [Електронний ресурс] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, Т. С. Яворська // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві – 2022», Вінниця, 25 листопада 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16765>.
11. Лисій Г. І. Формування архітектурного середовища дошкільних навчальних закладів [Електронний ресурс] / Г. І. Лисій // 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/1667>
12. Шмельова О. Є. Засоби і прийоми дизайну інтер'єрів сучасного закладу вищої освіти мистецького спрямування : дис. ... д-ра філософії в галузі дизайну : 022. Київ, 2021.

Кацага Марія Михайлівна — студентка групи БМ-23б, факультет будівництва та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mashakacaga2005@gmail.com

Ковальський Олександр В'ячеславович – студент, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: okovalskij19@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edu.ua

Kacaga Mariia Mykhailivna - student of the BM-23b group, Faculty of Construction and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: : mashakacaga2005@gmail.com

Kovalskiy Alexander V. — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: okovalskij19@gmail.com

Kovalsky Viktor Pavlovich – PhD, Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kovalskiy@vntu.edu.ua

Принципи архітектурного планувального формування житлових комплексів з урахуванням потреб міста

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядаються основні принципи архітектурного планувального формування житлових комплексів з урахуванням потреб міста. Проаналізовано вплив містобудівних, соціальних, економічних та екологічних факторів на проектування сучасних житлових районів. Зокрема, досліджено важливість оптимізації територіального використання, створення комфортних умов для мешканців та інтеграції нових забудов у вже існуючу міську структуру. Звернуто увагу на роль транспортної інфраструктури, соціальних об'єктів і зелених зон, а також на необхідність адаптації архітектурних рішень до специфічних умов міста. Висвітлено приклади успішних проектів житлових комплексів, які враховують зазначені фактори та сприяють покращенню якості життя в міському середовищі.

Ключові слова: архітектура, житлові комплекси, місто, економіка, інфраструктура.

Abstract

The article examines the main principles of architectural planning for the formation of residential complexes, considering the needs of the city. The influence of urban planning, social, economic, and environmental factors on the design of modern residential areas is analyzed. In particular, the importance of optimizing land use, creating comfortable living conditions for residents, and integrating new developments into the existing urban structure is explored. The role of transport infrastructure, social facilities, and green spaces is emphasized, along with the need to adapt architectural solutions to the specific conditions of the city. The article highlights examples of successful residential complex projects that take these factors into account and contribute to improving the quality of life in urban environments.

Keywords: architecture, residential complexes, city, economy, infrastructure.

Вступ

Архітектурне планування житлових комплексів є важливим етапом у розвитку міської інфраструктури, що визначає не лише комфорт для мешканців, але й ефективність функціонування міста в цілому. В умовах швидкого урбанізаційного процесу та зростання попиту на житло, важливість врахування міських потреб стає дедалі актуальнішою. Принципи архітектурного планування повинні бути спрямовані на створення збалансованого середовища, яке відповідає вимогам часу, забезпечує комфорт проживання та гармонійно вписується в міську тканину. У статті аналізуються ключові аспекти архітектурного формування житлових комплексів, що враховують як потреби мешканців, так і загальноміські вимоги.

Висновок

Розгляд принципів архітектурного планування житлових комплексів з урахуванням потреб міста показав, що успішна інтеграція нових забудов у міське середовище є складним процесом, який вимагає комплексного підходу та уваги до численних факторів. Створення комфортних і функціональних житлових районів можливе лише за умови, якщо проектування враховує екологічні, соціальні та економічні потреби міста. Важливо також, щоб житлові комплекси сприяли розвитку інфраструктури та покращенню якості життя мешканців. Збалансоване планування та інноваційні архітектурні рішення можуть значно покращити взаємодію між новими забудовами та вже існуючими міськими структурами, забезпечуючи стійкий розвиток міста в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 . ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"
- 2 . ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення"

Мачушенко Владислав Сергійович— студент групи гр. 1БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: machushenko.vlad@gmail.com

КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ УТЕПЛЮВАЧА НА ОСНОВІ ПІНОІЗОЛУ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено аналіз та зазначені основні переваги та недоліки сучасного теплоізоляційного матеріалу піноізол, описані існуючі способи утеплення стін житлових будинків піноізолом та запропонована концепція використання незнімної опалубки для піноізолу при влаштуванні вентилязованого фасаду.

Ключові слова: утеплення, житловий фонд, утеплювач, піноізол, незнімна опалубка, пароізоляція.

Abstract

The analysis was conducted and the main advantages and disadvantages of the modern thermal insulation material penoizol were indicated, existing methods of insulating the walls of residential buildings with penoizol were described, and the concept of using fixed formwork for penoizol when constructing a ventilated facade was proposed.

Keywords: insulation, housing stock, insulation, foam insulation, fixed formwork, vapor barrier.

Вступ

Утеплення стін житлових будинків на сьогоднішній день досить актуальна проблема, яка потребує негайного вирішення. По-перше, у нинішній час зовнішні стінові огорожувальні конструкції повинні відповідати сучасним вимогам по енергоефективності [1-3], тобто термічний опір стіни повинен дорівнювати або перевищувати необхідний. По-друге, що на сьогодні є більш важливим, будинки повинні бути енергозаощадливими та потребувати якомога меншу кількість енергетичних ресурсів для опалення. Дана проблема склалася через нинішню складну ситуацію в країні із обмеженими ресурсами природного газу та через загрозу відключень електроенергії. Обсяг енергоресурсів обмежений, тому і важливо провести утеплення стін житлових будинків, що забезпечить енергоефективність будинку. Будівля із утепленими стінами буде зберігати тепло, і як наслідок- для опалення потрібно використати меншу кількість ресурсів.

Житловий фонд на сьогодні, на жаль, викликає глибоке занепокоєння, так як досить велика частина будинків не підлягала проведенню робіт по утепленню стін. Тому і важливо проводити утеплення стін житлових будинків, використовуючи сучасні теплоізоляційні матеріали, які є ефективними та мають низький коефіцієнт теплопровідності.

Технології не стоять на місці, їхній розвиток не оминув і будівельну галузь у сфері матеріалів утеплювачів. Як наслідок, винайдений сучасний утеплювач піноізол.

Але варто зауважити, що окрім використання сучасних якісних утеплювачів при проведенні утеплення варто і обирати перспективні види фасадів. До таких фасадів відноситься вентиляований фасад. Однак для того, щоб можна було використовувати утеплювач на основі піноізолу при влаштуванні вентилязованого фасаду потрібно запропонувати концепцію виготовлення незнімної опалубки, яка надасть можливість використовувати піноізол під вентиляований фасад.

Результати дослідження

Сьогодні представлено вдосталь різноманітних теплоізоляційних матеріалів, які різняться між собою коефіцієнтом теплопровідності, щільністю, паропроникністю, класом горючості та вартістю. Серед сукупності наявних утеплювачів особливу увагу заслуговує піноізол- це сучасний вид утеплювача, який є не дуже дорогим у порівнянні із іншими утеплювачами, однак він має хороші показники по теплостійкості.

Піноізол- це різновид карбамідно-формальдегідного типу утеплювача, складовими якого є вода,

смола, кислото-затверджувач, піноутворювач та різноманітні присадки для підвищення теплоізолюючих властивостей. Також у складі піноізолу є модифікатори у обсязі не більше 5 % від загальної маси, завдання яких підвищувати фізико-механічні характеристики утеплювача. Окрім чудових теплоізоляційних властивостей, піноізол також має хороші звукопоглинаючі властивості. Піноізол на вигляд білого кольору, у складі якого наявні дрібні пори, однак практично відсутні великі повітряні прошарки. Саме тому приблизно 90% від загального об'єму утеплювача у піноізолі становить повітря, даний матеріал має хороші теплоізолюючі та звукоізолюючі властивості. Коефіцієнт теплопровідності піноізолу становить 0,038 (Вт/(м*К)). Через це піноізол домінує над мінеральною ватою та пінополістиролом, тому що за приблизними підрахунками піноізол по теплопровідності товщиною 50 (мм) відповідає пінополістиролу товщиною 70 мм або мінеральній ваті 90 мм [4-6].

Піноізол є екологічно чистим та безпечним для здоров'я людей, даний утеплювач не має заборон у використанні при проведенні утеплення житлових будинків [6-8]. Також матеріал є пожегобезпечним, піноізол не горить так як у його складі наявний азот. При виготовленні піноізолу використовують термоактивні смоли, які після полімеризації не мають властивості переходити знову у рідкоподібний стан, тому при впливі високих температур піноізол не плавиться та не займається [9]. При впливі високих температур піноізол зменшується в об'ємі.

Як і будь-який інший утеплювач піноізол має ряд переваг та недоліків [10-12]. До основних переваг можна віднести:

- екологічність: піноізол екологічний, не токсичний та безпечний для здоров'я;
- високі показники теплоізоляції та шумоізоляції;
- негорючість: піноізол не горить та не піддається горінню, клас горючості Г 1;
- економічність: піноізол не є дуже дорогим, так як компоненти для його виготовлення

виготовляються у нас на заводах;

- піноізол не боїться цвілі та грибка: даний утеплювач ніяк не руйнується від грибків та цвілі, на його поверхні дані мікроорганізми не утворюються, матеріал виконує роль антисептика;
- гризунам піноізол не цікавий: піноізол гризуни не їдять та в ньому не живуть.

Також не дивлячись на вагомні переваги, піноізол має і недоліки, до яких відноситься:

- якщо порушена технологія утеплення стіни піноізолом, а саме через недостатній тиск задування утеплювача у стіну або через замалий об'єм утеплювача, піноізол при полімеризації осідає або тріскає, через що структура утеплювача є нецільною, як наслідок- ефективність утеплення зменшується;

- через використання неякісних компонентів або через порушену технологію піноізол із роками зсідается у своєму об'ємі;

- якщо проводити утеплення методом напилення на поверхню- неможливо контролювати однакову товщину утеплювача.

Піноізол використовують для проведення утеплення будинків не лише з цегли, а також із дерева, для каркасного типу будинку, а також для конструкцій стіни які мають повітряний прошарок. Окрім стін, піноізолом також утеплюють горище, дах, підлогу, конструкції які обшиті гіпсокартоном або вагонкою. Також широко використовують не тільки для утеплення житлових будинків, а і для складів, промислових та адміністративних будівель, виробничих приміщень.

Основна перевага утеплення будинку піноізолом- даний матеріал виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику, а отже при утепленні даним видом утеплювача не потрібно витратити кошти на доставлення об'ємного матеріалу. Із піноізолом таких проблем не має, так як обладнання для його виготовлення займає небагато місця, а компоненти для приготування суміші перевозяться в окремих ємностях.

Піноізол, коли його задули у конструкцію стіни, приблизно через 5-10 хвилин після задування набирає первинну полімеризацію, а через 3-5 годин утеплювач набирає первинну щільність. Через 3-4 тижні відбувається остаточне затвердіння та піноізол набирає своєї проектної щільності.

Піноізол виготовляють на будівельному майданчику шляхом рівномірного змішування компонентів у обладнанні для приготування утеплювача. До обладнання підключають компресор, який забезпечуватиме наявність стисненого повітря, так як піноізол задувається під тиском. Через рукав, на кінці якого розміщена насадка, відбувається задування піноізолу.

На сьогоднішній день існує два способи утеплення стіни піноізолом- це задування піноізолу у

порожнину стінової конструкції, або шляхом напилення на поверхню стіни. Також піноізол виготовляють листами, і в подальшому закладають у порожноту стіни.

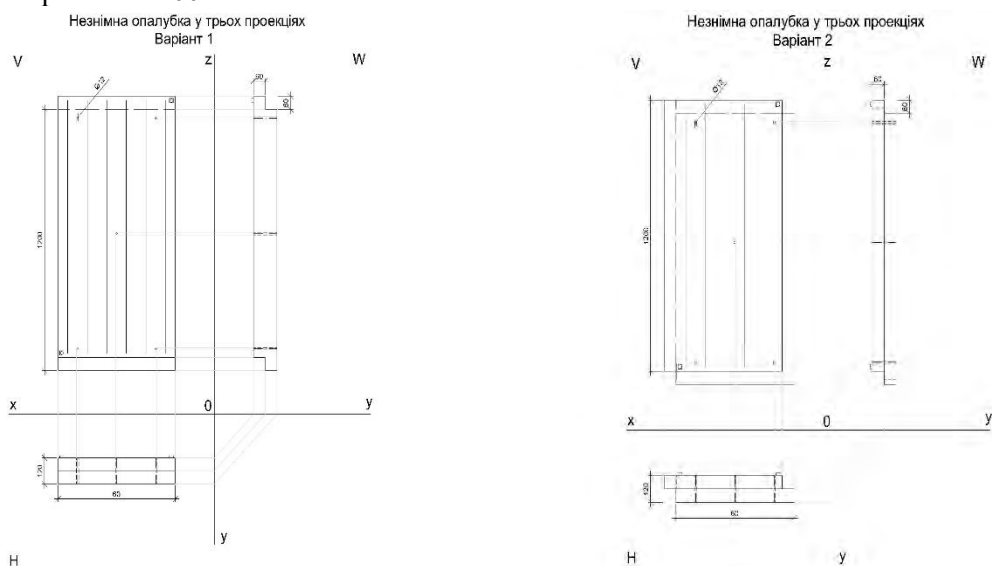
При задуванні піноізолу у порожнину стіни є два варіанти- задування у будинок який будується та задування у стіну уже існуючого будинку. Коли будинок будується, у порожнину стіни зверху будинку проводять задування утеплювача, перевага- зручно проводити задування. У випадку, коли проводять утеплення уже існуючого будинку, тут трішки складніше. Спочатку потрібно виконати висвердлювання отворів у стіні, через які у подальшому проводитимуть задування утеплювача у порожнину стіни. Якщо стіна із цегли, висвердлюють у місцях перехрещування горизонтальних та вертикальних швів щоб не пошкодити цеглу. У подальшому залишки піноізолу прибирають із поверхні стіни та заштукатурюють просвердлені отвори.

При другому способі утеплення піноізолом утеплювач напилюють на поверхню стіни. Процес напилення піноізолу на поверхню стіни нагадує процес утеплення пінополіуретаном, його теж напилюють на поверхню стіни. Недолік даного способу- досить важко, практично неможливо контролювати однакову товщину утеплювача. Саме тому раціонально запропонувати виготовити незнімну опалубку для піноізолу, яка надасть можливість утеплювати будинки даним матеріалом під подальше влаштування вентилязованого фасаду.

Отже, запропонуємо ідею виготовлення незнімної опалубки для піноізолу, завдяки якій буде можливість утеплювати будинок піноізолом на який планується влаштувати вентиляований фасад. Опалубку виконуємо пошиттям із пароізоляції (армована плівка), яка у своїй структурі має отвори (приблизно 600 на 1 м²). Матеріал повинен забезпечувати можливість виходу вологи із утеплювача на зовні, в результаті піноізол не буде намокати, а це дуже важливо, тому що будь-який утеплювач при замоканні частково втрачає свої теплоізолюючі властивості.

Незнімну опалубку моделюємо розмірами 1200 мм×600 мм. Але єдиним типорозміром провести утеплення стіни неможливо, тому довжина та ширина опалубки у каталозі становить із кроком 50 мм. Товщину опалубки можна виготовити з кроком 10 мм для забезпечення потрібної товщини утеплювача.

Для того, щоб забезпечити можливість використовувати дану незнімну опалубку із подальшим влаштуванням вентилязованого фасаду, потрібно розробити опалубку за відповідною конструкцією. Варто врахувати місця, де будуть проходити кронштейни кріплення для направляючих. Для цього розроблено два варіанти опалубки. На рисунку 1 а) показана опалубка за першим варіантом, опалубка розміщується вертикально, зверху та знизу вишитий паз для унеможливлення проходження холоду між опалубками. Кронштейни розміщуються між опалубками, по горизонталі відстань 600 мм, по вертикалі все згідно проекту. На рисунку 1 б) показаний другий варіант опалубки, пази по периметру, для проходження кронштейнів передбачені «рукави», відстань між кронштейнами по горизонталі 600 мм, по вертикалі 1200 мм.



а) перший варіант

б) другий варіант

Рисунок 1 - Незнімна опалубка у трьох проекціях за двома варіантами

Для забезпечення однакової товщини незнімної опалубки після задування з зовнішньої сторони опалубки поздовж конструкції вшиються ребра жорсткості (зовні опалубка схожа на надувний матрац), які з середини прошиваються перемичками до внутрішньої сторони, ширина перемичок 100 мм, крок між ними 50 мм. Висота цих ребер жорсткості становить 10 мм. Тому якщо розрахункова товщина утеплювача піноізолу становить 100 мм, незнімна опалубка буде товщиною на 10 мм більша, тобто 110 мм. Також для додаткового контролю товщини опалубка кріпиться на 5 шт будівельних анкерів до стіни, тому у місцях проходження крізь опалубку вшиваються пластикові втулки діаметром 12 мм, втулки слугуватимуть контролем товщини та унеможливають виходження піноізолу назовні при задуванні. На опалубці по діагоналі у кутах розміщено два натискних клапани, через нижній відбувається задування, через верхній- контроль задування.

Висновки

Отже, проведення утеплення стін житлових будинків на сьогодні досить актуальне. Для утеплення стіни варто використовувати сучасні види утеплювачі, які мають низький коефіцієнт теплопровідності. В результаті цього можна запроєктувати меншу товщину утеплювача у порівнянні із іншими теплоізоляційними матеріалами. Один із таких видів утеплювача це піноізол. Однак для того, щоб була можливість використовувати піноізол під вентиляований фасад і була змодельована незнімна опалубка, яка кріпиться на стіну, після чого у середину задується піноізол, і як наслідок- досягнута однакова проектна товщина утеплювача, що не можна досягти шляхом наплення піноізолу на стіну. Тому дана концепція є актуальною до виробництва і використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ. Міністерство розвитку громад та територій України 2022.
2. Чумак Ю. Ю., Вознюк І. М., Ковальський В. П. Мінеральна вата для утеплення та звукоізоляції будинків. Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20456>.
3. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
4. Хот-Дом. Утеплення і тепловізійна діагностика. Утеплення. URL:
5. Ковальський В. П. Інноваційні матеріали для звукоізоляції будинків [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Л. В. Янківська, В. П. Бурлаков // 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. 221–223.
6. Юзькова, Є. П., В. П. Очеретний, and В. П. Ковальський. Аналіз різних видів утеплювачів по термічним та економічним показникам. ВНТУ, 2020.
7. Complex binder based on industrial man-made waste [Text] / M. Lemeshev, O. Bereziuk, D. Cherepakha, V.Kovalskiy // Technical and agricultural sciences in modern realities, problems, prospects and solutions : collective monograph. – Boston : Primedia eLaunch, 2023. – 1.3. – P. 51–59.
8. Інстрой. Що таке піноізол і які його характеристики. URL: <https://ua.instroj.com.ua/news/scho-take-penoizol-i-jaki-jogo-harakteristiki/>
9. Вікна. Утеплення піноізолом: особливості матеріалу, його переваги і сфери застосування. URL: <https://vikna.if.ua/cikavo/63160/view>
10. Добрий господар. Що таке піноізол: склад, властивості, плюси, мінуси. 15 грудня, 2023. URL: <https://isu.org.ua/shho-take-pinoizol-sklad-vlastyvosti-plyusy-minusy/>
11. Bereziuk V. et al. High-precision ultrasonic method for determining the distance between garbage truck and waste bin //Mechatronic Systems 1. – Routledge, 202
12. 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 ІІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29 березня 2019 р., – Сєвєродонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14

Дзюбенко Андрій Юрійович — студент групи 2БМ-23м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dzubenkoandriy@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com ORCID 0000-0002-3103-6319.

Науковий керівник: **Ковальський Віктор Павлович** — доцент каф. "Будівництва, міського господарства та архітектури" Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kovalskiy@vntu.edu.ua

Dziubenko Andrii Yuriiovych - student of group 2BM-23m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dzubenkoandriy@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 ORCID 0000-0002-3103-6319.

Scientific adviser: **Kovalsky Victor P** - Associate Professor "Construction, Municipal Economy and Architecture" Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kovalskiy@vntu.edu.ua

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження по удосконаленню теплонасосних систем, що використовують низькопотенційну теплоту потоку, виявлені можливі способи підвищення техніко-економічних показників даних систем теплопостачання, відповідно до них запропонований ряд рішень.

Ключові слова: тепловий насос, теплообмінник, теплоносіє, теплопередача, колектор, поліетиленові труби, водне середовище, тепловіддача.

Annotation

A study was conducted on the improvement of heat pump systems, which low-potential flow heat is used, possible methods are identified increasing the technical and economic indicators of these heat supply systems, a number of solutions are proposed in accordance with them.

Key words: heat pump, heat exchanger, coolant, heat transfer, collector, polyethylene pipes, water environment, heat transfer.

Вступ

При дослідженні по удосконаленню теплонасосних систем за основу було взято відому схему ТНУ із замкнутим контуром відбору НПТ, по якому циркулює низькозамерзаючий теплоносіє (рис. 1.1). Метод розподілу виробленої теплоти в контексті роботи не має значення, тому за базовий варіант взято схему з безпосереднім нагрівом повітря в теплообміннику-конденсаторі ТН.

Основна частина

Виходячи з огляду застосовуваних схем вилучення низькопотенційної теплоти (НПТ) з водного середовища, за основу для подальшого розгляду була взята схема ТНУ (тепло насосної установки) нетоксичної паливної системи з замкнутим контуром відбору НПТ, по якій циркулює низькозамерзаючий теплоносіє (рис.1.1). Такий спосіб відбору НПТ з водного середовища можна назвати найбільш універсальним. Спосіб розподілу виділяемого тепла в контексті експлуатації не має значення, тому за базову схему взято схему з безпосереднім нагріванням повітря в теплообміннику-конденсаторі ТН (теплого насоса).

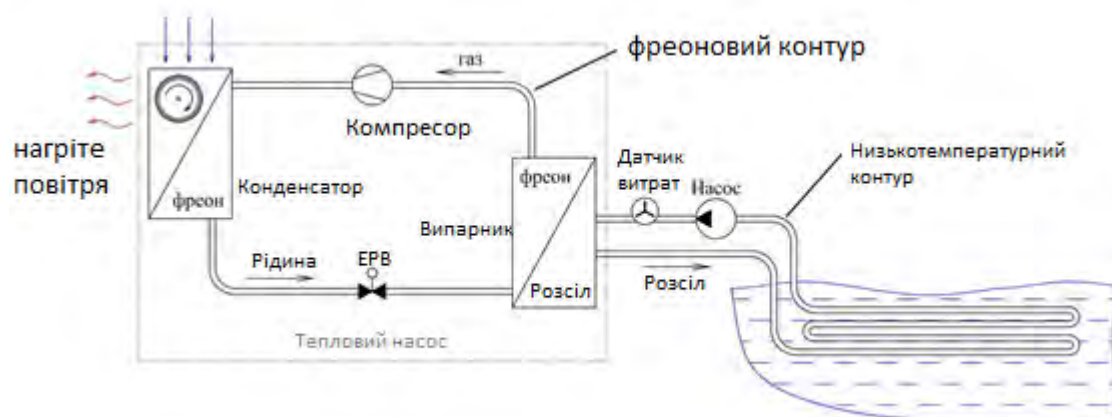


Рисунок 1 - Схема теплонасосної установки з контуром відбору НПТ з водотоку

Якщо говорити про теплообмінну конструкцію, в якій теплоносіє безпосередньо нагрівається за

рахунок теплоти водного середовища, то для даної схеми можливі різні її варіанти. Для вилучення тепла з водного середовища, як правило, використовується укладання на дно матів із поліетиленових труб, через які закачується теплоносій на основі гліколю. За аналогією з ґрунтовими колекторами цей варіант можна назвати донним колектором. Незважаючи на простоту конструкції і низьку вартість поліетиленових труб, такий спосіб відбору тепла не завжди є найбільш раціональним.

В результаті аналізу були визначені умови, при яких описаний метод може бути доцільним, і виявлені його недоліки та можливі області оптимізації у випадку відбору тепла з водного середовища, ґрунту.

У разі відбору тепла з водного середовища картина змінюється. Стаціонарну водну масу в непроточній водоймі, особливо в районі дна, не можна назвати середовищем з великою тепловіддачею, але виникаючі конвективні потоки дозволяють використовувати схеми з більшою щільністю теплового потоку і меншою поверхнею теплообміну. Таким чином, в ряді ситуацій конкуренцію донним колекторам з поліетиленових труб можуть скласти більш компактні занурюючі теплообмінники. Але на сьогоднішній день спостерігається брак наявних даних і відсутність будь-яких порівняльних досліджень, які б дозволили точно визначити оптимальні рішення в кожному конкретному випадку відбору тепла з водного об'єкта [1].

У свою чергу, водотік, навіть при невеликій швидкості течії, можна назвати середовищем з високою тепловіддачею, і цю особливість доцільно використовувати для досягнення найкращих техніко-економічних показників ТН, який використовує тепло водотоку. Можна припустити, що використання традиційної схеми з донними матами в даному випадку стає нераціональним через низьку інтенсивність теплообміну між водним середовищем і трубою, що тягне за собою такі наслідки:

- підвищена витрата матеріалу через необхідність використання труби більшої довжини і, в деяких випадках, виготовлення для неї рами більшого розміру або декількох рам, а також значної кількості теплоносія, необхідного для заповнення труби;
- необхідність достатнього розміру дна, доступного для розміщення конструкції;
- підвищені енерговитрати на перекачування теплоносія через значну довжину труби;
- підвищена невідповідність між температурою теплоносія на виході з труби і середньою температурою водотоку, що особливо проявляється при наявності на дні шару мулових відкладень, які обмежують конвективний теплообмін і збільшують температурний градієнт між зануреною трубою в мул і основною масою води у верхній частині водотоку.

Останній показник має велике значення, так як максимальне наближення температури теплоносія до температури джерела НТП дозволяє досягти найвищих показників продуктивності і ефективності теплового насоса [3]. Ступінь наближення температури теплоносія до температури джерела НТП визначається градієнтом температури в теплообмінному пристрої, який при заданій площі теплообміну обернено пропорційний коефіцієнту теплопередачі. З теорії тепломасообміну [4] відомо, що при одній і тій же швидкості потоку теплопередача більш інтенсивна при поперечному обтіканні труб, ніж при поздовжньому обтіканні або при обтіканні під деяким проміжним гострим кутом. Якщо бути більш точним, то вирази для критерію Нуссельта для випадку поперечного обтікання труб дають більші значення при тих же числах Рейнольдса, ніж вирази для інших випадків обтікання, і виходячи з цього набувають найбільші значення коефіцієнта теплопередачі на межі розділу вода-стінка.

Звідси випливає, що максимальної інтенсифікації теплообміну за рахунок природного руху води необхідно по можливості орієнтувати у воді якомога більшу частину занурювальних труб перпендикулярно течії, а також розміщувати їх в зоні найбільшої швидкості потоку.

Все це недосягається в схемах з донними матами або іншими занурювальними конструкціями.

Для переважного перпендикулярного перебігу розміщення труб необхідні конструкції у вигляді трубних ґратів, у яких основна довжина теплообмінного трубопроводу представлена прямими, паралельними один одному ділянками труб.

Окремим випадком трубчастої ґратки можна назвати плоский змієвик. У той же час раціональним варіантом теплообмінника є гладкі неребристі трубки круглого перерізу, що значно знижують ймовірність його засмічення водоростями і сміттям, а також спрощує його виготовлення [2].

Крім того, з перерахованих недоліків відомої схеми з донними матами або подібними конструкціями одним з найбільш суттєвих є необхідність використання значної кількості теплоносія - антифризу, необхідний обсяг якого вимірюється сотнями і тисячами літрів. В даний час в якості теплоносія зазвичай використовується водний розчин етиленгліколю або пропіленгліколю. У той же час етиленгліколь є токсичною речовиною і становить небезпеку для людини і навколишнього

середовища, а пропіленгліколь хоч і безпечний, але більш в'язкий і має більш високу вартість, що позначається на вартості всієї установки. Наприклад, вартість теплоносія на основі пропіленгліколю, необхідного для заповнення описуваних конструкцій з поліетиленових труб, значно перевищує вартість самих поліетиленових труб та інших комплектуючих. Таким чином, використання застосовуваних теплоносіїв, як мінімум, значно збільшує вартість системи [3].

Виходячи з вищевикладеного, можна сформулювати такі основні заходи, яких слід дотримуватися для досягнення поставлених цілей:

– використання переваг рухомого середовища у водотоку шляхом розміщення пристрою для відбору тепла у вигляді трубчастої ґратки в зоні активної течії з розміщенням труб поперечно течії, замість традиційного випадкового розміщення на дні;

– оптимізація параметрів низькотемпературного контуру, в першу чергу геометричних параметрів теплообмінного пристрою, гідравлічного опору контура і витрати теплоносія.

Висновок

В результаті проведеного аналізу було визначено основні недоліки існуючих схем та виявлено можливості для оптимізації техніко-економічних параметрів теплонасосних систем тепlopостачання, що використовують НПТ поверхневих водотоків. Позначено такі основні заходи, яких слід дотримуватися для досягнення поставлених цілей:

- використання переваги навколишнього середовища у водотоці шляхом розміщення пристрою відбору теплоти у вигляді трубної ґратки в зоні активної течії з розташуванням труб поперечно течії;

- оптимізація параметрів низькотемпературного контуру, насамперед геометричних параметрів теплообмінного пристрою, гідравлічного опору контуру та витрати теплоносія.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами: ДСТУ Б В.2.5-44:2010. – [Чинний від 2010-09-01]. – К., 2010. – 46 с. – (Національний стандарт України).
2. Безродний М. К. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення / М. К. Безродний, М. А. Галан // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2011. – №6. – С. 30 - 36.
3. Редько О. Ф. Комбіновані системи тепlopостачання з відновлювальними джерелами тепла / О. Ф. Редько, О. М. Тарадай, В. В. Чернокрылок, Є. С. Єсін // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2014. – №10 (129). – С. 42 – 46.
4. Співак О.Ю. Тепломасообмін / О.Ю.Співак, Н.В.Резидент // Вінниця: ВНТУ, 2021 -113с.

Слободян Наталія Михайлівна – доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, email: NSlobodian61@gmail.com.

Гончарук Віктор Олександрович – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, email: sanderlend@ukr.net

Slobodian Natalia – lecturer of department of engineering systems in construction Vinnitsia National Technical University, email: NSlobodian61@gmail.com.

Goncharuk Viktor Oleksandrovych – graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsia National Technical University, email: sanderlend@ukr.net

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця стаття присвячена аналізу сучасного стану магістральних газопроводів. Розглянуто основні фактори, що впливають на продуктивність магістральних газопроводів. Аналізуються технічні аспекти та технологічні рішення, які допомагають збільшити продуктивність роботи магістральних газопроводів.

Ключові слова: *магістральний газопровід, газотранспортна система, виробнича безпека, технологічне обладнання, потужність, арматура, дефектний трубопровід, експлуатація.*

Annotation

This article is devoted to the analysis of the current state of main gas pipelines. The main factors affecting the performance of main gas pipelines are considered. The technical aspects and technological solutions that help to increase the productivity of main gas pipelines are analyzed.

Key words: *main gas pipeline, gas transportation system, industrial safety, technological equipment, power, fittings, defective pipeline, operation.*

Вступ

Метою цього огляду є аналіз сучасного стану магістральних газопроводів, підвищення рівня власних виробничо-технічних проблем, розглянуто проблемні питання газотранспортної системи.

Основна частина

Магістральними трубопроводами здійснюється транзитне, міждержавне, міжрегіональне постачання вуглеводнів споживачам [1].

Магістральний трубопровід (газопровід) – технологічний комплекс, що функціонує як єдина система, до складу якого входить одна або декілька ниток трубопроводу з усіма об'єктами, пов'язаними з нею єдиним технологічним процесом транспортування вуглеводнів (товарного природного газу) з районів їх видобування або зберігання до місць перероблення, споживання або зберігання [1].

Виробнича безпека об'єктів нафтогазового комплексу значною мірою визначається безвідмовною роботою магістральних трубопроводних систем, їх руйнування пов'язане з ризиком виникнення нещасних випадків, масштабних аварій, значними економічними втратами та забрудненням навколишнього середовища за рахунок викидів природного газу СН₄ (метан), який є одним з основних парникових газів.

В Україні поняття “виробнича безпека” визначається як захищеність життя, здоров'я працівників й інших осіб і майна від впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників [2].

Лінійна частина трубопроводів експлуатується в складних техногенних і різноманітних природних умовах, спектр навантажень і впливів на трубопроводи є дуже широким.

Будова магістральних газопроводів по всій протяжності відрізняється конструктивними рішеннями, крім цього, об'єкти МГ мають значний термін експлуатації, все це разом з високим ступенем ймовірності непрогнозованого втручання в будову об'єктів призводить до підвищення рівня ризиків їх відмови.

Газотранспортна система України (ГТС) складається з магістральних газопроводів (МГ), загальною протяжністю 37,9 тис. кілометрів (за виключенням МГ, розташованих на тимчасово окупованих територіях АР Крим та в зоні проведення операції об'єднаних сил (ООС)) 33,179 тис. кілометрів (пропускна здатність ГТСУ на вході – 304 млрд.м³/рік; на виході – 145,8 млрд. м³/рік), 73 компресорних станції (КС), у складі яких працюють 705 газоперекачувальних агрегатів (ГПА), загальною потужністю перекачувального парку 5496 МВт, понад 1472 газорозподільних станцій

(ГРС), 12 підземних сховищ газу (активною ємністю 31 млрд.м³ газу), за виключенням 1 газосховища, розташованого на тимчасово окупованих територіях та інших структурних об'єктів, які забезпечують функціонування системи [3;4].

У 2023 році використання природного газу в Україні знаходилось на рівні 27,5 млрд.м³ на рік [18]. Територією нашої країни щорічно, починаючи з 2016 року, транспортується приблизно 85-90 млрд.м³ транзитного природного газу [5].

На власні виробничо-технічні та технологічні потреби (рис.1.1) оператором ГТС України щорічно витрачається близько 4,0-4,5 млрд.м³ природного газу.

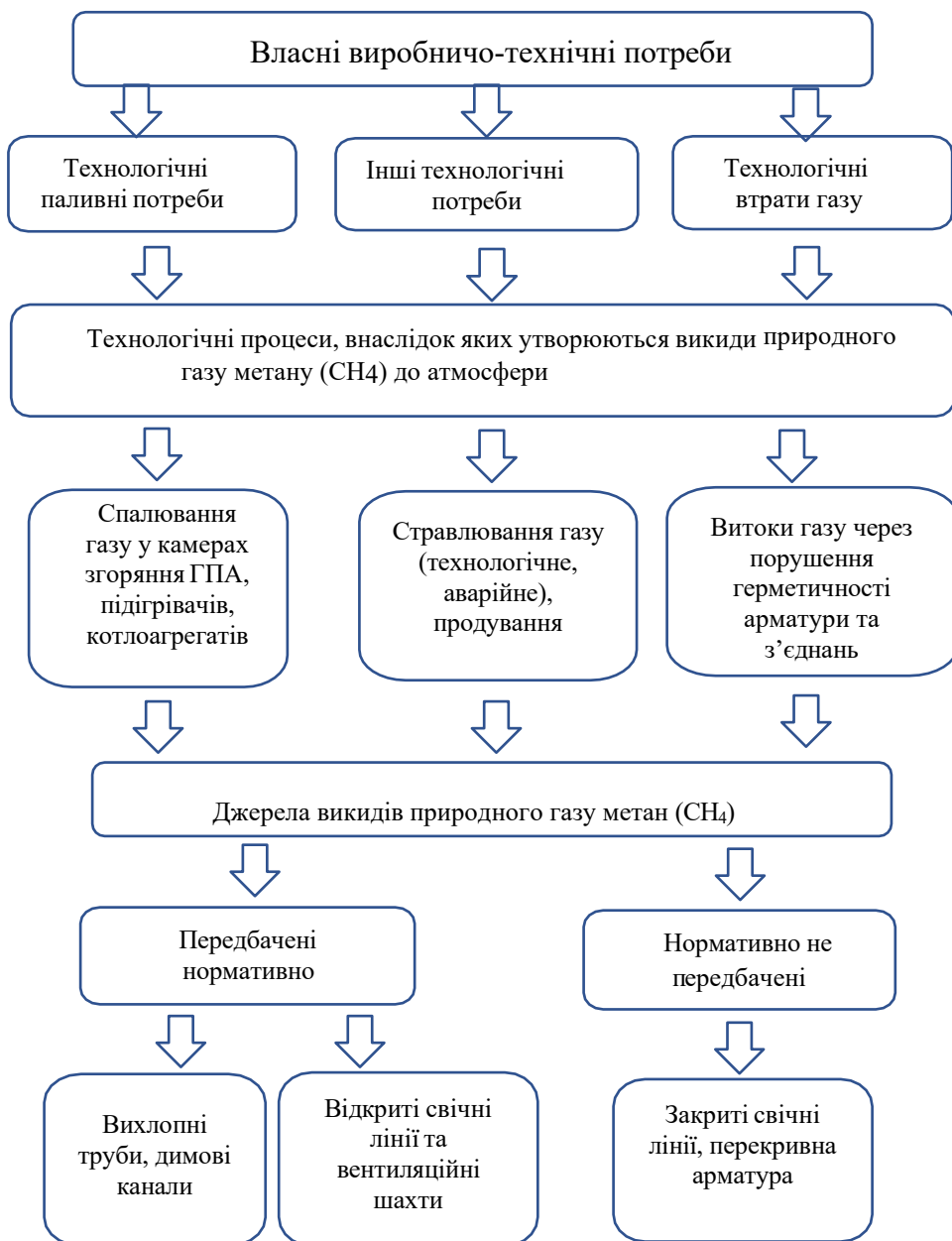


Рисунок 1.1 – Структура виробничо-технічних потреб

Газотранспортна система України характеризується високим рівнем моральної та фізичної зношеності технологічного обладнання та устаткування. Близько 70 відсотків загальної довжини МГ та близько 80 відсотків ГПА компресорних станцій відпрацювали понад 20 років, а термін експлуатації 10 відсотків ГПА наблизився до 50 років, 10 відсотків транзитних МГ експлуатуються вже понад 50 років.

Технічний стан більшості підземних сховищ газу, які відпрацювали з початку першого закачування газу в пласт від 20 до 49 років, не задовольняє технічним та проектним вимогам щодо їх експлуатації.

Значна зношеність ГТСУ призводить до збільшення з кожним роком витрат на відновлення основних засобів, проте останніми роками спостерігається стійка тенденція до зменшення обсягу фінансування капітального, поточного та планового ремонтів, що негативно впливає на ефективність та надійність функціонування газотранспортної системи.

Проблемні питання газотранспортної системи наступні:

- питома витрата паливно-енергетичних ресурсів на реальний привід газоперекачувального агрегату протягом багатьох років знижується у зв'язку з вимушеним розвантаженням газотранспортної системи та низьким коефіцієнтом корисної дії агрегатів;
- більшість МГ відпрацювали свій розрахунковий ресурс, їх деградація (зниження ряду фізико-механічних та електрохімічних характеристик сталей) у часі значно прискорюється, працездатність сталей, як основного несучого елемента конструкції, поступово втрачається. Тривала взаємодія напруженого металу з корозійно-агресивними середовищами, циклічні (не проектні) зміни тиску газу ще більше пришвидшують деградацію;
- труби, з яких побудовані трубопроводи МГ за часів СРСР, мають суттєві недоліки (невисоку міцність, недосконалу форму і геометрію). Спостерігаються непоодинокі випадки експлуатації трубопроводів, зварених з труб з великою різницею в діаметрах;
- завдяки низькій якості рентгенівських плівок та зменшених обсягах, порівняно з сучасними вимогами радіографічного контролю, велика кількість будівельних дефектів трубопроводів залишається невиявленою;
- далеко не всі магістральні газопроводи підлягають внутрішньоутробній діагностиці через брак технологічної можливості виконання таких робіт;
- чимала частина магістральних газопроводів працює у наводненому середовищі;
- чимала кількість трубопроводів експлуатується з незадовільним станом ізоляційного покриття;
- допускається експлуатація фізично та морально застарілих систем електрохімічного захисту трубопроводів;
- магістральні та технологічні газопроводи, що вводилися в експлуатацію за часів Радянського Союзу, в період інтенсифікованого перекачування газу, часто не були оснащені системами автоматики і телемеханіки;
- на багатьох дільницях МГ лінійна перекривна арматура, через її дефіцит під час будівництва, встановлена зі збільшеним відносно вимог будівельних норм кроком;
- ділянки магістральних газопроводів, що експлуатуються, іноді побудовані з труб зі зменшеним, відносно до основного (проектного), діаметром;
- допускається стравлювання великих обсягів газу;
- наявна досить значна кількість витоків газу;
- використовується процедура «спрацювання» газу на споживача;
- не прогноуються ризики від експлуатації магістральних газопроводів з дефектами;
- регіональні філії підприємства-оператора газотранспортної системи в недостатній мірі забезпечені машинами і механізмами, необхідними для виконання поставлених завдань;
- оператор ГТСУ має застарілу діагностичну приладову базу;
- Україна має застарілу та недосконалу нормативну базу;
- експлуатаційний персонал оператора ГТСУ постійного скорочується (кількість експлуатаційного персоналу не задовольняє обсягам планових робіт);
- система галузевого професійно-технічного навчання в занепаді;
- працівники галузі мають незадовільний рівень заробітної платні.

Враховуючи вищеперераховане, можливо зробити висновок, що рівень експлуатаційного ризику газотранспортної системи досить великий, а рівень виробничої безпеки системно знижується.

Єдиним виходом зі становища, що склалося, є рух оператора ГТСУ до визначення реального технічного стану об'єктів МГ та планомірне і систематичне відновлення їх ресурсу, справного та безпечного стану.

Єдиним видом ремонту, при якому повністю відновлюється безпечний стан та ресурс трубопровідної системи, є ремонт дефектного трубопроводу, шляхом повної або часткової заміни дефектної труби.

Способи, що наразі застосовує оператор газотранспортної системи задля забезпечення безпеки виконання таких ремонтних (регламентних) робіт, є або екологічно шкідливими («стравлювання» газу), або виробничо небезпечними та енерго- і ресурсо- неефективними («стравлювання» газу, «спрацювання» газу на споживача, підсилення несучої здатності трубопроводів та «заплавлення» дефектів під тиском тощо).

Таким чином, на пізній стадії експлуатації об'єктів магістрального транспорту газу актуальною науково-технічною проблемою стає забезпечення справного стану, надійності, енергоресурсоефективності та виробничої безпеки об'єктів ГТСУ.

Висновок

1. Проведено аналіз сучасного стану газотранспортної системи України.
2. Розглянуто проблемні питання газотранспортної системи:
3. Проведено аналіз методів ризиків під час експлуатації магістральних газопроводів.

Визначено, що під час експлуатації об'єктів магістральних газопроводів, а саме виконання ремонтних та регламентних робіт, рівень виробничої безпеки та енергоресурсоефективності не відповідає сучасним методам управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4611:2006 Магістральні трубопроводи. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2007-01-01]. Київ, 2007. 26 с.
2. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2015-05-01]. Київ, 2015. 18 с.
3. Параметри ГТС .URL:<https://tsoua.com/gts- infrastruktura/mozhlyvosti-gts/tehnichni-dani/> (дата звернення: 11.10.2023).
4. Споживання природного газу в Україні .URL:<https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/74B2346ABA0CBC69C22570D80031A365?OpenDocument> (дата звернення: 11.10.2023).
5. Транзит газу територією України. URL:<https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/74B2346ABA0CBC69C22570D80031A365?OpenDocument> (дата звернення: 11.10.2023).

Андрусак Василь Петрович – студент, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: Сlobодян Наталія Михайлівна – к.т.н, доцент кафедри ІСБ, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua

Andrusyak Vasyl Petrovych – student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university.

Scientific supervisor: Natalia Slobodian – Ph.D., associate professor of the Department of Information Technology, Vinnytsya National Technical University ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua

ВИЗНАЧЕННЯ КРЕНІВ ВЕЖОВИХ СПОРУД ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ВРАХУВАННЯМ БЕЗПЕКОВОЇ СИТУАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто причини виникнення кренів вежових споруд енергетичної інфраструктури. Виконано аналіз способів визначення кренів споруд залежно від технічних вимог та умов спостереження в межах території енергетичної інфраструктури. Наведено вимоги до організації та точності виконання геодезичних робіт при визначенні кренів вежових споруд.

Ключові слова: безпекова ситуація, вежова споруда, енергетична інфраструктура, крен, точність геодезичних робіт.

Abstract

The causes of tilting of power infrastructure tower structures are considered. An analysis of the methods of determining the tilt of buildings depending on the technical requirements and monitoring conditions within the territory of the energy infrastructure was performed. The requirements for the organization and accuracy of geodetic works when determining the rolls of tower structures are given.

Keywords: security situation, tower construction, energy infrastructure, roll, accuracy of geodetic works.

Вступ

В результаті нерівномірного осідання фундаментів споруд, особливо інженерних споруд вежового типу значної висоти, виникає крен, тобто відхилення положення їхніх окремих точок вертикальної осі від однієї вискової лінії [1,2]. Крен споруд визначають геометричними або фізичними способами, які повинні забезпечувати необхідну точність результатів. Елементами енергетичної інфраструктури (теплоелектростанцій, котельень тощо) є димові труби, башти та інші висотні споруди, на які суттєвий вплив має дія вибухової хвилі, динамічні навантаження внаслідок близького влучення елементами бойового враження. Тому вибір методів та способів визначення крену вежових споруд енергетичної інфраструктури з врахуванням безпекової ситуації є актуальною та не в повній мірі вирішеною задачею.

Метою роботи є обґрунтування можливості використання існуючих способів та методів визначення крену вежових споруд енергетичної інфраструктури з врахуванням безпекової ситуації.

Результати досліджень

Споруди баштового та вежового типу є невід'ємною складовою комплексу енергетичної інфраструктури, а саме теплоелектростанції, міських та промислових котельень тощо. Основною задачею димових труб є видалення в верхні шари атмосфери відхідних газів, як продуктів спалювання джерел енергії в енергетичних установках. Одним із критичних видів деформації димових труб є крен, що відбувається при нерівномірному осіданні ґрунтів або дії інших факторів впливу. В результаті агресивних дій на критичні енергетичні інфраструктури труби піддаються дії вибухових хвиль, або утворення на незначних відстанях від фундаментів вирв.

Вплив зовнішніх факторів при небезпечній ситуації сприяє збільшенню існуючого крену споруди та може бути причиною втрати її стійкості.

В інженерно-геодезичній практиці використовують різні методи та способи визначення кренів споруди, які потребують створення опорної геодезичної мережі та наявності відповідних технічних засобів [2,3,4,5,6,7]. Технічним завданням на визначення крена споруди необхідно передбачати точність визначення крену, вимоги до створення опорної геодезичної мережі, в тому числі розміщення марок спостереження за осіданням, метод геодезичних вимірювань, що відповідає вибраному способу математичної обробки результатів вимірювань.

Для визначення крену інженерних вежових споруд можна використовувати такі способи: спосіб координат, спосіб напрямків, спосіб малих горизонтальних кутів, спосіб вертикального проектування,

спосіб зенітних відстаней, спосіб високоточного нівелювання, спосіб напрямку з одного пункта, стереометричний спосіб, метод наземного лазерного сканування. Можна використовувати також супутникові радіонавігаційні системи GPS.

Незалежно від способу визначення крену гранично допустима похибка визначення крену вежових споруд не повинна перевищувати $0,0005H$ (де H – висота споруди). Необхідна точність забезпечується вибраним способом визначення крену та відповідній йому методиці та геодезичним приладам, точності побудови опорної геодезичної мережі та втраті її положення в разі дії зовнішніх сил при порушенні безпекової ситуації. На точність створення опорної геодезичної мережі впливають похибки лінійних та кутових вимірювань, фіксації точок на місцевості. При використанні способів висотного нівелювання по маркам осідання, системи GPS та лазерного сканування на точність визначення крену вплив небезпекової ситуації, що виникає при дії вибухової сили та інших елементів враження, може бути найменший.

Висновки

Аналіз способів визначення кренів вежових споруд енергетичної інфраструктури свідчить про відсутність єдиних підходів до вирішення цієї проблеми при наявності різних конструкцій вежових споруд та особливо з врахуванням безпекової ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.3-2. Геодезичні роботи в будівництві. К.: Мінрегіонбуд України. 2020. 70 с.
2. Войтенко С., Шульц Р., Білоус М. Визначення кренів інженерних споруд методом наземного лазерного сканування // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Вип. 1(17). 2009. С. 144-150.
3. Ратушняк Г.С. Методика та результати визначення крену інженерних споруд вежового типу // Вісник ВПІ. №1, 1993. С. 32-38.
4. Ратушняк Г.С. Визначення крену вежових споруд // Вісник геодезії та картографії. №3, 1995. С. 48-52.
5. Ратушняк Г.С., Панкевич О.Д., Бікс Ю.С., Вовк Т.Ю. Геодезичне забезпечення будівництва: навчальний посібник. Ч. 2, Вінниця, ВНТУ, 2024. 90 с.
6. Лівінський О.М. та інші. Контроль якості будівельно-монтажних робіт: курс лекцій. К.: «МП Леся». 2018. 776 с.
7. Ратушняк Г.С., Лялюк А.О. Геодезичний контроль гідростатичним нівелюванням якості будівельно-монтажних робіт // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. №1(36), 2024. С. 173-176.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри Інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: ratusnakg@gmail.com. ORCID 0000-0001-9656-5150

Ratushniak Georgy Serhiyovych - Ph.D., professor, head of the Department of Engineering Systems in Construction at the Vinnytsia National Technical University, e-mail: ratusnakg@gmail.com. ORCID 0000-0001-9656-5150

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТРУБОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Системи централізованого теплопостачання України сьогодні перебувають у критичному стані. Значний знос мереж, особливо трубопроводів, призводить до колосальних теплових втрат та значного підвищення тарифів для споживачів. Крім того, відсутність гарячого водопостачання в багатьох регіонах суттєво знижує якість життя населення. Одним з найбільш ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є масштабне впровадження попередньо ізольованих труб під час модернізації тепломереж. Ця технологія дозволяє практично повністю усунути теплові втрати під час транспортування теплоносія, що суттєво підвищить енергоефективність систем теплопостачання та зменшить навантаження на довкілля.

Ключові слова: енергоефективність, теплопровід, попередньо теплоізовані трубопроводи, системи теплопостачання, втрати тепла, конструкція «труба в трубі», пінополіуретан.

Abstract

The centralized heat supply systems of Ukraine are in a critical state today. Significant wear and tear of networks, especially pipelines, leads to colossal heat losses and a significant increase in tariffs for consumers. In addition, the lack of hot water supply in many regions significantly reduces the quality of life of the population. One of the most effective ways to solve this problem is the large-scale introduction of pre-insulated pipes during the modernization of heating networks. This technology makes it possible to almost completely eliminate heat losses during the transportation of the coolant, which will significantly increase the energy efficiency of heat supply systems and reduce the burden on the environment.

Keywords: energy efficiency, heat pipe, pre-insulated pipelines, heat supply systems, heat loss, "pipe-in-pipe" construction, polyurethane foam.

Вступ

Україна є країною з високим рівнем централізованого теплопостачання. Переважним способом прокладання теплових мереж є їх монтаж у непрохідних каналах з мінераловатною теплоізоляцією. Через зволоження застосовуваних матеріалів у процесі експлуатації теплозахисні властивості теплоізоляційних конструкцій різко знижуються, що призводить до втрат тепла в рази, що перевищує нормативні [1]. Найбільш ефективним вирішенням поставлених вище проблем є широке впровадження у практику будівництва теплових мереж з використанням трубопроводів з пінополіуретановою теплоізоляцією типу «труба в трубі». Застосування даної технології це потужний ривок уперед у розвитку систем теплопостачання та підвищення їх енергоефективності. Втрати тепла в трубах нової конструкції мінімальні. Сама конструкція «труба у трубі» дозволяє повністю виключити зовнішню корозію трубопроводу. Це надійність, довговічність, зниження до мінімуму витрат ручної праці під час будівництва та монтажу теплових мереж, а також значне зниження експлуатаційних витрат після запуску тепломережі в дію [2, 3].

Результати дослідження

Попередньо ізольовані пінополіуретаном труби і фасонні деталі являють собою тришарову систему, в якій внутрішня сталева труба, розташована центрована в оболонці, сприймає тиск і температуру транспортується теплоносія. Поліетиленова або сталева оцинкована оболонка сполучена пінополіуретановою ізоляцією з провідною трубою. Така попередньо ізольована труба є єдиною монолітною системою (рис. 1) [4, 5].

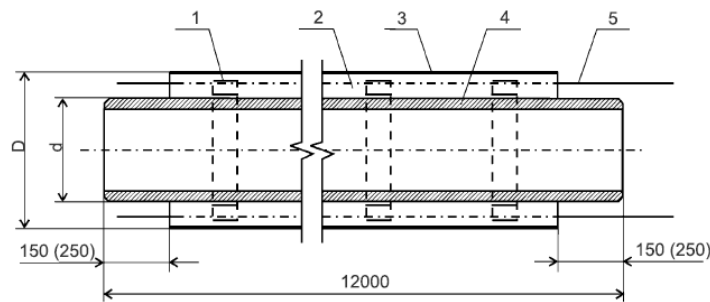


Рисунок 1 – Конструкція попередньо теплоізолюваної труби: 1 – центруюча опора, 2 – ізоляція з пінополіуретану, 3 – труба-оболонка з поліетилену, 4 – сталева труба, 5 – провідник-індикатор системи оперативного дистанційного контролю за зволоженням теплоізоляції.

Провідна труба – це складовий елемент труб з ППУ ізоляцією кільцевого перерізу, виготовлений у заводських умовах, без застосування складальних операцій, по якому здійснюється рух теплоносія із заданими параметрами без зміни напрямку та організації руху теплоносія. В якості провідної труби можуть застосовуватися сталеві, мідні, полімерні та ін. труби [6].

Теплова ізоляція – це з'єднувальний компонент труб, виробів і арматури зі спіненого твердого поліуретану з теплоізоляційними і фізико-механічними властивостями за стандартом. Для забезпечення мінімальних втрат тепла при експлуатації теплотрас в якості теплоізоляційного матеріалу для температури теплоносія до 130 °С (короткочасні впливи до 150° С) використовується жорсткий пінополіуретан. Основні властивості пінополіуретану відповідають вимогам Європейського стандарту EN253. Пінополіуретановий теплоізоляційний шар виготовляється на основі двох хімічних озононезабруднюючих компонентів – поліола і ізоціаната, змішаних в пропорції згідно з технологічними інструкціями заводів-виготовлювачів компонентів. В результаті реакції утворюється однорідний матеріал з закритими порами. При теплоізоляції зварних стиків труб використовуються ті ж компоненти, що і в заводських умовах [6, 7].

Поліетиленова труба-оболонка – труба кільцевого перерізу з поліетилену марок ПЕ 63, ПЕ 80 і ПЕ 100. Складовий елемент труб, виробів та арматури трубопроводу, виготовлений у заводських умовах, який безпосередньо контактує із зовнішнім середовищем, захищає ізоляцію труб, виробів та арматури від проникнення вологи та зменшує термічні подовження провідної труби за рахунок сили тертя, що виникає між оболонкою та ґрунтом, при безканальному прокладанні трубопроводу.

Система сигналізації ушкоджень – автоматична система дистанційного попередження про наявність ушкодження провідної труби та (або) оболонки та визначення місця аварії трубопроводу з ППУ ізоляції, що діє на засадах зменшення електричного опору ізоляції між провідниками системи сигналізації на ушкоджену ділянку трубопроводу.

Центруюча опора – деталь, що служить для коаксіальної фіксації взаємного положення провідної труби (провідного елемента виробів/арматури) і оболонки.

Технологічний процес виробництва попередньо ізолюваних труб забезпечує хороше зчеплення між металевією трубою, пінополіуретановою ізоляцією і зовнішньою оболонкою. З цієї метою зовнішня поверхня сталевих труб попередньо обробляється в струменній установці, а на внутрішній поверхні поліетиленової оболонки створюється шорсткість за рахунок обробки коронним розрядом. Завдяки зв'язкам вся конструкція являє собою єдине ціле. Зовнішній вигляд труб з тепловою ізоляцією з пінополіуретану в поліетиленовій трубі-оболонці зображено на рис. 2 [6, 7].

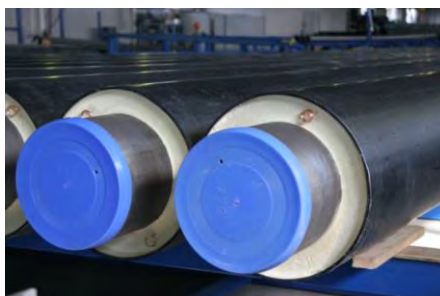


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд попередньо ізолюваних труб

Порівняльний аналіз теплоізоляційних шарів трубопроводів

Одним із розповсюджених теплоізоляційних шарів трубопроводів систем тепlopостачання є мінеральна вата, проте сьогодні все ширше в якості теплоізоляції використовують пінополіуретан, який має вагому перевагу при захисту трубопроводів від корозії. До недоліків мінераловатної ізоляції відносяться: значні втрати тепла; погана гідроізоляція; висока можливість корозії; додаткові витрати на виробництво каналів; великі трудовитрати на пристрій ізоляції; неможливість контролю після нанесення ізоляції; незахищеність від вандалів.

Порівняльний аналіз техніко-екологічної ефективності при використанні в якості теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж традиційних конструкцій з мінеральної вати та з пінополіуретану наведено у таблиці 1 [6 – 8].

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз теплової ізоляції трубопроводів

Показники	Мінеральна вата (перший рік експлуатації)	Мінеральна вата (другий-третій рік експлуатації)	Пінополіуретан (ППУ)
Коефіцієнт теплопровідності	0,05-0,07	0,1-0,15	0,02-0,03
Волога, агресивне середовище	Теплоізоляційні властивості втрачені, відновленню не підлягає		Стійкий, властивості не змінюються протягом терміну експлуатації (25 років)
Екологічна чистота	Алерген		Безпечний, дозволено застосування в житлових будинках
Фактичні теплові втрати	Нормативні	У 2-3 рази вище нормативних	У 2 рази нижче нормативних

Як видно з таблиці 1 по всім показникам пінополіуретанова ізоляція є набагато якіснішим варіантом теплової ізоляції для трубопроводів ніж мінеральна вата. Проведений порівняльний аналіз дає можливість виділити наступні переваги трубопроводів, що виконано з попередньо ізольованих труб:

1. Прокладання теплових мереж. Вартість прокладання 1 км теплових мереж діаметром 100 мм за традиційною технологією у непрохідних каналах складає, в середньому у два рази більше ніж трубопроводів такої самої конструкції, але безканальних з пінополіуретановою ізоляцією [1].

2. Питомі втрати теплових мереж. Однією з найбільших переваг попередньо ізольованих труб з пінополіуретановою ізоляцією є їх високий ККД, тобто малі питомі втрати теплоти при експлуатації. Завдяки герметичній гідроізоляції теплопроводів теплотехнічні якості теплоізоляції практично не змінюються при їх розміщенні у ґрунтах підвищеної вологості і ця особливість теплопроводів забезпечує підтримання високих теплозахисних характеристик теплоізоляції протягом всього опалювального періоду. При підтриманні температури теплоносія у подавальному теплопроводі мереж з пінополіуретановою ізоляцією у межах від 95 до 150 °С, ККД теплової ізоляції становить 99–97%, тобто питомі втрати теплоти через ізоляцію підтримуються на рівні 1–3%, що значно переважає нормативні тепловтрати теплових мереж у непрохідних каналах з мінеральноватною теплоізоляцією [2].

3. Експлуатація теплових мереж. Досвід експлуатації теплових мереж безканального прокладання з пінополіуретановою ізоляцією у країнах Західної Європи свідчить, що термін їх безаварійної експлуатації становить у середньому 30 років, а у деяких випадках і перевищує цей термін [3].

4. Поточний ремонт теплових мереж. Питомі річні витрати на поточний ремонт 1 км теплових мереж діаметром 100 мм в непрохідних каналах складають у середньому на 50% більше ніж ремонт безканальних попередньоізольованих трубопроводів такого ж діаметру [6].

Високі експлуатаційні параметри труби та фасонних виробів дозволяють забезпечити [2, 3, 6, 7]:

- втрати тепла при транспортуванні до 1,5-2% (такі незначні втрати тепла стали можливими завдяки сучасним технологіям виробництва попередньо ізольованих труб і, перш за все, процесу спінення поліуретану під дією циклопентана);

- термін експлуатації теплотраси 30-40 років (теплоізоляційні характеристики попередньо ізольованих труб незмінні впродовж усього терміну експлуатації, старіння металевої труби і гідроізоляційної оболонки відповідає міжнародним стандартам);

- зменшення капітальних витрат на 15-20%, експлуатаційних – в 9 разів, ремонтних – в 3 рази (експлуатація попередньо ізольованих трубопроводів не потребує профілактики, як наслідок - споживачі не потерпають від щорічних літніх відключень гарячого водопостачання; виникненню

аварійних ситуацій на теплотрасі запобігає система аварійної сигналізації; її вартість в межах 1, 5% від загальної вартості теплотраси);

- час безканальної прокладки теплотраси зменшується у 3-4 рази.

Як і кожне нове великомасштабне технічне рішення зазначена технологія має і свої певні недоліки. У цілому вона більш складна у порівнянні з традиційною і потребує значно точнішого дотримання вимог багатьох стандартів, які регламентують проектування, виготовлення елементів і будівництво інженерних мереж. Система оперативного дистанційного контролю за станом ізоляції мереж потребує висококваліфікованого обслуговування, ремонт ізоляції мереж значно складніший у порівнянні з каналною, вартість мереж з поліуретановою ізоляцією ще досить висока [1, 3, 8].

Висновки

Використання пінополіуретану в якості попередньої ізоляції сталевих трубопроводів теплових мереж забезпечує надійність та довговічність конструкції без погіршення показників протягом не менше 30 років. В результаті використання попередньоізольованих трубопроводів, в порівнянні з трубопроводами з традиційною теплоізоляцією, досягається:

– підвищення надійності теплопостачання споживачів завдяки зниженню механічних пошкоджень теплових мереж;

– скорочення термінів літніх відключень гарячої води;

– економія енергоресурсів від зниження фактичних втрат теплової енергії до нормативних значень;

- економія води на підживлення теплових мереж;

– економія експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та аварійно-відновлювальні роботи;

– економія капітальних витрат при поточних та капітальних ремонтах теплових мереж традиційними способами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ВАТ “Завод сантехнічних заготовок”. Каталог виробів та рекомендації з використання і проектування. Система труб та деталей трубопроводів теплових мереж з тепловою ізоляцією з поліуретану та захисною оболонкою (друга редакція). – К.: Видавництво “Саксес – К”, 2003. – 159 с.

2. Саяпін В. П. Рекомендації по проектуванню попередньо ізольованих трубопроводів для безканальної прокладки теплових мереж. – Львів.: ВАТ “Енергоресурс”, 1999. – 86 с.

3. Шляхи зменшення енергозалежності України / О.І. Ободянська, К.Л. Харчилава // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 250-252.

4. Трубопроводи попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж : ДСТУ Б В.2.5 – 31:2007. – [Чинний від 2007–02–05]. – Київ : Мінбуд України, 2007. – 88 с.

5. Теплові мережі : ДБН В.2.5 – 39:2008. – [Чинний від 2009–05–02]. – Київ : Мінрегіон України, 2009. – 56 с.

6. Використання попередньо теплоізольованих трубопроводів при модернізації теплових мереж / О.І. Ободянська, О.О. Мазур // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11735>

7. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 110 с.

8. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Шкробот Богдан Сергійович – студент групи СМ-226 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: bshkrobot1@gmail.com.

Молодюк Владислав Олександрович – студент групи СМ-226 факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Shkrobot Bohdan - student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com

Molodiuk Vladyslav - student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ЗАХИСТУ ТРУБОПРОВІДІВ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ВІД ЗОВНІШНЬОЇ КОРОЗІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи захисту трубопроводів теплових мереж та елементів трубопроводів від зовнішньої корозії, порядок застосування засобів захисту та вимоги до захисних антикорозійних покриттів та пристроїв електрохімічного захисту (ЕХЗ), порядок приймання та ремонту захисних антикорозійних покриттів та пристроїв ЕХЗ, правила експлуатації ЕХЗ залежно від способу прокладання теплових мереж, типу теплоізоляційних конструкцій, умов експлуатації.

Ключові слова: корозія, теплові мережі, захисні антикорозійні покриття, електрохімічний захист, блукаючий струм, протекторний захист, електродренажний захист.

Abstract

The methods of protection of pipelines of heat networks and elements of pipelines against external corrosion, the procedure for applying protective equipment and requirements for protective anti-corrosion coatings and electrochemical protection devices (ECPs), the procedure for accepting and repairing protective anti-corrosion coatings and ECP devices, the rules for the operation of ECPs depending on the method of laying heat pipes are considered. networks, type of thermal insulation structures, operating conditions.

Keywords: corrosion, thermal networks, protective anti-corrosion coatings, electrochemical protection, stray current, protective protection, electrical drainage protection.

Вступ

Трубопроводи теплових мереж підлягають захисту від зовнішньої корозії незалежно від способу прокладання, крім випадків, коли для теплових мереж застосовуються [1, 4]:

- трубопроводи, виготовлені з труб із ВЧКГ;
- трубопроводи у пінополімермінеральній теплоізоляції;
- трубопроводи у пінополіуретановій теплоізоляції;
- трубопроводи у трубі-оболонці з поліетилену високої щільності, обладнані системою оперативно-дистанційного контролю;
- трубопроводи з іншими видами теплоізоляції високої заводської готовності з експлуатаційними властивостями.

До способів прокладання трубопроводів теплових мереж відносяться [2, 4]:

- підземне безканалне прокладання;
- підземне каналне прокладання;
- прокладання трубопроводів у футлярах;
- надземне прокладання.

Для захисту трубопроводів від корозії застосовують такі методи [3, 4]:

- нанесення протикорозійних покриттів на зовнішню поверхню труб;
- електрохімічний захист.

За наявності хоча б одного із критеріїв небезпеки корозії трубопроводів повинен застосовуватися електрохімічний захист у комплексі із захисними покриттями.

Результати дослідження

Для трубопроводів теплових мереж каналного та безканалного прокладання критеріями небезпеки корозії є [5, 9]:

- висока корозійна агресивність ґрунту;
- небезпечний вплив блукаючого постійного струму;
- небезпечний вплив змінного струму.

На трубопроводи теплових мереж, для яких не потрібні заходи протикорозійного захисту, зазначені критерії небезпеки корозії не поширюються.

Для трубопроводів теплових мереж каналного прокладання критеріями небезпеки корозії є [2, 11]:

- наявність води в каналі або занесення каналу ґрунтом, коли вода або ґрунт досягають теплоізоляційної конструкції чи поверхні трубопроводу;
- зволоження теплоізоляційної конструкції вологою, що досягає поверхні труб: крапельної з перекриття каналу або стікає по щитовій опорі, а також потрапляє в теплову камеру через нещільності люків оглядових колодязів і теплових камер.

За наявності води або ґрунту в каналі, які досягають теплоізоляційної конструкції або поверхні трубопроводу, небезпечний вплив постійного струму, що блукає, і змінного струму збільшує швидкість корозії зовнішньої поверхні трубопроводів, що контактує з водою або ґрунтом в каналі.

Корозійна агресивність ґрунту по відношенню до вуглецевих та низьколегованих сталей, з яких виготовляються труби теплових мереж, характеризується двома показниками [5, 7]:

- питомим електричним опором визначеним у польових умовах;
- питомим електричним опором визначеним у лабораторних умовах.

Можливість небезпечного впливу блукаючого постійного струму на діючі підземні сталеві трубопроводи теплових мереж визначається за наявністю змінного за знаком і за величиною зміщення потенціалу трубопроводу по відношенню до його стаціонарного потенціалу (знакозмінна зона) або за наявності тільки позитивного зміщення потенціалу, що змінюється за величиною (анодна зона). Для нового будівництва теплопроводів можливість небезпечного впливу блукаючого постійного струму визначається за наявністю блукаючих струмів у землі [5, 6].

Небезпечний вплив змінного струму промислової частоти на сталеві споруди характеризується або зміщенням середнього потенціалу споруди в негативний бік не менше ніж на 10 мВ стосовно стаціонарного потенціалу, або наявністю змінного струму щільністю більше $1\text{mA}/\text{cm}^2$ ($10\text{A}/\text{m}^2$).

Як захисні покриття застосовують наступні: лакофарбові, силікатноемальові, органосилікатні, епоксидні, металізаційні, алюмокерамічні [3, 4].

Лакофарбові та силікатноемальові захисні покриття застосовують при будь-яких способах прокладання трубопроводів, при будь-яких видах теплової ізоляції, в будь-яких ґрунтових умовах. Силікатно-емальові захисні покриття відрізняються найбільш високими захисними властивостями в порівнянні з лакофарбовими покриттями і, головним чином, високою термостійкістю. Силікатно-емальові захисні покриття наносяться на труби в заводських умовах [1, 12].

Органосилікатні захисні покриття застосовують при підземному каналному прокладанні трубопроводів, для всіх видів підвісної теплової ізоляції, при температурі теплоносія до 180°C і відрізняються підвищеною термостійкістю і наносяться на труби в заводських умовах. При температурі теплоносія до 150°C допускається застосовувати органосилікатні захисні покриття із затверджувачем (природне сушіння). Органосилікатні захисні покриття також рекомендується застосовувати для захисту в польових умовах ділянок зварних стикових з'єднань трубопроводів із захисним покриттям гарячого затвердіння (з термообробкою), а також елементів трубопроводів.

Епоксидні захисні покриття рекомендується застосовувати при підземному каналному прокладанні трубопроводів для всіх видів підвісної теплової ізоляції, при температурі теплоносія до 150°C . Епоксидні захисні покриття повинні наноситися на труби у базових (стаціонарних) умовах. На ділянки зварних стикових з'єднань та елементи трубопроводів покриття може наноситися у польових умовах [2].

Металізаційні захисні покриття слід застосовувати при підземному каналному та надземному прокладанні трубопроводів, при прокладанні по стінах зовні будівель та в технічних підпіллях, при температурі теплоносія до 150°C . Металізаційні захисні покриття можуть застосовуватися з усіма видами теплової ізоляції, за умови, що теплова ізоляція має рН не нижче 4,5 і вище 9,5 [3].

Алюмокерамічні захисні покриття застосовують при підземному каналному та безканалному прокладанні, для всіх видів теплової ізоляції, при температурі теплоносія до 150°C . Алюмокерамічне захисне покриття має наноситися на труби лише у заводських умовах. Покриття наноситься в один шар, товщина якого має бути не менше 0,2 мм. Захист ділянок зварних стикових з'єднань трубопроводів з алюмінієвим захисним покриттям, а також елементів трубопроводів у польових умовах повинен здійснюватися або нанесенням металізаційного алюмінієвого покриття, або нанесенням органосилікатної фарби із затверджувачем [1, 3].

Для трубопроводів із силікатномалеєвими, металізаційними та алюмокерамічними захисними покриттями потрібен подальший захист зварних з'єднань та елементів трубопроводів лакофарбовими покриттями.

Для здійснення електрохімічного захисту трубопроводів від корозії застосовують систему до складу якої входять такі основні засоби [8, 10]:

- системи катодного захисту;
- станції електродренажного захисту;
- установки протекторного захисту.

Системи катодного захисту застосовують [5, 10-12]:

- для трубопроводів підземного безканального прокладання – при небезпеці ґрунтової корозії або небезпеки корозії блукаючими струмами;
- для трубопроводів підземного канального прокладання – при рівні затоплення каналу, що досягає нижнього рівня трубопроводів і при небезпеці корозії блукаючими струмами.

Станції електродренажного захисту (поляризовані або посилені електродренажі) застосовують для трубопроводів підземного безканального прокладання – при небезпеці корозії блукаючими струмами на ділянках зближення або перетину трубопроводів з рейковими шляхами електрифікованого транспорту [8, 9].

Установки протекторного захисту застосовують [3, 10, 12]:

- на ділянках трубопроводів підземного канального прокладання довжиною до 50-60 м, з розміщенням установок безпосередньо в каналах;
- на ділянках трубопроводів, що прокладені у футлярах, з розміщенням установок на поверхні трубопроводу або теплоізоляційної конструкції.

Як додаткові заходи захисту трубопроводів від корозії можуть застосовуватися такі конструктивні рішення [1-4]:

- видалення траси теплових мереж від рейкових колій електрифікованого транспорту та зменшення кількості перетинів із ними;
- збільшення перехідного опору трубопроводів шляхом застосування електроізолюючих нерухомих та рухомих опор труб;
- збільшення поздовжньої електропровідності трубопроводів шляхом встановлення струмопровідних перемичок на сальникових компенсаторах та на фланцевій арматурі;
- розподіл потенціалів між паралельними трубопроводами шляхом встановлення струмопровідних перемичок.

При надземному прокладанні трубопроводів та їх елементи (наприклад, прямолінійна ділянка, коліно, трійник, конусний перехід, фланець та ін.), а також опорні будівельні конструкції під трубопроводи захищають від корозії нанесенням захисних покриттів. При надземному прокладанні трубопроводів мають бути електрично ізольовані від опорних будівельних конструкцій під трубопроводи. Опір ізоляції, що застосовується, повинен бути не менше 100 кОм на одній опорі. При здійсненні ЕХЗ має бути виключено її шкідливий вплив на сусідні металеві підземні споруди і необхідно здійснити спільний захист трубопроводів [5, 9, 11, 12].

Висновки

Визначальним критерієм роботоздатності теплової мережі є її конструктивна надійність – один з основних показників якості будь-якої технічної системи, що полягає в її здатності виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні властивості протягом необхідного проміжку часу «життєвого циклу». Відмова теплопроводу, що виявляється в місцевій втраті герметичності стінки труби, трубних деталей або в загальній втраті міцності в результаті руйнування, призводить, як правило, до значного матеріального збитку з можливими непоправними наслідками. Одним із способів запобігання руйнуванню стінки трубопроводу є використання нових високоякісних матеріалів для антикорозійного ізоляційного захисту.

Заходи щодо захисту трубопроводів теплових мереж 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 трубопроводів в експлуатацію. Заходи щодо захисту від корозії теплових мереж, які будуються, передбачено проектом, включають в себе: захисні антикорозійні покриття,

електрохімічний захист, електродренажний захист та протекторний. Засоби захисту від ґрунтової корозії вибирають виходячи з умов прокладання теплопроводу і даних про корозійну активність середовища (ґрунтів і ґрунтових вод) по відношенню до металу трубопроводу з урахуванням техніко-економічних розрахунків. Захист від зовнішньої корозії дозволить ліквідувати не лише економічні збитки, але і попередити техногенні катастрофи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Єнін П.М. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
3. 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.
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний від 2008–10–1]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008.
5. Ратушняк Г. С. Управління змістом проєктів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
6. 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.
7. Панкевич О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85 с.
8. Слободян Н.М. Організація та технологія проєктування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободяньська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.
9. Аспекти технологічного захисту підземних газопроводів від негативної дії корозії / О.І. Ободяньська, О.О. Мазур, А.С. Бровко // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10796>.
10. Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів / О.І. Ободяньська, О.А. Іванов // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 253-255. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/egcu2019/paper/view/8251>.
11. Підвищення ефективності катодного захисту підземних сталевих газопроводів / О.І. Ободяньська // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ – 2019) (Вінниця, 13-15 березня 2019) –2019 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/6811/5623>
12. Засоби захисту підземних газопроводів від корозії / О.І. Ободяньська, О.І. Коваль // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ – 2019) (Вінниця, 13-15 березня 2019) –2019 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7051>

Ободяньська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Туркот Максим Леонідович – студент групи ТГ-23м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: 7oturkot71@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Turcot Maxim - student group TG-23m of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e-mail: 7oturkot71@gmail.com.

ОСНОВНІ ТИПИ КОНДИЦІОНЕРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні типи систем кондиціонування повітря для забезпечення оптимальних умов мікроклімату приміщень громадських та житлових будівель та споруд. Охарактеризовано складові, принцип роботи та характеристики наступних систем: кондиціонери спліт-систем, каналні кондиціонери та кондиціонери спліт-систем з припливною вентиляцією, системи кондиціонування повітря з чіллерами та фанкойлами, дахові кондиціонери, центральні кондиціонери.

Ключові слова: кондиціонер, мікроклімат, спліт-система, каналний кондиціонер, припливна вентиляція, чіллер, фанкойл, даховий кондиціонер, центральний кондиціонер.

Abstract

The main types of air conditioning systems to ensure optimal microclimate conditions in the premises of public and residential buildings and structures are considered. The components, principle of operation and characteristics of the following systems are characterized: air conditioners of split systems, duct air conditioners and air conditioners of split systems with supply ventilation, air conditioning systems with chillers and fan coils, roof air conditioners, central air conditioners.

Keywords: air conditioner, microclimate, sweat system, channel air conditioner, supply ventilation, chiller, fan coil, roof air conditioner, central air conditioner.

Вступ

Всі кондиціонери умовно поділяють на побутові кондиціонери та промислові (іноді прийнято говорити – напівпромислові, в силу специфіки застосування моделей комерційних кондиціонерів малої потужності в побутових цілях). Такий умовний поділ пов'язаний не з конструктивним виконанням, а з областю застосування. До побутових кондиціонерів зазвичай відносять моделі продуктивністю до 7 кВт, які зазвичай використовуються для охолодження приміщень до 80 м². Відповідно, до напівпромислових та промислових відносять моделі, розраховані на площу 100 м² і більше. До промислових кондиціонерів також відносяться мультизональні системи, призначені для охолодження приміщень із сумарною площею в кілька тисяч квадратних метрів і навіть цілих будівель. Фактично, напівпромислові кондиціонери є проміжним класом між побутовими системами і понад потужним обладнанням і як правило обмежуються потужністю 16-20 кВт. Такі системи можна використовувати як для комерційної експлуатації в офісах, магазинах, на підприємствах, так і в побутових умовах – котеджах та багатокімнатних квартирах [1, 2].

Результати дослідження

Кондиціонери спліт-систем. Для кондиціонування повітря житлових та громадських приміщень найбільшого поширення набули кондиціонери спліт-систем, які складаються із зовнішнього блоку (компресорно-конденсаторного агрегату) та внутрішнього блоку (випарювального). У зовнішньому блоці знаходяться компресор, конденсатор та вентилятор. Зовнішній блок може бути встановлений на стіні будівлі, на даху чи горищі, у підсобному приміщенні, тобто там, де гарячий конденсатор може обдуватися атмосферним повітрям. Внутрішній блок встановлюється безпосередньо в приміщенні, що кондиціонується і призначений для охолодження або нагрівання повітря, його фільтрації і створення необхідної рухливості повітря в приміщенні. Блоки з'єднані між собою двома мідними трубками теплоізоляції, які проводяться, як правило, в підвісних стелях, за панелями або закриваються декоративними пластиковими коробами і застосовуються для кондиціонування приміщень від 15 до 140 м². Основною перевагою кондиціонерів спліт-систем є відносна простота конструкції, що дозволяє

отримувати досить низьку вартість кондиціонера при швидкій та легкій установці. Недоліком таких кондиціонерів вважається неможливість подачі у приміщення свіжого повітря [3].

Тільки моделі великої потужності та настінно-стельового типу дозволяють організувати підмішування невеликої кількості свіжого повітря (до 10 %). Найбільшого поширення набули настінні кондиціонери, в яких до одного зовнішнього блоку приєднаний один внутрішній блок. При кондиціонуванні кількох сусідніх кімнат можуть використовуватися моделі, в яких до одного зовнішнього блоку підключено два – чотири внутрішні блоки. Такі системи називаються мультиспліт-системи [4].

Для кондиціонування будівлі, що має велику кількість приміщень з різними тепловими навантаженнями, що змінюються протягом доби, були розроблені багатозональні системи з витратою холодильного агента, що змінюється. Такі системи дозволяють одному зовнішньому блоку приєднувати до 16 внутрішніх блоків як різної потужності, а й різного конструктивного виконання. Крім того, блоки можуть включатися та працювати незалежно один від одного, причому частина їх – на режимі охолодження, а частина – на режимі обігріву [5].

Канальні кондиціонери та кондиціонери спліт-систем із припливною вентиляцією. Канальні кондиціонери призначені для кондиціонування кількох приміщень одночасно. Канальний кондиціонер розрахований насамперед на роботу в режимі рециркуляції. Внутрішні блоки канальних кондиціонерів встановлюються за стелею підшивання, повітря транспортується повітропроводами по окремих приміщеннях. Внутрішній блок каналного кондиціонера має простішу конструкцію, тому що до нього не висуваються вимоги дизайну на відміну від кондиціонерів спліт-систем. Повітря забирається з приміщення через решітку, проходить внутрішній блок і системою повітроводів знову подається в приміщення через розподільні ґрати. Блок має потужніший вентилятор, що дозволяє подолати опір розподільчих повітроводів і решіток. Канальний кондиціонер складається з двох блоків: компресорно-конденсаторного (зовнішнього блоку) та випарного (внутрішнього блоку) [6-8].

Більш широкі можливості та переваги мають кондиціонери спліт-систем з припливною вентиляцією, що дозволяють ефективно вирішувати одночасно завдання вентиляції та кондиціонування приміщення протягом усього року [2].

Системи кондиціонування повітря з чіллерами та фанкойлами. Чіллер є холодильною машиною, призначеною для охолодження рідини (вода, незамерзаючі рідини). Деякі моделі чіллерів можуть працювати у режимі теплового насоса [1-3].

Фанкойл – це агрегат, що встановлюється в приміщенні і включає теплообмінник з вентилятором, фільтр, пульт керування.

Системи з чіллерами та фанкойлами дозволяють забезпечити незалежне регулювання температури одночасно у великій кількості приміщень, наприклад, у готелях, офісах тощо. Споживачі – кондиціонери-доводчики (фанкойли) можуть довільно вмикатися та вимикатися, змінювати свою холодо- чи теплопродуктивність. Крім фанкойлів споживачами можуть бути теплообмінники центрального кондиціонера, будь-яке технологічне обладнання [1, 2].

Повітря з приміщення подається вентилятором на теплообмінник фанкойлу, в якому охолоджується або підігрівається. У фанкойл може подаватися деяка кількість свіжого повітря від центрального кондиціонера або приточної установки. В цьому випадку система з чіллерами та фанкойлами одночасно вирішує завдання вентиляції.

Циркуляція рідини від чіллера до споживачів забезпечується насосною станцією, що є закінченим агрегатом, що включає циркуляційні насоси, розширювальний бак, акумулюючий бак, запірну арматуру і необхідну автоматику [1, 6, 7].

Дахові кондиціонери. Дахові кондиціонери є холодильною машиною, конструктивно виконаною у вигляді моноблока, призначеного для встановлення на плоских покрівлях будівель. Якщо дах має нахил, кондиціонер встановлюють на спеціальних рамах.

Дахові кондиціонери дозволяють одночасно здійснювати вентиляцію та регулювати температуру повітря в приміщенні. Зазвичай вони використовуються для кондиціонування та вентиляції супермаркетів, спортивних споруд, конференц-залів, тобто. великих відкритих залів із загальним дахом. Свіже повітря забирається з вулиці через повітрязабірні решітки. Рециркуляційне повітря забирається з приміщення та подається до змішувальної камери. Витрата повітря регулюється зміною положення заслінок. Зі змішувальної камери повітря проходить через фільтр і подається до теплообмінника (випарника або конденсатора) холодильної машини, де він охолоджується або нагрівається (у кондиціонерах із тепловим насосом). Для підігріву повітря в кондиціонер може

вбудовуватись додатковий електричний або водяний нагрівач. Після теплообмінників повітря з необхідною температурою подається відцентровим вентилятором повітропроводом для роздачі по приміщеннях. Повітря для охолодження конденсатора забирається з атмосфери вентилятором, що входить до конструкції кондиціонера і викидається в атмосферу. Діапазон потужностей дахових кондиціонерів від 8 до 140 кВт, витрати повітря від 1500 до 25000 м³/год.

Центральні кондиціонери. Центральні кондиціонери, що знайшли широке застосування в комфортному та технологічному кондиціонуванні, являють собою неавтономні кондиціонери, що постачаються ззовні холодом (підведенням холодної води або незамерзаючих рідин), теплом (підведенням гарячої води або пари) та електроенергією для приводу вентиляторів, насосів, запірно-регулюючих повітряних та рідинних комунікаціях [1, 2, 9].

Центральні кондиціонери призначені для обслуговування кількох приміщень чи одного великого приміщення. Іноді кілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (театральний зал, стадіон, виробничий цех тощо). Сучасні центральні кондиціонери випускаються у секційному виконанні та складаються з уніфікованих типових секцій, призначених для тепловологої обробки повітря, змішування та переміщення потоків повітря. Корпус кондиціонера виконаний на базі каркасу з алюмінієвих профілів, до яких кріпляться постійні та знімні панелі. Панелі складаються із зовнішнього та внутрішнього оцинкованих листів, між якими встановлюється мінераловатна теплоізоляційна прокладка. Вимоги до параметрів повітря, що кондиціонується, лежать в основі технологічного компонування, тому набір секцій може бути дуже різноманітний. Секції можуть бути змонтовані у двоярусному виконанні. Розміри секцій уніфіковані і залежать, як правило, від витрати та швидкості повітря, що обробляється. Основні секції, що використовуються при компонуванні центрального кондиціонера, такі: вентиляторна, охолодження, нагрівання, зволоження, фільтрації, шумоглушення та секція теплоутилізації. Вибір того чи іншого компонування (технологічної схеми обробки повітря) залежить від багатьох факторів, насамперед від призначення та режиму використання приміщень, а також від санітарно-гігієнічних, будівельно-монтажних, архітектурних, експлуатаційних та екологічних вимог [1, 3, 10].

Висновки

Розглянуто різні види кондиціонерів та їх характеристики, що допоможе читачам зробити усвідомлений вибір при купівлі системи кондиціонування. Кожен тип кондиціонера має свої унікальні особливості та застосування, що робить їх придатними для різних ситуацій. Спліт-системи є популярним і зручним вибором для окремих приміщень, забезпечуючи індивідуальний контроль температури. Вони характеризуються енергоефективністю та відносно низьким рівнем шуму. Спліт-системи знаходять широке застосування у будинках, офісах та комерційних приміщеннях. Мультиспліт-системи є зручним рішенням для кліматизації декількох приміщень за допомогою одного зовнішнього блоку. Вони дозволяють заощаджувати простір та скорочують кількість зовнішніх блоків, що особливо важливо при обмеженому просторі. Мобільні кондиціонери є переносними системами, які можна переміщати з однієї кімнати в іншу. Вони особливо корисні в орендованих або тимчасових приміщеннях, де немає можливості встановлення постійного кондиціонера. Касетні кондиціонери мають естетичний дизайн і забезпечують рівномірний розподіл повітря в приміщенні. Вони добре підходять для великих відкритих просторів, таких як ресторани, офіси чи торговельні зали. Канальні кондиціонери є прихованими системами, які встановлюються в стелю або підлогу. Вони забезпечують рівномірний розподіл повітря та ідеально підходять для приміщень з високими стелями або специфічними архітектурними вимогами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Юзбашьян А. П. Кондиціонування повітря : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція» / А. П. Юзбашьян, В. А. Міланко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 80 с.
2. Кондиціонування та вентиляція повітря [Текст]: текст лекцій / Е.Г.Братута, А.М.Ганжа, О.В.Круглякова, В.В.Чубарова – Харків: НТУ «ХП», 2009. –128с.
3. Джеджула В.В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В.В. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 71 с.

4. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель і споруд: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. / Зінич П.Л. – КНУБА, 2002. – 255 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 71 с.
6. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. / М.Ф. Боженко. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
7. Шульга М.О. Вентиляція та кондиціонування повітря. Навчальний посібник. / М.О. Шульга, І.П. Юхно. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 148 с.
8. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободянська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.
9. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободянська // // ЛІІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.
10. Огляд систем вентиляції повітря громадських будівель / О.І. Ободянська, Г.О. Меншиков // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи” (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/view/8620/7192>

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Романюк Артем Олегович – студент групи ТГ-23м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: romanyk.artem.18@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Artem Romanyuk- student group TG-23m of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e-mail: romanyk.artem.18@gmail.com.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ДАХОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виходячи з принципу роботи дахової котельні, а також основних правил і обмежень її експлуатації та монтажу, представлено її основні переваги і недоліки. Таке джерело тепла здатне вирішити багато проблем сучасного тепlopостачання. Наприклад, великі тепловтрати в тепломережі, брак місця через щільні забудови, простота регулювання параметрів теплоносія, екологічні аспекти. Однак не можна забувати про обмеження, які пов'язано із влаштуванням дахових котельнь та правила їх безпечної експлуатації. Котельні на даху важливі та необхідні у виняткових випадках, коли немає ділянки під її установку і немає зони для прокладання тепломережі.

Ключові слова: система тепlopостачання, дахові котельні, автономне джерело теплоти, енергозбереження, ресурсозбереження.

Abstract

Based on the principle of operation of the roof boiler room, as well as the main rules and limitations of its operation and installation, its main advantages and disadvantages are presented. Such a heat source can solve many problems of modern heat supply. For example, large heat losses in the heating network, lack of space due to dense buildings, ease of adjustment of heat carrier parameters, environmental aspects. However, one should not forget about the restrictions associated with the installation of roof boilers and the rules for their safe operation. Boiler rooms on the roof are important and necessary in exceptional cases when there is no area for its installation and there is no area for laying the heating network.

Keywords: heat supply system, roof boiler rooms, autonomous heat source, energy saving, resource saving.

Вступ

Існує багато варіантів опалювальних рішень для різних завдань і різних умов. На ринку з'явилася велика різноманітність котельних систем, яких достатньо, щоб повністю задовольнити споживчий попит. Сьогодні ми часто чуємо про такі джерела теплової енергії, як дахові котельні. Назва дахової котельні походить від місця, де вона встановлюється. Дахові котельні призначені для подачі теплоносія і гарячої води в системи опалення окремо розташованих будівель (житлових, промислових і адміністративних) [1].

Будівництво таких установок особливо доцільно в районах точкової забудови та при реконструкції існуючих систем тепlopостачання. Такі райони зазвичай розташовані в центрах великих міст. Існуюча тепломережа в цих районах не забезпечує теплом будівлі, що будуються, а щільна забудова і висока вартість землі роблять будівництво наземних котельнь об'єктивно неможливим.

Дахові котельні можуть будуватися стаціонарні або модульні. Стаціонарні будівлі та споруди можуть бути побудовані зі збірних конструкцій типу «сендвіч» або зі збірних залізобетонних конструкцій (такі будівлі повинні будуватися одночасно з основною будівлею) [2].

Блочно-модульні котельні – це модульні будівлі, що поставляються на майданчик замовника у вигляді збірних блоків. Розміщення та підключення до мереж і телекомунікацій відбувається на підготовленому майданчику кваліфікованою монтажною бригадою.

Заводські котельні оснащені автоматичними системами управління та безпеки, а також приладами комерційного обліку газу, електроенергії, тепла, холодної та гарячої води. Крім того, для системи опалення котельні передбачено опалювальні прилади [1].

Результати дослідження

Принципи роботи дахових котельнь та основних правилах і обмеженнях щодо їх експлуатації та монтажу дадуть відповідь на питання – чи підходить таке джерело тепла, чи вигідно його влаштувати

та чи є це безпечним для людей у будівлі. Теплова потужність дахових котельнь не повинна перевищувати 3 МВт. Теплоносієм зазвичай є вода або пара. У дахових котельнях вода нагрівається за рахунок тепла, отриманого від спалювання палива в котлі. У парових котельнях вода нагрівається до температури, при якій виробляється пара, а потім подається споживачеві. Котельні установки працюють по контуру. Насосні установки подають воду в котел, яка циркулює по системі теплопостачання (від котельні до споживача і назад). Продукти згоряння виводяться з котельні в атмосферу через газоходи та димоходи. Для запобігання утворенню накипу встановлюються деаератори та фільтри попереднього очищення. Мембранні баки необхідні для збору води та запобігання гідроударів. Можна використовувати цей тип автономної котельні для організації теплопостачання декількох будівель за умови, що є технічне обґрунтування і теплове навантаження підключених додаткових споживачів не перевищує 100% від теплового навантаження основної будівлі.

Перед початком будівельних робіт проєкт дахової котельні підлягає погодженню з наступними контролюючими органами [3]:

- пожежно-рятувальна служба;
- санітарно-епідеміологічна інспекція;
- технічний нагляд;
- представник відділу капітального будівництва.

У дахових котельнях дозволяється використання водогрійних котлів, що працюють на природному газі, з температурою теплоносія нижче 115°C. На промислових підприємствах та у виробничих будівлях допускається застосування котлів з тиском пари 0,07 МПа і нижче та температурою води 115°C і нижче. Тиск в трубах, що підводять природний газ від стін будівлі до дахових котлів, повинен бути до 5 кПа [1, 2, 4].

Категорично заборонено встановлювати дахові котли [1]:

- суміжно із житловими будинками;
- на покрівлях шкіл та дитячих садків;
- на покрівлях спальних корпусів санаторіїв та пансіонатів;
- на будівлях медичних закладів, в яких цілодобово перебувають пацієнти;
- на адміністративних та побутових будівлях з одночасним перебуванням у них понад 50 осіб;
- над виробничими приміщеннями та складами категорій «А» та «Б» щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки.

Програма будівництва дахової котельні – це комплекс заходів, що включають, у найбільш загальному вигляді, наступний перелік робіт [5, 6].

1. Енергоаудит з розробкою комплексного рішення щодо енергоресурсозбереження. Енергетичний аудит служить для оцінки ефективного використання енергоресурсів для підприємства, будівлі (будівель) або групи споживачів, технологічного процесу чи обладнання та дозволяє зробити кількісні оцінки заощадження енергоресурсів та фінансових витрат.

2. Попередні розрахунки: розробка оптимальної схеми тепло-, паро-, водо- та електропостачання споживачів та котельні; розробка техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) тепло-, паро-, водо- та електропостачання споживачів та котельні; підбір обладнання відповідно до оптимальної схеми тепло-, паро-, водо- та електропостачання споживачів та котельні.

3. Передпроектні розробки: проведення детального збирання даних; розрахунок річного споживання тепла та палива для тепло-, паро-, водо- та електропостачання споживачів та котельні; отримання технічних умов (ТУ) та дозволів від наглядових та погоджувальних органів; складання технічного завдання (ТЗ) на проєктування дахової котельні; розрахунок попередньої ціни на дахову котельню.

4. Запропоновані проєктні рішення в повному обсязі. Для виконання проєктів у короткий термін використовуються типові проєкти модульних дахових котельнь.

Проєктування дахової котельні включає: пояснювальна записка із розрахунками; архітектурно-будівельна частина; конструкції металеві, включаючи проєкт димової труби та зовнішніх газоходів; тепломеханічні рішення, включаючи хімводопідготовку котельні; опалення та вентиляція котельні; водопостачання та водовідведення котельні; електропостачання, освітлення, блискавкозахист та заземлення котельні; системи зв'язку, протипожежна та охоронна сигналізація; диспетчеризація котельні; паливопостачання внутрішнє; паливне господарство котельні (склад рідкого, твердого та біопалива, ГРП та ГРУ); охорона навколишнього середовища; інженерно-технічні заходи цивільної оборони; заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій; експертиза промислової безпеки.

5. Комплектація та постачання обладнання та матеріалів.

6. Будівництво стаціонарної будівлі дахової котельні на майданчику замовника або виготовлення котельної установки на власних виробничих площах.

7. Транспортування обладнання та матеріалів котельні або транспортування дахової котельної установки блоками з заводу-виготівника до місця експлуатації.

8. Монтаж дахової котельні.

9. Проведення пусканалагоджувальних робіт та режимних випробувань.

10. Здача котельні у експлуатацію.

11. Гарантійне та післягарантійне обслуговування та обслуговування дахової котельні.

Основні переваги влаштування дахової котельні [1-7]:

- низькі тепловтрати через відсутність протяжної тепломережі;
- завдяки простоті використання непрофесіонали самостійно виконують базову профілактику, швидко поповнюють паливо і перевіряють основні компоненти;
- немає необхідності будувати додаткову будівлю для опалювальних цілей;
- минаючи трудомісткі етапи зупинки і запуску котельні, дахові установки мають функцію не тільки повної автоматизації системи, але і підтримки її працездатності протягом усього року;
- можливість для власників кожної квартири визначитися, який тип температурного режиму вони вважають за краще в яку пору року;
- можливість швидкого контролю тепловиділення, особливо в сучасних реаліях, кліматичних і температурних умовах, на тлі невеликих розмірів, короткого часу зв'язку, швидких змін;
- оптимальні гідравлічні умови для групи котельнь – відсутність статичного тиску водяного стовпа в агрегатах, трубопроводах і фітінгах;
- екологічна перевага полягає в тому, що димові гази в котельні, розташованій на даху, набагато легше відводити, оскільки газ має більший доступ до відкритої атмосфери, в порівнянні зі звичайними газовими вентиляційними отворами, через які газоподібні продукти згоряння буквально витісняються через трубу;
- проблема з подачею повітря в пальник котла відсутня;
- підвищена безпека (ризик нещасних випадків зведений до мінімуму, навіть якщо в приміщення швидко надходить природний газ або дим).

Основні недоліки покрівельної котельні [1-7]:

- необхідність залучення новітнього сучасного обладнання для монтажу елементів покрівельної опалювальної системи;
- межа ваги котла;
- оскільки бойлерна група монтується, необхідно дотримуватися умов міцності покрівельної конструкції і рівномірно розподіляти вагу по всіх силових елементах покрівлі;
- елементи заземлення (тому мідь є найбільш підходящим матеріалом для виготовлення теплообмінників);
- дахові котельні можуть працювати тільки на природному газу, і в разі аварії на газопроводі система тепlopостачання будівлі практично вийде з ладу;
- установка котлів на даху вимагає підсилення покрівлі. Додатковенавантаження становить близько 10-15 тон;
- обмеження потужності становить 3 МВт;
- установка на покрівлі котельні безпосередньо над житловими приміщеннями або поруч з ними стандартом не приймається;
- якщо котельня встановлена неправильно, це створить досить високий шумовий тиск в будівлі;
- обмеження на встановлення дахових котельнь для опалення певних типів будівель;
- використання котлів, термін експлуатації яких значно менший, ніж термін експлуатації самої будівлі. Якщо котел потребує заміни, це є непереборною перешкодою, оскільки замінити його можна лише за допомогою спеціального вантажопідйомного обладнання;
- розташування такої опалювальної установки обмежується виходом обладнання та висотою будівлі. Обладнання не можна встановлювати вище 26,5 м без дозволу, а його потужність не повинна перевищувати 3 МВт або 5 МВт у різних типах будівель;
- також існують певні обмеження щодо рівня тиску газу на вході в котельню, і цей показник також

залежить від типу будівлі;

- для системи опалення можна використовувати лише певну площу даху, ця площа має бути огорожена, а нахил поверхні не повинен перевищувати 10%. Висота гідроізоляції не може бути менше 10 см;
- температура теплоносія в котлі не повинна перевищувати 115°C;
- тиск в трубах, що підводить природний газ по стіні будівлі до дахової котельні, повинен бути обмежений до 5 кПа.

Висновки

Перевага цього типу автономного опалення полягає в тому, що його можна використовувати в ряді різних ситуацій. По-перше, дахові котельні використовуються, коли поблизу будівлі немає корисного простору. Такі моделі доводиться використовувати в умовах щільної забудови сучасних великих міст. Встановлення дахових котельнь також робить малоповерхові житлові райони (котеджні селища) повністю самодостатніми.

Дахові котельні традиційно використовуються в нових мікрорайонах, де не вистачає муніципальних теплових потужностей, або в приватних будинках, де з якихось причин або за особистим вибором мешканців немає можливості провести мережеву систему теплопостачання. Системи призначені для забезпечення споживачів безпечним та економічним опаленням і гарячим водопостачанням і не потребують додаткового обслуговуючого персоналу.

Згідно з досвідом експлуатації, такі індивідуальні котельні зменшують витрати на ресурси на 40-45%. Вартість виробництва одиниці теплової енергії від дахової котельні на 20-22% нижча, ніж від добре ізольованого централізованого міського теплопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Єнін П.М. Теплопостачання (частина 1 «Теплові мережі та споруди»). Навчальний посібник. / П.М. Єнін, Н.А. Швачко. – К.: Кондор, 2007. – 244 с.
3. Ратушняк Г.С. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції [текст] / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 122 с.
4. Панкевич О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська, О.В. Титко. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 85 с.
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинний від 2008–10–1]. – К.: Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008.
6. Котельні: ДБН В.2.5-77:2014. – [Чинний від 2014–09–15]. – К.: Мінрегіонбуд України, - Київ, 2014.
7. 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.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0001-9656-5150, e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua.

Ободяньська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Гончарук Валентина Сергіївна – студентка групи ТГ-23м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, email: goncharyk_VS@gmail.com.

Georgiy Ratushnyak – Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0001-9656-5150 e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Valentina Honcharuk – student of Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, email: goncharyk_VS@gmail.com.

Вибір трубопроводів в системах опалення житлових будівель

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено характеристики трубопроводів систем опалення житлових будівель та обґрунтовано їх вплив на прийняття проєктного рішення. Наведено приклад використання методу зважених оцінок для прийняття рішення при виборі трубопроводу.

Ключові слова: трубопровід, системи опалення, житлові будівлі, математичний метод, прийняття рішення.

Abstracts

The characteristics of pipelines for residential heating systems are investigated and their influence on design decision-making is substantiated. An example of using the method of weighted estimates for decision-making when choosing a pipeline is given.

Keywords: pipeline, heating systems, residential buildings, mathematical method, decision-making

Вступ

Вибір трубопроводів для системи опалення житлових будівель є ключовим фактором, що впливає на надійність, ефективність і довговічність опалювальної системи. Обрані трубопроводи можуть суттєво вплинути на загальну ефективність опальної системи, що дозволяє зменшити витрати на опалення. Тому при проєктуванні систем опалення питання вибору труб є важливим і актуальним. Щоб обрати найкращі труби для системи опалення, тобто найбільш оптимальні та раціональні для конкретних умов, як правило приймають до уваги такі фактори [1,2]: температуру та тиск в системі опалення; тип прокладання трубопроводу; загальну площу опалювального приміщення; проєктну потужність котлоагрегату та тип палива; наявність або відсутність неопалювальних ділянок та інші умови функціонування трубопроводу.

Мета дослідження – провести аналіз характеристик різних видів труб, що використовують для внутрішніх систем опалення та визначити параметри, що впливають на прийняття рішення.

Результати дослідження

Вибір трубопроводів регламентується нормативною базою, а саме будівельними нормами:

- ДБН В.2.5-67:2013 [3], ДБН В.2.2-15-2005[4], які встановлюють вимоги щодо системи опалення,
- ДСТУ 8943:2019 [5], ДСТУ Б В.2.7-143:2007[6], ДСТУ Б В.2.7-144:2007[7] які регламентують вимоги до трубопроводів з різних матеріалів та технічні умови застосування труб.

В системах опалення використовують трубопроводи: сталеві; із зшитого поліетилену; поліпропіленові; металопластикові; мідні. Проаналізуємо основні переваги та недоліки цих трубопроводів.

Сталеві труби мають ряд своїх переваг: стійкість до зміни температури, тиску, гідроударів, мінімальний коефіцієнт термічного розширення, міцність, жорсткість, вартість. Недоліки сталевих трубопроводів: мала корозійна стійкість, маса, можливі складнощі в монтажі (зварювання та різьбове з'єднання), можливість проводити блукаючі струми, схильність до замулювання, необхідність фарбування зовнішньої поверхні, не висока стійкість до агресивних середовищ [5,8,9,10].

РЕХ-труби з зшитого поліетилену є одним мають такі переваги: стійкість до термічного розширення, корозії, замулювання, зміни температури, тиску, маса. Недоліком цих труб є можливість їх використання тільки для внутрішніх систем опалення через низьку стійкість до впливу ультрафіолетового випромінювання [6,10].

Поліпропіленові труби, найчастіше використовуються з армуванням з алюмінію або скловолокна [7,9]. Використання армування труби перешкоджає лінійному розширенню цих труб при перепаді температур, що робить ці труби більш надійними. Також перевагою цих труб є те що вони не утворюють іржі та брудного осаду, вода всередині завжди чиста; відсутність хімічних реакцій усередині труби, рідкі речовини не змінюють складу при транспортуванні; відмінне шумопоглинання; стійкість до перепадів температур, внутрішнього тиску та зовнішніх деформацій, простота обслуговування. Недоліком є труби є відсутність гнучкості.

Змоделюємо прийняття рішення щодо вибору трубопроводу застосувавши методом зваженого вибору. Процес вибору найкращого варіанту серед альтернатив методом зваженого вибору дозволяє врахувати різні показники (в нашому випадку характеристики) та прийняти обґрунтоване рішення. Для початку обираємо характеристики трубопроводів, які є основними, це: стійкість до корозії, стійкість до зміни температур, маса 1-го погонного метра, стійкість до впливу УФ-променів, довговічність, легкість монтажу, лінійне розширення, схильність до замулювання, вартість 1-го погонного метра та вартість фітингів. Кожній характеристиці надана вага, яка характеризує її значущість при прийнятті рішення та позначається в дужках біля характеристики в таблиці 1. Максимальна вага прийняття – 5. Прийняття рішення проводилося серед трьох видів трубопроводів обраних за матеріалами, а саме сталеві, РЕХ-труби із зшитого поліетилену та поліпропіленові з армуванням скловолокном. Проводимо оцінку кожного виду труб та розраховуємо зважену оцінку. Наприклад: характеристика «корозійна стійкість» має значущість при прийнятті рішення 4 для сталевих труб, вага цієї характеристики експертно оцінено 2, тому зважена оцінка «корозійної стійкості» для сталевих труб дорівнює 8. Аналогічно зроблено розрахунок по всім характеристикам трубопроводів у таблиці 1. За підсумком зважених оцінок для кожного варіанту, обираємо альтернативу з найвищою зваженою загальною оцінкою.

Таблиця 1- Оцінка трубопроводів для системи опалення

Характеристики (критерії вибору)	Види за матеріалом					
	Сталеві труби		РЕХ-труби із зшитого поліетилену		Поліпропіленові труби з армуванням скловолокном	
	Оцінка критерія	Зважена оцінка	Оцінка критерія	Зважена оцінка	Оцінка критерія	Зважена оцінка
Корозійна стійкість (4)	2	8	4	16	5	20
Стійкість до зміни температур (5)	4	20	3	15	1	5
Маса 1-го погонного метра (3)	1	3	5	15	5	15
Стійкість до впливу УФ-променів (3)	5	15	1	3	5	15
Довговічність (4)	3	12	4	16	2	8
Легкість монтажу (3)	3	9	4	12	5	15
Лінійне розширення (мінімальне значення–5) (2)	4	8	5	10	5	10
Схильність до замулювання (4)	1	4	4	16	4	16
Вартість 1-го погонного метра (5)	5	25	4	20	3	15
Вартість фітингів (4)	4	16	3	12	5	20
Сума		120		135		139

За аналізом результату таблиці 1 найкращий варіант наведеними характеристиками мають трубопроводи поліпропіленові з армуванням скловолокном. Другу позицію в рейтингу займають РЕХ-труби із зшитого поліетилену.

Висновок

У роботі проведено аналітичний огляд трубопроводів систем опалення та визначені характеристики які впливають на прийняття рішення, а саме: стійкість до корозії, стійкість до зміни температур, маса 1-го погонного метра, стійкість до впливу УФ-променів, довговічність, легкість

монтажу, лінійне розширення, схильність до замулювання, вартість 1-го погонного метру та вартість фітінгів. Прийняття рішення щодо вибору трубопроводу продемонстровано на прикладі з застосуванням методу зваженого вибору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Особливості вибору труб для систем опалення // heat-pek.ua : Вебсайт. Дата публікації: 11.02.2020. URI: <https://heat-pek.ua/osoblyvosti-vyboru-trub-dlya-system-opalennya-2/>
2. Свідер М. С., Панкевич О.Д.. Підвищення енергоефективності багатоповерхових житлових будівель. // Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17830>.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ, 2013. Чинний від 28.08.2013. 141с
4. ДБН В.2.2-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Київ, 2005. Чинний від 01.01.2006. 38с.
5. ДСТУ 8943:2019. Труби сталеві електрозварні. Технічні умови. Київ, 2019. Чинний від 01.01.2021. 23с.
6. ДСТУ Б В.2.7-143:2007. Труби зі структурованого поліетилену для холодного, гарячого водопостачання та опалення. Технічні умови (EN ISO 15875-2:2003, MOD). Київ, 2008. Чинний від 07.01.2008. 33с.
7. ДСТУ Б В.2.7-144:2007 Будівельні матеріали. Труби для мереж холодного та гарячого водопостачання із поліпропілену. Технічні умови (EN ISO 15874-2:2003, MOD). Київ, 2008. Чинний від 01.07.2008. 33с.
8. Різні типи труб і їх специфікації // Труболімергруп : Вебсайт. Дата публікації: 26.09.2023. URI: <https://svarochniy-apparat.com.ua/ua/blog-ua/stati-pro-trubi-ua/vse-vidy-trub-i-ikh-kharakteristiki-ua/> (дата звернення 01.10.2024).
9. Труби для систем опалення: поради при виборі // Теплоцентр : Вебсайт. URI: <https://teplocentr.ua/blog/sovety-pokupatelyam/truby-dlya-system-opalennya-porady-pry-vybori/> (дата звернення 01.10.2024)
10. Які труби краще для опалення приватного будинку // alter.ua : Вебсайт. URI: <https://alter.ua/articles/yaki-trubi-vibrati-dlya-opalennya-privatnogo-budinku-abo-kvartiri> (дата звернення 01.01.2024)

Молодюк Владислав Олександрович – студент групи SM-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії. e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com

Шкробот Богдан Сергійович - студент групи SM-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії. e-mail: Bshkrobot1@gmail.com

Панкевич Ольга Дмитрівна- к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Molodiuk Vladyslav - a student of group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa national technical university, Vinnytsa, e-mail: vladmolodiuk237@gmail.com

Olga Pankevych – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Shkrobot Bohdan - a student of group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa national technical university, Vinnytsa, e-mail: Bshkrobot1@gmail.com

НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Налагодження та експлуатація систем вентиляції є важливим аспектом створення якісного мікроклімату в приміщеннях. Це забезпечує безперервну та ефективну роботу вентиляційної системи, оптимізує повітрообмін, знижує енергоспоживання та мінімізує експлуатаційні витрати. Особлива увага приділяється автоматизації, адаптації до мінливих умов і регулярному обслуговуванню системи.

Ключові слова: системи вентиляції, регулювання, налагодження, експлуатація, енергоефективність, мікроклімат.

Abstract

The adjustment and operation of ventilation systems are key aspects of creating a quality indoor climate. This ensures continuous and efficient operation of ventilation equipment, optimizes air exchange, reduces energy consumption, and minimizes operational costs. Special attention is paid to automation, adaptation to changing conditions, and regular system maintenance.

Keywords: ventilation systems, regulation, debugging, operation, energy efficiency, microclimate.

Вступ

Системи вентиляції відіграють важливу роль у забезпеченні комфортних умов у будівлях. Вентиляційні системи допомагають підтримувати оптимальний рівень вологості, температури і вмісту кисню в повітрі, запобігають накопиченню шкідливих речовин і забезпечують ефективний повітрообмін. Важливим завданням є правильна конфігурація системи з урахуванням специфікацій будівлі, вимог до повітряного потоку, режиму роботи та енергоефективності. Основні проблеми, які виникають під час експлуатації, пов'язані з відсутністю технічного обслуговування, зносом елементів та не дотриманням технічних норм під час монтажу. [1, 2].

Результати дослідження

Результати проведеного дослідження вказують на високу ефективність правильно налаштованих систем вентиляції для підтримання якісного мікроклімату в приміщеннях. Встановлено, що оптимальне налаштування вентиляторів, балансування повітряних потоків та адаптація режимів роботи систем дозволяють значно підвищити рівень повітрообміну, зменшити витрати на енергоспоживання та забезпечити тривалий термін експлуатації обладнання. Зокрема, аналіз показав, що регулярне технічне обслуговування, яке включає очищення повітроводів, заміну фільтрів та перевірку герметичності, дозволяє знизити рівень забруднення повітря, уникнути втрат енергії та мінімізувати ризики несправностей [3, 4].

Особливу увагу приділено сучасним автоматизованим системам вентиляції, які оснащені датчиками температури, вологості та інших параметрів. Це дозволяє здійснювати постійний контроль за роботою системи, оперативно реагувати на зміни мікроклімату в приміщенні та автоматично коригувати потоки повітря відповідно до потреб користувачів. Використання таких систем забезпечує суттєве зниження експлуатаційних витрат та значну економію енергії. Застосування технологій рекуперації тепла дозволяє повернути до 70-80% теплової енергії, що знижує витрати на опалення та кондиціонування приміщень [5].

Дослідження також показало, що належне балансування потоків повітря дозволяє уникнути нерівномірної вентиляції різних зон приміщення, що є важливим для створення комфортних умов. Крім того, своєчасна заміна фільтрів та усунення забруднень у повітроводах сприяє покращенню якості

повітря, зниженню рівня шуму та зменшенню навантаження на вентилятори. Це позитивно впливає на здоров'я людей, які перебувають у приміщеннях, підвищує продуктивність праці та створює комфортні умови для проживання і роботи [6, 7].

Таким чином, комплексне налагодження, автоматизація та регулярне обслуговування вентиляційних систем є ключовими чинниками для забезпечення їх ефективної роботи, зниження енергоспоживання та подовження терміну служби. Це дозволяє досягти високого рівня енергоефективності, комфортного мікроклімату та економії ресурсів [3, 8].

Методи налагодження систем вентиляції

Процес налагодження може включати наступні етапи [8, 9]:

- вимірювання витрат повітря;
- контроль параметрів повітряного потоку (температура, вологість, швидкість);
- перевірка справності вентиляторів, клапанів, регуляторів і фільтрів;
- адаптація режимів роботи системи відповідно до змінних умов використання приміщення;
- встановлення або корекція засобів автоматизації і дистанційного контролю роботи системи.

В сучасних системах широко застосовуються автоматизовані комплекси для моніторингу та управління роботою вентиляції, що забезпечують підвищену гнучкість та оперативність у корекції режимів її роботи.

Висновки

Сучасні технології дають можливість значно підвищити ефективність роботи вентиляційних систем. Правильне налагодження та регулярна експлуатація можуть значно продовжити термін служби обладнання, знизити енергоспоживання і забезпечити комфортний мікроклімат для користувачів приміщення. Системи вентиляції з автоматизованим контролем та діагностикою дозволяють мінімізувати можливі збої в роботі та підвищити рівень комфорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системи вентиляції. Каталог обладнання і рекомендації з проектування та експлуатації. – К.: «Технопрогрес», 2020. – 120 с.
2. Попов А. П. Основи вентиляційних систем / А. П. Попов, О. В. Кравченко. – Харків: ХНАМГ, 2015. – 152 с.
3. Джеджула В.В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В.В. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 71 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 71 с.
5. Системи управління вентиляцією. Новітні рішення / ред. П. М. Руденко. – Львів: «Теплоенергопром», 2018. – 198 с.
6. Шульга М.О. Вентиляція та кондиціонування повітря. Навчальний посібник. / М.О. Шульга, І.П. Юхно. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 148 с.
7. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободяньська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.
8. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободяньська // // ЛІІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.
9. Огляд систем вентиляції повітря громадських будівель / О.І. Ободяньська, Г.О. Меньшиков // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція “Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи” (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/view/8620/7192>

Ободяньська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Дубіняк Владислав Валерійович – студент групи СМ-21б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: vladdubinak2004@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Vladyslav Dubinyak - student group SM-21b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vladdubinak2004@gmail.com.

ТЕПЛОВОЛОГІСНА АВТОКЛАВНА ОБРОБКА БУДІВЕЛЬНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АЕРОДИНАМІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ТИПУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконане аналітичне дослідження відомих методів тепловологісної автоклавної обробки бетонних виробів. Встановлено, що найбільш перспективним методом є автоклавна обробка за допомогою аеродинамічного устаткування рециркуляційного типу. Він має ряд суттєвих переваг в порівнянні з іншими, а саме: забезпечує рівномірне нагрівання бетонних виробів за рахунок рециркуляції гарячого зволоженого повітря в камері, дозволить підвищити якість бетонних виробів, зменшити витрати на енергопостачання та час тепловологісної обробки, що позитивно позначиться на продуктивності виробництва та конкурентоспроможності підприємства.

Ключові слова: тепловологісна автоклавна обробка, аеродинамічне устаткування, рециркуляція, рівномірне нагрівання.

Abstract

An analytical study of known methods of heat-moist autoclave processing of concrete products was carried out. It has been established that the most promising method is autoclave processing with the help of aerodynamic recirculation type equipment. It has a number of significant advantages compared to others, namely: it ensures uniform heating of concrete products due to the recirculation of hot humidified air in the chamber, it will allow to improve the quality of concrete products, reduce energy supply costs and the time of heat-moisture treatment, which will have a positive effect on production productivity and competitiveness enterprises.

Keywords: heat-moist autoclave treatment, aerodynamic equipment, recirculation, uniform heating.

Вступ

Важливість автоклавної обробки бетонних виробів полягає в тому, що цей процес дозволяє значно покращити якість та властивості бетону. Завдяки високому тиску та температурі в автоклаві, бетон зміцнюється, стає більш стійким до різних навантажень та зносу. Також, автоклавна обробка дозволяє зменшити вміст пор в бетоні, що позитивно впливає на його міцність та довговічність [1].

На сьогодні зростає попит на бетонні вироби з автоклавною обробкою на ринку будівельних матеріалів, оскільки такі вироби мають високу якість та довговічність, що забезпечує їх ефективне використання в будівельних проєктах.

Крім того, автоклавна обробка є екологічно безпечним процесом, оскільки не використовує шкідливих речовин. Таким чином, вона є оптимальним вибором для виробництва бетонних виробів, які використовуються в будівництві, дорожньому господарстві та інших галузях промисловості.

Отже, актуальність автоклавної обробки бетонних виробів полягає в її ефективності, екологічній безпеці та високій якості виробів, що забезпечує їх популярність та попит на ринку будівельних матеріалів та виробів.

Основна мета вдосконалення устаткування для автоклавної обробки бетонних виробів полягає в покращенні якості та ефективності виготовлення бетонних виробів. Для цього необхідно вирішити такі завдання:

1. Розробити та впровадити нові технології виготовлення бетонних виробів, які забезпечують високу якість та ефективність виробництва.
2. Покращити конструкцію та матеріали устаткування, щоб забезпечити його надійність та довговічність.
3. Вдосконалити системи автоматичного керування та контролю якості виробництва, щоб забезпечити точність та стабільність процесу.
4. Забезпечити безпеку праці та дотримання екологічних норм у виробництві.

5. Проводити постійний моніторинг та аналіз ефективності виробництва, щоб вчасно виявляти та усувати недоліки та помилки.

6. Вдосконалити технічне обслуговування та ремонт устаткування, щоб забезпечити його безперебійну роботу та продовжити термін його служби.

Виклад основного матеріалу

Сьогодні устаткування вітчизняного будівельного виробництва досить застаріле і потребує оновлення та нових сучасних інженерних рішень, що побудовані на економічності, енергоощадності та екологічності. Доцільно провести огляд сучасних установок та обладнання для теплової обробки бетонних виробів для подальшого дослідження рішень з їх удосконалення.

Автоклавна обробка розглядається як сучасний та найбільш ефективний спосіб пропарювання бетону. Автоклавні установки працюють при тиску 0,8...1,2 МПа і температурі 170...188 °С. Для запарювання виробів використовується волога насичена водяна пара, яка швидко конденсується і створює водне середовище в порах матеріалу. Виключається застосування перегрітої пари для автоклавної обробки. Особливістю можна відзначити те, що при підвищенні тиску пари скорочується тривалість запарювання і збільшує міцність виробів, але тиск пари при цьому не впливає на процеси твердіння, а лише забезпечує потрібну температуру в автоклаві [2,3].

Об'єктом розробки та дослідження є процес тепловологісної автоклавної обробки бетонних виробів з використанням устаткування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання. Предметом розробки є саме устаткування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання виробів, яке забезпечує рівномірне нагрівання бетонних виробів за рахунок рециркуляції гарячого зволоженого повітря в камері. Дослідження полягає в визначенні оптимальних параметрів температури, тиску, часу та інших факторів, що впливають на якість тепловологісної обробки бетонних виробів. Також дослідження може включати в себе аналіз впливу різних типів бетону та додаткових компонентів на процес обробки та якість готового виробу.

Наукове дослідження полягатиме у застосуванні устаткування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання виробів в герметичній теплоізолюваній камері. Це дозволить забезпечити рівномірне нагрівання бетонних виробів та зменшити відхилення температури в різних точках камери.

Крім того, розробка нового устаткування дозволить знизити витрати на енергопостачання та скоротити час тепловологісної обробки, що позитивно позначиться на продуктивності виробництва.

Наукове дослідження процесів автоклавної тепловологісної обробки бетонних виробів при застосуванні устаткування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання також дозволить визначити оптимальні параметри процесу, що дозволить отримати бетонні вироби високої якості з мінімальними витратами на енергопостачання та час виробництва.

Висновок

Розробка устаткування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання та його застосування в технології автоклавної тепловологісної обробки бетонних виробів матиме практичне значення за такими факторами:

1. Підвищення якості бетонних виробів: застосування нового устаткування дозволить забезпечити рівномірне нагрівання виробів, що позитивно позначиться на якості кінцевого продукту.
2. Зменшення витрат на енергопостачання: застосування аеродинамічного рециркуляційного нагрівання дозволить знизити витрати на електроенергію та газ, що використовується для нагріву камери.
3. Скорочення тривалості тепловологісної обробки: нове устаткування дозволить зменшити тривалість тепловологісної обробки бетонних виробів, що позитивно позначиться на продуктивності виробництва.
4. Визначення оптимальних параметрів процесу: наукове дослідження процесів автоклавної тепловологісної обробки бетонних виробів дозволить встановити оптимальні параметри процесу, що дозволить отримати бетонні вироби високої якості з мінімальними витратами на енергопостачання та тривалістю виробництва.

Отже, застосування нового устаткування та технології його застосування дозволить підвищити якість бетонних виробів, зменшити витрати на енергопостачання та час тепловологісної обробки, що позитивно позначиться на продуктивності виробництва та конкурентоспроможності підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кривенко П. В. , Пушкарьова К. К. , Барановський В. Б. Будівельне матеріалознавство /– К. : ЕксОб, 2004. 704 с. ISBN 966-7769-35-6.
2. Сліпенька О. П., Коц І. В. Аналітичне дослідження автоклавних установок із аеродинамічним нагрівом / Вісник Хмельницького національного університету, 2006. № 5. С. 93 – 98.
3. Колісник О. П., Коц І. В. Обґрунтування генерації теплової енергії в установках із аеродинамічним нагрівом / Науково-технічний збірник "Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві", 2008. № 1. С. 138 – 143.

Слободянюк Сергій Анатолійович – аспірант, кафедра інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, E-mail: sergford90@gmail.com;

Коц Іван Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач і науковий керівник НДЛ гідродинаміки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

Slobodyanyuk Serhii A. – PhD student, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, E-mail: sergford90@gmail.com;

Kots Ivan V. – Ph.D., Professor, professor of the department of engineering systems in construction, head and scientific leader of the Hydrodynamics Research Laboratory, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ ТА КАРКАСНА ТЕХНОЛОГІЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Енергоефективні будинки стають дедалі популярнішими, оскільки вони сприяють зниженню витрат на енергію, зменшують викиди парникових газів та підвищують комфорт проживання. Однією з провідних технологій у будівництві таких будівель є каркасна технологія, яка відзначається простотою, швидкістю монтажу та економічністю. Каркасні будинки зазвичай виготовляють із застосуванням дерев'яних, сталевих або комбінованих матеріалів, що дозволяє оптимально ізолювати конструкцію. Каркасна технологія дає змогу втілити різні архітектурні рішення, використовуючи сучасні теплоізоляційні матеріали, що суттєво знижують витрати на обігрів та кондиціонування.

Ключові слова: енергоефективність, каркасна технологія, теплоізоляція, пасивний будинок, обігрів, кондиціонування, альтернативна енергетика.

Abstract

Energy-efficient buildings are becoming increasingly popular as they help to reduce energy costs, reduce greenhouse gas emissions and improve living comfort. One of the leading technologies in the construction of such buildings is the frame technology, which is characterised by simplicity, speed of installation and cost-effectiveness. Frame houses are usually made of wood, steel or combined materials, which allows for optimal insulation of the structure. Frame technology allows for a variety of architectural solutions using modern thermal insulation materials, which significantly reduces heating and air conditioning costs.

Keywords: energy efficiency, frame technology, thermal insulation, passive house, heating, air conditioning, alternative energy.

Вступ

Донедавна жителі України мало мали уявлення про таке питання, як економія енергоресурсів. Це пов'язано з тим, що всі тарифи на ресурси нашої країни низькі. Однак в останні кілька років намітилася тенденція швидкого зростання тарифів на всі види ресурсів. Люди починають приділяти більше уваги енергоефективним системам забезпечення мікроклімату будівель та споруд, оскільки це дозволяє їм економити від 20% до 45% виплачуваних коштів [1].

В даний час найбільш нагальні проблеми пов'язані з енергоспоживанням житлових і громадських будівель і споруд. В даний час основним завданням є будівництво нових теплоізольованих будівель, що дозволяють економити енергоресурси, а також реконструкція старих будинків і громадських приміщень за допомогою сучасних енергозберігаючих матеріалів [4].

Суть пасивного будинку полягає в тому, щоб заощадити 80% експлуатаційних витрат тільки за рахунок правильного архітектурного проектування, а також використання рекуперативних і альтернативних джерел енергії, а також контрольованої системи припливно-витяжної вентиляції.

Результати дослідження

Європейські стандарти незабаром вимагатимуть від забудовників будувати лише енергоефективні будівлі з нульовим споживанням енергії. Економія електроенергії та тепла також є важливим питанням для українців, але термоаудит типових багатоповерхівок, збудованих у другій половині 20 століття, показав невтішні результати: високі тепловтрати та великі витрати на покращення теплоізоляції.

Енергоефективні будівлі набагато екологічніші, ніж цегляні. Традиційні методи споживають приблизно 120 (кВт·год/м²) тепла на рік. Це в чотири рази більше, ніж перший варіант. Але це не єдиний фактор, що впливає на екологічне проектування будинків.

Визначення «пасивний будинок» іноді можна сплутати з системою «розумний будинок», одним із завдань якої є контроль енергоспоживання будівлі. Система «пасивний будинок» також відрізняється

тим, що крім споживання дуже невеликої кількості енергії, вона може не тільки забезпечувати себе, але й віддавати її в центральну мережу (будинок з позитивним енергетичним балансом), тому що вона генерує багато енергії сама по собі [7].

Екологічний дизайн передбачає формування концепцій проектування, будівництва та експлуатації будівель, необхідно визначити характеристики як самого будівельного матеріалу, так і поточного стану енергозбереження при виробництві та експлуатації конструкції в цілому. Що це означає [5, 6]:

- використання меншої кількості енергії для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій; для обігріву, охолодження і вентиляції будівель;

- використання енергії, здатної до самовідновлення;

- переробка та переробка відходів з урахуванням екологічних міркувань;

- використання натуральних екологічно чистих матеріалів;

- забезпечення природного протікання процесів в навколишньому середовищі.

Основними факторами, які роблять будівництво енергоефективних будинків кращим і безпечнішим, є [2]

1. Теплоізоляція. Стіни, дах, підлога та вікна ізолюють тепло. Ця функція відіграє важливу роль в енергозбереженні. Добре ізольовані будівельні матеріали допомагають утримувати тепло з будинку взимку і захищають його від перегріву влітку [3].

2. Енергоефективні вікна. Подвійні або потрійні склопакети з низьким коефіцієнтом теплопередачі. Це зменшує втрати енергії через віконну конструкцію.

3. Системи опалення та охолодження. Енергоефективні системи опалення, такі як теплові насоси та конденсаційні котли, можуть значно зменшити витрати на опалення.

4. Освітлення. Енергозберігаючі технології для побутового використання з використанням світлодіодних ламп і світильників.

5. Сонячні панелі: встановлення сонячних панелей є ефективним способом забезпечення енергетичної самодостатності будинку. Вони також можуть значно скоротити споживання електроенергії з мережі. Сонячні панелі перетворюють сонячну енергію в електрику. Її можна використовувати для освітлення, побутових приладів, систем опалення та охолодження, підігріву води. Це зменшує залежність від традиційних джерел енергії та скорочує викиди парникових газів.

6. Герметичність будівель. Це досягається шляхом ущільнення щілин і тріщин у стінах, дверях і вікнах. Неочікувані протяги та тепловтрати можуть бути значно зменшені. Це економить енергію, необхідну для обігріву та охолодження будинку.

Каркасні будинки підходять для використання з низькотемпературними системами опалення. До них відносяться теплі підлоги та радіатори з низькою температурою води. На підтримку комфортної температури витрачається менше енергії. При виборі замовлення будинку під ключ наша команда враховує всі критерії і максимально економить там, де це можливо. А якщо вас цікавить ціна енергоефективного будинку. Зверніться до одного з наших менеджерів або скористайтеся зручним калькулятором на нашому сайті. Обирайте енергоефективний будинок вже сьогодні та приєднуйтеся до нас у дбайливому ставленні до природи.

Висновки

Енергоефективні будинки набувають популярності завдяки здатності знижувати витрати на енергію, зменшувати викиди парникових газів і підвищувати комфорт. Каркасна технологія, що застосовується в їх будівництві, забезпечує швидкий монтаж, економічність і ефективну теплоізоляцію за допомогою дерев'яних, сталевих або комбінованих матеріалів, знижуючи витрати на обігрів та охолодження.

Що змушує людей прагнути до самоконтролю? Звичайно, ціна комунальних послуг та енергоресурсів дуже висока. Але хоча рівень комфорту не знижується, знижується і нова філософія життя - бажання жити в гармонії з навколишнім середовищем, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Сучасні технології надають для цього необхідні можливості [8, 9, 10]:

- Використання сонячних колекторів дозволяє повністю відмовитися від використання газової та електричної енергії для опалення води і будівель;

- Використання сонячних колекторів і вітряних турбін в поєднанні з акумуляторами дозволяє повністю виключити споживання електроенергії з центральної електромережі;

- Використання контролерів для управління електрообладнанням і системами теплопостачання дозволяє оптимізувати мікроклімат в приміщенні, регулювати присутність людей в будинку і роботу приладу.;
- Використання функціонально насичених економічних побутових приладів;
- Можливість використання теплового насоса і використання накопиченої теплової енергії;
- Можливість використання біогазу, отриманого під час ферментації та виробництва газу, замість природного газу на магістральній лінії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. На шляху до будівель з нульовими викидами: оновлені правила енергоефективності в ЄС [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://dixigroup.org/comment/na-shlyahu-do-budivel-z-nulovymy-vykydamy-onovleni-pravyala-energoefektyvnosti-v-yes>
2. Енергоефективні будинки. Каркасна технологія [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://karpatybud.com.ua/statti/energoefektyvni-bydunku-karkasna-technology/>
3. Сучасні енергоефективні будівельні матеріали та конструкції / О.І. Ободянська, А.О. Блянюк // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2023. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19133/15887>.
4. Енергоефективність багатоквартирних будівель / О.І. Ободянська // LI науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15243>.
5. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободянська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14058>.
6. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.
7. Інноваційні технології для внутрішнього утеплення будівель / О.І. Ободянська, І.О. Забіяка, В.В. Грибик // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11925>.
8. Основи проектування пасивних житлових будинків / О.І. Ободянська, К.Л. Харчилава // XLIX науково-технічна конференція ФБТЕГП (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8862>.
9. "Зелене" будівництво як новий етап еволюції будівельної галузі / О.І. Ободянська // XLIX науково-технічна конференція ФБТЕГП (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9104>.
10. Інноваційні технології утеплення житлового фонду / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров, І.О. Забіяка // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. — Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10849>.

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Затхій Вікторія Віталіївна – студентка групи СМ-22б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: zatkhiy05@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: olha.obodyanska@i.ua.

Zatkhiy Victoria – student group SM-22b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zatkhiy05@gmail.com.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА КЛАСУ КОМФОРТНОСТІ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто взаємозв'язок між класом комфортності житлових будівель та вибором віконних конструкцій. Виділено три основні сегменти: економ-клас, комфорт-клас та еліт-клас, для яких пріоритетними є різні критерії вибору вікон. Дослідження акцентує увагу на важливості врахування класу комфортності в процесі проектування для досягнення балансу між функціональністю, естетикою та економічною доцільністю.

Ключові слова: віконна конструкція, вибір, клас комфортності, енергоефективність, критерій.

Abstract

The relationship between the comfort class of residential buildings and the choice of window structures is considered. There are three main segments: economy class, comfort class and elite class, for which different window selection criteria are prioritized. The study emphasizes the importance of taking into account the comfort class in the design process to achieve a balance between functionality, aesthetics and economic feasibility.

Keywords: window design, choice, comfort class, energy efficiency, criterion.

Вступ

Сучасні тенденції в будівництві акцентують увагу на комфорті, енергоефективності та безпеці будівель з врахуванням визначених чинників. Це зумовлює потребу оптимізації вибору конструктивних елементів, зокрема віконних систем. Питання вибору віконних конструкцій важливо при проектуванні будівель для ефективного функціонування будівлі, досягнення стандартів якості та зниження експлуатаційних витрат [1,2,7]. Зокрема, віконні конструкції можуть значно впливати на енергоефективність, звукоізоляцію, захист від злону, а також на загальну естетичну привабливість будівлі [3,6]. Вивчення взаємозв'язку між параметрами вибору та класом комфортності вікон дозволить розробити оптимальні рекомендації для проєктантів і архітекторів, зменшуючи ризики недооцінки або перевитрат на етапі будівництва.

Результати дослідження

Концепція "класу комфортності" застосовується для оцінки рівня зручності, безпеки, енергоефективності та естетичної привабливості будівлі. Вона охоплює набір характеристик, які визначають, наскільки комфортно буде перебувати в будівлі її мешканцям. Нормативно визначної градації за рівнем комфортності у сучасному житлову будівництві немає. Але за місцем розташування, технічними характеристиками будівлі, прибудинковою територією, соціальною інфраструктурою та іншими ознаками забудовники поділяють новобудови на «економ-клас», «комфорт-клас», «бізнес-клас», «преміум-клас». Різниця між «бізнес-клас» та «преміум-клас» полягає в основному в ексклюзивних ознаках, які не впливають на прийняття рішень з вибору віконних конструкцій. Тому такі будівлі об'єднано в одну групу, яку означимо як «еліт-клас». Відповідно цінова політика забудовника та рівень замовників у даних групах будівель різний. Це важливо врахувати при виборі віконних конструкцій. Тому при визначенні співвідношень важливості параметрів вибору розглянено 3 класи багатопверхових новобудов: «економ-клас», «комфорт-клас», «еліт-клас».

Для визначення взаємозв'язку між класом комфортності будівлі та параметрами вибору вікон проаналізовано критерії вибору вікон.

При виборі віконних конструкцій зазвичай розглядають декілька ключових критеріїв, що відображають базові вимоги до вікон [4,5]. До них належать: рівень енергоефективності, рівень

архітектурної привабливості та функціональності, ціновий рівень та рівень захисту від злону. Кожен із цих критеріїв відіграє певну роль у залежності від типу будівлі, її призначення та класу комфортності. Критерій – це характеристика чи параметр, за яким оцінюються віконні конструкції. Кожен критерій визначає одну з важливих якостей вікон, що впливає на їх вибір.

Критерій «Енергоефективність» один із визначальних для віконних конструкцій, оскільки енергоефективність вікна визначає його здатність зберігати тепло в приміщенні взимку та прохолоду влітку, а також впливає на рівень енергоефективності теплоізоляційної оболонки в цілому [3,6]. Це особливо важливо в умовах зростання тарифів на енергоносії та високих вимог до екологічності. Високий рівень енергоефективності стає необхідним для будівель, де пріоритетним є скорочення витрат на опалення та кондиціонування.

Критерій «Архітектурна привабливість» визначає зовнішній вигляд вікон та те, наскільки вони гармонійно поєднуються з дизайном будівлі (формою, кольором, тощо); характеристиками профілю, профільної системи та склопакету; наявністю функціональних елементів та фурнітурою. Архітектурна привабливість є особливо важливою для об'єктів з високими вимогами до дизайну, наприклад будинків еліт-класу. Для будівель такого сегменту віконні конструкції мають відповідати архітектурній концепції, підкреслювати її стиль та підвищувати візуальну цінність.

Критерій «Захист від злону» визначає здатність вікон протистояти зовнішньому впливу та запобігати несанкціонованому доступу є важливим для забезпечення безпеки житлових приміщень, це конструкції вікон із спеціальним захистом від злону, які включають використання багатошарових склопакетів, посиленої фурнітури та додаткових замкових механізмів. Цей критерій важливо враховувати для будівель з підвищеними вимогами до безпеки, наприклад, житлові комплекси у престижних районах еліт-класу.

Критерій «Ціна». Вартість віконних конструкцій є одним з головних факторів, особливо в умовах обмеженого бюджету. Вибір між доступними, середніми та преміум-варіантами вікон залежить від фінансових можливостей замовника і загальної вартості будівництва. У будівлях економ-класу ціновий рівень може бути ключовим, оскільки необхідно забезпечити базові функції за мінімальні витрати. Водночас у будівлях вищого класу комфортності важливість ціни може знижуватися, поступаючись місцем якості, енергоефективності та безпеці.

Порівняння значущості кожного критерію вибору вікон при проектуванні будівель різного класу комфортності проведено з використанням методу парних порівнянь за шкалою Сааті. Результати моделювання наведено на рис. 1.

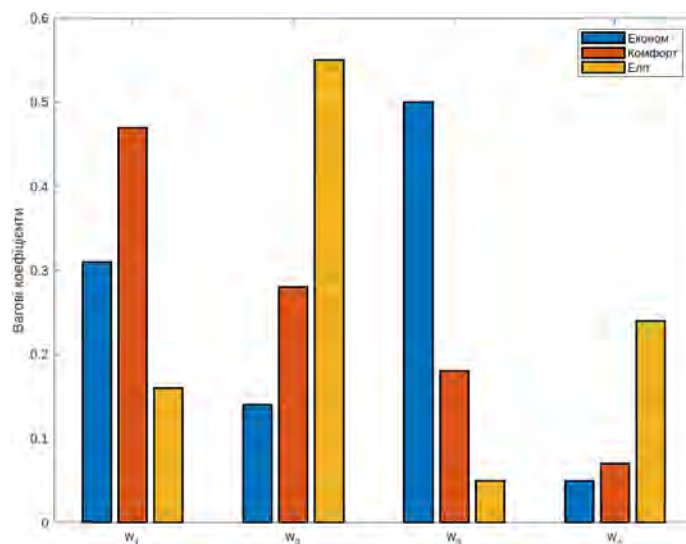


Рисунок 1 – Порівняння розподілу значущості критеріїв: w_1 – «Енергоефективність»; w_2 – «Архітектурна привабливість»; w_3 – «Ціна»; w_4 – «Захист від злону»

За результатами аналізу (рис.1), виявлено, що для будівель «економ-класу» основним параметром при виборі вікон є ціна, для «комфорт-класу» – енергоефективність, а для «еліт-класу» – архітектурно-естетична привабливість.

Висновок

Клас комфортності житлових будівель безпосередньо впливає на пріоритетні критерії вибору віконних конструкцій. Для будівель економ-класу основну увагу при виборі віконних конструкцій приділяють ціні, обираючи доступні варіанти, які забезпечують базові функціональні вимоги. У комфорт-класі на перший план виходить енергоефективність, оскільки вона дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, забезпечити комфортний температурний режим та задовольнити потреби сучасних стандартів енергоощадності. Для будівель еліт-класу домінуючим критерієм вибору стає архітектурна та естетична привабливість, що підкреслює статус об'єкту та створює унікальне візуальне оформлення.

Враховання цих відмінностей є важливим для визначення оптимального співвідношення між витратами та якість житлових об'єктів різних класів. Результати дослідження можуть слугувати орієнтиром для архітекторів, інженерів та забудовників при виборі віконних конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010. Настанова щодо проектування і улаштування вікон та дверей. Київ, 2010. Чинний від 01.07.2011. 106 с.
2. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будівлі. Основні положення. Зі зміною №1. Київ, 2022. Чинний від 01.09.2022. 43 с.
3. Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Панкевич В. В. Оцінювання енергоефективності світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівель. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2021. Т. 31, № 2, С. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2021-2-81-87>.
4. Критерії вибору металопластикових вікон // Вікна MIX : вебсайт. URI: <https://www.viknamix.com.ua/statiya-v-blog-1>.
5. Ратушняк Г. С., Панкевич В. В. Ієрархічна класифікація факторів впливу на підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Т. 27, № 2. С. 204-209. DOI: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2019-2-204-209>.
6. Ратушняк Г. С. Теплотехнічні особливості світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівель/ Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, В. В. Панкевич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. -Том. 30, № 1, с. 148–156
7. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н, професор кафедри ІСБ, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0001-9656-5150, e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua

Панкевич Володимир Вячеславович – PhD, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pan@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-1929-8172

Georgiy Ratushnyak, Professor, Department of ISB, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0001-9656-5150 e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua

Pankevych Volodymyr, PhD, Assistant of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, e-mail: pan@vntu.edu.ua ORCID 0000-0002-1929-8172

ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЦИКЛІЧНОГО ГІДРОТЕРМІЧНОГО НАСИЧЕННЯ МОНОМЕРАМИ БЕТОННИХ ВИРОБІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена розробці інноваційних технологій та устаткування для циклічного гідротермічного насичення мономерами бетонних виробів. У роботі представлено огляд існуючих методів насичення мономерами бетонних виробів та їх недоліки. Розробка нової технології циклічного гідротермічного насичення дозволяє ефективно насичувати мономерами вироби різних форм і розмірів. Наведено опис конструкції та принципу дії розробленого устаткування для реалізації цієї технології. Результати проведених експериментальних досліджень підтверджують переваги нової технології. Встановлені оптимальні параметри технологічного процесу насичення. Проведено економічне обґрунтування запропонованої технології та розрахунок очікуваної ефективності.

Ключові слова: інноваційні технології; устаткування; циклічне гідротермічне насичення; мономери; бетонні вироби; відомі та нові технології; конструкція та принцип дії устаткування; ефективність насичення; оптимальні параметри; очікувана економічна ефективність

Abstract

The work is devoted to the development of innovative technologies and equipment for cyclic hydrothermal saturation of concrete products with monomers. The paper presents an overview of the existing methods of saturation of concrete products with monomers and their disadvantages. The development of a new technology of cyclic hydrothermal saturation makes it possible to effectively saturate products of various shapes and sizes with monomers. A description of the design and principle of operation of the developed equipment for the implementation of this technology is provided. The results of experimental studies confirm the advantages of the new technology. The optimal parameters of the technological process of saturation have been established. An economic justification of the proposed technology and a calculation of the expected efficiency have been carried out.

Keywords: innovative technologies; equipment; cyclic hydrothermal saturation; monomers; concrete products; well-known and new technologies; design and principle of operation of the equipment; saturation efficiency; optimal parameters; expected cost-effectiveness.

Вступ

Є значний попит на бетонні та залізобетонні вироби, що мають у своєму складі полімерні сполуки. При цьому, створені з метою зменшення недоліків цементних бетонів, вони наділяються новими властивостями дещо відмінними від згаданих вище цементних бетонів та залізобетонів. Модифікація полімерними сполуками відбуватися декількома способами. Головним чином це додавання в бетонну суміш полімерних добавок, а також модифікація вже сформованих бетонних виробів методом їх насичення мономерами. Для отримання бетонополімерів звичайні бетонні чи залізобетонні вироби насичують рідкими мономерами. В такому разі процес імпрегування може відбуватися як на спеціалізованому підприємстві, так і на змонтованих та встановлених у монтажне положення бетонні конструкціях [1-5].

Існує значна кількість способів насичення як органічних так і неорганічних будівельних матеріалів. Зважаючи на цей факт, можна зробити висновок про попит на здійснення наукової діяльності, яка стосується досліджень процесів, що відбуваються під час імпрегування, в результаті яких можна виконувати розробку і модернізацію технологій та устаткування даної галузі. В результаті проведеного аналітичного огляду, було сформовано схему, в яку зведено з основні із розглянутих технологій (див. рис. 1) [1, 2, 5].

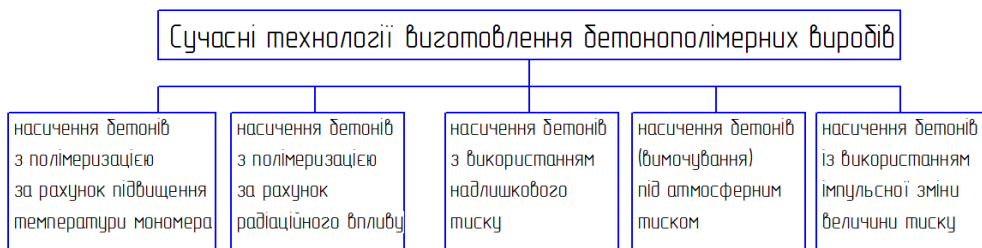


Рисунок 1 – Сучасні технології виробництва бетонополімерних виробів методом насичення [4]

Результати досліджень

Даний матеріал присвячений розгляду запропонованого устаткування для реалізації виробництва бетонополімерів шляхом імпрегнування бетонних та залізобетонних виробів із використанням імпульсної зміни величини тиску.

На рис. 2 представлена схема запропонованого обладнання із позначенням основних його елементів [6].

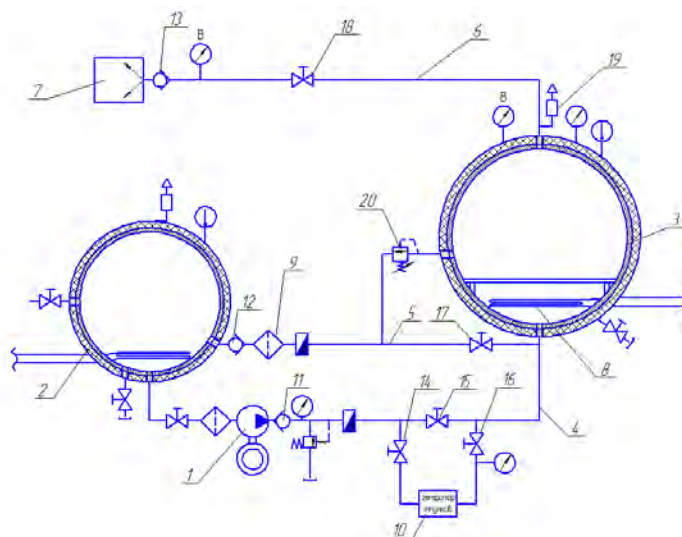


Рисунок 2 – Схема устаткування для циклічного гідротермічного насичення бетонних та залізобетонних виробів [6]

Запропоноване обладнання працює так. Після завантаження бетонних та залізобетонних 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 заданого регламенту. В процесі насичення виробів терморегулятор із трубчастим електричним 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, відкривається 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.

Висновок

Завдяки застосуванню запропонованого способу та устаткування передбачається суттєве підвищення якості та глибини насичення бетонних виробів і підвищення продуктивності технологічного обладнання. Дослідження технологій та устаткування для циклічного гідротермічного насичення мономерами бетонних виробів продемонструвало їх високий потенціал для покращення якості та стійкості будівельних матеріалів. Циклічне гідротермічне насичення мономерами забезпечує глибоке проникнення мономерів у бетон, посилюючи зв'язок між ними та матрицею бетону. Встановлені оптимальні параметри технологічного процесу, такі як концентрація мономеру, температура та тривалість циклу, які визначені за допомогою експериментальних досліджень. Сучасне устаткування, включаючи автоклави дозволяє автоматизувати та ефективно здійснювати процес. Насичені мономерами бетонні вироби демонструють покращену міцність при стисканні, згині та розтягуванні, а також підвищену стійкість до хімічних речовин, зносу та замерзання-відтавання. Впровадження технологій та устаткування для циклічного гідротермічного насичення мономерами у виробництво бетонних виробів має значні переваги. Це дозволяє виробникам покращити якість своєї продукції, збільшити термін експлуатації та знизити витрати на обслуговування. Подальші дослідження в цій галузі повинні бути зосереджені на оптимізації процесу для конкретних типів бетону та мономерів, оцінці довгострокової ефективності насичених мономерами бетонних виробів, а також на розробці нових методів автоматизації та контролю процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дворкін Л.Й., Скрипник І.Г. Технологія полімерних будівельних матеріалів. Рівне, НУВГП. 2002. 256 с.
2. Горюн О. О. Гідрофобізація будівельних виробів з використанням устаткування для циклічного гідротермічного насичення. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2024. № 36(1). С. 58-63.
3. Коц І.В., Горюн О.О. Особливості розповсюдження технологічних скріпних розчинів в пористій структурі щелевеної основи асфальтобетонного покриття при імпульсному ін'єкційному закріпленні // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, Том 35, № 2 (2023), С. 62-69. URL: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/842/784>. DOI: 10.31649/2311-1429-2023-2-62-69
4. Горюн О. О. Аналітичне дослідження стану існуючих асфальто- та цементобетонних аеродромних покриттів [Текст] / О. О. Горюн // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2019. – № 1. – С. 38-42.
5. Коц І. В. Аналітичний огляд сучасних технологій виготовлення бетонополімерних виробів [Текст] / І. В. Коц, О. О. Горюн // Materials of the XIII International scientific and practical Conference "Scientific horizons - 2018" , September 30 - October 7, 2018. – Sheffield : Science and education LTD, 2018. – Vol. 7 : Construction and architecture. – P. 46-48.
6. Пат. 140195 UA, МПК C04B 41/45. Устаткування для циклічного гідротермічного насичення бетонних та залізобетонних виробів [Текст] / І. В. Коц, О. О. Горюн (Україна). – № u 2019 07557 ; заявл. 05.07.2019 ; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3. 5 с. : кресл.

Горюн Олег Олегович – аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: olezhkagor94@gmail.com

Коц Іван Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, E-mail: ivvkots@ukr.net

Horyun Oleh O. – PhD student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: olezhkagor94@gmail.com

Kots Ivan V. – Ph.D. (Eng.), professor of the Department of engineering in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivvkots@ukr.net

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ СУШІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні напрямки підвищення ефективності устаткування для сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів. Зменшення енерговитрат при збереженні або покращенні якості процесу сушіння є важливим для підвищення ефективності виробничих процесів та зменшення їх впливу на довкілля. Рекуперація тепла та використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні системи, є основними пріоритетними напрямками, оскільки значно знижують споживання первинної енергії, зменшують витрати на опалення сушильного середовища, зменшують викидів тепла в атмосферу.

Ключові слова: сушіння сипучих будівельних матеріалів; віброциркуляційні апарати; енергозбереження

Abstract

The main directions of increasing the efficiency of equipment for drying bulk construction materials using vibration circulators are considered. Reducing energy consumption while maintaining or improving the quality of the drying process is important for increasing the efficiency of production processes and reducing their environmental impact. Heat recovery and the use of alternative energy sources, such as solar systems, are the main priority areas, as they significantly reduce primary energy consumption, reduce the cost of heating the drying environment, and reduce heat emissions into the atmosphere.

Keywords: drying of bulk building materials; vibration circulators; energy saving.

Вступ

Сушіння сипучих будівельних матеріалів є важливим етапом у виробничих процесах будівельної індустрії. Якість і продуктивність сушіння безпосередньо впливають на фізико-механічні властивості будівельних матеріалів та готових виробів, а також на енергоефективність і економічність виробничих процесів.

Сучасні тенденції в будівництві вимагають використання високоякісних матеріалів з прогнозованими властивостями, підсилюють необхідність розроблення ефективного устаткування для сушіння, але існуючі технології часто не відповідають сучасним стандартам енергозбереження, що призводить до високих витрат енергоресурсів та збільшення викидів шкідливих речовин. Це створює додатковий виклик, адже сучасні підприємства мають відповідати екологічним нормам та прагнути до зменшення свого впливу на навколишнє середовище. Для забезпечення ефективного сушіння часто використовуються віброциркуляційні апарати, які поєднують механічну обробку матеріалів із сушінням за рахунок теплового впливу.

Метою роботи є аналіз напрямків основних досліджень щодо устаткування для сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів.

Результати дослідження

Використання сучасних сушильного устаткування спрямоване на забезпечення: підвищення ефективності сушіння; зниження енергоспоживання; зменшення впливу на навколишнє середовище; забезпечення стабільної якості продукції; адаптації до різних типів сипучих матеріалів з урахуванням їх специфіки.

Віброциркуляційні апарати (ВЦА), що поєднують механічну обробку сипучих матеріалів із сушінням за рахунок теплового впливу, почали активно впроваджуватися у промисловість із середини 20 століття. Однак їх розвиток і вдосконалення пройшли кілька важливих етапів, пов'язаних із прогресом у механіці, матеріалознавстві та енергетичних технологіях. Дослідження у сфері сушіння сипучих матеріалів та розробки вібраційного обладнання ведуться вченими, які спеціалізуються на теплофізичних процесах, механіці матеріалів і

машинобудуванні - тема є актуальною в Україні [1- 4] і за кордоном [5,6].

Основні задачі дослідження процесу сушіння сипучих будівельних матеріалів з використанням віброциркуляційних апаратів можна виділити наступні:

1. Дослідження термодинамічних процесів: аналіз теплообміну між сипучим матеріалом і джерелом тепла в умовах вібраційного руху та оцінка ефективності використання теплової енергії.
2. Оптимізація механічних і вібраційних параметрів: визначення частоти та амплітуди вібрації для забезпечення рівномірного перемішування та сушіння матеріалів. Розробка моделей циркуляції частинок у робочій зоні апарата.
3. Вивчення впливу геометрії апарата для мінімізації застійних зон і забезпечення оптимального руху матеріалу. Оптимізація розмірів і розташування джерел тепла.
4. Дослідження впливу властивостей матеріалу (розміру, форми, щільності, початкової вологості частинок) на ефективність сушіння. Визначення режимів сушіння для різних типів сипучих будівельних матеріалів.
5. Розробка енергоефективних систем підігріву повітря або використання вторинної теплової енергії для зниження енерговитрат. Інтеграція апаратів у комплексні технологічні лінії для зниження сумарних витрат.
6. Зниження впливу вібрацій і шуму. Створення амортизаційних систем для зменшення впливу вібрації на обладнання. Розробка конструкцій, які знижують рівень шуму.

При створенні ефективних, енергоощадних і довговічних віброциркуляційних апаратів для сушіння сипучих будівельних матеріалів сьогодні пріоритетними напрямками є застосування інноваційних систем енергозбереження з використанням відновлюваних джерел енергії, рекуперація тепла, сонячних систем підігріву а також застосування комп'ютерних моделей і симуляцій для оптимізації процесів сушіння та покращення конструктивних рішень.

Висновки

Енергозбереження є ключовим напрямом розвитку технологій сушіння. Зменшення енерговитрат при збереженні або навіть покращенні якості процесу сушіння є важливим для підвищення ефективності виробничих процесів та зменшення їх впливу на довкілля. Рекуперація тепла та використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні системи, є основними методами досягнення цих цілей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коц І. В., Колісник О. П. Тепловолісна обробка бетонних виробів з використанням аеродинамічного нагрівання : монографія / Вінниця : ВНТУ, 2013. 114 с
2. Коц І. В., Дацюк В.І, Процес сушіння сипучих будівельних матеріалів із використанням віброциркуляційних апаратів // Матеріали міжнародної н.-т. конференції «Енергоефективність в галузях економіки України». , Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egcu/egcu2023/paper/view/19423>
3. Скочко В. І. Підвищення енергоефективності процесу сушіння будівельних виробів на основі його геометричних моделей / В. І. Скочко // Енергозбереження в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ : КНУБА, 2011. Вип. 1. С. 126-131.
4. Патент 24535 UA, МПК F26B 17/10. Пристрій для вібраційного сушіння / А.Б. Насіковський, І.В. Коц, М.Ф. Друкований, В.В. Петрусь, О.Ю. Дец (Україна).– № u200613070; заявл. 11.12.2006; опубл. 10.07.2007, Бюл. 10.07.2007, Бюл. № 10, – 3 с.: кресл.
5. Lehmann, Soeren E., et al. "Modeling and flowsheet simulation of vibrated fluidized bed dryers." Processes 9.1 (2020): 52.
6. Purity, K. , Kinyanjui, M. and Onyango, E. (2024) Heat and Mass Transfer for a Nanofluid Flow in Fluidized Bed Dryer in Presence of Induced Magnetic Field. Journal of Applied Mathematics and Physics, 12, 1401-1425. doi: 10.4236/jamp.2024.124086.

Дацюк Вячеслав Ігорович – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: sergford90@gmail.com

Панкевич Ольга Дмитрівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Datsiuk Viacheslav - Postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, e-mail: sergford90@gmail.com

Olga Pankevych – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ШКОЛИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто актуальність використання вентиляційних теплових насосів, а саме типу «повітря-повітря», для створення енергоефективної системи мікроклімату у навчальних закладах. Запропоновано схему використання повітряного теплового насоса разом із рекуператором у системах вентиляції та кондиціонування, що дозволяє створити комфортні умови мікроклімату та зменшити енергозатрати.

Ключові слова: енергоефективність, вентиляція, мікроклімат, навчальні заклади, альтернативні джерела енергії, тепловий насос, рекуператор.

Abstract

The article considers the relevance of using ventilation heat pumps, namely the air-to-air type, to create an energy-efficient microclimate system in educational institutions. A scheme of using an air heat pump together with a recuperator in ventilation and air conditioning systems is proposed, which allows creating comfortable microclimate conditions and reducing energy costs.

Keywords: energy efficiency, ventilation, microclimate, educational institutions, alternative energy sources, heat pump, recuperator.

Вступ

Зростання цін на енергоносії, необхідність скорочення викидів CO₂ та підвищення стандартів якості освіти обумовлюють актуальність питання створення енергоефективного мікроклімату у навчальних закладах. Зокрема, у школах мікроклімат має важливе значення, адже оптимальні температурні та вентиляційні умови безпосередньо впливають на комфорт і здоров'я дітей, а також на їхню здатність до навчання та концентрації [1]. Теплові насоси є ефективним і екологічно чистим рішенням для забезпечення енергоефективного опалення, охолодження та вентиляції приміщень. Використовуючи відновлювані джерела енергії (грунт, воду або повітря), теплові насоси забезпечують теплову енергію з мінімальними витратами електрики, що дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні витрати. Це стає особливо важливим для бюджетних організацій, таких як школи, де оптимізація витрат на енергоресурси є необхідною.

Метою роботи є аналіз систем створення мікроклімату із використанням теплових насосів, а також розроблення схеми використання теплового насосу разом рекуператором в системах вентиляції та кондиціонування, що дозволить підвищити їх енергоефективність.

Результати дослідження

Теплонасосні системи дозволяють створити оптимальні умови мікроклімату для перебування людей в приміщенні [1,2], а також частково або повністю покрити енергопотребу на опалення в зимовий період та охолодження у літній. Для зменшення навантаження на систему опалення, запропоновано схему використання теплового насосу та рекуператора у системах вентиляції [3].

З усіх відомих типів теплових насосів здебільшого в системах мікроклімату використовуються повітряні, оскільки вони мають простішу конструкцію та дешевші, а повітря є загальнодоступним. Проте, як низькопотенційне джерело теплоти, повітря має ряд недоліків. Через кліматичні особливості України, часто виникає потреба в покращенні конструкції, так як при низьких температурах навколишнього повітря тепловий насос має низьку ефективність. Тому для областей

України, в яких температура найхолоднішого місяця може досягати нижче мінус 20 °С, постає проблема підвищення енергоефективності теплового насосу типу «повітря-повітря». Враховуючи це все більшого розвитку набуває використання теплового насосу разом із тепло утилізаторами вентиляційного повітря.

Компанія «ВЕНТС» розробила серію припливно-витяжних установок із використанням теплового насосу та роторного рекуператора. Результати спільної роботи ТН і роторного рекуператора показують, що співвідношення виробленої і споживаної енергії становить 1:8 [5]. Отже, щоб отримати 8 кВт теплової потужності потрібно затратити 1 кВт теплової енергії. Проте, основним недоліком роторних тепло утилізаторів є можливість перегрівання повітряних мас із витяжного потоку у припливний. Використання рециркуляційної вентиляції в навчальних закладах має обмеження, пов'язані з вимогами до якості повітря та безпекою здоров'я учнів, тому обираємо пластинчастий тепло утилізатор. Схему системи припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією повітря і тепловим насосом представлено на рис. 1.

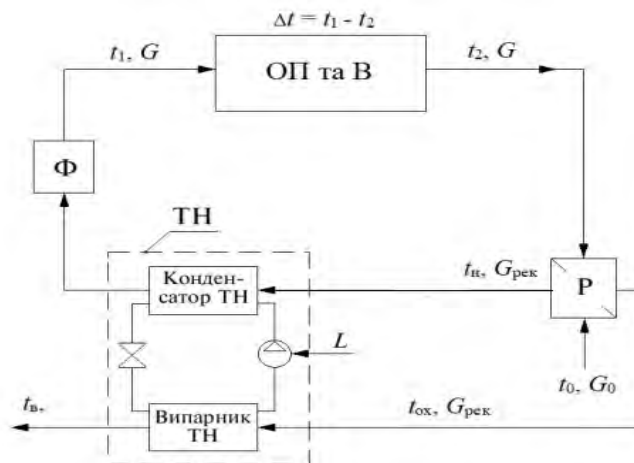


Рисунок 1 — Схема системи припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією повітря і тепловим насосом

Використання теплоти витяжного повітря в якості джерела низько потенційної енергії дозволяє значно знизити експлуатаційні витрати на термообробку зовнішнього припливного повітря в системах опалення, вентиляції та кондиціонування приміщень [5]. Повітря, що видаляється з приміщення, надходить у пластинчастий рекуператор, віддаючи тепло припливному повітрю. Далі відпрацьоване повітря надходить у випарник теплового насоса, слугуючи джерелом низькопотенційної енергії, де охолоджується і видаляється в атмосферу. Підігріте припливне повітря, надходить в конденсатор теплового насоса, підігрівається та потім подається у приміщення. У літній період система працює на охолодження приміщення. Використання в якості джерела енергії витяжного повітря, дозволяє підвищити енергоефективність системи. Використання теплових насосів у школах відповідає сучасним екологічним стандартам, сприяє зниженню вуглецевого сліду.

Висновки

Впровадження теплових насосів у системах створення мікроклімату для шкіл є актуальним кроком у напрямі побудови енергоефективної інфраструктури, що покращить умови для навчання і підвищить рівень комфорту, безпеки та екологічності навчальних закладів. Використання даної схеми системи припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією повітря і тепловим насосом у школі дозволить створити повністю або частково незалежну енергоефективну систему створення мікроклімату. Враховуючи кліматичні умови України, а саме низькі температури зовнішнього повітря в зимовий період, використання температури вентиляційних викидів, дозволяє зменшити затрати енергії теплового насоса, що веде до скорочення терміну окупності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пундик А. В., Панкевич О.Д. Напрямки підвищення енергоефективності у дошкільних закладах освіти // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2021, Вінниця - 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/>

2. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. [Електронний ресурс]. URL: <http://eco.com.ua/content/analiz-suchasnogo-stanu-alternativnoi-energetiki-ta-rekomendatsii-po-ekologizatsii-palivno-e>.
3. Безродний М.К., Галан М. А. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря . Енергетика: економіка, технології, екологія. Київ. КПІ. 2012. № 1. С.15-25.
4. Панкевич О. Д. Паламарчук О. М, Аналіз проектних рішень систем опалення та вентиляції з мінімальними енерговитратами // Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 21-23 червня 2023 р. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17112>
5. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі. Характеристики та принцип роботи припливно-витяжної установки Вентс ВУТР 900 ЕГ ЕС з роторним рекуператором і електричним нагрівачем: URL:<http://www.nbuiv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>.
6. Hadorn J.C., Solar and Heat Pump Systems for Residential Buildings. Ernst & Young. London. 2015. 274 p.

Іванішин Володимир Андрійович – студент групи ТГ-23м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, e-mail: Ivanishinvova01@gmail.com

Панкевич Ольга Дмитрівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pankevich@vntu.edu.ua

Ivanishyn Volodymyr – a student of group TG-23m of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa national technical university, Vinnytsa, e-mail: Ivanishinvova01@gmail.com

Olga Pankevych – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Engineering Systems in Construction. Vinnytsia National Technical University e-mail: pankevich@vntu.edu

ПІРОЛІЗНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ В БІОГАЗ І БІОНАФТУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Доповідь присвячена аналізу піролізних технологій переробки деревини на біогаз та біонафту, їх потенційному використанню, а також впливу на екологічну ситуацію та економіку України. Обговорюються ключові етапи технологічного процесу піролізу, оптимальні умови для досягнення високих виходів продуктів, аналізуються практичні приклади впровадження таких технологій у різних регіонах України, а також виявляються виклики та перспективи переходу до використання відновлювальних джерел енергії.

Ключові слова: піроліз, біогаз, біонафта, переробка деревини, відновлювальна енергетика, екологічна безпека, технологічні процеси.

Abstract

The report is devoted to the analysis of pyrolysis technologies for processing wood into biogas and biooil, their potential use, as well as the impact on the ecological situation and economy of Ukraine. The key stages of the technological process of pyrolysis are discussed, the optimal conditions for achieving high product yields, practical examples of the implementation of such technologies in different regions of Ukraine are analyzed, and the challenges and prospects of the transition to the use of renewable energy sources are revealed.

Keywords: pyrolysis, biogas, biooil, wood processing, renewable energy, environmental safety, technological processes.

Вступ

Сучасний розвиток науки та технологій веде до необхідності пошуку нових методів утилізації деревних відходів, що виникають внаслідок діяльності промисловості та сільського господарства. Піроліз є одним із найперспективніших підходів до ефективної переробки деревини на екологічно чисті та цінні енергетичні продукти – біогаз і біонафту. Згідно висновків [1], результати використання піролізних технологій можуть суттєво зменшити вуглецеві викиди, що відіграє важливу роль у боротьбі із змінами клімату.

Аналіз відомих публікацій

Аналіз наявних публікацій вказує на зростаючий інтерес до піролізу як засобу утилізації деревних відходів. Дослідження, проведені [2] та [3], зосереджені на різних аспектах процесу, включаючи оптимізацію умов піролізу, а саме вплив температури та тиску на якість продуктів, отриманих в результаті піролізу. Ці дослідження демонструють, що правильний підбір параметрів процесу може суттєво підвищити вихід біогазу та біонафти.

Мета і завдання досліджень

1. Вивчити сучасний стан технологій піролізу деревини на біогаз і біонафту.
2. Оцінити екологічні та економічні переваги впровадження піролізних технологій.
3. Визначити оптимальні умови для підвищення виходу цінних продуктів.
4. Розглянути практичні приклади впровадження технологій в Україні.

Основні матеріали результатів досліджень

1. Розглядаються технологічні процеси піролізу, які забезпечують трансформацію деревини у вуглеводневі рідини та гази, зокрема біогаз і біонафту. Згідно з даними [4], зміна умов процесу впливає на кінцеві характеристики отриманих продуктів.

2. Аналізуються результати експериментальних досліджень, які показують, що високі температури (350-600°C) призводять до збільшення виходу біонафти, водночас знижуючи вихід деревного газу. Вплив тиску також відіграє важливу роль у якісному формуванні рідких енергетичних продуктів [5].

3. Оцінюються перспективи використання біогазу та біонафти в контексті потреб енергетичного сектору України. В Україні існує значний потенціал для розвитку відновлювальної енергетики, що підтверджується ростом інтересу до піролізних технологій у регіонах, де є багато лісових ресурсів [6].

Висновки

Піролізні технології є важливим інструментом для утилізації деревних відходів і отримання альтернативних джерел енергії, таких як біогаз і біонафта. Проведений аналіз свідчить, що їх впровадження в Україні може суттєво знизити екологічні ризики та забезпечити енергетичну незалежність. Рекомендується продовжити дослідження в цій галузі для покращення ефективності технологій та зменшення витрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bridgwater, A. V. (2012). "Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading". *Biomass and Bioenergy*, 38, 68-94. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.048>
2. Goh, C. S., & Choi, Y. (2020). "Thermal pyrolysis of biomass: A review of the potential and challenges". *Energies. Revista Ciência da Madeira - RCM* 11(1):12-22. DOI:10.12953/2177-6830/rcm.v11n1p12-22
3. Hanh, N. T., & Uemura, Y. (2019). "The influence of operation temperature on characteristics of bio-oil produced from biomass pyrolysis". *Renewable Energy*. 15(18), 13851; URL: <https://doi.org/10.3390/su151813851>
4. Liu, H., et al. (2017). "Influence of pyrolysis temperature on the bio-oil and bio-char properties from pine wood". *Journal of Energy Resources Technology*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2020.104839>
5. Zhang. "Pyrolysis of biomass: a review on the influence of operating conditions". *Chemical Engineering Research and Design*. 17(20 Y. & Yu, Z. (2021):5082. DOI: 10.3390/en17205082
6. Ковальов, О. (2022). "Перспективи розвитку відновлювальної енергетики в Україні". *Екологічний вісник*. URL:<https://geodesy.udau.edu.ua/assets/files/2022/borona/zbirnik-materialiv.pdf>

Жук Дмитро Вячеславович – аспірант, кафедра інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: DmitroZhuk333@gmail.com

Коц Іван Васильович – к.т.н, професор кафедри інженерних систем у будівництві, завідувач НДЛ гідродинаміки Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-0870-6385, e-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

Zhuk Dmytro V. – Postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia, National Technical University, e-mail: DmitroZhuk333@gmail.com

Kots Ivan V. – Ph.D., professor of the Department of Engineering Systems in Construction, head of the hydrodynamics research laboratory of the Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-0870-6385, e-mail: ivan.kots.2014@gmail.com

РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА УСТАТКУВАННЯ З УДАРНО-ВІБРАЦІЙНОЮ ДІЄЮ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ І БЕТОННИХ СУМІШЕЙ НА БУДІВЕЛЬНИХ МАЙДАНЧИКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

У сучасних умовах будівництва однією з важливих задач є забезпечення якості ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей, що є вирішальним фактором для надійності та довговічності будівельних конструкцій. Ця робота зосереджена на розробці інноваційних технологій та устаткування з ударно-вібраційною дією, що покращують процес ущільнення на будівельних майданчиках. Дослідження передбачає аналіз існуючих методів ущільнення, визначення їх переваг та недоліків, а також розробку нових технологічних рішень, які б підвищили ефективність та якість ущільнення. Особлива увага приділяється ударно-вібраційному устаткуванню, яке завдяки своїм властивостям здатне забезпечити рівномірне та глибоке ущільнення матеріалів. Основними результатами роботи є: розробка нових технологічних схем ущільнення з використанням ударно-вібраційних пристроїв; аналіз ефективності застосування нових технологій у порівнянні з традиційними методами; розробка рекомендацій щодо впровадження нових технологій у будівельну практику. Це дослідження спрямоване на вдосконалення процесів будівництва та підвищення якості кінцевих будівельних об'єктів, що сприятиме економії ресурсів і часу, а також підвищенню довговічності і надійності будівельних конструкцій.

Ключові слова: Ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей; інноваційні технології; ударно-вібраційне устаткування; підвищення ефективності та якості ущільнення; підвищення якості ущільнення.

Abstract

In modern construction, one of the important tasks is to ensure the quality of soil and concrete compaction, which is a decisive factor for the reliability and durability of building structures. This study focuses on the development of innovative technologies and equipment with impact-vibration action to improve the compaction process on construction sites. The research includes analysis of existing compaction methods, identification of their advantages and disadvantages, and development of new technological solutions to increase the efficiency and quality of compaction. Special attention is paid to impact-vibration equipment, which due to its properties, can provide uniform and deep compaction of materials. The main results of the work are: development of new technological schemes for compaction using impact-vibration devices; analysis of the effectiveness of using new technologies compared to traditional methods; development of recommendations for the implementation of new technologies in construction practice. This research aims to improve construction processes and increase the quality of final construction projects, which will contribute to resource and time savings, as well as increased durability and reliability of building structures.

Keywords: soil and concrete compaction; innovative technologies; impact-vibration equipment; increased efficiency and quality of compaction; enhanced compaction quality.

Вступ

Перш за все, необхідно відзначити важливість правильного та якісного ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей на будівельних майданчиках. Це є одним із ключових етапів будівельного процесу, оскільки від якості такого ущільнення залежить міцність, надійність та тривалість експлуатації майбутніх будівельних конструкцій.

Нами проводиться розробка новітнього устаткування, яке дозволить якісно, ефективно та швидко ущільнювати ґрунти та бетонні суміші. Пропонуються також нові технології у галузі застосування ударно-вібраційних машин, зокрема, такі машини базуються на використанні гідроімпульсного приводу від гідросистеми базової будівельної техніки, наприклад, як навісне змінне обладнання на гідравлічному екскаваторі або при застосуванні автономної мобільної гідроприводної насосної станції.

Основним вузлом кожної вібраційної або ударно-вібраційної машини, визначаючим ступінь її досконалості, надійності, функціональних можливостей і характер коливань, а також і вартість, є віброзбудувач - пристрій для перетворення підведеної енергії в енергію механічних коливань.

За типом приводу віброзбудувачі поділяють на механічні, електричні, пневматичні, гідравлічні і комбіновані. По типу перетворення енергії, що підводиться, в енергію механічних коливань - на відцентрові, кулачкові, кривошипно-шатунні, електромагнітні, електродинамічні, магнітострикційні, п'єзоелектричні, поршневі, діафрагмові та інші. За спектральним складом збуджуваної вібрації розрізняють: віброзбудувачі із синусоїдальними, бігармонічними і полігармонічними коливаннями. За формою траєкторій точок робочих органів, що приводяться в дію віброзбудувачами, розрізняють:

вібраційні машини з прямолінійними, круговими, еліптичними, гвинтовими та іншими формами коливань. Крім того, вібраційні пристрої поділяються на дорезонансні, резонансні, зарезонансні і міжрезонансні, залежно від співвідношення частот вимушених і власних коливань систем.

Кожна з наведених груп віброзбурювачів характеризується певним діапазоном робочих частот: механічні інерційні – 3...200 Гц; механічні кулачкові або ексцентрикові – 2...300 Гц; пневматичні - до 200 Гц; гідравлічні – 0...10000 Гц; електромагнітні - до 400 Гц; електродинамічні і магнітострикційні - 10-5000 Гц і вище.

Велике число типів віброзбурювачів пояснюється численними технологічними вимогами, що пред'являються до них. Кожний спосіб забезпечення заданого руху робочого органу характеризується певним збурюючим зусиллям і амплітудно-частотною характеристикою. До вібраційних і ударно-вібраційних (В і УВ) вузлів - віброзбурювачів, незалежно від їхнього типу, а також до пристроїв, що забезпечують їхню працездатність, ставляться різні вимоги, основними з яких є: максимальна питома потужність, достатня для виконання технологічної операції; можливість регулювання амплітуди і частоти переміщень; стабільність робочих характеристик в межах встановленого допуску при зміні маси або технологічного навантаження; простота виготовлення і надійність експлуатації; широке використання стандартних джерел постачання потужності.

Сукупності перерахованих вимог задовольняють не всі типи віброзбурювачів, що забезпечують заданий рух робочих органів. Із вживаних на даний час електромеханічних, електромагнітних, пневматичних і гідравлічних віброзбурювачів найбільш ефективно таке перетворення відбувається в дебалансних електромеханічних віброзбурювачах, які і отримали щонайбільше розповсюдження в будівельній, гірничій та інших галузях промисловості. Ці віброзбурювачі відрізняються універсальністю застосування, простотою монтажу і обслуговування, а також низькою вартістю.

Проте, вимоги сучасної техніки до габаритів, маси, регулювання параметрів віброзбурювачів, а також прагнення використовувати вібрації у все більш широкому колі машин і процесів примушують вчених і конструкторів використовувати й інші типи віброзбурювачів, зокрема гідравлічні. Гідравлічні віброзбурювачі, завдяки істотним перевагам гідроприводу і його широкому використанню в сучасних машинах, є перспективними і у багатьох випадках при застосуванні в будівельній та гірничій промисловості виявляються і технічно, і економічно найвигіднішими. Наприклад, в будівельній галузі основними областями застосування гідравлічних віброзбурювачів є технологічні машини ударної і ударно-обертальної дії, ковші активної дії, гідромолоти для подрібнення негабаритів гірських порід і руйнування мерзлих та міцних ґрунтів, віброживильники, віброгрохоти та інше обладнання. На даний час аналогічні пристрої розробляються, випробовуються і серійно виготовляються рядом зарубіжних фірм США, Швеції, Франції, ФРН, Фінляндії, Великобританії, Австрії, Швейцарії, Польщі, Японії та інших країн. В Україні розробка даних пристроїв проводиться рядом підприємств і організацій: Інститутом геотехнічної механіки НАН України ім. М.С. Полякова (м. Дніпро), Київським національним університетом будівництва та архітектури, Вінницьким національним технічним університетом та інш.

Результати досліджень

Застосування в гідравлічних віброзбурювачах робочого тиску 10-32 МПа (в перспективі до 50 МПа) дає можливість отримати привід з високою питомою потужністю. Гідравлічні агрегати мають високий ККД, малу питому масу, що доводиться на одиницю потужності, мають можливість безступінчатого регулювання амплітуди і частоти коливань, з метою вибору оптимального робочого режиму, необхідного відповідно до характеру виконуваного технологічного процесу. В гідросистемах віброзбурювачів даного типу як робочу рідину застосовуються в основному мінеральні мастила, що виключають корозію і збільшують довговічність деталей, що знаходяться в умовах постійного взаємного тертя. Важливою експлуатаційною характеристикою гідроприводів є надійність. Свідченням цьому є широке застосування гідроприводу в транспортному машинобудуванні, авіації, вантажопідійомних пристроях, металорізальному устаткуванні, де надійності надається особлива увага.

Відомі недоліки гідравлічних віброзбурювачів такі, як менша в порівнянні з електромеханічними ефективність перетворення енергії, підвищені вимоги до точності виготовлення, монтажу і обслуговування, вплив температури навколишнього середовища на властивості гідросистеми, висока вартість, обмежують на даний час їхнє досить широке розповсюдження в будівельній галузі, але можуть бути зведені до мінімуму при правильному їхньому проектуванні і застосуванні.

Проведені нами дослідження показали, що застосування ударно-вібраційних машин з гідроімпульсним приводом та відповідна новітня технологія їх використання для ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей дозволить зменшити тривалість часу та енергетичних витрат на цей етап будівельних робіт, а також підвищити якість кінцевої продукції.

Традиційні методи ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей не завжди ефективні та економічно доцільні. Тому було розроблено й апробовано нову технологію, що базується на використанні навісного гідрофікованого устаткування ударно-вібраційної дії з імпульсним гідроприводом. Цей метод дозволяє швидко та ефективно ущільнювати ґрунти та бетонні суміші на будівельних майданчиках, зменшуючи витрати часу та коштів.

Основні переваги нової технології включають в себе: ефективність - ущільнення відбувається швидко та з високою ступенем якості та продуктивності; економічність - метод зменшує витрати на робочу силу та споживання енергії; надійність - гідропривід дозволяє забезпечити стабільність та якість процесу ущільнення. У результаті проведених експериментів та практичних випробувань було підтверджено ефективність нової технології в ущільненні ґрунтів та бетонних сумішей. Подальше впровадження цього методу на будівельних об'єктах може значно покращити продуктивність та якість будівельних робіт.

У подальших дослідженнях планується вдосконалення технології, а також розширення її застосування на різних типах будівельних об'єктів. Надіємось, що новітня технологія ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей стане важливим кроком у сучасній будівельній галузі. Очікується, що ці розробки матимуть великий потенціал у будівельній галузі і можуть стати важливим удосконаленням процесу ущільнення ґрунтів та бетонних сумішей.

Висновки

Проведені дослідження підтвердили, що використання ударно-вібраційних пристроїв суттєво підвищує ефективність ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей. Це дозволяє досягти більшої щільності та рівномірності ущільнення, що сприяє підвищенню надійності будівельних конструкцій. Використання нових технологій ущільнення дозволяє суттєво знизити час та витрати на проведення будівельних робіт. Це зумовлено швидкістю та ефективністю процесу ущільнення з використанням ударно-вібраційних пристроїв. Застосування інноваційних технологій ущільнення сприяє підвищенню якості будівельних матеріалів, що впливає на довговічність та стійкість конструкцій до зовнішніх факторів. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації для впровадження ударно-вібраційних пристроїв у будівельну практику. Ці рекомендації включають технічні параметри, умови застосування та методи контролю якості ущільнення.

Таким чином, впровадження інноваційних технологій та устаткування з ударно-вібраційною дією для ущільнення ґрунтів і бетонних сумішей на будівельних майданчиках може суттєво покращити якість будівельних робіт, знизити витрати і підвищити ефективність процесу будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загребя В. П. Формування бетонних і залізобетонних виробів методом пульсуючого пресування бетонних сумішей. Монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. 37 с.
2. Патент на корисну модель № 17231 U Україна, МПК6 B28B 1/08. Гідрравлічний вібратор для глибинного бетонної суміші / Коц І. В., Сліпенька О.П., Сторожук С.Б., Ніколайчук І.І.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет – № u200603245; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9
3. Патент на корисну модель № 73079 U Україна, МПК6 B28B 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.

Сторожук Сергій Болеславович, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: tovgran@gmail.com

Куриленко Юрій Петрович, аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: urakurilenko1@gmail.com

Коц Іван Васильович, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ivvkots@ukr.net

Storozhuk Serhiy Boleslavovich, postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: tovgran@gmail.com

Kurylenko Yuriy Petrovich, postgraduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: urakurilenko1@gmail.com

Kots Ivan Vasilyevich, PhD (Eng.), Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivvkots@ukr.net

УДОСКОНАЛЕНІ КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЛІОПОКРІВЕЛЬ ДЛЯ КОТЕДЖНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Матеріали доповіді присвячені вирішенню актуальної проблеми підвищення ефективності систем сонячного теплопостачання з геліопокрівлею, яка поєднує її конструктивно-архітектурну функцію з можливістю поглинання нею сонячної енергії та перетворення її в теплову енергію при зниженні матеріальних і трудових затрат. Дана доповідь присвячена актуальній проблемі оптимізації систем сонячного теплопостачання з використанням геліопокрівель. Автори досліджують, як інтеграція геліосистем з покрівлею може значно підвищити ефективність сонячного поглинання і генерації теплової енергії, одночасно знижуючи матеріальні та трудові витрати. Розглядаються різні архітектурні та конструктивні аспекти геліопокріть, а також їх інженерні та експлуатаційні характеристики. Автори надають детальний аналіз енергоефективності та економічних переваг цих систем. Надаються рекомендації щодо оптимізації дизайну, вибору матеріалів і методів установки геліопокрівель для максимального підвищення їх ефективності. Ці рекомендації засновані на експериментальних даних, комп'ютерному моделюванні та практичному досвіді. Ця доповідь є цінним ресурсом для дослідників, інженерів, архітекторів та інших фахівців, зацікавлених у підвищенні енергетичної ефективності та просуванні стійких систем теплопостачання.

Ключові слова: сонячна енергетика, геліопокрівля, теплова потужність, система сонячного теплопостачання

Abstract

The materials of the report are devoted to solving the urgent problem of increasing the efficiency of solar heat supply systems with helioroofing, which combines its structural and architectural function with the ability to absorb solar energy and convert it into thermal energy while reducing material and labor costs. This report is devoted to the actual problem of optimization of solar heat supply systems using helioroofs. The authors investigate how the integration of solar systems with the roof can significantly increase the efficiency of solar absorption and generation of thermal energy, while reducing material and labor costs. Various architectural and structural aspects of heliocoverings, as well as their engineering and operational characteristics, are considered. The authors provide a detailed analysis of the energy efficiency and economic benefits of these systems. Recommendations are provided for optimizing the design, selection of materials and methods of installing solar roofs to maximize their efficiency. These recommendations are based on experimental data, computer simulations and practical experience. This report is a valuable resource for researchers, engineers, architects and other professionals interested in improving energy efficiency and promoting sustainable heating systems.

Keywords: solar power, solar heater, thermal power, solar heating system

Вступ

Використання традиційних джерел енергії у світі призвело до появи низки серйозних екологічних проблем, таких як збільшення викидів вуглекислого газу в атмосферу та зменшення озонового шару. Крім того, запаси традиційних джерел енергії вичерпуються, а їх вартість постійно зростає. У зв'язку з цим постає нагальна потреба у використанні альтернативних або нетрадиційних джерел енергії, зокрема таких як: сонячна; вітрова; геотермальна; гідроенергія; біоенергія [1]. Найбільш потужним і перспективним джерелом енергії для людства є Сонце, висока активність якого зберігатиметься ще щонайменше 3-4 мільярди років. Кількість сонячної енергії, що потрапляє на Землю, приблизно у 15000 разів перевищує потреби населення нашої планети. Найпростішим та найефективнішим способом використання сонячної енергії є перетворення її в теплову енергію за допомогою сонячних колекторів. Переважна більшість сонячних колекторів виготовляється у формі плоских конструкцій. Істотними недоліками таких колекторів є: нестабільність ефективності роботи впродовж світлового дня; висока вартість і трудомісткість виготовлення; великі розміри та форма, що створюють труднощі з їх архітектурною та технологічною прив'язкою. Інноваційні рішення:

поєднання архітектури та сонячного теплопостачання. У зв'язку з вищезазначеними недоліками перспективним напрямком є розробка інженерно-технологічних рішень, які забезпечують можливість поєднання конструктивних і архітектурних функцій окремих елементів будівель та споруд з одночасним поглинанням сонячної енергії та перетворення її в теплову енергію [1-4]. З цієї точки зору поверхні покрівель з гофрованих металевих листів мають великий потенціал як теплопоглиначі. Геліюпокрівля, що поєднує функції сонячного колектора і металевої частини даху, може значно підвищити ефективність уловлювання сонячного випромінювання та інтегруватися в традиційні комбіновані системи сонячного теплопостачання.

Метою даної роботи є обґрунтування та розроблення комбінованої системи теплопостачання з геліюпокрівлею, створення методу її розрахунку та підвищення ефективності.

Результати дослідження

З кожним роком питання, що пов'язані з розвитком енергетики, стають все більш актуальними. З одного боку, зростання населення та підвищення життєвого рівня вимагають нарощування енергетичних потужностей, а з іншого боку, екологічні проблеми, виснаження природних ресурсів, зокрема нафти та газу, вимагають економічного та раціонального використання енергії. Запаси нафти, за прогнозами, вистачить на 50-100 років, природного газу – на 150-200 років. Запаси вугілля дещо більші, але його добування ускладнене через глибокі поклади (більше 1000 м), що підвищує ризики нещасних випадків та вартість видобутку. Спалювання викопного палива погіршує екологічну ситуацію та сприяє глобальному потеплінню. Вартість паливно-енергетичних ресурсів зростає як для промисловості, так і для населення. Тому необхідно шукати нові, нетрадиційні джерела енергії. Вирішення цієї проблеми вимагає змін у світовому енергетичному балансі. Альтернативою є поновлювані джерела енергії: сонце, вітер, геотермальні джерела, тепло промислових та каналізаційних відходів, вода. Ці джерела є безкоштовними та практично необмеженими. Розробкою таких джерел займаються в усьому світі, включаючи Україну. На даний момент сонячна енергія є провідною серед нетрадиційних джерел. Її перевагою є можливість використання майже всюди, а також перетворення в теплову чи електричну енергію. Сонячна енергія – це невичерпне джерело екологічно чистої енергії. Кількість сонячної енергії, що надходить на Землю, в 10 тисяч разів перевищує світове споживання енергії. За даними Міжнародного енергетичного агентства, використання лише 1,5% сонячної енергії може задовольнити всі сучасні енергетичні потреби, а до 5% – майже повністю покрити майбутні потреби. Клімат України сприяє широкому використанню сонячної енергії. Річний потік сонячного випромінювання на 1 м² горизонтальної поверхні в південних районах України становить близько 1100-1380 кВт·год, а тривалість сонячного випромінювання – приблизно 2000 годин на рік. Кількість сонячної енергії залежить від кута нахилу, широти місцевості, пори року та хмарності. Незважаючи на малу густину падаючої сонячної радіації та зміну потоку впродовж доби та року, використання сонячної енергії є перспективним та економічно рентабельним.

Авторами розроблено конструкції геліюпокрівлі для житлових будівель котеджного типу з використанням профільно гофрованого металевих матеріалу як теплопоглинача. Це забезпечить зниження вартості та високу енергетичну ефективність.

Висновки

Проведено детальний аналіз перспектив використання сонячної енергії та розроблені конструктивні рішення геліюпокрівлі з профільного гофрованого металевих матеріалу. Розрахунки показали, що застосування таких геліюпокрівель забезпечить високу енергетичну ефективність при оптимальній вартості виготовлення та монтажу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г., Кудря С. Україна: нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Зелена енергетика. 2005. №2. С. 8-10.
2. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання [Текст]: метод. рек. до викон. домашньої контрольної роботи для студ. спеціальності 101 «Екологія» спеціалізації «Інженерна екологія та ресурсозбереження». К.: НТУУ «КПІ», 2016. 28 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В. 1.1-27:2010. [Чинний від 2011-11-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 123с.

4. Форкун Я.Б., Шкурпела О.О. Сонячна теплоенергетика: конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми – «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії»). Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 88 с.

Нестеренко Олександр Олександрович – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Sashanesterenko204@gmail.com

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivkots@vntu.edu.ua

Nesterenko Oleksandr O. – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Sashanesterenko204@gmail.com

Kots Ivan V. – Ph.D., professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@vntu.edu.ua

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ІН'ЄКТУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАСИЧЕНОСТІ ГРУНТІВ ПРИ ПОСИЛЕННІ ФУНДАМЕНТІВ ТА ОСНОВ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У сучасному будівництві, особливо при зведенні нових споруд та реконструкції існуючих, проблема зміцнення фундаментів та основ будівель є надзвичайно актуальною. Традиційні методи укріплення ґрунтів часто не забезпечують достатнього рівня надійності та економічності. У зв'язку з цим, інноваційні технології набувають все більшого значення. Ця робота присвячена вивченню та впровадженню інноваційної технології гідроімпульсного ін'єктування для підвищення насиченості ґрунтів при посиленні фундаментів та основ будівель. Гідроімпульсне ін'єктування дозволяє значно покращити фізико-механічні властивості ґрунтів, зокрема підвищення їх несучої здатності, водостійкості та морозостійкості, що є критичним для стабільності та довговічності будівель. В роботі розглядаються основні принципи технології гідроімпульсного ін'єктування, методологія проведення ін'єктувальних робіт, а також аналізуються результати численних польових і лабораторних досліджень. Зокрема, досліджено вплив різних параметрів ін'єктування на якість насичення ґрунтів та обґрунтовано оптимальні умови проведення процесу. На основі проведених досліджень було розроблено практичні рекомендації щодо застосування гідроімпульсного ін'єктування в умовах різноманітних ґрунтів та різних типів будівельних конструкцій. Зазначена технологія виявила свою ефективність у реальних умовах і пропонується для широкого впровадження в будівельну практику. Результати цієї роботи мають велике практичне значення для будівельної галузі, оскільки дозволяють значно знизити ризики руйнування будівель і споруд, підвищити їх надійність і продовжити термін експлуатації.

Ключові слова: гідроімпульсне нагнітання, фундамент, ґрунтова основа, радіус розтікання розчину, ін'єктування, силікатизація.

Abstract

In modern construction, especially in the erection of new buildings and the reconstruction of existing ones, the problem of strengthening the foundations and bases of buildings is extremely relevant. Traditional methods of soil reinforcement often do not provide a sufficient level of reliability and economic efficiency. Therefore, innovative technologies are becoming increasingly important. This work is dedicated to studying and implementing innovative hydro-impulse injection technology to increase soil saturation during the reinforcement of foundations and bases of buildings. Hydro-impulse injection significantly improves the physical and mechanical properties of soils, particularly their bearing capacity, water resistance, and frost resistance, which are critical for the stability and durability of buildings. The paper examines the basic principles of hydro-impulse injection technology, the methodology for conducting injection work, and analyzes the results of numerous field and laboratory studies. In particular, it investigates the impact of various injection parameters on soil saturation quality and substantiates the optimal conditions for the process. Based on the conducted research, practical recommendations for applying hydro-impulse injection in various soil conditions and different types of building structures have been developed. This technology has proven its effectiveness in real conditions and is proposed for widespread implementation in construction practice. The results of this work are of great practical significance for the construction industry, as they significantly reduce the risk of building and structure failures, enhance their reliability, and extend their service life.

Keywords: hydroimpulsive pumping, foundation, ground basis, radius of spreading of solution, injection, silikatizaciya.

Вступ

В багатьох країнах застосовується ін'єкційний метод підсилення та закріплення ґрунтів під основами і фундаментами з використанням різноманітних в'язучих розчинів, зокрема при спорудженні будівель на ґрунтах, які не мають достатнього рівня несучої здатності. Цей метод

дозволяє не тільки підсилити існуючу ділянку основи чи фундаменту, але й створити надійну протифільтраційну завісу та вирішити проблему усунення сповзання ґрунту на схилах. Традиційний ін'єкційний метод укріплення передбачає подачу стаціонарного потоку в'язучого розчину під визначеним постійним тиском за визначений проміжок часу. Однак, питання накладення додаткових періодичних силових гідравлічних імпульсів на стаціонарний потік розчину в будівельних технологіях ще недостатньо досліджене. Тому виникає необхідність обґрунтування ефективності гідроімпульсного ін'єкційного закріплення ґрунтових масивів і основ фундаментів. Аналіз останніх досліджень та публікацій показав, що ін'єкційні методи поліпшення фізико-механічних характеристик ґрунтових масивів забезпечують високу надійність і несучу здатність основи, простоту використання, можливість локального застосування при реконструкції будівель та споруд, а також високу енергоефективність. Можливість використання гідроімпульсного ін'єкційного методу із застосуванням періодичного змінного тиску нагнітання в'язучого розчину ще недостатньо висвітлена у відомих літературних джерелах, і відсутнє обґрунтування переваг цього методу в будівництві. Тому виникла необхідність встановлення його доцільності та переваг, а також підтвердження ефективності у порівнянні з традиційним ін'єктуванням в'язучого розчину в ґрунт.

Метою нашого дослідження є експериментальна перевірка гіпотези щодо збільшення радіуса розтікання розчину при використанні імпульсної складової тиску у порівнянні зі статичним (постійним) тиском нагнітання.

Результати дослідження

У науково-дослідній лабораторії гідродинаміки Вінницького національного технічного університету спільно із Хмельницькою філією Державного науково-вишукувального і проектного інституту «НДІПроектреконструкція» було проведено серію експериментальних досліджень нового технологічного обладнання для імпульсного нагнітання в'язучих розчинів у ґрунтовий масив. Для проведення досліджень використовувався спеціалізований експериментальний стенд, до складу якого входили: силовий нагнітальний агрегат з робочою камерою і напірною камерою, в яку подавався розчин скріпної рідини під певним статичним тиском. Далі цей розчин витискався у ґрунтовий масив із накладенням додаткових силових гідравлічних імпульсів зміни робочого тиску нагнітання.

Для створення періодичних гідравлічних імпульсів нагнітального агрегату використовувався дистанційний блок автоматичного керування генератором гідравлічних імпульсів тиску — імпульсний двокаскадний клапан-пульсатор. Частота повторення силових імпульсів нагнітання визначалась за осцилограмами переміщення плунжерного робочого органу, а тиск у нагнітальній камері контролювався сенсорами тиску.

Експериментальні дослідження радіуса розтікання розчину в ґрунтовий масив проводились на зразках дрібного щебеню з розмірами частинок 3...8 мм. Як технологічний розчин для силікатизації використовувався розчин, що містить гелеутворюючу речовину і складається з двох або трьох компонентів з в'язкістю, близькою до в'язкості води (2-5 спз) та з уповільненою тривалістю гелеутворення. До складу рецептури входили компоненти: силікат натрію та кремнефтористоводнева кислота.

При проведенні досліджень варіювалися наступні показники: тиск 0,3...0,5 МПа, амплітуда (частота повторення гідравлічних імпульсів) 1...7 Гц. Для експериментів було підготовлено дві ємності зі щебенем відповідного розміру. Експерименти проводилися у два етапи: на першому етапі нагнітання розчину здійснювалося завдяки статичному навантаженню силового плунжера нагнітального пристрою, на другому — додавалось силове імпульсне навантаження.

Результати показали, що зразки при гідроімпульсному нагнітанні були в 1,6...2,2 рази більшими за об'ємом, ніж зразки при статичному нагнітанні розчину. Також збільшився радіус розповсюдження розчину та ефективний об'єм ґрунтового масиву, що значно впливає на несучу здатність ґрунту. Ці результати підтвердили функціональні можливості і переваги силового гідроімпульсного нагнітання технологічних в'язучих розчинів у ґрунтовий масив.

Висновки

Проведена експериментальна перевірка функціонування запропонованого гідроімпульсного обладнання, кількісне та якісне оцінювання параметрів і характеристик нагнітання технологічних

розчинів у ґрунтовий масив підтвердили можливість інтенсифікації технологічних процесів, таких як силікатизація ґрунтових масивів, а також ефективність роботи нового обладнання.

Порівняння результатів експериментальних досліджень, проведених на основі утворених у щелевій структурі тіл заповнення, показало, що гідроімпульсне нагнітання технологічних в'язучих розчинів у масив є більш ефективним. Це забезпечує якісне заповнення порожнин у щелеві, а тіла заповнення, утворені у товщі щелевеного масиву, мають значно більші розміри завдяки проникненню розчину на більшу глибину.

У підсумку, практичне застосування гідроімпульсного нагнітання забезпечить високу міцність ґрунтового масиву та більшу несучу здатність основ і фундаментів, що значно підвищить надійність і довговічність будівельних споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Друкований М.Ф., Черний В.Г., Черний Г.І., Шокарев В.С.. Армування основ будівель і споруд. Вінниця: ВНТУ, 2006. 125 с.
2. Зоценко М.Л., Сухоросов І.М., Зоценко Л.М. Порівняльна характеристика фундаментів будівель і споруд із паль та на армованій основі. Міжвідомчий наук. техн. зб. наук. пр. (будівництво). Держ. наук. дослід. ін-т будівельних конструкцій Мінбуду України. К.: НДІБК, 2007. Вип. 66. С. 405 – 409.
3. Ковальський Р.К. Підсилення основ методом армування в умовах реконструкції. Будівельні конструкції: зб. наук. пр. К.: НДІБК, 2001. Вип. 54. С. 98 – 102.
4. Пат. № 63266. Україна, МПК8 E02B 3/00, E21B 43/16, E21B 20/00. Установа для нагнітання будівельних розчинів в ґрунтовий масив. Коц І. В., Бадьора Н. П.; заявник і власник патента Вінницький національний технічний університет. № u201100502; заявл. 17.01.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19.
5. Бадьора Н.П., Коц І.В. Порівняльний аналіз методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ споруд. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 4. С. 61-64.

Трубаєнко Андрій Анатолійович – аспірант, кафедра інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : trubaenko@ukr.net

Коц Іван Васильович – канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : ivvkots@ukr.net

Trubaenko Andriy A. – Postgraduate student of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : trubaenko@ukr.net

Kots Ivan V. – Ph.D. (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : ivvkots@ukr.net

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОНОСІЯ І СИРОВИНИ НА ВИДАТНІСТЬ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

На підставі теорії про дифузійну модель руху теплоносія в барабанній сушарці запропоновано математичну модель і виконано числові дослідження впливу інтенсивності перемішування цукру на інтенсивність процесу сушіння.

Ключові слова: барабанна сушарка, сушіння цукру, дисперсні матеріали.

Abstract

A method of experimentally determining the coefficient of molecular diffusion of liquid in capillary-porous bodies using a regular regime is proposed.

Key words: cooling rate, diffusion coefficient, excess temperature, regular mode.

Вступ

Науково обґрунтована методика розрахунку тепломасобмінного процесу сушіння дисперсних сипучих матеріалів в барабанних сушарках, яка могла б враховувати особливості розмірів часток сировини, густини і вологовмісту матеріалу в даний час відсутня. Тому розробка математичної моделі тепломасобмінного процесу сушіння в сушильних барабанах, яка б враховувала вищеперераховані параметри є актуальним питанням.

Мета роботи: числовими методами дослідити вплив характеристик сушильної установки і висушуваного матеріалу на процес сушіння в барабанних сушарках.

Основна частина

В процесі сушіння сипучих і дисперсних матеріалів в барабанних сушильних агрегатах, які мають нахил в сторону завантаження за критерій оптимальності часто беруть видатність сушарки за сухим продуктом [1]

$$G = M \cdot \Pi \cdot (\vartheta_c \cdot \rho_c) \cdot D^2 \cdot t_{vh}^{0,425}, \quad (1)$$

де

$$M = \frac{1360 \cdot \varphi^{0,34} \cdot L_b^{0,34} \cdot K^{0,34} \cdot \left(\frac{n^2}{1800} \right) D^2 (\sin \alpha)^{0,4}}{A^{0,34} d_{ch}^{0,526} \cdot (\rho_c \vartheta_c)^{0,136}} - \text{кінетичний параметр}; \quad (2)$$

$$\Pi = \sqrt{\frac{t_{vuh} - 30}{t_{vh} - t_{vuh} + 10}} - \text{температурний коефіцієнт}; \quad (3)$$

$$K = \left[\frac{\omega_k}{\omega_p (\omega_p - \omega_k)} \right] - \text{коефіцієнт вологості}; \quad (4)$$

В формулах (1)-(4): G – видатність сушарки за сухим продуктом, кг/год; t_{vh} – температура теплоносія на вході в барабан, °C; t_{vuh} – температура теплоносія на виході з барабана, °C; $\vartheta_c \rho_c$ – масова швидкість теплоносія в барабані сушарки, кг/(м²·с); D – діаметр барабана, м; φ – коефіцієнт заповнення барабана, %; L_b – довжина барабана, м; ω_p і ω_k – початкова і кінцева вологість матеріалу, %; n – частота обертання барабана, об/хв; α – кут нахилу барабана, град; d_{ch} – початковий середній еквівалентний діаметр частинки (визначається за фракційним складом при просіванні), м.

Але видатність барабанної сушарки напряму пов’язана із температурою теплоносія в барабані.

Якщо прийняти дифузійну модель руху теплоносія в барабані, можна допустити, що структура потоку теплоносія буде описуватися диференціальним рівнянням, яке аналогічне рівнянню молекулярної дифузії. Для масообмінного процесу параметром в такій моделі може бути коефіцієнт, аналогічний коефіцієнту молекулярної дифузії. Такий коефіцієнт в теорії процесів хімічної технології називають коефіцієнтом зворотного (поздовжнього) перемішування. Оскільки наявність подібності між масообмінними і теплообмінними процесами відома [2-4], будемо вважати, що аналогом коефіцієнта поздовжнього перемішування в теплообмінних процесах є тепловий коефіцієнт поздовжнього перемішування.

Дифузійна модель перенесення теплоти сушильним агентом на елементарній ділянці довжини барабана має вигляд

$$-w \cdot \rho \cdot C_p \cdot \frac{dt_t}{dl} + \lambda \frac{d^2 t_t}{dl^2} = \alpha_v (t_t - t_{mt}), \quad (5)$$

де w ; ρ ; C_p , λ відповідно швидкість, густина, теплоємність і теплопровідність теплоносія;

t_t – температура теплоносія;

t_{mt} – температура матеріалу.

Це рівняння зв’язує температуру теплоносія з довжиною шляху його переміщення в диференціальному вигляді. Для рішення такого рівняння необхідно знати зміну температури матеріалу по довжині сушильного барабана, але вона залежить від ходу процесу сушіння, тому рівняння (5) вирішували числовим методом.

Рівняння (5) розв’язувалося в пакеті Mathcad. Оскільки граничні умови задані тільки температурою на вході в сушарку, то використано метод послідовного уточнення рішення за першого довільного задання температури на виході, з подальшим уточненням її повторними розрахунками до необхідної точності.

На рис. 1 представлено числовий розв’язок нелінійного диференційного рівняння (5), розв’язаного відносно температури теплоносія в барабані сушарки.

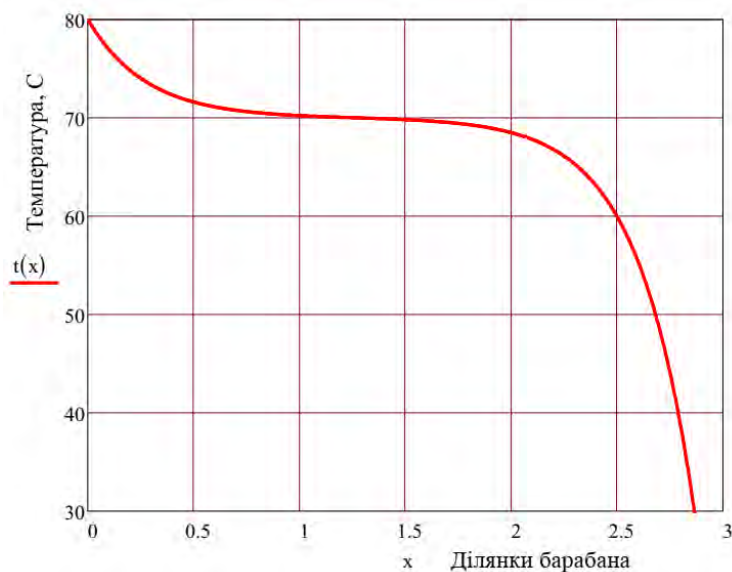


Рисунок 1 – Зміна температури теплоносія при проході через барабан, для випадку $\Delta < 0$

Для сушіння сипучих продуктів, котрі надходять в барабанну сушарку з температурою навколишнього середовища протитоком до теплоносія (рис.1), температура теплоносія на вході в барабан дещо зменшується, далі, при проходженні барабана температура вирівнюється і на виході зменшується практично до температури сировини, яка поступає в барабан з температурою навколишнього середовища.

При сушінні цукру, який саме протитоком до теплоносія надходить в барабан сушарки після вакуум-випарного апарата і центрифуги (рис.2, крива 1) і має температуру до 80 °С, залежності зміни температури теплоносія по довжині барабана носять інший характер.

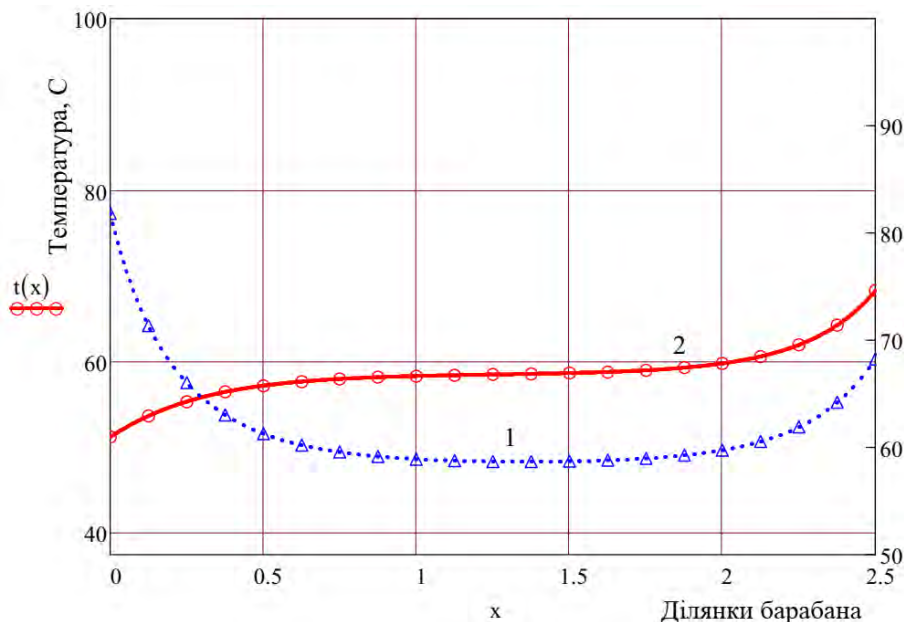


Рисунок 2 – Зміна температури теплоносія вздовж барабана сушарки при сушінні цукру

- 1 – вхідна температура теплоносія 80 °С;
- 2 – вхідна температура теплоносія 55 °С;

Висновки

Числовий експеримент показав, що при подачі теплоносія з температурою, приблизно рівною температурі вхідного цукру, температура теплоносія дещо зменшується, що можна пояснити інтенсивним випаровуванням вологи з часточок цукру, а на виході відпрацьований теплоносій підігрівається гарячою цукровою масою.

При подачі в барабан теплоносія з температурою, нижчою, ніж температура цукрової маси, він спочатку прогрівається до робочої, далі йде ділянка температурної стабілізації і на виході температура знову зростає внаслідок виділення теплоти від гарячої цукрової маси на вході в барабан.

Більш високу температуру в барабані того теплоносія, який заходить в сушарку холоднішим, ніж цукрова маса можна пояснити невисокою швидкістю сушіння і, як наслідок, при сушінні за таким режимом цукрова маса повинна знаходитися в барабані значно довший час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. Співак О.Ю. Сушильні процеси та установки : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2008. 98 с.
2. Гайвась Б. І. Математичне моделювання конвективного сушіння матеріалів з урахуванням механотермодифузійних процесів /Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. 2010. вип. 12, С. 9-37.
3. Слободянюк К.С. Інтенсифікація процесу сушіння фітоестрогенної сировини на основі сої : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.14.06. Київ, 2020. 20 с.

Рекомендована до опублікування кафедрою теплоенергетики ВНТУ

Співак Олександр Юрійович – к-т. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: spivak000@gmail.com.

Дудник Владислав Володимирович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vdudnyk23@gmail.com.

Присяжний Денис Вікторович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dinisprisaznij33@gmail.com.

Oleksandr Spivak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spivak000@gmail.com.

Vladyslav Dudnik – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vdudnyk23@gmail.com.

Denys Prisyazhnyy – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dinisprisaznij33@gmail.com.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Україна володіє значним потенціалом біомаси, доступної для виробництва енергії. Основними складовими потенціалу є агровідходи та енергетичні культури. Проведено дослідження ефективності використання енергетичних культур для виробництва теплової енергії. Визначено необхідну площу для вирощування міскантусу та верби для забезпечення роботи котлів потужністю від 50 до 2000 кВт. Визначено заміщення природного газу та зменшення викидів парникових газів.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, біомаса, енергетичні культури, природний газ, парникові гази.

Abstract

Ukraine has a significant potential of biomass available for energy production. The main components of the potential are agricultural waste and energy crops. A study of the effectiveness of the use of energy crops for the production of thermal energy was conducted. The necessary area for growing miscanthus and willow to ensure the operation of boilers with a capacity of 50 to 2000 kW has been determined. Substitution of natural gas and reduction of greenhouse gas emissions have been identified.

Keywords: renewable energy sources, biomass, energy crops, natural gas, greenhouse gases.

Вступ

Відновлювальні джерела енергії відіграють значну роль у світовій енергетиці. Для України перспективним джерелом енергії є біомаса. Використання твердої біомаси має ряд переваг [1]: біомаса є місцевим відновлювальним видом палива; завдяки включенню біомаси у природний цикл поглинання, зберігання та вивільнення CO₂, спалювання біомаси не призводить до посилення парникового ефекту. Основний потенціал біомаси становлять агровідходи та енергетичні культури.

Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо в якості палива або для виробництва біопалива [2].

Мета роботи – оцінка ефективності використання енергетичних культур для виробництва теплової енергії.

Основна частина

Для діапазону потужностей котлів 50 – 2000 кВт визначено витрату палива (енергетичної верби та міскантусу). Коефіцієнт корисної дії котла взято 86%, тривалість опалювального періоду 189 дб, середнє навантаження котла 75%. Міскантус під час збору має вологість 15 – 23 %, теплота згорання сухої маси 17,5 – 19,5 МДж/кг [2-3]. Для розрахунків взято міскантус вологістю 20% і $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 13900$ кДж/кг. Верба під час збору має вологість 50 – 53 %. Теплота згорання сухої маси 18,5 МДж/кг, вологістю – 8-10 МДж/кг. Для розрахунків взято вербу з вологістю 50% (нижча теплота згорання $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 8000$ кДж/кг) і 30% ($Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 12200$ кДж/кг). Результати розрахунку наведено на рисунку 1. Теплота згорання сухої маси міскантусу і верби мають близькі значення. Вологість при збиранні суттєво відрізняються. Тому якщо спалювати паливо одразу після збирання, то витрата верби буде значно більшою. Якщо зменшити вологість від 50 до 30 %, то витрата палива буде значно меншою.

На рисунку 2, проведено оцінку необхідної площі угіддя, щоб забезпечити потреби котла потужністю від 50 до 2000 кВт. Врожайність міскантусу 25 т/га, періодичність збору – 1 раз на рік. Врожайність верби в літературі наводиться від 20 до 36 т/га. Періодичність збору 1 раз на 2 роки. Для розрахунків взято 25 т/га/рік. Витрату палива взято для верби вологістю 50 %. Як бачимо з рис.2, площа угідь в 1,8 раза більша, ніж для міскантусу.

Крім того, оцінено кількість заміщеного природного газу, в разі використання як палива міскантусу (рис. 3)

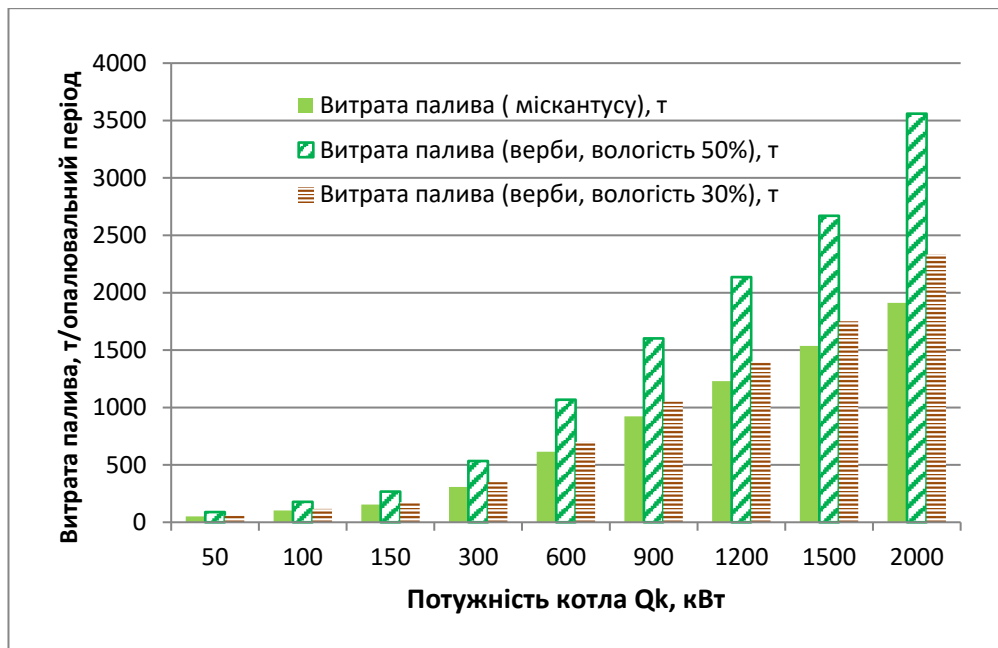


Рисунок 1 – Витрата палива (енергетичних рослин) в залежності від потужності котла

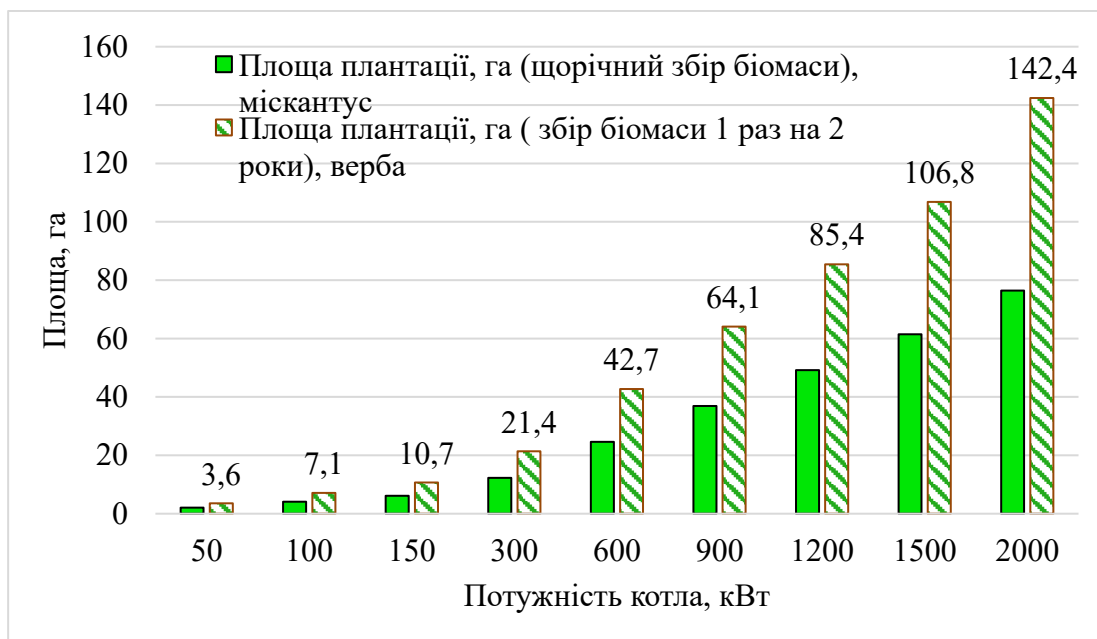


Рисунок 2 – Необхідна площа сільськогосподарських угідь для вирощування енергетичних культур залежно від потужності котла

Як бачимо з рисунку 3, кількість заміщеного природного газу може становити від 20 тис. м³ до 791 тис. м³ залежно від потужності установки.

Крім того, проведено оцінку зменшення викидів парникових газів внаслідок економії викопного виду палива – природного газу [4], табл.1.

Таблиця 1 – Зменшення викидів парникових газів

Потужність котла, кВт	50	100	150	300	600	900	1200	1500	2000
Економія газу, тис. м ³	20,3	40,7	61	122	244	366	488	610	791
Зменшення викидів CO ₂ , тон	39,5	79	118,5	237	474	711	948	1185	1536



Рисунок 3 – Кількість заміщеного міскантусом природного газу, м³/опалювальний сезон

ВИСНОВКИ

Вирощування та спалювання енергетичних рослин з метою виробництва теплової енергії є одним із способів заміщення природного газу. В роботі оцінено витрату палива при спалюванні міскантусу та верби прутковидної. Визначено також площу сільськогосподарських угідь, необхідну для вирощування верби і міскантусу для забезпечення роботи котлів потужністю від 50 до 2000 кВт. Показано, що заміщення природного газу, у разі спалювання міскантусу, може становити від 20,3 тис. м³ до 791,1 тис. м³, при цьому зменшення викидів вуглекислого газу досягає від 39,5 до 1536 тон за опалювальний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні». Практичний посібник/За ред. Г. Гелетути. К.: «Поліграф плюс», 2016. 104 с.
2. Вирощування біоенергетичних культур /За редакцією к.с.-г. наук, с.н.с. М.Я. Гументик. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 179 с URL: [URL:https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/vyroshchuvannya_bioenergetychnyh_kultur.pdf](https://bio.gov.ua/sites/default/files/documentation/vyroshchuvannya_bioenergetychnyh_kultur.pdf)
3. Вирощування енергетичних рослин. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2024/05/5-Tryboj-Energetychni-roslyny.pdf>
4. ГКД 34.02.305–2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. 40 с.

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net
Швец Максим Олексійович, студент групи ТЕ-22 б, maximgodness@gmail.com

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.
Shvets Maksym, student, maximgodness@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОВОЇ ПРОТИТИСКОВОЇ ТУРБИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено актуальність впровадження паротурбінних агрегатів для підвищення стійкості та надійності енергосистеми підприємства на енергосистеми країни в цілому. Встановлення такого обладнання особливо актуальне для олійно-жирових виробництв. Виконано математичне моделювання для оцінювання ефективності впровадження паротурбінного агрегату на паровій котельні олійно-жирового підприємства.

Ключові слова: парова турбіна, олійно-жирове підприємство, енергоефективність, окупність капіталовкладень

Abstract

The relevance of the introduction of steam turbine units to increase the stability and reliability of the energy system of the enterprise on the energy systems of the country as a whole is shown. The installation of such equipment is especially relevant for oil and fat industries. Mathematical modeling was performed to evaluate the effectiveness of the introduction of a steam turbine unit at a steam boiler room of an oil and grease enterprise.

Keywords: steam turbine, oil and fat enterprise, energy efficiency, return on capital investments

Вступ. Постановка задачі

Скрутний стан вітчизняної енергетики зумовлений, в основному, неналежним технічним рівнем. Складне становище спостерігається і з паливозабезпеченням. Сучасні промислові підприємства є споживачами різних видів енергії: електричної, теплової (з паром, гарячою водою і гарячим повітрям), стиснутого повітря та інших. Кожний з потрібних видів енергії підприємство може отримувати від самостійних джерел, наприклад, від енергосистеми, котельних, компресорних станцій.

У зв'язку з подорожчанням викопного палива, на сьогоднішній день різко постає питання модернізації парових та водогрійних котелень, а також впровадження нових технологій, які б дали змогу ефективно та економічно використовувати енергоносії, без негативного впливу на людей і навколишнє середовище. Одним з основних шляхів скорочення споживання природного газу та підвищення енергоефективності теплопостачання в Україні може стати широке застосування енерготехнологій з місцевих видів палива та когенераційного обладнання. Лушпиння соняшника та інші подібні відходи промисловості та сільського господарства мають на сьогодні великий потенціал вироблення теплової та електричної енергії. ТЕЦ, що працюють на органічних відходах дозволяють не тільки організувати децентралізацію енергопостачання, забезпечити розпорошену генерацію, захистити енергосистему України від пікових перевантажень, але й зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, посилити сільське господарство та місцеві виробництва твердого палива [1, 2].

Мета роботи – оцінка підвищення енергоефективності парової промислової котельні шляхом встановлення парової протитискової турбіни.

Результати досліджень

Для оцінки ефективності впровадження паротурбінних агрегатів на олійно-жировому виробництві обране підприємство, що споживає 35 т/год пари тисками 3,9 МПа, 1,1 МПа, та 0,6 МПа [3]. Паливом в котельні є лушпиння соняшника з теплотою згорання 15,4 МДж/кг. Орієнтовний ККД котлів складає 84,1%. Власні електричні потреби парової котельні складає 831 кВт. В зв'язку із низькою вартістю лушпиння соняшника собівартість вироблення теплоти оцінюється 288 грн/ГДж [4].

Авторами розглянута можливість встановлення протитискової турбіни з промисловим відбором для забезпечення паром визначених параметрів промислових споживачів і одночасного виробництва електричної енергії для покривання власних електричних потреб та відпуску товарної електроенергії на потреби заводу.

Розглянуті парові турбіни Siemens потужністю 250 кВт (SST-040), 700 кВт (SST-050) та 892 кВт (SST-060) [5]. Результати розрахунків показані на рис. 1.



Рисунок 1 – Техніко-економічні показники впровадження паротурбінних установок

Як видно з рис. 1, не зважаючи на перевитрату палива варіанти з встановленням потужної протитискової парової турбіни є економічно доцільними, а крім того мають ряд переваг, що позитивно впливають на стан енергосистеми України, а саме на підвищення її стійкості та надійності. Використання лушпиння соняшника можна вважати впровадження відновлюваної електроенергетики, зменшенням техногенного навантаження на навколишнє середовище, скороченням енергетичної залежності України від викопних енергоресурсів – природного газу, вугілля, ядерного палива.

Висновки

Проаналізовано сучасний стан енергетики України. Обґрунтовано необхідність децентралізації вироблення електроенергії для підвищення стійкості та надійності енергосистеми України. Промислові підприємства з паровими котельнями на перегрітій парі є найкращим варіантом для встановлення паротурбінних агрегатів і вироблення електроенергії в місці споживання за умов наявності навченого інженерного та технічного персоналу.

Використання лушпиння соняшника на олійно-жирових підприємствах дозволяє не тільки економити природний газ, але й забезпечити вироблення «зеленої» електроенергії з органічних відходів, зменшити техногенне навантаження від споживання викопних палив – вугілля, ядерного палива.

Незначна перевитрата палива і суттєва економія на електроенергії забезпечує низькі терміни окупності капіталовкладень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перспективи впровадження котлів на біомасі. URL:<http://www.epravda.com.ua/columns/2013/06/14/379997/>(дата звернення 18.11.2024).
2. Гелетуха, Г. Г., Желзна Т. А., Дроздова О. І. Аналіз механізмів стимулювання розвитку «зеленої» електроенергетики у Європейському Союзі. *Промислова теплотехніка*. 2011. Т. 33, № 5.
3. Інформація про ПрАТ «Вінницький олійножировий комбінат». Режим доступу: <http://vmzhk.vioil.com>. (дата звернення 18.11.2024).
4. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д.В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137с.
5. Когенераційні установки в системах теплофікації. Підручник «Енергетика. Історія, сучасність і майбутнє». URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-4/4-2/4-2-1> (дата звернення 18.11.2024).

Лисюк Денис Ярославович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Вудвуд Олесь Сергійович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

Lysyuk Denis, student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University.

Stepanov Dmitro, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Woodwood Oles, student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University

ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ У МІСТІ ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено результати впровадження заходів з підвищення енергоефективності житлової багатоквартирної будівлі із вбудованими приміщеннями громадського призначення.

Ключові слова: енергоефективність, енергоефективні заходи, викиди парникових газів, витрати первинної енергії

Abstract

The paper presents the results of the implementation of measures to increase the energy efficiency of a residential multi-apartment building with built-in public premises.

Keywords: energy efficiency, energy efficient measures, greenhouse gas emissions, primary energy consumption

Вступ. Постановка задачі

Енерговитрати житлових будівель складають значну частку енерговикористання України. Житловий фонд України побудований переважно до 1990 року. Відповідно втрати теплоти на забезпечення температурного режиму в приміщеннях та на підготовку гарчої води досить високі. Орієнтовні питомі витрати на опалення та гаряче водопостачання перевищують європейські показники в 2 рази [1].

Енергетична сертифікація багатоквартирних будинків дозволяє оцінити стан енерговикористання в будівлі і визначити шляхи покращення показників енергоефективності та екологічності систем теплопостачання даного будинку.

Будівлі із погіршеними теплотехнічними характеристиками вимагають проведення термомодернізації, яка в тому числі, включає енергоаудит будівлі і розробку пропозицій по покращенню показників енергоефективності та теплотехнічних показників огорожень [2- 4].

Метою даної роботи є оцінка заходів із підвищення енергетичної ефективності житлової будівлі в м. Вінниця.

Результати досліджень

Для проведення моделювання ефективності обрана багатопверхова житлова будівля у м. Вінниця площею 15586 м². Внутрішня теплоємність будівлі прийнята 80 Вт·год/(м² · К). Коефіцієнт компактності будівлі 0,200. Мінімальні вимоги до енергоефективності складають 75 кВт·год/м².

За рахунок шару утеплювача товщиною 200 мм вдалось досягнути нормативний термічний опір зовнішніх стін згідно вимог ДБН В.2.6-31:2021 [5]. Для забезпечення нормативного опору теплопередачі покриття використано 250 мм пінополістиролу.

Встановлення газових котлів в опалювальних приміщеннях дозволяє досягти 89 кВт·год/м², що відповідає класу енергоефективності «Д».

Досліджено вплив п'яти енергоефективних заходів на показники енергетичної та екологічної ефективності будівлі.

Подвійне утеплення стін та покриття, заміна низькотемпературного газового котла на конденсаційний не дозволяють покращити клас енергоефективності будівлі [6].

Виявлено, що заміна газового котла на тепловий насос дозволяє забезпечити клас «А» енергоефективності будівлі і відповідне зменшення енергоспоживання (на 70...74%) , витрат первинної енергії (на 21...26%) і викидів парникових газів (на 19...35%).

В результаті розрахунків було підібрано три реверсивні теплонасосні установки DYNACIAT

LGP 350V потужністю конденсатора 84,3 кВт, потужністю компресора 29,9 кВт і потужністю випарника 56 кВт, 6 насосів марки Grundfos.

Питоме енергоспоживання будівлі на потреби опалення та охолодження складає 26,5 кВт-год/м², що відповідає класу енергоефективності А.

Висновки

Обґрунтовано актуальність енергетичної сертифікації новопроектованих та існуючих житлових будівель, показано енергетичний та екологічний ефект від впровадження заходів підвищення енергоефективності будівлі.

Проаналізовано об'єкт дослідження, виявлено, що компоновання такої житлової будівлі газовими котлами дозволяє досягти класу енергоефективності «Д».

Таким чином, є необхідність у пошуку шляхів підвищення показників енергоефективності будівлі. Розглянуто 5 варіантів таких заходів.

Подвійне утеплення стін та покриття, заміна низькотемпературного газового котла на конденсаційний не дозволяють покращити клас енергоефективності будівлі.

Виявлено, що заміна газового котла на тепловий насос дозволяє забезпечити клас «А» енергоефективності будівлі і досягти відповідного зменшення енергоспоживання на опалення та охолодження (на 70...74%), питомих витрат первинної енергії (на 21...26%) і викидів парникових газів (на 19...35%). Підібрані теплові насоси DYNACIAT LGP 350V та циркуляційні насоси Grundfos.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Концепція Державної цільової економічної програми підтримки термомодернізації будівель до 2030 року URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2023-%D1%80#Text> (дата звернення 10.11.2024).
2. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 10.11.2024)
3. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, затвержені Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 27 жовтня 2020 року № 260. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text> (дата звернення: 10.11.2024)
4. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячого водопостачання. ДП УкрНДНЦ, 2022.
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2012 р. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf> (дата звернення: 10.11.2024).
6. ДСТУ 9191–2022. Теплоізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ : Мінрегіон України, 2022.

Д'яченко Павло Олександрович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет
Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Dyachenko Pavlo, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University
Stepanov Dmitro, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПІСЛЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА НА БІОМАСІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано моделювання теплоти, утилізованої з димових газів в циклоні типу ЦН-15-900 після парогенератора на біомасі у CFD-пакеті SolidWorks Flow Simulation. Отримано залежність теплового потоку у вбудованому теплообміннику-утилізаторі від швидкості та температури димових газів на вході у циклон.

Ключові слова: *циклон-утилізатор, біомаса, димові гази.*

Abstract

The heat utilized from flue gases in a cyclone of the TsN-15-900 type after a biomass steam generator was modeled using the CFD package SolidWorks Flow Simulation. The dependence of the heat flux in the built-in heat exchanger-utilizer on the speed and temperature of flue gases at the cyclone inlet was obtained.

Key words: *cyclone recovery, biomass, flue gases.*

Вступ

Сьогодні однією з найбільш актуальних екологічних проблем вважається насичення повітряного басейну промисловими викидами. Для якісного вирішення цієї проблеми необхідно розглядати весь комплекс питань, які вона породжує, це, зокрема, види забруднень атмосфери і їхні властивості, нормування якості повітря й викидів, принципи утворення забруднювачів, зміна складу викидів в атмосфері, фізичні й хімічні процеси газоочищення, конструкція газоочисного устаткування й розробка технологій газоочищення, утилізація вловлених продуктів тощо.

Поширена на даний час тенденція переведення промислових парогенераторів на спалювання твердої біомаси [1], яка вважається вуглецево-нейтральним паливом, усуває проблему не повністю, оскільки при її спалюванні у навколишнє середовище виділяється оксиди азоту NO_x , леткі органічні сполуки, діоксини, тверді частинки. Крім того, під час спалювання біомаси на виході із теплогенераторів димові гази мають значно вищу температуру, ніж при спалюванні природного газу, що призводить до більшого теплового забруднення навколишнього середовища. Влаштування фільтруючих систем дозволяє зменшити забруднення повітря твердими частинками. Для зменшення теплового забруднення можна використати або окремі конструкції утилізаторів, або вбудовані утилізатори теплоти у корпус циклона, так звані циклони-утилізатори.

Мета роботи – дослідити залежність утилізованої теплоти димових газів у циклоні-утилізаторі від зміни температурних і швидкісних показників на вході у циклон.

Результати досліджень

Для виконання поставленої мети виконано тривимірне моделювання циклона-утилізатора типу ЦН-15-900 [2] в системі автоматизованого проектування SolidWorks (рис. 1), розміщення геометричної моделі циклона в розрахунковій області для розв'язання внутрішньої або зовнішньої задачі; введення умов

однозначності; формування цілей; вибір типу, розмірів твердих частинок та умов на стінках для розрахунку ефективності циклона; візуалізація результатів через траєкторії потоку, картини в перерізі, поверхневі параметри [3].

Під час дослідження у Solidworks Flow Simulation були прийняті умови однозначності: фізичні – середовища дослідження повітря, вода; матеріал стінок – вуглецева сталь; граничні умови: діапазон швидкостей потоку відхідних газів котла на вході в циклон – 8, 12,5, 17 і 21 м /с, температура газів на вході в циклон – $t'_r = 140, 160, 180, 200, ^\circ\text{C}$, повний тиск – 101325 Па; масова витрата мережної води на входів теплообмінник – $G_b = 1,5 \text{ кг/с}$; температура води на вході в теплообмінник – $20 ^\circ\text{C}$.

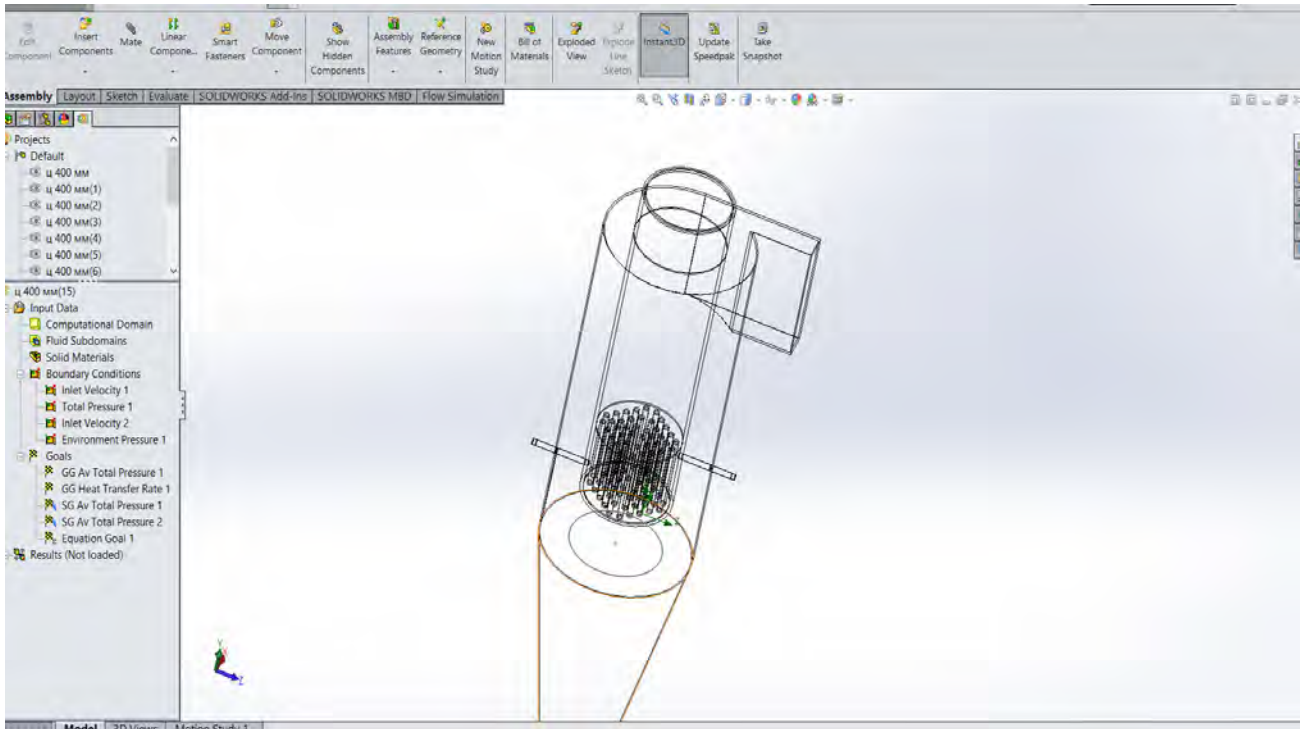


Рисунок 1 – Модель циклона утилізатора у Solidworks.

Якщо основною задачею циклона [4, 5] є ефективне очищення димових газів від твердих частинок, то для виконання додаткової функції у циклон вбудовано теплообмінник-утилізатор. Конструктивно теплообмінник-утилізатор складається із 52 трубок діаметром 32 мм і довжиною 400 мм, які із внутрішньої поверхні омиваються продуктами згорання біопалива, а із зовнішнього боку – водою.

Передавання теплоти від більш нагрітого теплоносія (димових газів) до менш нагрітого (води) через стінку, що їх розділяє називається теплопередачею і характеризується основним рівнянням теплопередачі

$$q = K \cdot F \cdot \overline{\Delta t}, \quad (1)$$

де q – кількість теплоти, що передається від більш нагрітого теплоносія за одиницю часу, Вт;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² К);

$\overline{\Delta t}$ – температурний напір, К.

Оцінка впливу витратних і температурних параметрів відхідних газів на тепловий потік у теплообміннику проводилася у модулі Flow Simulation (рис. 2, рис. 3).

Аналізуючи результати, представлені на рис. 2, можна впевнено сказати, що чим вища швидкість (зростання що із збільшенням швидкості потоку із 8,6 до 21 м/с) тим вищий показник теплового потоку (збільшується на 64,8...85 %) а це можна пояснити тим, що чим вища швидкість тим частіше і більш інтенсивніше омиваються внутрішні стінки труб в теплообміннику гарячими димовими газами.

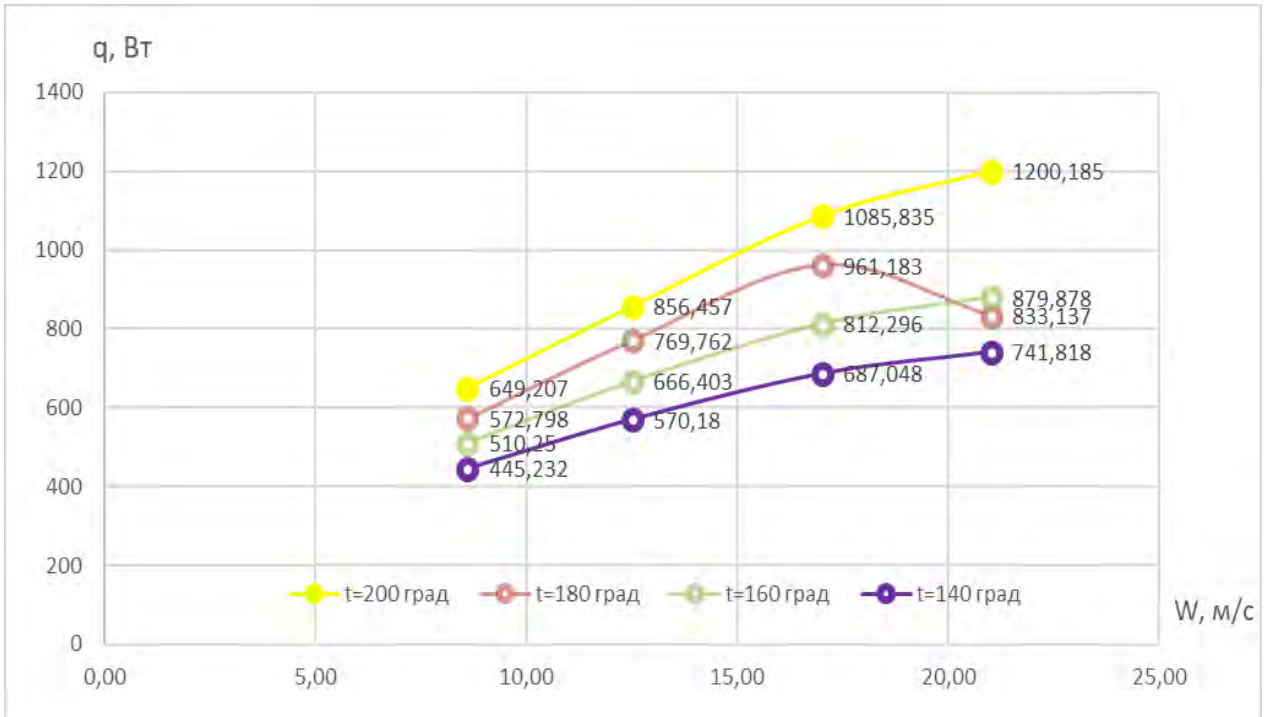


Рисунок 2 – Залежність теплового потоку від швидкості газів на вході.

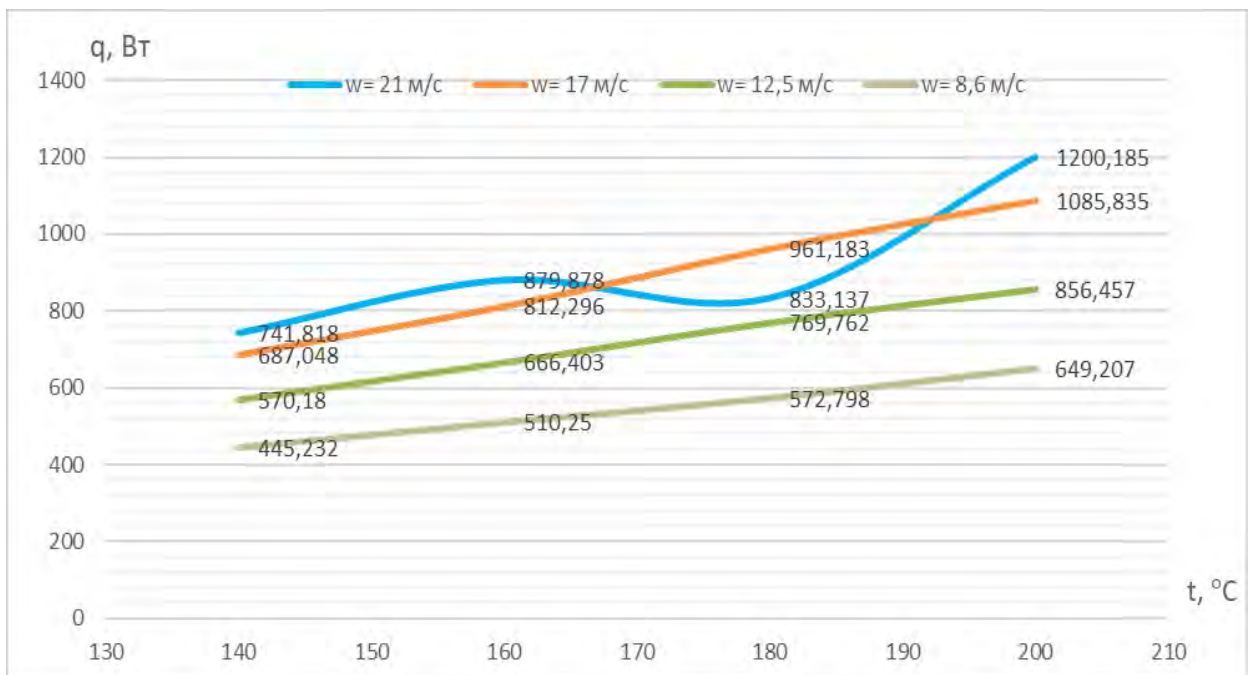


Рисунок 6 – Залежність теплового потоку від температури газів на вході.

Аналогічно із швидкістю показник теплового потоку зростає залежно від збільшення температури газів (із збільшенням температури із 140 до 200 °C за сталої швидкості – збільшується на 45,8...61,8 %) на вході

в циклон це можна спостерігати на наведених графіках. Це пояснюється тим, що чим більша температура газів тим більше теплоти буде сприйматися зовнішньою стінкою трубки.

Висновки

Виконано моделювання циклону типу ЦН-15-900, що застосовується для очищення відхідних газів від парогенератора на біомасі, і його режимів роботи, в CFD-пакеті SolidWorks Flow Simulation. За результатами моделювання отримано фізичні величин, за якими визначено тепловий потік теплообмінника. Встановлено, що із збільшенням швидкості потоку із 8,6 до 21 м/с за сталої його температури тепловий потік збільшується на 64,8...85 %, а із збільшенням температури із 140 до 200 °С за сталої швидкості – збільшується на 45,8...61,8 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанова Н.Д., Глеба Я.О., Чернобай О.С. Екологічні та економічні питання переведення промислової парової котельні на спалювання біомаси. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України – 2023*, 21 – 23 листопада 2023 р., Вінниця: ВНТУ, URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/view/19481> (дата звернення 18.11.2024)
2. Циклон ЦН-15-900x2УП. URL: <https://ventoprom.com.ua/product/cn-15-900-2up-ciklon/> (дата звернення 18.11.2023)
3. Степанова Н.Д., Глеба Я.О. Ефективність очищення димових газів в циклоні-утилізаторі після парогенератора на біомасі. *Матеріали III Науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії ВНТУ*, 20 – 22 березня 2024 р., Вінниця: ВНТУ, URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17733> (дата звернення 18.11.2024)
4. Ляшеник А. В. Обґрунтування конструкції циклона для очищення повітря на підприємствах деревообробної галузі / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Л. М. Дорундяк, Ю. Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.9. – С. 119-125.
5. Батлук В. А. Наукові основи створення високоєфективного пиловловлюючого обладнання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.05.02 "Машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій" / Батлук Вікторія Арсеніївна; НУ "Львівська політехніка". – Львів : НУ "Львівська політехніка", 2001. – 40 с.

Степанова Наталія Дмитрівна – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Глеба Ярослав Олександрович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yaroslavg1389@gmail.com

Паламарчук Микола Олександрович, аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: padamarcukn@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Stepanovand@i.ua

Gleba Yaroslav Oleksandrovysh - student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslavg1389@gmail.com

Palamarchuk Mykola O., postgraduate student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : padamarcukn@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ БОЙЛЕРА НЕПРЯМОГО НАГРІВУ У СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОМ НА БІОМАСІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі розроблено математичну модель бойлера непрямого нагріву для потреб гарячого водопостачання у системі тепlopостачання з теплогенератором на біомасі. Проведено числове дослідження на основі розробленої математичної моделі, встановлено оптимальні параметри грійного теплоносія.

Ключові слова: біомаса, теплогенератор тепlopостачання, гаряче водопостачання.

Abstract

The paper develops a mathematical model of an indirect heating boiler for hot water supply in a heat supply system with a biomass heat generator. A numerical study was carried out on the basis of the developed mathematical model, and the optimal parameters of the heating medium were determined.

Keywords: biomass, heat generator, heat supply, hot water supply.

Вступ

Сучасні вимоги до систем тепlopостачання громадських будинків в Україні викликають необхідність переходу до більш високоефективних та екологічно чистих рішень. Напрямок щодо зменшення викидів парникових газів та споживання енергії спонукає нас до пошуку інноваційних підходів у галузі тепlopостачання. Один з таких підходів - використання відновлювальних джерел енергії та біомаси.

Використання відновлюваних джерел енергії над первинними, а саме викопними паливами, має значний потенціал у забезпеченні сталого розвитку [1] та зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище.

Система тепlopостачання громадської будівлі може включати такі складові: система опалення, система вентиляції, система гарячого водопостачання, система кондиціонування повітря. На відміну від житлових будівель, у громадських будівлях споживання гарячої води має більш суттєву нерівномірність, тому використання теплообмінників накопичувального типу є обґрунтованим вибором. Крім того, ефективне використання енергії в теплообмінниках накопичувального типу (бойлерах непрямого нагріву) у системах з котлами на біомасі забезпечується за рахунок оптимізації процесів генерації, зберігання та споживання теплової енергії.

Метою роботи – числовими методами дослідити вплив температурних і швидкісних режимів грійного теплоносія на показники роботи бойлера непрямого нагріву.

Основна частина

Котли на біомасі працюють з максимальною ефективністю, коли працюють у стабільному режимі, при постійному тепловому навантаженні. Однак реальне теплове споживання в системі не відповідає цим умовам. Бойлер непрямого нагріву достатньої ємності дозволяє поглинати надлишкову теплоту під час пікової генерації, запобігаючи втратам, що виникають при необхідності часто вмикати та вимикати котел. А наявність достатньої ємності дозволяє уникнути холостого витрачання палива, накопичуючи теплоту для подальшого використання.

Теплота, накопичена в бойлері, може бути передана до споживача в найбільш сприятливий момент, мінімізуючи втрати в магістралях. Це особливо актуально для системи тепlopостачання громадської будівлі, що працює в умовах непостійного навантаження (наприклад, вночі і рано вранці).

Розробка математичної моделі тепломасообмінних та гідродинамічних процесів у бойлері непрямого нагріву є складним завданням [2], яке включає кілька етапів: визначення основних

фізичних процесів, що відбуваються в теплообміннику, встановлення граничних умов, створення диференціальних рівнянь, що описують ці процеси [3, 4], та вирішення цих рівнянь для отримання аналітичних або чисельних результатів. Крім того ця розробка вимагає комплексного підходу та врахування багатьох факторів. Успішна реалізація моделі дозволяє оптимізувати роботу теплообмінника та підвищити ефективність процесу теплообміну.

Для дослідження розглянуто теплообмінник для потреб гарячого водопостачання потужністю 10 кВт. Теплообмінна поверхня (змійовик) виконана із тонкостінної трубки з нержавіючої сталі AISI 304. Ємність теплообмінника складає 0,35 м³.

Щоб з'ясувати, який температурний і швидкісний режими ємнісного теплообмінника будуть оптимальними проведено чисельне дослідження за допомогою математичної моделі, розробленої у попередньому підрозділі. Впливу температурних параметрів гарячого теплоносія та його швидкості на коефіцієнт теплопередачі та гідравлічний опір теплообмінника проілюстровано на рис. 1.

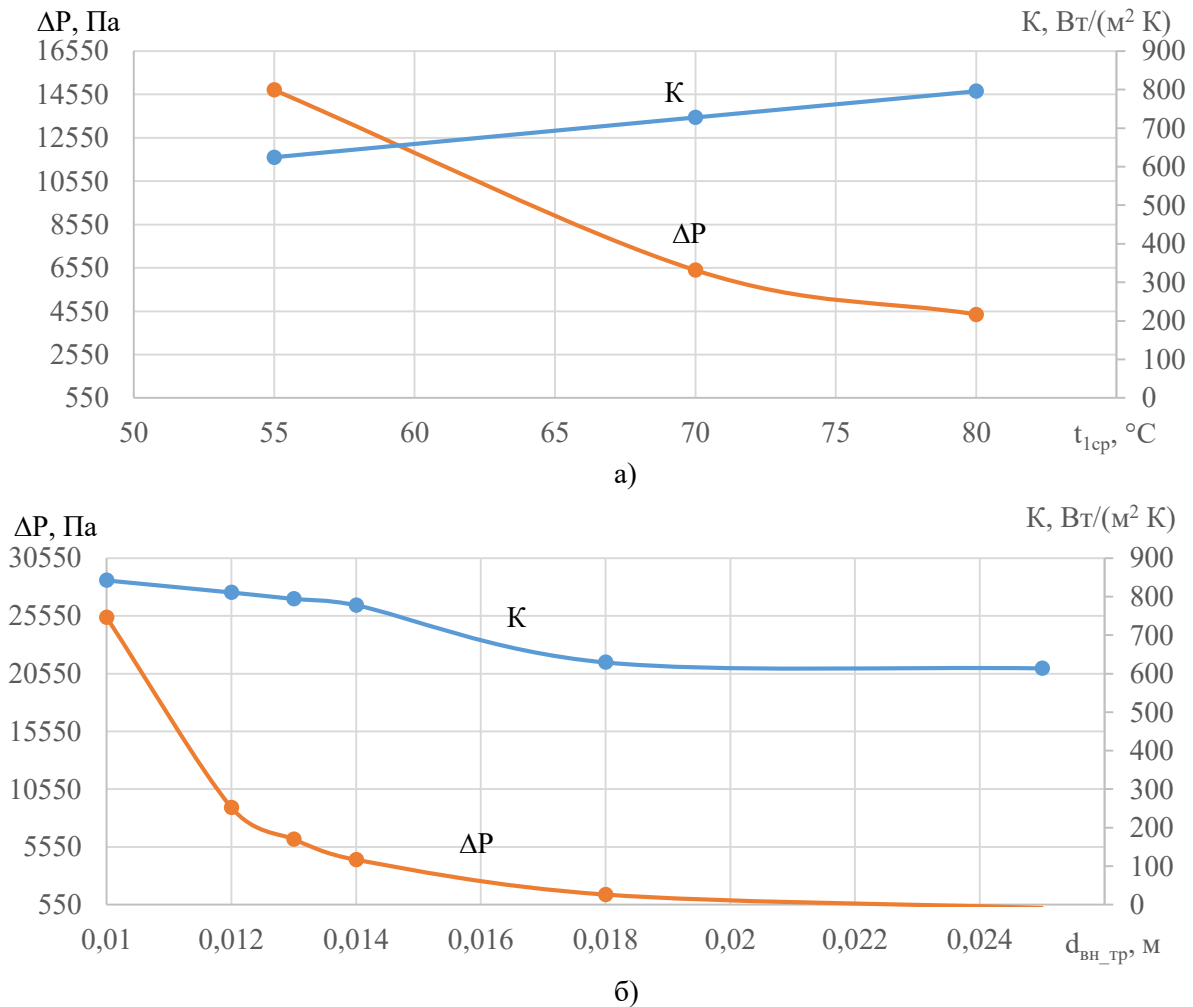


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта теплопередачі теплообмінника K та його гідравлічного опору ΔP від середньої температури гріючого теплоносія t_{cp} (а) та діаметра теплообмінної трубки d_{vn_tr} (б)

Крім того, на основі математичної моделі оцінено вплив швидкості гарячого теплоносія в трубці змійовика на капіталовкладення у теплообмінну поверхню та витрати на електроенергію за 10 років роботи (див. рис. 2).

Із рис.1 видно, що середня температура гріючого теплоносія зростає з 55 до 80 °С, що спричиняє зростання коефіцієнта теплопередачі на 27,4% і спадання гідравлічного опору на 70,2%.

Під час дослідження швидкісних режимів роботи теплообмінника температурний режим задишався незмінним і складав 90/70 °С. Так, швидкість гріючого теплоносія зростала від 0,25 до 1,57 м/с, відповідно зменшувався необхідний діаметр гріючої трубки, а коефіцієнт теплопередачі зріс на 37,2% та гідравлічний опір – у 101,2 рази.

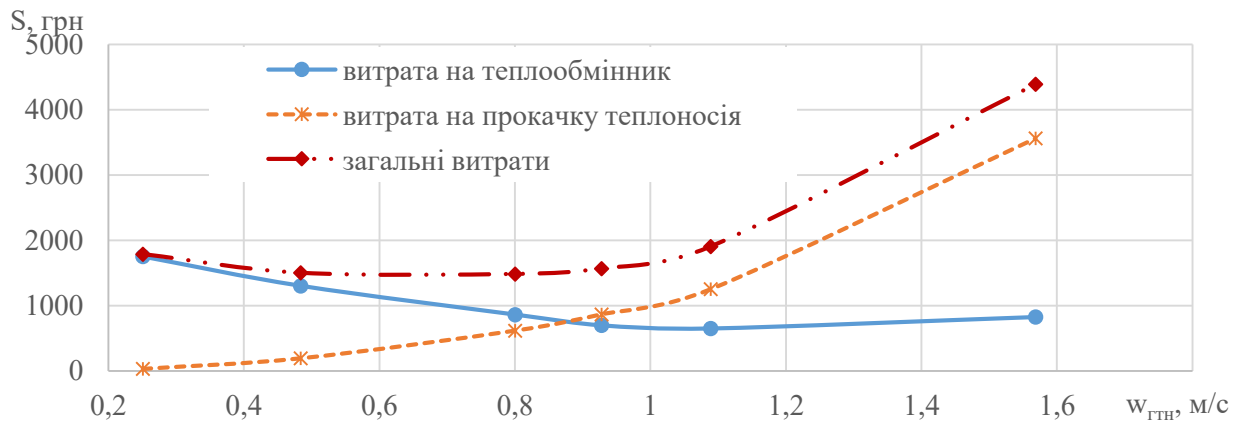


Рисунок 2 – Вплив швидкості гріючого теплоносія $w_{гтн}$ на капітальні затрати на теплообмінну поверхню, експлуатаційні витрати протягом 10 років та загальні витрати

Аналізуючи рис. 3 встановлено, що швидкість гарячого теплоносія на рівні 0,8...0,93 м/с є економічно доцільним варіантом, це відповідає діаметрам теплообмінної труби 15×1 мм або 16×1 мм.

Висновки

У роботі на основі тепломасообмінних та гідродинамічних процесів, що відбуваються у бойлері непрямого нагріву і їх математичного опису розроблено математичну модель ємкісного теплообмінника для потреб гарячого водопостачання у системі тепlopостачання з теплогенератором на біомасі.

Проведено числове дослідження на основі розробленої математичної моделі, встановлено, що найвищий коефіцієнт тепловіддачі і найменший гідравлічний опір відповідає найвищим із досліджуваних температурних режимів, а саме 90/70 °С. Крім того найбільшій швидкості відповідає і найвищий коефіцієнт теплопередачі, але і гідравлічний опір змійовика при цьому також найвищий. Встановлено оптимальну швидкість у трубках змійовика 0,8...0,93 м/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перспективи розвитку ринку біомаси в ЄС і Україні. Вплив використання біомаси на зміну клімату. URL: <https://uabio.org/materials/328/>. (дата звернення 18.11.2024 р.)
2. Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Математичні методи і моделі теплоенергетичного обладнання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 81 с.
3. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Розрахунки тепломасообмінних апаратів. Вінниця: ВНТУ, 2006. 129 с.
4. Співак О. Ю., Резидент Н. В. Тепломасообмін. Частина I : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 113 с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м. Вінниця, e-mail: Stepanovand@i.ua

Блазина Владислав Вячеславович, студент групи ТЕ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blazinavlad@gmail.com.

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

Blazyna Vladyslav V., student of TE-24m group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: blazinavlad@gmail.com.

ВПРОВАДЖЕННЯ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ НА ТОВ «ПОНІНКІВСЬКА КАРТОННО-ПАПЕРОВА ФАБРИКА»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Тези присвячені встановленню паротурбінної установки на ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика».

Ключові слова: теплова енергія, електрична енергія, паливно-енергетичні ресурси, паротурбінна установка, котельня, протитискова турбіна.

Abstract

Theses are devoted to the installation of a steam turbine plant at "Poninkivska Cardboard and Paper Factory" LLC.

Keywords: thermal energy, electric energy, fuel and energy resources, steam turbine installation, boiler house, back pressure turbine.

Вступ

Енергетична безпека є пріоритетним напрямом для держави. На сьогодні ситуація в енергетиці України є критичною. Енергетична галузь зазнала значних збитків під час широкомасштабного вторгнення. Масовані обстріли по об'єктах енергетики нанесли шкоду та руйнування більше ніж 60% інфраструктури держави в галузі електроенергетики [1]. Постраждали теплові та гідроелектростанції, магістральні та розподільчі мережі, теплоелектроцентралі, підстанції з різними типами напруги та інші об'єкти інфраструктури.

Диверсифікація енергетичних ресурсів є однією з основ стійкості національної енергетики як для промислових потреб, так і для потреб населення.

Структурна перебудова виробництва і науково-технічний прогрес повинні привести до істотного зменшення питомих норм витрат енергетичних ресурсів на одиницю продукції і сприяти зменшенню обсягів їх споживання в країні. В результаті значного вичерпання запасів нафти і газу на основних родовищах України, введення в експлуатацію переважно дрібних родовищ, а також внаслідок інших негативних факторів виникає серйозна проблема щодо збільшення обсягів видобутку цих і, як наслідок, — необхідність їх ввезення в Україну у постійно зростаючих масштабах. Це ускладнює економічну ситуацію і вимагає вирішення ряду нелегких питань (політичних, економічних, технічних), оскільки без надходження певних обсягів нафти і газу не можна сформувати прийнятний паливно-енергетичний баланс. Для підвищення надійності паливо- і енерго-забезпеченості народного господарства України (зважаючи на значні поставки нафти і газу в Україну) доцільно і необхідно розширити кількість джерел постачання нафти і газу з тим, щоб залежність від постачання по кожному паливному ресурсу з одного джерела не перевищувала 30% (з урахуванням загальних обсягів постачання).

Виробництво електро- і тепло-енергії повинно збільшуватися за рахунок використання інших відновлювальних джерел, а також використання альтернативних ресурсів: твердого палива, біопалива, пелетів, що вимагає будівництва і розширення мережі електростанцій поряд з реалізацією заходів щодо охорони навколишнього середовища [2].

Сумісне виробництво теплової та електричної енергії є прогресивною технологією, яка дозволяє більш ефективно використовувати паливно-енергетичні ресурси.

Мета роботи: підвищення економічності та енергетичної ефективності котельні шляхом створення ТЕЦ на базі котельні.

Основна частина

Ідеї підвищення ефективності використання палива за рахунок комбінованого вироблення теплової та електричної енергії відомі давно. Однією з перших реалізованих комбінованих технологій

є теплофікація, тобто виробництво теплоти на базі енергетичних турбін. сумісне виробництво теплової та електричної енергії є прогресивною технологією, яка дозволяє більш ефективно використовувати органічне паливо і зменшити шкідливі викиди в атмосферу.

Паротурбінна установка - це безперервно діючий тепловий агрегат, робочим тілом якого є вода і водяна пара. Паротурбінна установка є механізмом для перетворення потенційної енергії стиснутої та нагрітої до високої температури пари в кінетичну енергію обертання ротора турбіни [1].

Наразі, джерелом теплопостачання на котельні ТОВ «Понінківська КПФ» [3] є два діючих парових котла SHP-E-10 загальною паровидатністю 10 т/год кожний та один резервний котел БМ-35, паровидатністю 35 т/год. Також в котельні встановлено водогрійний котел ПТВМ-30 потужністю $Q = 35$ Гкал/год. Пальним для котельні є природний газ.

Тенденція останніх років щодо збільшення ціни природного газу та електроенергії, значним чином впливає на роботу котельні, яка стає нерентабельною. Із аналізу літературних джерел [4-10] випливає, що найбільш дієвим засобом для підвищення ефективності роботи котельні є застосування сумісного виробництва теплоти та електроенергії. Це спонукає переобладнати котельню на ТЕЦ.

Створення ТЕЦ на базі Понінківської картонно-паперової фабрики дає змогу використовувати власновироблену електроенергію. Добре відомо, що протитискові турбіни є найекономічними [5, 6], тому вибраний варіант встановлення турбіни Р-6-35/6. Оскільки промислові споживачі споживають пару з тиском 0,6 МПа, то належить установити протитискову турбіну з тиском пари за нею 0,6 МПа.

Встановлення протитискової парової турбіни на перегрітій парі для виробництва власної електроенергії є раціональним, оскільки дозволяє виробляти велику кількість власної електроенергії в межах існуючої котельні завдяки встановленню пароперегрівників на парогенераторах, резервної редукційно-охолоджувальної установки та заміни насосів [7, 8]. Встановлення пароперегрівника дозволяє перегріти пару на виході з котла на 50°C , що відповідно збільшить вироблення електроенергії.

Висновки

Дослідження сумісного виробництва теплової та електричної енергії є найбільш актуальним завданням сьогодення в сучасних умовах та потребує особливо підвищеної уваги суспільства.

Створення ТЕЦ на базі котельні включає наступні етапи:

1. Заміна існуючих парових котлів, які вже давно вичерпали нормативний ресурс роботи, на котли ТС-35, які мають такі самі параметри пари.
2. Установлення трьох (двох робочих і одного резервного) парових котлів та демонтаж водогрійних котлів із наступною їх реалізацією.
3. Оскільки промислові споживачі споживають пару з тиском 0,6 МПа, то належить установити протитискову турбіну з тиском пари за нею 0,6 МПа [7].
4. Установлення бойлерів для постачання гарячої води в систему теплофікації. Бойлери мають бути заживлені парою низького тиску (0,18...0,2 МПа).
5. Установлення протитискової прибудованої турбіни, яка буде заживлена парою з протитиску основної турбіни ($P_{пр} = 0,6$ МПа).
6. Для надійності постачання пари паралельно з турбінами передбачається відпуск пари від редукційно-охолоджувальних установок: РОУ-1 і РОУ-2.
7. Для постачання сухої насиченої пари промисловим споживачам за основною турбіною установлюється охолодна установка (ОУ).

Зважаючи на вищевикладене, наявність парових котлів дозволяє перетворити котельню на ТЕЦ і відмовитись від водогрійних котлів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електроенергетика України: стан і перспективи. URL: <https://blog.youcontrol.market/ieliektroienierghietika-ukrayini-stan-i-pierspiektivii> (дата звернення: 27.09.2024).
2. Переваги та недоліки різних типів генераторів: повний огляд. URL: <https://landlord.ua/agrolife-en/perevagi-ta-nedoliki-riznix-tipiv-generatoriv-rovnij-oglyad> (дата звернення 10.10.2024).
- 3- Сторічні традиції паперового виробництва. URL: <https://uain.press/articles/storichni-traditsiyi-paperovogo-virobnitstva-1672445> (дата звернення: 01.10.2024).
4. Степанов Н. Д., Степанов Д. В. Теплові мережі. Вінниця: ВНТУ, 2009.135 с.
5. Паротурбінна установка типу Р-0,75-0,4/0,03 в турбінному відділенні Охтирської ТЕЦ. Робочий проект. Розділ 2. Тепломеханічні рішення. Кіровоград: ВАТ «Укргіпроцукор», 2008. 60 с.
6. Ткаченко С. Й., Чепурний М.М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел

теплопостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2005. 137 с.

7. Чепурний М. М., Степанов Д. В., Корженко С. Й. Теплові розрахунки парогенераторів. Вінниця: ВНТУ, 2005. 154 с.

8. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем ТЕЦ та ефективності при їх модернізації. Вінниця: ВДТУ, 2004. 60 с.

9. Чепурний М. М. Енергозбережні технології в теплоенергетиці. Навчальний посібник. Вінниця ВНТУ, 2009. 115 с.

10. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Джерела енергії теплотехнології. Вінниця: ВДТУ, 1998. 70 с.

Оникієнко Сергій Миколайович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: onikienkos@gmail.com

Степанов Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stepanovdv@ukr.net

Onykienko Sergiy – student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: : onikienkos@gmail.com

Stepanov Dmytro – candidate of Technical Sciences, associated Professor, Head of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: stepanovdv@ukr.net

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ВИКОПНОГО ПАЛИВА НА ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто шляхи зниження споживання викопного палива в тепловій схемі теплоелектроцентралі цукрового заводу. Проаналізовані варіанти переведення парогенераторів на спалювання паливних гранул з деревини, паливних гранул з соломи, тріски деревини, сухого жому та біогазу. Виявлено найбільш економічно доцільний варіант.

Ключові слова: викопне паливо, біогаз, парогенератор, теплоелектроцентрально, біомаса.

Abstract

Ways to reduce fossil fuel consumption in the thermal scheme of a sugar plant's combined heat and power plant are considered. The options for converting steam generators to burning wood pellets, straw pellets, wood chips, dry pulp, and biogas are analyzed. The most economically feasible option was identified.

Keywords: fossil fuel, biogas, steam generator, combined heat and power plant, biomass.

Вступ

Теперішній стан розвитку цукрової промисловості, якщо брати до уваги і наявні техногенні навантаження на навколишнє середовище викликає необхідність гармонічного розвитку енергетичного, економічного і екологічного сектору господарства в комплексі. Орієнтуючись у цьому напрямку необхідно впроваджувати заходи з пониження вартості та скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів, широкого впровадження технологій з застосуванням відновлювальних і альтернативних джерел енергії, зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Оскільки Україна споживає значні обсяги імпортованих енергоносіїв, то розв'язання наведених задач покращує енергетичну безпеку країни [1].

Оскільки енергомісткість валового внутрішнього продукту України є однією з найвищих у світі, то конкурентність української продукції на світовому ринку зменшується. Особливо енергоємною є цукрова галузь виробництва. Тому впровадження енергозбережних заходів у даній галузі зокрема є першочерговим завданням, від термінів та якості вирішення якого залежить собівартість виробництва кінцевого продукту.

Метою роботи є зменшення споживання викопного палива у парогенераторах ТЕЦ цукрового заводу для забезпечення технології цукрового виробництва шляхом впровадження технологій спалювання біопалива.

Основна частина

Відомо, що підприємства з виробництва цукру потребують значних витрат енергії (оскільки в технологічному циклі переважають процеси нагрівання та кип'ятіння) та матеріалів (обсяги сировини та допоміжних речовин у декілька разів перевищують вихід готової продукції). До того ж, підприємства цукрової галузі продукують великий обсяг відходів, які на сьогодні недостатньо ефективно використовуються і становлять екологічні ризики для довкілля. Варто зауважити, що з усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують саме в цукровому виробництві [2].

На нашу думку актуальною альтернативою викопному паливу та теплоелектроцентралям цукрових заводів є тверда біомаса. Із твердої біомаси набуло поширення використання у енергоустановках деревної тріски (32 %) та гранули із біомаси (9%). Ресурси біомаси загалом в Україні досить великі (21 млн. тон нафтового еквіваленту) [1].

Розглядаючи виробництво цукру безпосередньо від викопаного цукрового буряку можна виділити такі відходи: бурякове бадилля (50 – 70 % від маси переробленого буряку), буряковий жом (70 – 90 %), дефекаційний шлам (8 – 12%), дифузна вода (120%), меляса (4 – 6 %). Потенційною

сировиною для виробництва біогазу саме у межах цукрових заводів (бурякове бадилля на цукровий завод не потрапляє) буряковий жом та меляса.

За даними отриманими із приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» підприємство отримує за добу 4000 тон мокрого жому. Орієнтовний вихід меляси складе 0,25 тони/добу.

Враховуючи заявлений [3] питомий вихід біогазу, потенційний вихід біогазу з відходів даного підприємства складе 680,16 тис. м³/добу, а економічно доцільний потенціал біогазу складе 312,87 тис. м³/добу.

За даними [4] теплота згорання біогазу із вмістом 40% баластних домішок складає 21,5 МДж/м³.

За попередніми розрахунками теплової схеми ТЕЦ приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» тепла потужність ТЕЦ складала 146,87 МВт, тому добова потреба у біогазі (як у основному паливі) складе 655,8 тис. м³/добу. Тобто вказаний вище економічно доцільний потенціал біогазу покриє у сезон цукроваріння 47,7% потреби парогенераторів ТЕЦ у паливі.

Аналізуючи можливість направлення потенційно можливого біогазу не у парогенератори а на енергопотреби двигунів внутрішнього згорання, то у сезон цукроваріння можна виробити 691,36 МВт-год електроенергії на добу. Енергоспоживання обладнання ТЕЦ складає 395,28 МВт-год електроенергії на добу, тобто вироблена у когенераційній установці електроенергія із отриманого біогазу повністю покриє енергопотреби електрообладнання ТЕЦ, а залишки виробленої енергії і електроенергію, вироблену паротурбінною установкою можна направити на інші потреби і у мережу. Але такі перетворення від відходів цукроваріння до електроенергії вимагають значних капіталовкладень на біогазову та когенераційну установки.

Менш затратним шляхом зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ є переведення парогенераторів на спалювання твердої біомаси, оскільки теплоелектроцентральною приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» обладнана системою подавання та зберігання твердого сипкого палива. І для використання у якості джерела теплоти інших палив (твердих) додаткових капіталовкладень не потрібно.

Розглянуті варіанти альтернативного палива такого як : тріска деревини, паливні гранули з деревини, паливні гранули з соломи, сухий жом.

Для оцінки доцільності переведення парогенераторів на спалювання альтернативних джерел енергії розроблено математичну модель і проведено числове дослідження, результати якого наведені у табл. 1. У техніко-економічних розрахунках прийнято таку вартість енергоносіїв: тріска деревини вологістю 14,5% – 5,8 грн/кг; паливні гранули з деревини – 4,13 грн/кг; паливні гранули з соломи – 4,65 грн/кг; жом з врахуванням його сушіння у сушарках на природному газі 3,865 грн/кг.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники варіантів спалювання альтернативних джерел енергії у парогенераторах ТЕЦ

Показник	Розмірність	Тріска деревини	Паливні гранули з деревини	Паливні гранули з соломи	Сухий жом
Річна витрата палива	тис. т	81,11	76,44	92,66	108,15
Загальні експлуатаційні витрати на виробництво теплоти на ТЕЦ	млн. грн.	628,34	451,07	582,79	563,78
Собівартість виробництва енергії на ТЕЦ	грн./ГДж	550,18	394,97	510,3	493,65

Аналіз техніко-економічних показників роботи ТЕЦ, наведених у табл. 1, показав, що найменшу собівартість виробництва енергії має варіант роботи парогенераторів на паливних гранулах з деревини 394,97 грн./ГДж. Енергія вироблена парогенератором, що працює на сушеному жомі має собівартість 493,66 грн./ГДж . Але такий варіант енергозабезпечення потребує забезпечення сушіння жому за допомогою природного газу. Крім того сушеного жому повністю не вистачає для потреб заводу. Собівартість енергії від теплоелектроцентральною, що працює на трісці деревини складає 550,19 грн./ГДж, а при роботі на паливних гранулах із соломи – 600,2 грн./ГДж.

Отже, економічно доцільним джерелом енергії для теплоелектроцентральною є паливні гранули з деревини.

Висновки

Розглянуті варіанти зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ цукрового заводу: виробництво та спалювання біогазу з та без виробництва з нього електроенергії; переведення парогенераторів на спалювання твердої біомаси : паливних гранул з деревини, тріски деревини, паливних гранул з соломи та спалювання жому.

Оцінено потенційні можливості виробництва біогазу на даному цукровому заводі. Встановлено, що відходів даного цукрового заводу у період цукроваріння економічно доцільно виробляти 312,9 тис. м³/добу біогазу, що замінить 47,7% викопного палива на ТЕЦ. У випадку спалювання біогазу у когенераційній установці замість парогенераторів дозволить повністю покрити енергопотреби електрообладнання ТЕЦ і додатково відпускати електроенергію у мережу. Але використання біогазових технологій на даній ТЕЦ призведе до значних капітальних витрат.

Аналіз техніко-економічних показників роботи ТЕЦ на твердій біомасі показав, що найменшу собівартість виробництва енергії має варіант роботи парогенераторів на паливних гранулах з деревини 394,97 грн./ГДж. Енергія вироблена парогенератором, що працює на сушеному жомі має собівартість 493,66 грн./ГДж, на трісці деревини – 550,19 грн./ГДж, на паливних гранулах із соломи – 600,2 грн./ГДж. Отже економічно доцільним шляхом зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ даного цукрового заводу є спалювання у парогенераторах паливних гранул з деревини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перспективи розвитку ринку біомаси в ЄС і Україні. Вплив використання біомаси на зміну клімату. URL: <https://uabio.org/materials/328/>. (дата звернення 18.11.2024 р.)
2. Bordun, I. M., Ptashnyk, V. V., Sadova, M. M., & Chapovska, R. B. (2016). A new method of disposal of beet pulp. *Sugar of Ukraine*, 6-7(126-127), 45–47. [In Ukrainian].
3. Пришляк Н. В., Токарчук Д. М., Паламернко Є. В. Рекомендації з вибору оптимальної сировини для виробництва біогазу на основі експериментальних даних щодо енергетичної цінності відходів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 24. С. 58-66. URL : <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58>.
4. Технології збагачення біогазу. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/8.-Kramar-V.-G.-Tehnologiyi-zbagachennya-biogazu.pdf> (дата звернення 18.11.2024 р.).

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м. Вінниця, e-mail: Stepanovand@i.ua

Храмцов Максим Володимирович, студент групи ТЕ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: laun7758@gmail.com .

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

Khrantsov Maksym V., student of TE-24m group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: laun7758@gmail.com .

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено розрахунок біогазової установки для тваринницької ферми. Проведено розрахунки показників роботи БГУ протягом року, а саме: кількість біогазу, необхідного для реалізації технологічних процесів, кількість товарного біогазу, коефіцієнт товарності БГУ, кількість заміщеного природного газу.

Ключові слова: біогаз, природний газ, біогазова установка, дигестат, органічне добриво.

Abstract

In the work, the calculation of a biogas plant for a livestock farm was carried out. In the work, the calculation of a biogas plant for a livestock farm was carried out. Calculations of biogas plant performance indicators during the year were carried out, namely: the amount of biogas required for the implementation of technological processes, the amount of marketable biogas, the marketability coefficient of biogas plant, the amount of replaced natural gas.

Keywords: biogas, natural gas, biogas plant, digestate, organic fertilizer.

Вступ

Розвиток біоенергетики дає можливість зменшити залежність України від імпортованих енергоносіїв, забезпечити ефективне використання ресурсів [1]. Біоенергетика також відіграє важливу роль у скороченні викидів парникових газів, що особливо актуально у зв'язку з проблемою глобального потепління та зміни клімату.

Перспективний спосіб отримання енергії з біомаси – анаеробне зброджування відходів сільського господарства. Отриманий в результаті цього процесу біогаз має теплоту згорання 20...23 МДж/м³ і може використовуватись для виробництва теплової та електричної енергії. Енергія виробленого в БГУ біогазу може бути використана з отриманням одного, двох чи трьох енергетичних продуктів [2]: теплової енергії (в теплогенераторах); електричної та теплової енергії (когенераційні установки); електричної, теплової енергії та холоду (тригенераційні установки – когенерація + холодильна установка).

В 2022 році в Європі налічувалось 19491 біогазових і 1323 біометанових установок, в той час як в Україні 83 та 1 відповідно [3]. В Європі планують виробляти 35 млрд. м³/рік біогазу до 2030 р, при цьому за сприятливих умов, Україна могла б забезпечити до 20 % цієї потреби. Фахівці Біоенергетичної асоціації України оцінюють потенціал виробництва біогазу та біометану в Україні в 21,8 млрд. м³/рік, причому потенціал Вінниччини по біометану 846 тис. м³. В зв'язку з цим, тема роботи є актуальною.

Мета роботи – дослідження ефективності роботи біогазової установки протягом року.

Основна частина

Ферма налічує 1500 голів худоби (650 дійних корів, 400 биків, 450 шт молодняку). Для анаеробного зброджування в метантенк подається також кофермент (силос кукурудзи) в кількості 500 т. Температура зброджування 32 °С. Температуру навколишнього середовища та швидкість вітру взято з ДБН Будівельна кліматологія [4]. Температуру сировини, що подається на підігрів, взято від 5 °С до 15 °С. Теплоту згорання біогазу взято 23 МДж/м³. Вологість субстрату 90%.

В результаті розрахунків визначено геометричні розміри метантенка, кількість виробленого біогазу, кількість біогазу, необхідного для реалізації технологічного процесу, кількість товарного біогазу, кількість заміщеного природного газу. Отримані результати представлені на рис. 1-3.

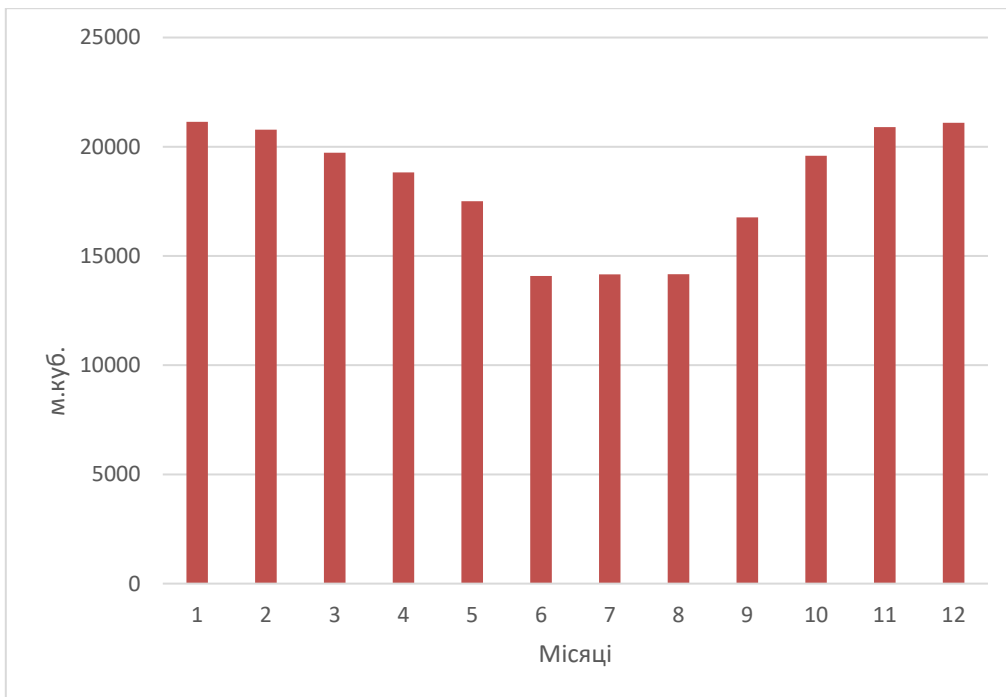


Рисунок 1 – Кількість біогазу, необхідна для реалізації технологічного процесу, м³

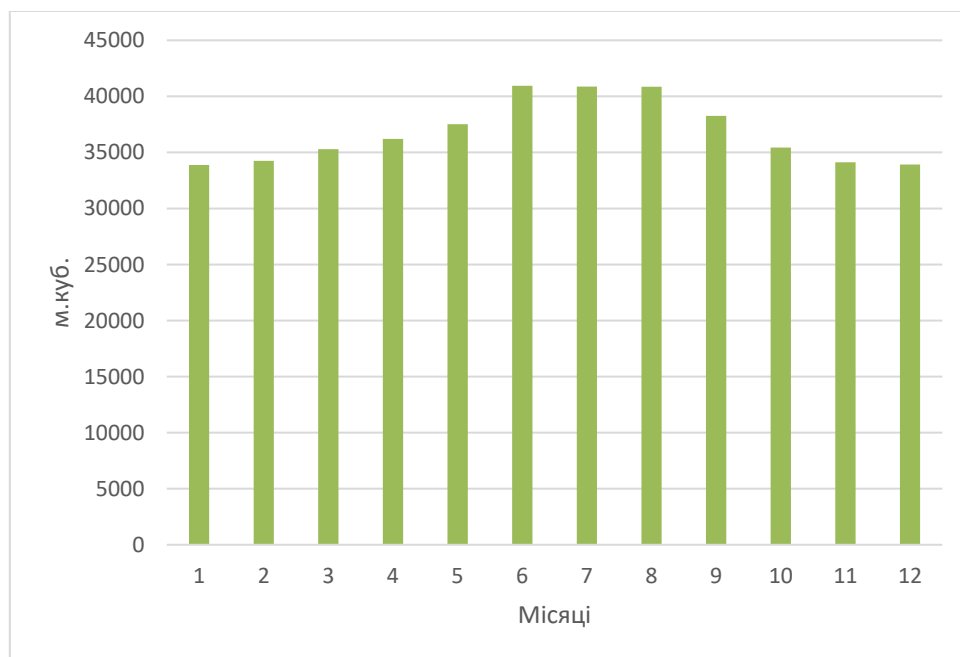


Рисунок 2 – Кількість товарного біогазу, м³

Для обраної технології зброджування та сировини, річний вихід біогазу становить 660270 м³. Щомісяця в середньому утворюється 51863 м³ біогазу. Для реалізації технологічного процесу (витрати теплоти на підігрівання сировини, втрати теплоти поверхнею метантенка, витрати на перемішування субстрату) витрачається від 27 % до 40 % від виробленого біогазу. Для зменшення втрат теплоти, необхідно підбирати якісні матеріали для виготовлення біогазової установки. Кількість товарного біогазу становить від 65 % до 78 % від виробленого. Товарний біогаз можна збагачувати до біометану, і подавати в газові мережі, або спалювати в котлі чи когенераційній установці. Зброджену масу (дигестат) використовують в якості добрив.

Крім того, нами оцінено кількість природного газу, що можна замістити (по відношенню до товарного біогазу). Теплоту згорання природного газу взято 35 МДж/м³.

Таким чином, біогазові технології дозволяють не лише проводити утилізацію відходів, а й отримувати енергоносії – біогаз, а також замішувати викопні види палива.

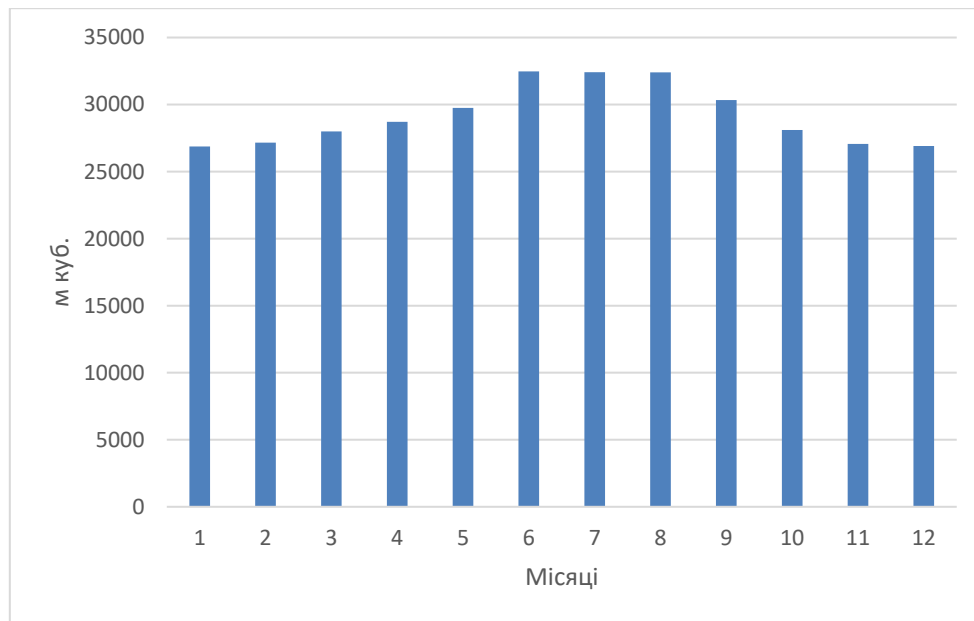


Рисунок 3 – Кількість заміщеного природного газу

ВИСНОВКИ

В роботі проведено розрахунок біогазової установки для тваринницької ферми з 1500 голів худоби. Згідно розрахунків середньомісячна кількість виробленого біогазу становить 51863 м^3 . Визначено розміри метантенка. Проведено розрахунки показників роботи БГУ протягом року, а саме: кількість біогазу, необхідного для реалізації технологічних процесів, кількість товарного біогазу, коефіцієнт товарності БГУ. Для реалізації технологічного процесу (витрати теплоти на підігрівання сировини, втрати теплоти поверхнею метантенка, витрати на перемішування субстрату) витрачається від 27 % до 40 % від виробленого біогазу. Кількість товарного біогазу становить від 65 % до 78 % від виробленого. Кількість заміщеного природного газу становить від 26870 м^3 до 32470 м^3 на місяць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г.Г. Науково-технічні засади виробництва енергії з біологічних видів палива. Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня д.т.н. за спеціальністю 05.14.08. Київ. 2021 р. 38 с. URL: <http://itf.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/02/avtoreferat-geletuhi-g.g..pdf>
2. Ткаченко С.Й., Степанов Д.В., Степанова Н.Д. Аналіз соціальної та енерго- і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. №2. С.34 – 41.
3. Стан та перспективи розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/1.-Geletuha-G.-G.-Stan-ta-perspektyvy-rozvytku-biogazovyh-tehnologij-u-krayinah-YES.pdf>
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Мінрегіонбуд України. К.: Укрархбудінформ, 2011. 123 с.

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net
Лазик Максим Володимирович, студент гр. ВДЕ 23 б, lazikmaksim@gmail.com
Калашник Євгеній Юрійович, студент гр. ВДЕ 23 б, kalashnykevgenij@gmail.com
Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА В СУЧАСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Низькотемпературне централізоване теплопостачання є ефективною, екологічно чистою та економічно вигідною технологією, яка відіграє ключову роль у трансформації та декарбонізації систем теплопостачання. Воно забезпечує оптимальну інтеграцію відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та геотермальна енергія, а також використання відпрацьованого тепла. Обговорюються економічні переваги цієї технології, відповідність температурним рівням у будівлях і системах теплопостачання, практичні приклади її застосування, конкурентоспроможність та стратегічні підходи до переходу міст з традиційними системами централізованого теплопостачання на низькотемпературні рішення.

Ключові слова: Низькотемпературне централізоване теплопостачання, енергетичний перехід, інтеграція відновлюваних джерел тепла

Abstract

Low-temperature district heating is an efficient, environmentally friendly, and economically advantageous technology that plays a key role in the transformation and decarbonization of heating systems. It ensures optimal integration of renewable energy sources, such as solar and geothermal energy, as well as the utilization of waste heat. The economic benefits of this technology, its compatibility with temperature levels in buildings and heating systems, practical examples of its application, competitiveness, and strategic approaches for transitioning cities from traditional district heating systems to low-temperature solutions are discussed.

Keywords: Low-temperature district heating, energy transition, integration of renewable heat sources.

Вступ

У багатьох містах України системи централізованого теплопостачання використовуються для транспортування теплоти через трубопроводи від джерел до будівель і процесів, що потребують енергії. Частково джерелами теплоти є вторинна енергія, що залишається від промислових процесів і роботи теплових електростанцій, які генерують надлишкову теплоту. Частина теплоти також надходить з відновлюваних джерел, таких як сонячні теплові системи або геотермальні свердловини. Наразі викопне паливо продовжує бути основним джерелом енергії, однак у майбутніх системах централізованого теплопостачання ринкові умови суттєво зміняться.

Очікується, що завдяки заходам з підвищення енергоефективності [1, 2] попит на теплоту скоротиться, а відновлювані джерела енергії та рециркуляція залишкової теплоти поступово замінять традиційні енергетичні системи, що базуються на викопному паливі. Це передбачає необхідність модернізації технологій централізованого теплопостачання для досягнення цілей декарбонізації. Зниження температури розподілу тепла стане ключовим чинником для забезпечення ефективності систем, що працюють на основі відновлюваних джерел енергії. Перехід від традиційних систем централізованого теплопостачання до повністю декарбонізованих рішень сприятиме досягненню міжнародних, національних і місцевих цілей зі зниження викидів CO₂. Таким чином, розвиток і впровадження низькотемпературних мереж централізованого теплопостачання є важливим і пріоритетним завданням.

Метою роботи є оцінка переваг та конкурентоспроможності низькотемпературних систем централізованого теплопостачання.

Основна частина

Напрямок теплової енергетики до декарбонізації породжує і без того нагальне питання використання відновлюваних джерел енергії, які в свою чергу викликають необхідність впровадження низькотемпературних систем теплопостачання. Із систематизації інформації в даному питанні авторів [3] можна зробити висновки, що в Україні існують кліматичні та фізико-географічні передумови для запровадження низькотемпературних систем теплопостачання. Але все ще існує ряд перешкод, які не дозволяють впроваджувати низькотемпературні системи в Україні незважаючи на їх реальні переваги, на яких ми і сконцентруємо свою увагу.

Переваги низькотемпературних систем

Розподіл теплоти з температурою прямої мережної води нижче 70 °С значно підвищує економічну доцільність використання геотермальної енергії, теплових насосів (ТН), промислової надлишкової теплоти, сонячних колекторів, утилізаторів теплоти димових газів та систем зберігання тепла в централізованому теплопостачанні.

Основні чинники підвищення ефективності:

1. Більша кількість теплоти може бути отримана з геотермальних свердловин завдяки можливості повернення геотермальної рідини з нижчою температурою назад у землю.

2. Зменшення електроспоживання теплових насосів під час перенесення теплоти з джерел, температура яких нижча за температуру прямої мережної води, оскільки в конденсаторах ТН можна використовувати знижений тиск.

3. Значніша кількість надлишкової теплоти може бути використана, оскільки теплоносії із нижчою температурою матиме менші тепловтрати при транспортуванні через низьке випромінювання в навколишнє середовище.

4. На парових теплоелектроцентралях (ТЕЦ) виробляється більше електроенергії з одиниці використаного палива, оскільки зниження тиску пари в конденсаторах турбін дозволяє досягти більш високого співвідношення між потужністю і тепловою.

5. Більш висока теплоємність досягається завдяки можливості використовувати знижені температури зворотного теплоносія разом із високими температурами теплоносія, отриманими від високотемпературних джерел теплоти.

6. Зменшення тепловтрат під час розподілу досягається за рахунок меншої середньої різниці температур між теплоносійми в трубопроводах і навколишнім середовищем.

До додаткових переваг належать зменшення ризику малоциклової втоми сталевих труб (завдяки меншій варіації температур подачі, менший перепад температур уздовж потоку, що дозволяє знизити температуру подачі на теплопостачальних станціях (оскільки тепловтрати скорочуються), а також зниження ризику опіків під час технічного обслуговування труб (у високотемпературних системах траплялися нещасні випадки зі смертельними наслідками).

Перешкоди щодо виконання низькотемпературних систем

Основними перешкодами для зниження температури в системах централізованого теплопостачання є поява різноманітних несправностей на центральних та індивідуальних теплових пунктах, які необхідно оперативно усувати.

Крім того, для ефективної роботи централізованого теплопостачання потрібно забезпечити належне технічне обслуговування та автоматичне виявлення несправностей на індивідуальних теплових пунктах будівель.

Використання низькотемпературних систем теплопостачання викликає необхідність до збільшення поверхонь нагріву палювальних приладів в існуючих будівлях. У довгостроковій перспективі зниження температури теплопостачання стане можливим завдяки енергомодернізації, що зменшить потребу в теплоті для існуючих будівель і дозволить знизити температуру, необхідну для їхнього опалення, з урахуванням часто завищених потужностей наявних систем.

Грамотне проектування нових опалювальних установок (як у нових, так і в існуючих будівлях) із використанням надійних компонентів сприятиме подальшому зниженню температури. До сучасних передових технологій у цій сфері належать квартирні станції для гарячого водопостачання, доступні ззовні, та «розумні» термостати зворотної лінії з функцією автоматичного балансування. Для розробки нових систем опалення та гарячого водопостачання необхідні стандарти, які враховують використання низькотемпературного опалення на базі відновлюваних джерел теплоти.

Конкурентоспроможність низькотемпературного централізованого теплопостачання

Питання підвищення ефективності експлуатації часто пов'язується зі зниженням температури в системах і оптимізацією технічних конфігурацій для низькотемпературного розподілу тепла. Водночас, конкурентні переваги низькотемпературних рішень залишаються менш обговорюваними. Впровадження окремих низькотемпературних рішень для централізованого теплопостачання або комбінація традиційного теплопостачання з низькотемпературними технологіями може посилити конкурентоспроможність бізнес-моделі централізованого теплопостачання. Спочатку розглядається загальна бізнес-модель з національної точки зору, а потім переходять до детального аналізу вартості розподілу тепла у контексті низькотемпературного теплопостачання. Низькотемпературні бізнес-моделі можуть ефективно доповнювати традиційні системи централізованого теплопостачання. Головна перевага такої комбінації для існуючих систем чи нових інвестицій полягає у використанні локальних ресурсів, що знижує вуглецевий слід.

У цифрову епоху важливу роль відіграють діалог та довгострокові відносини між постачальниками та споживачами низькотемпературного теплопостачання, що підвищує якість співпраці. Низькотемпературний ринок централізованого теплопостачання поки що малорозвинений, тому увага зосереджена на створенні функціональних і технічних рішень, а не одночасному економічному обґрунтуванні. Для майбутніх проектів рекомендується паралельний розвиток. Контроль витрат на розподіл теплоти в системах централізованого теплопостачання є критично важливим для збереження їхньої конкурентоспроможності. Основну частину цих витрат складають питомі капітальні витрати, які особливо високі в районах з низькою щільністю теплового потоку.

Друга за значенням складова – це втрати теплоти в системах розподілу. Знизити витрати на розподіл можливо, головним чином, завдяки використанню низькотемпературних технологій, які дозволяють зменшити теплові втрати, тоді як капітальні витрати можуть зменшуватися лише за рахунок застосування пластикових труб. Крім того, ТЕЦ має бути здатною постачати теплоту від низькотемпературних джерел, які, ймовірно, матимуть нижчу собівартість виробництва теплоти. У районах із низькою щільністю теплового потоку зниження витрат на виробництво теплоти та зменшення теплових втрат, досягнуті завдяки ТЕЦ, не можуть повністю компенсувати високі питомі капітальні витрати. Таким чином, підвищити загальну конкурентоспроможність централізованого теплопостачання за допомогою ТЕЦ в таких районах є проблематичним.

Висновки

Низькотемпературне централізоване теплопостачання вже має реальні технології та методи для впровадження. Також, зменшення енергоспоживання сприятиме зниженню температури в системах теплопостачання. Водночас, наявні технології та методи мають потенціал для вдосконалення через дослідження та розробки.

Основною перешкодою для інвестицій у низькотемпературне централізоване теплопостачання є небажання змінювати усталені підходи. Економічна ефективність таких систем здатна знизити середню вартість теплоти у майбутніх мережах, проте в поточних системах потенціал економії обмежений. Це означає, що економічний аспект поки не є достатньо переконливим стимулом для масового переходу до декарбонізованих систем теплопостачання. Крім того, старі інституційні норми мають бути переглянуті та приведені у відповідність до потреб низькотемпературного теплопостачання. Впровадження цієї технології є менш складним, ніж здається, але вимагає чіткої організації та належного планування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII: станом на 04 червня 2024 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T172118?an=693> (дата звернення: 18.11.2024).
2. ДБН В.1.2-11:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. Чинний від 2022-09-11. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 17 с.
3. Савченко, О., Юркевич, Ю., & Возняк, О. (2024). Оцінка можливості впровадження низькотемпературних систем централізованого тепlopостачання в Україні. *Екологічна безпека та природокористування*, 49(1), 17–33. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.17-33>

Снісарчук Дмитро Михайлович – аспірант групи 144-23а, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: snisarchuk1992@gmail.com

Степанова Наталія Дмитрівна – канд. тех. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Stepanovand@i.ua

Snisarchuk Dmytro M. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, snisarchuk1992@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено розрахунок біогазової установки для тваринницької ферми. Проведено розрахунки показників роботи БГУ протягом року, а саме: кількість товарного біогазу, кількість біометану, кількість та склад відхідних газів процесу очищення біогазу. Визначено кількісні параметри процесу. Проаналізовано способи утилізації та використання відхідних газів процесу збагачення біогазу.

Ключові слова: біогаз, біометан, вуглекислий газ, азот, уловлювання і зберігання вуглецю, сухий лід.

Abstract

In the work, the calculation of a biogas plant for a livestock farm was carried out. Calculations of the performance indicators of the biogas plant during the year were carried out, namely: the amount of commercial biogas, the amount of biomethane, the amount and composition of waste gases from the biogas purification process. Quantitative parameters of the process are determined. Methods of disposal and use of waste gases of the biogas enrichment process are analyzed.

Keywords: biogas, biomethane, carbon dioxide, nitrogen, carbon capture and storage, dry ice.

Вступ

В Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року [1] наводяться заходи з декарбонізації енергетики. Виділено такі політики і заходи: енергоефективність; відновлювана енергетика; модернізація та інновації; трансформація ринку та інституцій. Особлива увага тут приділяється виробництву біогазу та розширенню його використання для виробництва теплової й електричної енергії.

Для виробництва біогазу використовується різноманітна сировина: відходи тваринництва, поживні рештки, покривні культури, енергетичні культури, відходи харчової промисловості, водорості, промислові стоки, що містять органіку, тощо [2]. В результаті анаеробного зброджування утворюється газ, що містить 50 – 80 % об. метану, 19 – 50 % об. CO₂, водяну пару, азот, кисень, сірководень, інші домішки. Перед закачуванням біогазу до газотранспортної системи, він має бути очищений. Утворений продукт – біометан, має містити більше 95 % метану [3]. Для цього використовують 6 основних технологій збагачення біогазу [4]: мембранна сепарація, криогенна сепарація, хімічна абсорбція, фізична абсорбція органічними сорбентами, абсорбція водою, адсорбція зі зміною тиску. Методи мають різну ефективність, дозволяють вловлювати 96 ...99,9 % метану з біогазу. У відхідних газах процесу очищення є CO₂, азот, а також метан (внаслідок недосконалості процесу очищення).

Мета роботи – дослідження ефективності роботи біогазової установки протягом року, аналіз способів використання та утилізації відхідних газів процесу очищення біогазу.

Основна частина

Для сільськогосподарської ферми, що налічує 1500 голів худоби (650 дійних корів, 400 биків, 450 шт. молодняку) проведено розрахунок біогазової установки та визначено: кількість виробленого біогазу, кількість біогазу, необхідного для реалізації технологічного процесу, кількість товарного біогазу, проведено розрахунок матеріального балансу очищення біогазу до біометану. В розрахунках прийнято такий склад біогазу: CH₄=55%, CO₂=55%, H₂O=1%, N₂=1%. Склад біометану: CH₄=97%, CO₂=1,5%, N₂=1,5%. Ступінь вилучення води взято 100 %, азоту – 50 %, втрати метану в системі очищення 2%. Визначено масові частки компонентів біогазу та біометану, масову та об'ємну витрату компонентів біогазу, біометану, відхідних газів процесу очищення. Результати розрахунків показано на рис. 1-2.

Отже, в середньому з біогазової установки можна отримати 33880...40939 м³/місяць товарного біогазу, а після його збагачення 19217...23221 м³/місяць біометану (рис. 1).

Перед основним очищенням, біогаз охолоджують з метою видалення водяної пари. Для умов розрахунку, можна отримати від 274 до 331 кг/місяць води, що може бути використана в процесі анаеробного зброджування.

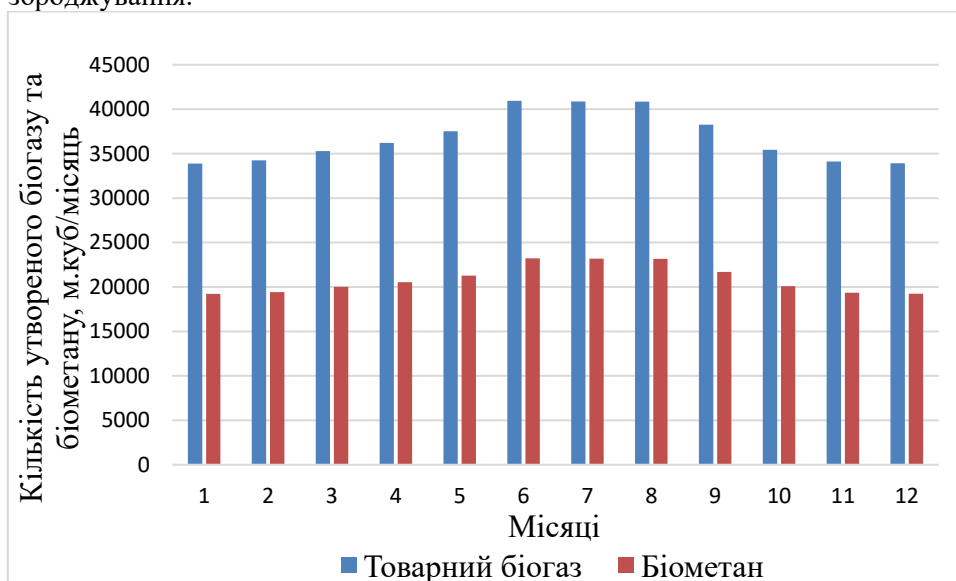


Рисунок 1 – Кількість товарного біогазу та біометану, що можна отримати протягом року, м³

У відхідних газах процесу очищення міститься вуглекислий газ (рис. 2), азот, метан.

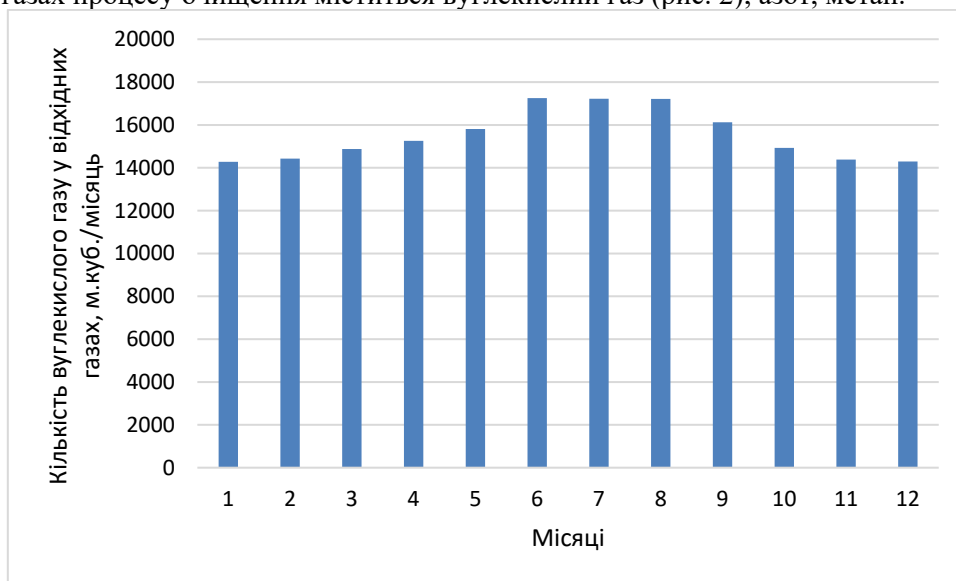


Рисунок 2 – Кількість вуглекислого газу, що отримується в процесі очищення, м³

Визначено, що азоту виділяється в процесі очищення 169...205 м³/місяць, метану втрачається 372...450 м³/місяць.

Оскільки CO₂ і метан є парниковими газами, викидати в навколишнє середовище їх недоцільно. Проаналізовано літературну інформацію по способах утилізації чи використанню вуглекислого газу.

Вуглекислий газ використовують в теплицях [5, 6]. Одним із способів використання CO₂ – це виробництво з нього сухого льоду (технічного, харчового). Сухий лід може використовуватись в теплицях [5], в кріобластингу [7].

В роботі [8] проведені дослідження застосування вуглекислого газу для вилучення залишкової нафти з обводнених нафтових покладів. Цей напрямок, як видно з результатів, є досить перспективним як для України і також широко використовується за кордоном.

Отриманий в процесі очищення вуглекислий газ можна також утилізувати за допомогою CCS технологій [9], однак в Україні ці методи не використовуються.

Від метану у відхідних газах позбуваються за допомогою таких методів [10]: регенеративне термічне окислення; регенеративне каталітичне окислення; кріогенна дистиляція; додавання до горючих газів з подальшим спалюванням та виробленням енергії.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено розрахунок біогазової установки для тваринницької ферми. Проведено розрахунки показників роботи БГУ протягом року, а саме: кількість товарного біогазу, кількість біометану, кількість та склад відхідних газів процесу очищення біогазу. Визначено кількісні параметри процесу: вихід товарного біогазу 33880...40939 м³/місяць, вихід біометану 19217...23221 м³/місяць, кількість води від 274 до 331 кг/місяць води, кількість утвореного СО₂ в процесі очищення 14277 – 17251 м³/місяць. Проаналізовано способи утилізації та використання відхідних газів процесу збагачення біогазу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стратегія низьковуглецевого розвитку України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/pom-yakshennya-zminy-klimatu/strategiya-nyzkovugletsevogo-rozvytku-ukrayiny-do-2050-roku/>
2. Кучерук П. П. Види та властивості сировини для виробництва біогазу. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/2.-Kucheruk-P.-P.-Vydy-ta-vlastyivosti-syrovyny-dlya-vyrobnystva-biogazu.pdf>
3. Технічні умови приєднання до газорозподільної системи виробників біометану. РГК Вінницязгаз. URL: <https://vn.dsoua.com/app.php/ua/files/43631/1>.
4. Крамар В.Г. Технології збагачення біогазу та їх характеристики. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2023 р. №1. С. 64 – 74.
5. Навіщо у теплицях розкладають сухий лід? URL: <https://novatepica.com.ua/uk/zachem-v-tepliczah-raskladyvayut-suhoy-led/>
6. Користь СО₂ у вирощуванні рослин. URL: <https://grow.in.ua/uk/blog/technology/blogart76>
7. Кріогенний бластинг. URL: <http://cryogen.com.ua/catalog/dry-ice/dry-ice-blasting/>
8. Кондрат Р. М., Серединський Д. Ю., Кондрат О. Р. Дослідження застосування вуглекислого газу для вилучення залишкової нафти з обводнених нафтових покладів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2010. №2. С.26-30
9. Уловлювання та зберігання вуглецю. URL: https://bellona.org/assets/sites/4/UKRAINE_CCS_Energy_Security_Industry_Ukrainian.pdf
10. Технології збагачення біогазу. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/8.-Kramar-V.-G.-Tehnologiyi-zbagachennya-biogazu.pdf>

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

Гусар Сергій Васильович, студент гр. ТЕ-22 б, ФБЦЕІ, gysarsergeite22b@gmail.com

Bodnar Liliia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Husar Serhii, student, gysarsergeite22b@gmail.com

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ В КОТЕЛЬНЯХ НА БІОМАСІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В котельнях на біомасі, при спалюванні органічного палива, утворюються димові гази, які мають в своєму складі частку шкідливих викидів. Перевищення граничнодопустимих норм рівня шкідливих викидів у нашій країні є забороненим і чітко контролюється державними нормативними актами. Це зумовлює необхідність застосування методів та засобів для очищення димових газів в котельнях на біомасі.

Ключові слова: димові гази; первинний та вторинний методи; комбінований метод; котельня на біомасі.

Abstract

Biomass boilers, when burning organic fuels, produce flue gases that contain a share of harmful emissions. Exceeding the maximum permissible emission levels in our country is prohibited and strictly controlled by state regulations. This necessitates the use of methods and means for flue gas cleaning in biomass boilers.

Keywords: flue gases; primary and secondary methods; combined method; biomass boiler house.

Вступ

Сьогоднішні реалії унеможливають вироблення необхідної кількості енергії без використання органічного палива [1]. Це недоцільно як з економічної точки зору, так і відносно розвіданих запасів традиційних видів палива. З іншого боку, використання органічного палива передбачає його спалювання в котельнях. При спалюванні органічного палива утворюються димові гази, які мають в своєму складі частку шкідливих викидів: частки незгорілого палива, оксиди азоту, оксиди сірки, сажу, золу, продукти неповного згорання, канцерогенні речовини. У нашій країні негативний вплив шкідливих викидів на навколишнє середовище контролюється державними нормативними актами, тому виникає необхідність впровадження засобів і методів, застосування яких надає змогу зменшити вміст токсичних речовин у викидах до рівня, не перевищуючого норму [2].

Проаналізувавши існуючі наукові праці у даному напрямку [3], автори дослідження прийшли до висновку, що в умовах сьогодення вимоги до обмеження шкідливих викидів постійно зростають, що робить особливо актуальною задачу підбору економічно-доцільних методів та засобів очищення димових газів в котельнях на біомасі.

Результати дослідження

Дослідивши дане питання, автори дослідження визначили чотири основних методи зниження рівня шкідливих викидів [4]: очистка палива і окислювача від речовин, які можуть утворювати шкідливі викиди; подавлення утворювання шкідливих викидів; випалення шкідливих викидів; очистка димових газів від шкідливих викидів.

Для створення можливості очистки димових газів від шкідливих викидів використовують первинний та вторинний методи. Первинний метод включає в себе ефективну підготовку органічного палива для попередження утворення шкідливих викидів на початковому етапі [5]. Вторинний метод включає в себе зниження концентрації утворених шкідливих викидів за допомогою використання газоочисного обладнання на завершальному етапі [6].

Очищення від оксидів азоту димових газів застосовуючи первинний метод є менш затратний, але і низько ефективним у зв'язку з зростом хімічного недопалу та необхідністю улаштування додаткових інженерного обладнання. Вторинний метод очищення димових газів від оксидів азоту є найоптимальнішим рішенням, до якого належать: заходи з установки циклонів, мультициклонів, скрубєрів, електрофільтрів, рукавних фільтрів; засіб хімічної очистки димових газів (окисні, відновні, сорбційні). Найбільш дієвим є відновний засіб хімічної очистки димових газів від оксидів азоту: селективне не-

каталітичне відновлення і відновлення з оксидів металів при взаємодії каталізатора [7].

Очищення димових газів від окису вуглецю при неповному згорянні палива досягається первинним методом. Найкращих результатів можна досягти використовуючи оптимальну конструкцію камери згорання, технологію підготування палива, та застосовуючи ефективний розподіл повітря в топковій камері [8].

Очищення димових газів від оксидів сірки найоптимальніше відбувається за застосовуючи подвійну лужну десульфуризацію та напівсуху десульфуризацію [9].

Очищення димових газів від золи найефективніше проходить за використання вторинного методу: циклонів, мультициклонів, мокрих інерційних золоуловлювачів, електрофільтрів, рукавних фільтрів [10].

В котельнях на біомасі найефективнішим є використання двоступеневої системи очищення [11], яка базується на вторинному методі і складається з заходів установаження мультициклонів у поєднанні з рукавними фільтрами в залежності від потужності котельні. Ефективність використання мультициклонів складає 95% у порівнянні з 65% для циклонів. Використовуючи електрофільтри можна досягти 99,5 % ефективності, але це рішення не є економічно доцільним і є складним в експлуатації, тому кращою альтернативою є використання рукавних фільтрів у яких ефективність може досягати 99,99%, які хоч і є дорого вартісними, але залишаються найбільш ефективними.

Висновки

Встановлено, що існує велика різноманітність обґрунтованих методів та засобів очищення димових газів в котельнях на біомасі, але широке застосування знайшли лише економічно вигідні і технологічно прості варіанти [12]. В даний час найкращим рішенням є використання комбінованого методу, який складається з індивідуального симбіозу вищезазначених методів для конкретної котельні на біомасі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. С. Й. Ткаченко і Д. В. Степанов, «ТЕХНОГЕННІ РИЗИКИ СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГОНОСІВ З ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ», СучТехнБудів, вип. 15, вип. 2, с. 141–146, Квіт 2023.
2. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Т III. – Донецьк: 2004. – 118 с.
3. Жовмір М.М. Аналіз умов горіння сумішей летких з повітрям при спалюванні біомаси. Відновлювана енергетика. 2014. № 4. С. 81—86.
4. Гайдай О.І. Оцінка життєвого циклу виробництва теплової енергії з твердого біопалива за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів. Автореферат дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2016.
5. Енергетичне використання агровідходів. Що варто знати про організаційні і технічні рішення. Аналітична записка UABIO № 24. [h ps://uabio.org/materials/8685/](https://uabio.org/materials/8685/).
6. Жовмір М.М., Будько М.О. Особливості застосування нормативних документів щодо обмеження емісії забруднюючих речовин при спалюванні біомаси. Відновлювана енергетика. 2019. № 2. С. 79—90. [h ps://doi.org/10.36296/1819-8058.2019.2\(57\).79-90](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2019.2(57).79-90).
7. Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 541 від 22.10.2008. [h ps://zakon.rada.gov.ua/laws/ show/z1110-08#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08#Text).
8. Наказ Мінприроди від 27.06.2006 № 309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел». [h p://zakon2.rada.gov.ua/laws/ show/z0912-06](https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06).
9. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-19. [h p://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2059-19](https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2059-19).
10. ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд». [h ps://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0214509-03](https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0214509-03).

11. Закон України «Про охорону навколишнього середовища». Ст. 20. <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1264-12/print1452598383657738>.

12. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка UABIO № 7. <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-7-ua.pdf>.

Паламарчук Микола Олександрович, аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: padamarcukn@gmail.com

Palamarchuk Mykola O., postgraduate student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : padamarcukn@gmail.com

ІЗОЕНТРОПІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПРЕСОРА ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Показані чинники, які спричиняють необоротність процесів в тепловому насосі. Проаналізовані фактори, які впливають на ізоентропійну ефективність компресора теплового насоса та методи для її визначення.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, ізоентропійна ефективність, тепловий насос, компресор.

Abstract

The factors that cause the irreversibility of processes in the heat pump are shown. Factors affecting the isentropic efficiency of the heat pump compressor and methods for its determination are analyzed

Key words: renewable energy sources, isentropic efficiency, heat pump, compressor

Вступ

Необхідність зменшення обсягів парникових газів та зменшення шкідливого впливу на довкілля, обумовлює розвиток екологічно чистих технологій постачання холоду та теплової енергії на основі поновлюваних джерел енергії. Теплові насоси (ТН) використовують енергію навколишнього середовища або відпрацьовану теплоту, тобто володіють значним потенціалом щодо зменшення споживання первинної енергії і як наслідок скорочують викиди парникових газів. Для надійної оцінки економічної та екологічної ефективності теплового насоса для роботи в режимі опалення та/або охолодження необхідні знання про його енергоефективність. Цей показник енергоефективності називається коефіцієнтом перетворення теплоти COP (Coefficient Of Performance), і для компресійних теплових насосів виражає співвідношення згенерованої теплової потужності Q та споживаної електричної потужності N компресором. COP змінюється залежно від різниці між температурою конденсації та температурою випаровування, типу холодоагенту (ХА), засобів керування системою, ефективності допоміжного обладнання, наприклад вентиляторів, насосів тощо. За ідеального циклу теоретичний максимальний COP теплового насоса описується ККД циклу Карно, який залежить від температури конденсації і випаровування, а на ефективність дійсного циклу ТН впливає ряд факторів, які знижують COP теплового насоса, зокрема ефективність компресора. Мета роботи – проаналізувати фактори, які впливають на ізоентропійну ефективність компресора теплового насоса та методи її визначення.

Основна частина

Принцип роботи ТН наступний: робоче тіло (ХА) за низької температури і тиску поступає у теплообмінник випарника у рідкому стані, де за постійного тиску і температури випаровується. Насичена пара ХА подається в компресор. В компресорі пара ХА ізоентропійно (адіабатно) стискається, а її температура і тиск підвищується. З компресора перегріта пара поступає в конденсатор. В теплообміннику конденсатора газоподібний холодоагент за постійного тиску і температури переходить в рідкий стан, тепла енергія передається споживачам, а ХА поступає в дросельний вентиль, де адіабатно дроселюється, що супроводжується сталою ентальпією, за рахунок чого відбувається зниження тиску холодоагента до тиску у випарнику [1, 2]. Описаний цикл ТН є ідеалізованим.

Відхилення дійсного циклу ТН від ідеального обумовлене падінням тиску у випарнику і конденсаторі, коли робоче тіло проходить через теплообмінник, що проявляється у відхиленні від

ізотермічних умов під час теплообміну, втратами в трубопроводах між конденсатором і дросельним вентиляем, які викликають деяке випаровування, що погіршує роботу дроселя і втратами в компресорі.

Вплив на дійсний цикл спричиняє той фактор, що компресор ТН повинен стискати суху пару ХА, а робоче тіло до входу в компресор має бути дещо перегріте. Перегрівання пари створює зону безпеки для зменшення ймовірності потрапляння крапель рідини в компресор. Тому в дійсному циклі пара в компресор поступає перегрітою.

Друге суттєве відхилення від ідеалізованого циклу визначається ККД компресора. Через теплообмін між холодоагентом і компресором та наявність тертя робочого тіла всередині компресора, підвищення ентальпії в ньому більше, ніж в ідеальному циклі, що також підвищує температуру на виході з компресора. Надлишкове підвищення ентальпії оцінюється ізентропійним ККД. Ізентропійний та механічний ККД компресора є важливими показниками, які впливають на СОР дійсного циклу теплового насоса [3].

Ізентропійна ефективність η_s (ізентропійний ККД) базується на порівнянні фактичної продуктивності пристрою з тією, яка мала б місце, якби пристрій був адіабатним, а також оборотним (тобто ізентропійним). Ізентропійний ККД η_s визначається як відношення роботи для ізентропійного процесу стиснення W_{comps} до дійсної роботи стиснення реального компресора W_{comp} [4]

$$\eta_{comps} = \frac{W_{comps}}{W_{comp}} = \frac{h_{2s} - h}{h_2 - h}, \quad (1)$$

де h_1 – ентальпія пари на вході в компресор; h_{2s}, h_2 – ентальпія пари ХА на виході з компресора для $s=\text{const}$ та для дійсного циклу відповідно.

Очевидно, що для одного і того ж самого компресора ізентропійний ККД буде різним на різних холодоагентах, оскільки відрізняються їх термодинамічні характеристики. На однаковому ХА компресор також буде показувати різний ізентропійний ККД для різних тисків і температур, оскільки термодинамічні характеристики газу для різних фізичних умов, різні. Наприклад, в [5] показано, що ізентропійна ефективність компресора η_{comps} змінюється від 65 % до 97%, а коефіцієнт перетворення теплоти при цьому майже лінійно збільшується від 3,8 до 5,4. Ізентропійний ККД компресора також змінюється для різних циклів ТН.

Є різні підходи до оцінки ізентропійної ефективності компресора ТН. Наприклад, в [6] показано, що ізентропійна ефективність (внутрішній адіабатний ККД) компресора ТН, який працює на фреоні R600a, визначається за рівнянням

$$\eta_{\text{вн}} = 0,98 \frac{273 + t_0}{273 + t_k}, \quad (2)$$

де t_0 – температура кипіння фреону у випарнику; t_k – температура конденсації фреону.

Оцінюється η_{comps} також за допомогою поліноміальних кореляцій, де ізентропійна ефективність компресора є функцією міри стиснення, об'ємної витрати на вході компресора, температури випаровування t_e та конденсації t_k [4, 7, 8]

$$\begin{aligned} \eta_{comps} &= \alpha_0 + \alpha_1 r_p + \alpha_2 r_p, \\ \eta_{comps} &= \alpha_1 + \alpha_2 r_p + \alpha_3 V_{comp} + \alpha_4 r_p^2 + \alpha_5 r_p V_{comp} + \alpha_6 V_{comp}, \\ \eta_{comps} &= f(t_c, t_e) = -\alpha_1 t_c^2 + \alpha_2 t_c - \alpha_3 t_e - \alpha_4 t_e + \alpha_5 t_c t_e - \alpha_6, \end{aligned} \quad (3)$$

де $\alpha_0 \dots \alpha_6$ – коефіцієнти полінома; $r_p = P_3/P_2$ – коефіцієнт стиснення, який є відношенням тиску конденсації до тиску випаровування; V_{comp} – об'ємна витрата на вході компресора.

Порядок поліномів залежить від типу компресора, інформації, наданої виробником компресора, або від регресійного аналізу, проведеного дослідниками. Авторами [7] на основі експериментальних результатів показано, що для ротаційного компресора з повітряним охолодженням з R134a апроксимаційна залежність має вигляд

$$\eta_{comps} = 0,171 + 0,246 r_p - 0,042 r_p^2, \quad (4)$$

а ізентропійна ефективність компресора змінюється від 0,53 до 0,42 в разі зміни коефіцієнта стиснення від 2,5 до 4,5.

Для роторно-лопаткового, спірального і зворотно-поршневого компресорів запропоновані рівняння [4]

$$\begin{aligned}\eta_{comps} &= 0,644 + 0,0091r_p + 38,8V_{comp} - 0,00210r_p + 1,87r_p V_{comp} - 5410V_{comp}^2, \\ \eta_{comps} &= 0,593 + 0,0066r_p + 4,89V_{comp} - 0,0086r_p^2 - 0,654r_p V_{comp}, \\ \eta_{comps} &= 0,533 + 0,029r_p + 15,1V_{comp} - 0,00270r_p^2 + 0,359r_p V_{comp} - 545V_{comp},\end{aligned}\quad (5)$$

На основі аналізу літературних даних встановлено, що роторно-лопатеві компресори переважно досягають високої ізентропійної ефективності 0,65...0,75, спіральні – 0,7...0,85 для ступенів стиснення менше 5,5, а поршневі компресори мають ізентропійну ефективність більше 0,7 за ступенів стиснення більше 5,5.

Висновки

Продуктивність парокompресійних теплових насосів значною мірою залежить від ефективності компресора. Є різні підходи до оцінки ізентропійної ефективності компресора теплового насоса, зокрема за допомогою поліноміальних кореляцій для різних типів і конструкцій компресора, де ізентропійна ефективність компресора є функцією міри стиснення, об'ємної витрати на вході компресора, температури випаровування та конденсації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чепурний М.М., Ткаченко С.Й. Основи технічної термодинаміки. Вінниця: Поділля-2000. 2004. 352 с.
2. Низькопотенційні джерела енергії: практикум: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: Ю.П. Вишневецька/ КПП ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПП ім.Ігоря Сікорського, 2023. 43 с.
3. Арсеньев В. М., Мелейчук С.С. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 364 с.
4. Olympios, AV, Song, J, Ziolkowski, A, Shanmugam, VS & Markides, CN 2024. Data-driven compressor performance maps and cost correlations for small-scale heat-pumping applications, Energy, vol. 291,130171. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.130171>
5. Handbook of Energy Efficiency in Buildings. 2019. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/compressor-efficiency>.
6. Марущак О.П. Енергетичний розрахунок складових теплового насоса «повітря-вода». Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference «Scientific Horizon in the Context of Social Crises» (September 6-8, 2023). Tokyo, Japan. URL: <http://surl.li/kxqjib>
7. Ransy F., Gendebien S, Lemort V. Performances of a simple exhaust mechanical ventilation coupled to a mini heat pump: modeling and experimental investigations. In The proceedings of the 36th AIVC conference: Effective ventilation in high performance buildings. 2015 URL: https://www.aivc.org/sites/default/files/82_0.pdf
8. С Keith Rice. The ORNL Modulating Heat Pump Design Tool - Mark IV User's Guide. Technical Report May 1991. URL: <http://surl.li/xgepyx> DOI: 10.2172/814355

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Резидент Дмитро Миколайович, аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: rezidentdmitrij@gmail.com

Резидент Наталія Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, e-mail: rezidentnv1@ukr.net

Dmytro Stepanov, candidate of technical Sciences, associate Professor, the Head of the Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Dmytro Rezydent, postgraduate student of the Department of Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: rezidentdmitrij@gmail.com

Nataliia Rezydent, Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heat and Power Engineering, e-mail: rezidentnv1@ukr.net

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ НА ВОДОГРІЙНИХ КОТЛАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження по зниженню викидів оксидів азоту на водогрійному котлі типу ТВГ-8 при роботі на природному газі. Визначено можливість приведення викидів шкідливих речовин до поточних вимог Європейського Союзу. Визначено можливість роботи котла при знижених викидах оксидів азоту без росту викидів оксиду вуглецю.

Ключові слова: Зниження викидів оксидів азоту, рециркуляція димових газів, струменево-нишова технологія

Abstract

A study was carried out to reduce nitrogen oxides emissions from a natural gas fired TVG-8 hot-water boiler. The possibility of bringing the emissions of greenhouse gases and air pollutants to the current standards of the European Union was determined. The possibility of boiler operation with reduced nitrogen oxides emissions without an increase in carbon monoxide emissions was determined.

Keywords: Reduction of nitrogen oxides emissions, flue gas recirculation, jet niche technology

Вступ

Використання газу як основного енергоносія та основної хімічної сировини лежить в основі функціонування та розвитку таких важливих галузей промисловості як електроенергетика, металургійна, хімічна, нафтопереробна, цементна, машинобудівна та ін. [1]. Значний відсоток газу споживають комунальні підприємства для надання послуг централізованого теплопостачання. Переважну кількість теплової генерації в комунальній енергетиці складають водогрійні котли на природному газі спроектовані більше 40 років тому без належної модернізації. Оксиди азоту та вуглецю є одними з основних шкідливих елементів, що утворюються під час спалювання природного газу. Як відомо, оксиди азоту є складовою атмосфери, але парникова активність оксиду азоту в 298 разів вища, ніж у вуглекислого газу [2].

Відповідно до вимог європейських директив, викиди оксидів азоту (NO_x) для нових котлів котрі працюють на природному газі, мають не перевищувати 100 мг/нм³ [3] [4]. В той же час відповідно до директиви котра обмежує викиди окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря від установок середньої потужності, для існуючих котлоагрегатів від 5 МВт до 50 МВт викиди не повинні перевищувати 200 мг/нм³.

Враховуючи вищевказані вимоги щодо викидів шкідливих речовин та курс України до вступу в Європейський Союз (ЄС), вкрай важливим є приведення української нормативної бази та відповідно параметрів роботи обладнання до стандартів ЄС.

Результати досліджень

В якості об'єкта дослідження взято котел ТВГ-8 введений в експлуатацію 1971 році. Водогрійний котел ТВГ-8, призначений для використання в системі опалення та гарячого водопостачання. Котел має одну топку розділену трьома рядами вертикальних труб та конвективну частину. Котел обладнаний чотирма подовими пальниками із застарілою конструкцією по засобу спалювання газу, розташованими з фронтової сторони котла. В якості палива використовується природний газ. Резервне паливо

відсутнє. Продукти згоряння викидаються в атмосферу димовою трубою, висотою 35 м, $d=2,2$ м.

Даний котел є широко розповсюдженим в комунальній енергетиці України та постійно піддається модернізації шляхом автоматизації та заміни палинкових пристроїв. Застосування палинкових пристроїв різних виробників на жаль не надавало раніше суттєвого впливу на викиди оксидів азоту. Слід зазначити, що в разі встановлення даного котла на котельні разом з іншим обладнанням загальною потужністю більше 50 МВт, на всі об'єкти теплової генерації застосовується норма в 100 мг/нм^3 [3], що є не досяжним для старих водогрійних котлів.

Для дослідження було проведено комплексну модернізацію котла включно з заміною штатних палинкових пристроїв на сучасні палинкові пристрої на базі струменево-нишової технології спалювання палива без зміни компоновки топки котла та із застосування додаткових заходів зниження викидів шкідливих речовин шляхом організації рециркуляції димових газів. Слід зазначити, що жодних робіт по заміні екранних та конвективних поверхонь котла не виконувалося. Також не було виконано жодних робіт по ремонту ізоляції котла.

Роботи проводилися в три етапи:

- 1) Проектні вишукування, проведення розрахунків та проектування;
- 2) будівельно-монтажні роботи;
- 3) еколого-теплотехнічні випробування.

На третьому етапі визначено еколого-теплотехнічні характеристики роботи котлоагрегата, виконано комплексну інвентаризацію шкідливих викидів в атмосферу, встановлені оптимальні еколого-економічні режими роботи обладнання при мінімальних питомих витратах палива та мінімальних викидах шкідливих речовин в атмосферу.

На рисунку 1 наведено результати проведення еколого-теплотехнічних випробувань котла. Було досягнуто викиди NO_x нижче рівня допустимих граничних викидів котрі застосовуються для нового обладнання.

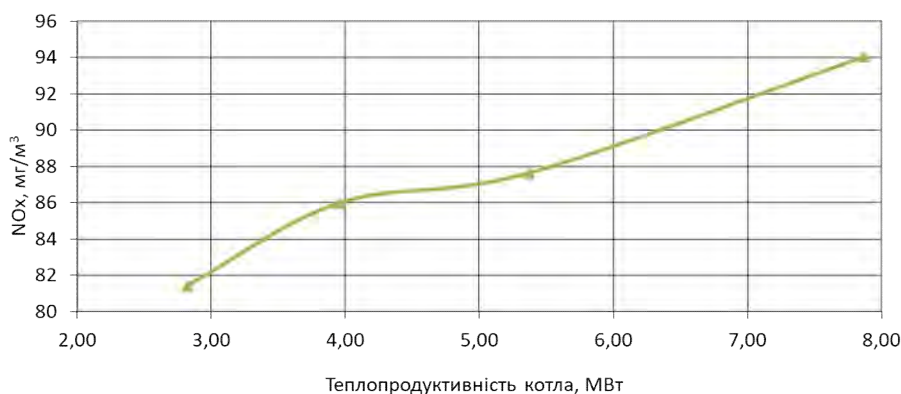


Рис. 1. Залежність NO_x від теплопродуктивності

Струменево-нишова технологія характеризується високою стійкою регульованою структурою течії палива, окисника та продуктів згоряння, а також саморегульованістю складу паливної суміші в зоні стабілізації факелу [5]. Цей фактор є вирішальним при застосуванні рециркуляції димових газів. Технічні особливості струменево-нишової технології дозволяють застосовувати широкий діапазон рециркуляції димових газів. Незважаючи на технічні переваги технології при розподілі палива в потіці окислювача та стабілізації горіння, надважливим елементом випробувань було визначення оптимального відсотку рециркуляції димових газів. Збільшення відсотку рециркуляції димових газів може призводити до підвищення викидів CO . На малюнку 2 показано досягнуте оптимальне пониження викидів NO_x при наявності слідів CO у димових газах. Потрібно враховувати, що відсутність автоматичного регулювання паливної суміші в залежності від фактичного складу димових газів при стехіометричному горінні може призвести до збіднення суміші при горінні за рахунок зміни температури, а відповідно і вмісту кисню в повітрі, що подається на горіння. Газові водогрійні котли зазвичай не обладнані системою контролю та регулювання викидів NO_x , тому при режимно-налагоджувальних роботах було штучно завищено викиди NO_x в той час як фактичні значення без суттєвого підвищення CO можна було знизити на 30-40% від зафіксованих.

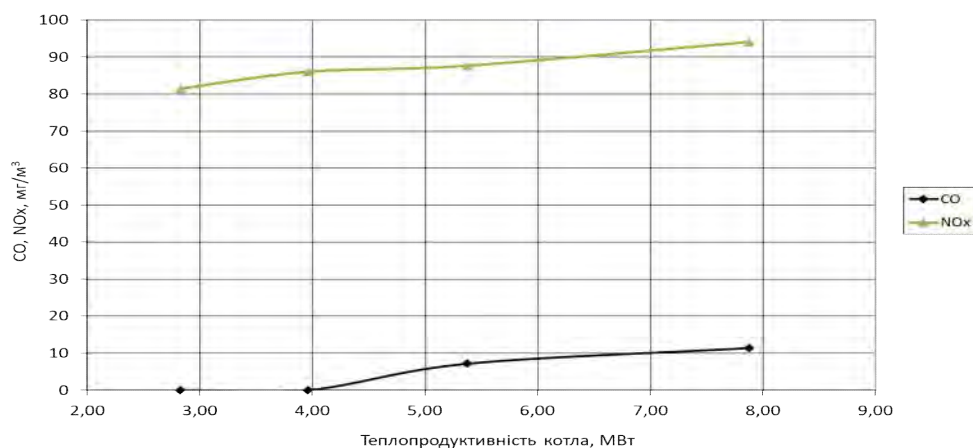


Рис. 2. Залежність NOx та CO від теплопродуктивності котла

Висновки

Зниження викидів NOx у димових газах водогрійних котлів є ключовим завданням сучасної теплової енергетики, зважаючи на жорсткі екологічні стандарти та необхідність зменшення шкідливого впливу на довкілля. Водогрійні котли спроектовані у радянський період, вже не відповідають сучасним нормам за рівнем викидів NOx. Проведене дослідження продемонструвало наявність технічного рішення по приведенню викидів NOx до сучасних норм без зміни конструкції теплообмінних поверхонь котів. Дослідження довело можливість досягнення самих жорстких вимог по викидам котрі застосовуються для нового обладнання, що не передбачалося при проектуванні котлоагрегату і таким чином продемонструвало потенціал можливої модернізації існуючого котлового парку України.

Модернізація старих водогрійних котлів є вигідним і ефективним рішенням для досягнення екологічних стандартів із мінімальними витратами. Завдяки впровадженню сучасних технологій можна знизити рівень NOx у димових газах, забезпечивши його відповідність директивам ЄС, уникнувши необхідності дороговартісної заміни обладнання. Це рішення сприяє економії ресурсів, покращенню екологічної ситуації та підтримці сталого розвитку підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Faramawy S., Zaki T., Sakr A. A.-E. Natural gas origin, composition, and processing: A review, Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2016. Vol. 34. P. 34–54.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.06.030> (дата звернення: 20.11.2024)
2. Siryi, O. A., Abdulin, M. Z., & Kobylanska, O. O. (2022). Energy-ecological assessment of the boiler equipment modernized with the jet-niche technology. Journal of Mechanical Engineering – Problemy mashynobuduvannya, vol. 25, no. 3, pp. 46–55.
<https://doi.org/10.15407/pmach2022.03.046>. (дата звернення: 20.11.2024)
3. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions
URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj> (дата звернення: 20.11.2024)
4. Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants
URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2015/2193/oj> (дата звернення: 20.11.2024)
5. Дослідження енергетичних показників струменево-нішевої системи спалювання палива, О. А. Сірий, М. З. Абдулін, Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 12 (1288). – С. 89-94.
URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/36504> (дата звернення: 20.11.2024)

Жученко Іван Михайлович— аспірант, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanzhuchenko@gmail.com

Науковий керівник: **Степанов Дмитро Вікторович** — кандидат техн. наук, доцент, в.о. завідувача кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Zhuchenko Ivan — postgraduate student, Faculty of Building Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanzhuchenko@gmail.com

Supervisor: **Stepanov Dmytro**. — Ph.D. assistant professor, Acting Head of the Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ВІДХОДІВ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ: АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У дослідженні розглянуто комплексний підхід до управління екологічною безпекою полімерних компонентів відходів електронного та електричного обладнання (ВЕЕО). Проаналізовано вплив полімерів на стан атмосфери та водних об'єктів, а також розглянуто методи управління ризиками, пов'язаними із їх утилізацією. Оцінено найбільш ефективні заходи для зменшення негативного впливу полімерних компонентів на довкілля, зокрема шляхом впровадження нових технологій переробки та екологічного моніторингу.

Ключові слова: екологічна безпека, полімерні компоненти, відходи електронного та електричного обладнання, управління ризиками, забруднення, мікропластик, управління екологічними ризиками

Annotation

The study considered a comprehensive approach to managing the environmental safety of polymer components of waste electronic and electrical equipment (WEEE). The impact of polymers on the state of the atmosphere and water bodies was analyzed, as well as the methods of risk management associated with their disposal were considered. The most effective measures to reduce the negative impact of polymer components on the environment, in particular through the introduction of new processing technologies and environmental monitoring, were evaluated.

Key words: environmental safety, polymer components, waste electronic and electrical equipment, risk management, pollution, microplastics, environmental risk management

Вступ

Електронне та електричне обладнання є важливим елементом сучасного життя, проте його використання супроводжується утворенням значної кількості відходів. Відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) містять різні матеріали, серед яких полімерні компоненти займають особливе місце завдяки їх довговічності та стійкості до впливу навколишнього середовища. Неконтрольоване накопичення полімерних відходів призводить до серйозних екологічних проблем, включаючи забруднення повітря і води, а також зростання ризиків для здоров'я населення [1,2].

Ключовим аспектом у боротьбі з негативними наслідками від ВЕЕО є розробка комплексного підходу до управління екологічною безпекою полімерів, який включає аналіз впливу на навколишнє середовище, контроль забруднень та управління ризиками [3]. Важливим елементом цього підходу є моніторинг забруднення атмосферного повітря та водних об'єктів, які піддаються впливу полімерів, що не розкладаються протягом тривалого часу [4, 5].

Результати дослідження

1. Вплив полімерних компонентів на атмосферу

Полімерні відходи, такі як пластмаси, що містяться у ВЕЕО, під час неправильного спалювання чи зберігання виділяють у повітря шкідливі речовини, серед яких діоксини та фурани, що є канцерогенними [6–8]. Встановлено, що утилізація полімерів без попередньої переробки призводить до викиду токсичних газів, які викликають забруднення атмосфери, погіршуючи якість повітря у містах і промислових зонах [9].

2. Забруднення водних об'єктів полімерними компонентами

Вода є одним з найбільш вразливих природних ресурсів до забруднення полімерними відходами. Полімерні компоненти, зокрема мікропластик, потрапляють у водні об'єкти через стічні води або сміттєзвалища, що призводить до накопичення мікропластику у річках, озерах та морях [10]. Це

впливає на водні екосистеми, оскільки полімери не розкладаються природним шляхом і можуть бути поглинуті водними організмами, порушуючи харчові ланцюги [11].

3. Методи управління ризиками

Управління ризиками забруднення, спричиненого полімерними компонентами ВЕЕО, базується на впровадженні ефективних технологій утилізації та переробки відходів. Одним з рішень є використання методів термічної та хімічної переробки полімерів, які дозволяють зменшити обсяг небезпечних викидів [12]. Крім того, сучасні підходи до моніторингу стану повітря та водних об'єктів дозволяють вчасно виявляти джерела забруднення та зменшувати їх вплив на довкілля [5].

Висновки

Комплексний підхід до управління екологічною безпекою полімерних компонентів ВЕЕО передбачає не лише ефективну переробку відходів, але й систематичний моніторинг стану навколишнього середовища. Вплив полімерних компонентів на атмосферу та водні об'єкти є серйозною проблемою, яка вимагає негайного вирішення через розробку та впровадження сучасних технологій переробки, а також посилення екологічних стандартів. Подальші дослідження у цій галузі сприятимуть покращенню ефективності заходів з управління ризиками та підвищенню рівня екологічної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванов І. В., Петрова О. С. Вплив електронних відходів на навколишнє середовище. — Київ: Наука, 2020.
2. Коваленко А. М. Полімерні компоненти та їх вплив на екосистеми. — Харків: Екологія України, 2019.
3. Зелений О. Д., Мельник В. П. Сучасні технології переробки полімерів. — Львів: ЕкоТех, 2021.
4. Дяченко І. В. Екологічний моніторинг: теорія та практика. — Одеса: ЕкоМон, 2022.
5. Smith J. R., Jones P. The impact of polymer waste on air quality. — Environmental Science Journal, 2021.
6. Brown L. G. Hazardous emissions from electronic waste. — Air Pollution Review, 2020.
7. Іщенко В.А., Гречанюк С.В. (2024). Аналіз полімерних компонентів у відходах електричного та електронного обладнання. Вісник Вінницького політехнічного інституту, (3), 21–26.
8. Главацька Л.Ю., Іщенко В.А. Аналіз складу компонентів електронних та електричних відходів // Вісник ВПІ. – 2021. – №1. – С. 42-48.
9. Green D. et al. Microplastics in aquatic ecosystems. — Marine Pollution Bulletin, 2019.
10. Lee M., Park K. The effect of plastic waste on marine life. — Journal of Environmental Research, 2022.
11. Wang H., Chen L. Advances in polymer recycling technologies. — Journal of Waste Management, 2020.
12. White A. B. Monitoring air and water pollution from electronic waste. — Environmental Monitoring Reports, 2021.

Гречанюк Євгеній Володимирович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 00-23-122.stud@vntu.vn.ua

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Grechanyuk Evgeniy V. — Postgraduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 00-23-122.stud@vntu.vn.ua

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., As.Prof., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ СТАВКІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Нестача водних ресурсів у Вінницькій області, викликана зниженням рівня ґрунтових вод, створює серйозні екологічні виклики для місцевих водойм. Це дослідження зосереджене на екологічному моніторингу ставків Шендерівка та Круподеринці, зокрема на проблемі замулення і заходах для його усунення. За допомогою ехолота (глибиноміра) та геодезичного GPS-обладнання досліджено, та виявлено що очищення водойм сприяє збільшенню водного об'єму і стійкості екосистеми. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення практик управління водними ресурсами в умовах зміни клімату.

Ключові слова: екологічний моніторинг, замулення, водойми, водні ресурси, Вінницька область, дефіцит води.

Abstract

The lack of water resources in the Vinnytsia region, caused by a decrease in the groundwater level, creates serious environmental challenges for local water bodies. This study is focused on ecological monitoring of Shenderivka and Krupoderintsi ponds, in particular on the problem of siltation and measures to eliminate it. With the help of echo sounder (depth finder) and geodetic GPS equipment, it was investigated and it was found that the cleaning of reservoirs helps to increase the water volume and stability of the ecosystem. The obtained results can be used to improve water resource management practices under climate change conditions.

Keywords: environmental monitoring, siltation, reservoirs, water resources, Vinnytsia region, water shortage.

Вступ

У сучасних умовах кліматичних змін та антропогенного навантаження на природні ресурси питання збереження водних ресурсів стає особливо актуальним. Водойми у Вінницькій області, включаючи місцеві ставки, є невід'ємною частиною екосистеми та мають важливе екологічне, економічне та соціальне значення [1]. Вони забезпечують водою місцеве населення, сприяють розвитку сільського господарства, зберігають біорізноманіття та підтримують рекреаційний потенціал регіону [2,3]. Проте останні роки характеризуються поступовим виснаженням водних ресурсів через зниження рівня ґрунтових вод, яке у свою чергу викликано як природними, так і антропогенними факторами, зокрема збільшенням температури повітря, нерівномірністю опадів та інтенсивним використанням води в сільському господарстві.

Однією з основних проблем для малих водойм є замулення, яке зменшує їхню здатність накопичувати і зберігати воду, особливо в посушливі сезони [4]. Замулення не лише знижує екологічну стабільність ставків, але й призводить до пересихання водойм, що негативно позначається на флорі та фауні регіону. З часом скупчення мулу може повністю вивести водойму з експлуатації, перетворюючи її на зарослий водоростями і очеретом біотоп. Такі зміни викликають зниження якості води та збільшення ризику виникнення епідеміологічних загроз.

Це дослідження має на меті здійснити екологічний моніторинг ставків Шендерівка та Круподеринці у Вінницькій області з метою оцінки ступеня замулення та аналізу ефективності очищення водойм як методу збереження водних ресурсів. Отримані результати можуть стати підґрунтям для розробки екологічних стратегій з управління малими водоймами в умовах нестачі води, а також для адаптації регіону до кліматичних змін.

Результати дослідження

Після проведення польових робіт із застосуванням глибиноміра та геодезичного GPS-обладнання, я розробив проекти для двох ставків: Шендерівка, площею 1,9351 га, та Круподеринці, площею 2,5381 га. Метою проектів було визначити та усунути основні фактори, що впливають на водний об'єм і стан цих водойм.

Польові дослідження показали, що ставок Шендерівка замулений на глибину до 3 метрів, що становить більше половини його загальної глибини. Таке замулення значно обмежує можливості водойми зберігати воду в періоди нестачі опадів, призводячи до її пересихання в літні місяці. У проекті для цього ставка було передбачено заходи з очищення та поглиблення водойми, що сприятиме збільшенню об'єму води та покращенню загального екологічного стану ставка.

Для ставка Круподеринці, який раніше також був замулений, вже було здійснено очищення. Наші дослідження показали, що після проведеного поглиблення об'єм води в ставку збільшився на 3000 куб. м. Це дало змогу водоймі утримувати воду протягом усього року і запобігти її повному пересиханню навіть в осінній період. Такий результат свідчить про позитивний вплив проектних рішень з очищення водойм, зокрема про підвищення водоутримуючої здатності та екологічної стійкості водойм.

Загалом результати проектів показали, що заходи з очищення ставків є ефективними для збереження водних ресурсів. Збільшення водного об'єму в очищених водоймах дозволяє підтримувати їх екосистеми навіть у періоди нестачі опадів. Ці результати підтверджують доцільність проведення регулярного моніторингу та очищення малих водойм як ефективного заходу для збереження водних ресурсів у регіоні.

Висновки

Результати дослідження підтверджують, що очищення ставків є ефективним методом збереження водних ресурсів. Збільшення об'єму води в очищених водоймах сприяє стабільності їх екосистем. В умовах зміни клімату доцільно проводити регулярний моніторинг стану водойм і застосовувати заходи з очищення для запобігання замуленню. Впровадження таких стратегій є важливим для підтримки принципів циркулярної економіки та сталого розвитку в управлінні водними ресурсами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реєстр річок Вінницької області. Вінниця, 2022 р.
2. Правила охорони поверхневих вод і забруднення зворотними водами. Постанова Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999р. №465.
3. Щодо охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Наказ Мінекобезпеки від 28.04.1999р. №93.
4. Малі річки України: Довідник / За ред. А.В. Яцика – Київ: Урожай, 1991 – 296 с.

Глушченко Богдан Андрійович – студент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogdan.glushchenko.2017@gmail.com

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ishchenko.v.a@vntu.edu.ua

Bohdan Andriyovych Hlushchenko – student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogdan.glushchenko.2017@gmail.com

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., As.Prof., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ishchenko.v.a@vntu.edu.ua

ВПЛИВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДХОДІВ ВІД БУДІВНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглядаються екологічні наслідки будівельних небезпечних відходів та їхній вплив на навколишнє середовище. Накопичення будівельного сміття, токсичність окремих матеріалів, а також неправильне поводження з відходами призводять до забруднення ґрунтів, водних ресурсів і атмосфери, що негативно впливає на екосистеми та здоров'я людини. Особлива увага приділяється основним джерелам забруднення, способам зменшення негативного впливу будівельних відходів.

Ключові слова: будівельні відходи, небезпечні відходи, екологічний вплив, забруднення ґрунту, токсичні матеріали, утилізація, сталий розвиток.

Abstract.

The article examines the environmental impact of construction waste and its effect on the environment. The accumulation of construction debris, the toxicity of certain materials, and improper waste management lead to soil, water, and air pollution, which negatively affects ecosystems and human health. Special attention is given to the main sources of pollution and methods for reducing the negative impact of construction waste.

Keywords: construction waste, dangerous waste, environmental impact, soil pollution, toxic materials, waste management, sustainable development.

Вступ

Будівельні відходи є однією з основних екологічних проблем сучасного суспільства, оскільки їх накопичення загрожує здоров'ю людини та екосистемам. Забруднення ґрунтів, водних ресурсів та повітря відбувається через токсичність деяких матеріалів і неправильне поводження з відходами. Ефективні методи утилізації та переробки є необхідними для мінімізації цього негативного впливу.

Метою дослідження є аналіз впливу будівельних відходів на навколишнє середовище та визначення основних підходів до зменшення їхнього негативного впливу.

Результати дослідження

З екологічної перспективи будівельна галузь є значним споживачем природних ресурсів і основним джерелом утворення твердих побутових відходів. У порівнянні з іншими типами відходів, обсяг будівельного сміття є значним. Згідно з міжнародними дослідженнями, будівельні відходи складають близько третини всіх відходів у світі, і близько 10-30% з них потрапляють на сміттєзвалища [2, с. 35]. Оцінки показують, що будівельні роботи споживають до 60% природних мінеральних ресурсів, а 40% цього обсягу припадає на проекти будівництва. Загалом будівельна індустрія відповідає за близько 35% усіх відходів, що потрапляють в навколишнє середовище. У той час як світова промисловість споживає 35% усієї енергії та виробляє 40% антропогенного вуглекислого газу, будівельна галузь на глобальному рівні становить 40% від загального споживання енергії та ресурсів.

Вкрай важливою проблемою для нашої країни, особливо в умовах війни, є збільшення кількості відходів, що виникають через руйнування будівель внаслідок вибухів, що призводить до додаткового забруднення навколишнього середовища, зокрема небезпечними хімічними речовинами [3, с. 67].

З початку повномасштабного російського військового вторгнення загальна сума прямих збитків житловій та нежитловій нерухомості, іншій інфраструктурі, транспортним засобам та товарним запасам перевищила \$157 млрд. (за вартістю заміщення) (рис.1) [1].

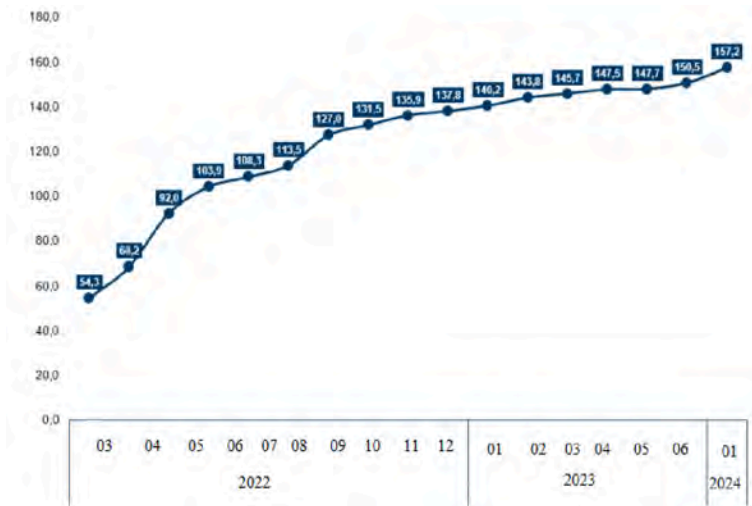


Рис. 1. Динаміка сукупної оцінки прямих збитків економіки України, млрд. дол.,

Зменшення негативного екологічного впливу будівельних відходів можна досягти шляхом застосування міжнародних підходів до їх управління, серед яких можна виокремити:

1. залучення кваліфікованих екологічних менеджерів для організації екологічно безпечного поводження з будівельними відходами.
2. впровадження збірного або зовнішнього виробництва будівельних компонентів та новітніх технологій і матеріалів, що допомагають зменшити кількість відходів.
3. спільна координація між екологічними менеджерами, клієнтами, підрядниками та іншими зацікавленими сторонами на всіх етапах – від планування до завершення життєвого циклу будівельних об'єктів.
4. реалізація ефективних практик управління будівельними відходами на місцях і підвищення обізнаності серед учасників будівельного процесу.
5. активне використання повторної переробки та повторного використання будівельних матеріалів.

Висновки

Будівельні відходи суттєво впливають на навколишнє середовище, спричиняючи забруднення ґрунтів, водних ресурсів і повітря, що становить загрозу для екосистем та здоров'я людини. Зменшення їхнього негативного впливу можливе завдяки впровадженню ефективних методів переробки, утилізації та повторного використання будівельних матеріалів. Досягнення сталого розвитку вимагає посилення екологічного контролю та впровадження інноваційних рішень у будівельній галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Майкович В., Адаменко Я. оцінка впливу утворення будівельних відходів на довкілля. Екологічна безпека та природокористування. 2024. № 51(3). С. 33-46.
2. Шибасєва Н. В., Бабан Т. О., Марченко М. В. Управління будівельними відходами на принципах циркулярної економіки. Актуальні проблеми інноваційної економіки та права. 2023. № 4, С. 66-74.
3. Антонюк А. Рециклінг будівельних відходів під час війни в Україні. Актуальні проблеми економіки. 2024. № 7. С. 130-142

Петрук Роман Васильович — професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: prroma07@gmail.com

Файчук Володимир Валерійович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: fajjchuk@gmail.com

Petruk Roman Vasyliovych – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: prroma07@gmail.com.

Faichuk Volodymyr Valeriyovych – graduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fajjchuk@gmail.com.

НЕБЕЗПЕЧНІ ВІДХОДИ ТА ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ У РАМКАХ БУДІВНИЧИХ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проблему утилізації небезпечних відходів, що утворюються у рамках будівельної діяльності. Запропоновано підходи до зменшення негативного впливу небезпечних будівельних відходів на довкілля, а також методи їх ефективної утилізації.

Ключові слова: небезпечні відходи, будівельні відходи, утилізація, екологічна безпека, збереження навколишнього середовища.

Abstract

The article addresses the issue of hazardous waste generated within construction activities. It proposes approaches to reducing the negative environmental impact of hazardous construction waste, as well as effective disposal methods.

Keywords: hazardous waste, construction waste, disposal, environmental safety, environmental conservation.

Вступ

Сучасна будівельна галузь є значним джерелом утворення відходів, частина з яких належить до категорії небезпечних. Ці відходи містять хімічні речовини, важкі метали та інші шкідливі компоненти, що можуть негативно впливати на здоров'я людей та довкілля. Зокрема, до небезпечних будівельних відходів належать залишки лакофарбових матеріалів, азбест, електронні компоненти, пластикові вироби, які повільно розкладаються та можуть забруднювати ґрунт, воду та атмосферу [1].

Метою роботи є аналіз існуючих методів утилізації небезпечних відходів будівництва та пошук оптимальних рішень для зменшення їхнього впливу на навколишнє середовище.

Результати дослідження

Аналіз методів утилізації небезпечних будівельних відходів показує, що найбільш ефективними є термічні та фізико-хімічні методи, а також методи глибокої переробки. Так, термічні методи дозволяють значно зменшити об'єм відходів, при цьому забезпечуючи безпечне руйнування шкідливих компонентів. Одним із прикладів є високотемпературне спалювання, яке може застосовуватися для знищення відходів, що містять органічні сполуки та важкі метали [2, с. 13]. Крім того, для небезпечних будівельних матеріалів, таких як азбест, доцільно використовувати стабілізацію і кондиціонування, що дозволяє перевести шкідливі компоненти в менш активну форму.

Дослідження показали, що важливим аспектом ефективної утилізації є правильне сортування та попереднє оброблення будівельних відходів, що містять небезпечні компоненти [3, с. 47]. На рисунку 1 наведено залежність ефективності переробки небезпечних відходів від технологічних параметрів обробки.

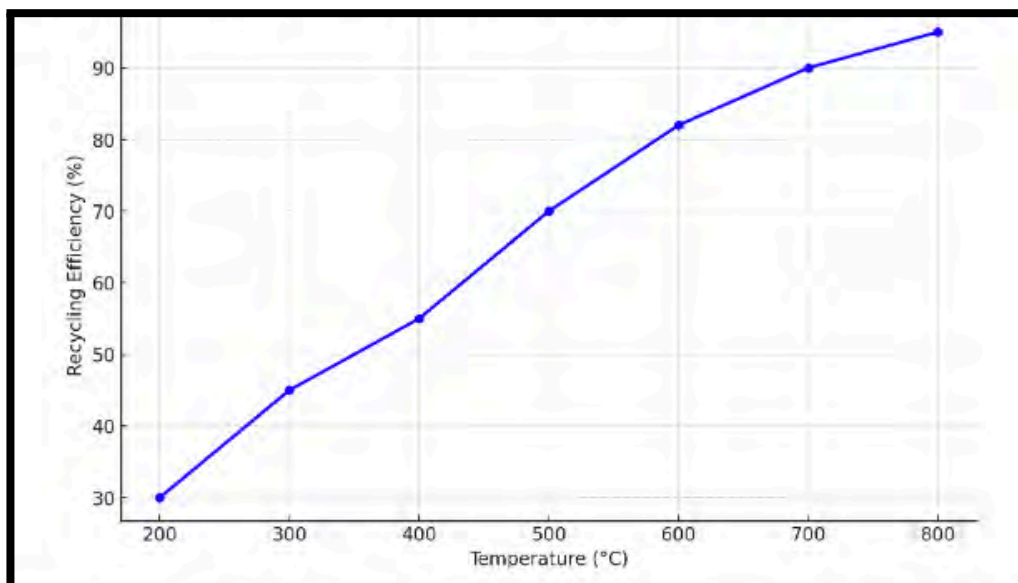


Рис. 1. Залежність ефективності переробки небезпечних будівельних відходів від технологічних параметрів обробки

Як видно з рисунка 1, підвищення температури при термічній утилізації сприяє більш повному розкладу небезпечних органічних сполук. Для успішної утилізації необхідно враховувати не лише технологічні параметри, а й вплив на довкілля, що забезпечується шляхом застосування систем очищення викидів та фільтрації.

Запропоновано інтегрований підхід, що включає попереднє сортування, хімічну обробку та стабілізацію небезпечних будівельних відходів з метою мінімізації ризиків для навколишнього середовища та здоров'я людей. Вказаний підхід дозволяє суттєво знизити негативний вплив небезпечних відходів на довкілля та зменшити обсяг відходів, що підлягають довготривалому зберіганню.

Висновки

Запропонований підхід до утилізації небезпечних будівельних відходів дозволяє значно зменшити їх негативний вплив на довкілля, забезпечуючи ефективну переробку органічних сполук та стабілізацію неорганічних шкідливих компонентів. Застосування термічної обробки у поєднанні з фільтраційними системами очищення викидів сприяє підвищенню екологічної безпеки процесів утилізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна стратегія поводження з відходами для України. URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf> (дата звернення: 12.11.24)
2. Лавринюк З.В. Управління та поводження з відходами. Конспект лекцій для здобувачів освіти освітнього рівня бакалавр, спеціальності 101 Екологія, освітньо-професійної програми «Екологія». Луцьк: «Вежа Друк», 2022. 74 с.
3. Ілляш О.Е., Бредун В.І., Чухліб Ю.О. Навчальний посібник «Управління відходами: Частина 1. Управління відходами на регіональному та місцевому рівнях». Полтава: ПП «Астроя», 2021. 187 с.

Петрук Роман Васильович — професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: prroma07@gmail.com

Файчук Володимир Валерійович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: fajjchuk@gmail.com

Petruk Roman Vasyliovych – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: prroma07@gmail.com.

Faichuk Volodymyr Valeriyovych – graduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fajjchuk@gmail.com.

Т. С. Тітов
Т. І. Сидорук
С. С. Крило
А. О. Мельник
Р. А. Стасійчук

ХІМІЧНЕ ВИЛУЧЕННЯ СІРКОВУГЛЕЦЮ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ З УТВОРЕННЯМ ДІАЛКІЛДИТІОКАРБАМАТІВ МЕТАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто технологію хімічного вилучення високотоксичного сірковуглецю з головної фракції сирого бензолу коксохімічних виробництв. Отримані діалкілдитіокарбамати металів досліджені як прискорювачі сірчаної вулканізації поліізопрену та 1,3-бутадієну.

Ключові слова: хімічне вилучення, сірковуглець, коксохімічне виробництво, діалкілдитіокарбамати, прискорювачі вулканізації

Abstract

In this paper the technology of chemical extraction of highly toxic carbon disulfide from the head fraction of crude benzene of coke chemical productions was considered. The obtained dialkyldithiocarbamates of metals were studied as accelerators of sulfur vulcanization of polyisoprene and 1,3-butadiene.

Keywords: chemical extraction, carbon disulfide, coke chemical production, dialkyldithiocarbamates, vulcanization accelerators

Вступ

Підприємства коксохімічної промисловості України є невід'ємною складовою металургійного промислового комплексу. В той же час коксохімія – одна з галузей промисловості, яка значно забруднює навколишнє середовище за рахунок утворення великої та різноманітної кількості органічних сполук та відсутності надійних технологічних рішень їх концентрування та виділення.

Нагрівання вугілля без доступу повітря до 900-1050 °С призводить до його термічного розкладання з утворенням летких продуктів і твердого залишку – коксу. Основні продукти коксування: кокс (96-98 % вуглецю); коксовий газ (60% водню, 25% метану, 7% оксиду вуглецю (II) та ін). Побічні продукти: кам'яновугільна смола (бензол, толуол), аміак (з коксового газу) та ін. Леткі продукти виводяться і надходять в загальний газозбірник, де з них конденсується смола та аміачна вода. З газу, що не конденсується, виділяють аміак і легкі ароматичні вуглеводні (головним чином бензол). З метою отримання добрив аміак пропускають через розчин сірчаної кислоти до утворення сульфату амонію, що використовується в сільському господарстві. Ароматичні вуглеводні виділяють шляхом поглинання їх розчинником і подальшим фракційним розділенням дробною розгонкою. З кам'яновугільної смоли шляхом фракціонування отримують також гомологи бензолу, фенол (карболову кислоту), нафталін та ін. Склад кам'яновугільної смоли наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад кам'яновугільної смоли [1]

Фракція	Вихід, % від маси смоли	Інтервали кипіння, °С	Густина при 20°С, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Речовини, що виділяються
Легка	0,2-0,8	до 170	900-960	бензол та його гомологи, сірковуглець
Фенольна	1,7-2,0	170-200	1000-1010	феноли, піридинові основи
Нафталінова	8,0-10,0	210-230	1010-1020	нафталін, тіонафтен
Важка (поглинаюча)	8,0-10,0	230-270	1050-1070	метилнафталіни, аценафтен

Фракція	Вихід, % від маси смоли	Інтервали кипіння, °С	Густина при 20°С, кг/м ³	Речовини, що виділяються
Антраценова	20,0-25,0	270-360 (та до 400)	1080-1130	антрацен, фенатрен, карбазол та ін..
Пек	50,0-65,0	вище 360	1200-1300	пірен та інші високо конденсовані ароматичні сполуки

Суміш паро- та газоподібних продуктів коксування, яка надходить в газозбірники із коксових камер, утворює так званий прямий коксовий газ. Вміст компонентів прямого коксового газу, наведений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихід хімічних продуктів коксування донецького вугілля (% мас.)

Марка вугілля	Г	Ж	К	ОС
Пірогенетична волога	5,27	5,10	2,87	1,70
Смола	4,83	4,41	3,07	1,85
Сирий бензол	1,37	1,05	0,80	0,38
Газ	14,74	13,00	10,85	9,90
Аміак	0,22	0,22	0,26	0,20
Вуглекислий газ та сірководень	1,00	1,19	0,74	0,11

Таблиця 3 – Вміст хімічних продуктів прямого коксового газу (г/м³)

Пари води (піролізної та вологи шихти)	250-450
Пари смоли	80-150
Бензолні вуглеводні	30-40
Аміак	8-13
Нафталін	до 10
Сірководень	6-40
Ціановодень	0,5-2,5

Крім того, до складу прямого коксового газу входять сірковуглець (CS₂), вуглецю сульфоксид (COS), тіофен (C₄H₄S) та його гомологи, легкі піридинові основи (0,4-0,6 г/м³), феноли тощо.

При обробці прямого коксового газу в апаратах цеху уловлювання із нього виділяються основні хімічні продукти коксування та утворюється очищений коксовий газ, який називається оборотним, так як частину його подають на додаткове обігрівання коксових печей. Оборотний коксовий газ складається переважно з компонентів, що не конденсуються при звичайних умовах (H₂, CH₄, CO, CO₂, N₂, O₂ та ін.), а також із залишків сірководню, ароматичних вуглеводнів, вуглеводнів ненасиченого ряду та незначної кількості оксидів азоту NO_x [2].

Вихід та якість хімічних продуктів коксування залежать від численних факторів, серед яких – ступінь метаморфізму вугілля, вихід летких речовин, вологості, технологічного режиму коксування тощо. Так, вихід хімічних продуктів коксування з донецького вугілля різного ступеню метаморфізму, у % мас. до сухого вугілля, наведено в таблиці 3.

Крім цього при роботі коксохімічних батарей виділяється легка головна фракція, що містить до 30 % сірковуглецю. Сірковуглець – важка безбарвна рідина. Чистий свіжо перегнаний сірковуглець має ефірний запах, але при тривалому зберіганні запах стає гострим, нагадуючи редьку. Його густина складає 1,29 г/мл при 0 °С, в твердому стані – 1,53 г/мл. Сірковуглець плавиться вже при -111,6 °С, а кипить при 46 °С.

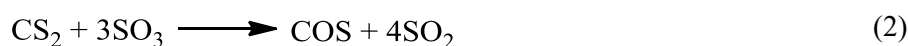
Незалежно від способу отримання сірковуглецю його виробництво відноситься до особливо небезпечних, що обумовлено високою токсичністю сірковуглецю (ГДК парів сірковуглецю у виробничих приміщеннях у різних країнах складає від 10 до 60 мг/м³, смертельна доза сірковуглецю складає 10 г/м³), а також високою пожежонебезпекою сірковуглецю, що має дуже низьку температуру спалаху та самозаймання, здатністю сірковуглецю електризуватись, утворювати вибухонебезпечні суміші з киснем повітрям в широких межах концентрацій. Пари сірковуглецю спричиняють ураження головним чином нервової системи, а довготривала робота в атмосфері сірковуглецю із перевищенням ГДК може призвести до хронічних отруєнь, що проявляються в різноманітних формах нервових та психічних розладів [3].

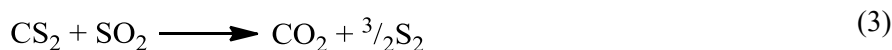
Сучасні методи знешкодження сірковуглецю головної фракції

Для знешкодження сірковуглецю, що міститься в головній фракції, практикується його спалювання в складі пічного палива:



При недостатній кількості кисню можливе утворення CS, COS та парів сірки, а також перебіг побічних реакцій:

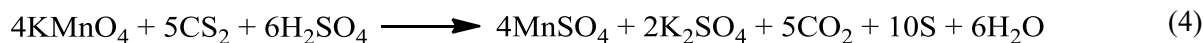




Таким чином, в результаті спалювання сірковуглецю утворюється велика кількість високотоксичних сполук сірки.

Більш прийнятними методами знешкодження сірковуглецю є наступні:

а) окислення перманганатом калію при нагріванні з утворенням сульфатів двох металів та елементної сірки:



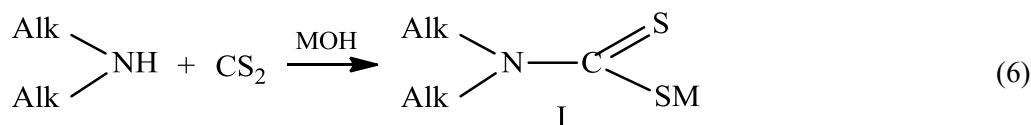
б) гідроліз сірковуглецю водяною парою при температурі 400-450 °С:



В останньому випадку утворюється високотоксичний сірководень [4].

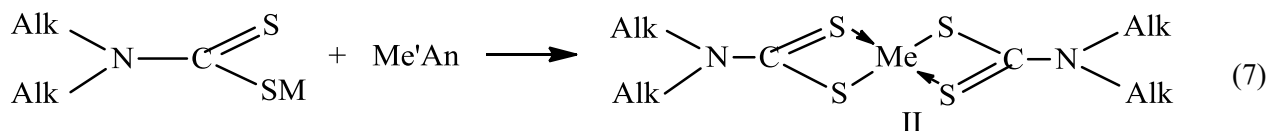
Результати дослідження

Раніше нами було розроблено двостадійну (однореакторну) технологію утилізації сірковуглецю в складі головної фракції Ясинівського КХЗ (м. Макіївка), що включала утворення солей діалкілдитіокарбамінової кислоти [5]:



де, Alk = CH₃, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉; M = K⁺, Na⁺, NH₄⁺

та наступне їх перетворення у відповідні діалкілдитіокарбамати деяких 3d-металів за схемою [6]:

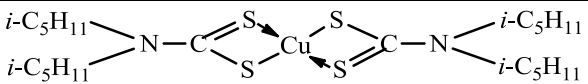
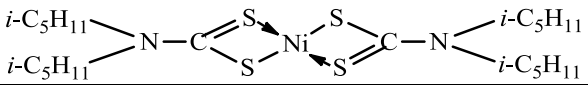
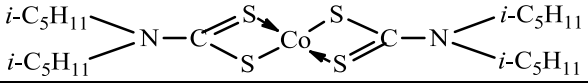


де, Me' = Cu²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Sn²⁺, Pb²⁺; An = Cl⁻, NO₃⁻, 1/2 SO₄²⁻

Деякі фізико-хімічні константи отриманих сполук наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Деякі фізико-хімічні константи отриманих сполук

№ п/п	Структурна формула сполуки	Брутто-формула	Молекулярна маса	Колір сполуки	Температура плавлення, °С	Вихід, %
<i>діалкілдитіокарбамати натрію</i>						
1		C ₃ H ₁₀ S ₂ NNa	171	світло-коричневий	90	95,8
2		C ₃ H ₆ S ₂ NNa	143	білий	122	84,9
3		C ₁₁ H ₂₂ S ₂ NNa	365	жовтувато-білий	100	67,0
<i>діалкілдитіокарбамати деяких 3d-металів</i>						
4		C ₂₂ H ₄₄ S ₄ N ₂ Zn	529	біло-рожевий	112	79,2

№ п/п	Структурна формула сполуки	Брутто-формула	Молекулярна маса	Колір сполуки	Температура плавлення, °С	Вихід, %
5		C ₂₂ H ₄₄ S ₄ N ₂ Cu	528	темно-коричневий	110	71,3
6		C ₂₂ H ₄₄ S ₄ N ₂ Ni	523	світло-зелений	154	63,4
7		C ₂₂ H ₄₄ S ₄ N ₂ Co	523	зелений	238	76,3

Отримані дитіокарбамати металів можна використовувати:

а) як ультраприскорювачі вулканізації гумових сумішей на основі натуральних та синтетичних каучуків та латексів;

б) як селективні флотаційні реагенти в гірничодобувній промисловості [4].

Одним із важливих напрямків розвитку гумотехнічних виробів є здешевлення виробництва їх складових інгредієнтів. Враховуючи важливість концепції екологічно чистих технологій та необхідність реалізації природоохоронних засобів, надзвичайно актуальним є добування таких інгредієнтів шляхом реалізації замкнутих технологічних циклів із забезпеченням мінімізації відходів на заключній стадії. Розроблений процес технології виділення (хімічного зв'язування) сірковуглецю і є частиною цієї загальної концепції. Хімізм перетворень, як правило, добре досліджено, а сама технологія не потребує значних капіталовкладень, або спеціального хімічного обладнання. Такі перетворення ідуть при нормальних умовах, забезпечуючи при цьому високий вихід кінцевих продуктів.

В продовження цих робіт нами були досліджені сполуки I та II як індивідуальні прискорювачі сірчаної вулканізації поліізопрену та 1,3-бутадієну. Дослідження діалкілдитіокарбаматів (II) деяких 3d-металів як індивідуальних прискорювачів вулканізації поліізопрену та 1,3-бутадієну проводили, використовуючи модельні композиції наступного складу (в масових частках): СКІ-3 (100), сірка (1,0), оксид цинку (5,0), стеаринова кислота (2,0), досліджуваний прискорювач (2,5-10⁻³ моль).

Вулканізаційну активність досліджуваних прискорювачів порівнювали з ефективністю відомих (промислових) органічних прискорювачів вулканізації з такою ж еквівалентною концентрацією. Встановлено, що вулканізуюча активність отриманих метал-хелатів суттєво залежить від природи катіону металу: Cu²⁺ > Zn²⁺ > Ni²⁺ > Co²⁺. При цьому сполуки I, до складу яких не входять катіони перехідних 3d-металів, практично не проявляють властивостей, характерних для прискорювачів сірчаної вулканізації, наприклад, поліізопрену [7].

Висновки

1. Удосконалена технологія реагентного знешкодження (хімічного зв'язування) високотоксичного сірковуглецю в складі головної фракції, що утворюється при коксуванні вугілля, шляхом утворення діалкілдитіокарбаматів лужних та деяких перехідних 3d-металів.

2. Отримані сполуки досліджені як індивідуальні прискорювачі сірчаної вулканізації поліізопрену та 1,3-бутадієну.

3. Встановлено, що вулканізуюча активність метал-хелатів суттєво залежить від природи катіону металу отриманих метал-хелатів діалкілдитіокарбамінової кислоти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коляндр Л.Я. Улавливание и переработка химических продуктов коксования / Л. Я. Коляндр. – Харьков, 1962. – 472 с.
2. Лейбович Р. Е. Технология коксохимического производства / Р. Е. Лейбович, Е. И. Яковлева, А. Б. Филатов. – 3-те вид., допов. та перероб. – М. : Metallurgia, 1982. – 360 с.

3. Химия и технология сероуглерода / [А. А. Пеликс, Б. С. Аранович, Е. А. Петров, Р. В. Котомкина] – Л. : Химия, 1986. – 224 с.
4. Получение дитиокарбаматов металлов при обезвреживании сероуглерода, образующегося на коксохимических предприятиях Украины / О. В. Резниченко, М. В. Евсеева, А. П. Ранский [и др.] // Сотрудничество для решения проблемы отходов : 7-я Международная конф., 8-9 апреля 2010 г. : тезисы докл. – Харьков, 2010. – С. 23.
5. Пат. 43463 Україна, МПК9 С 01 В 21/00. Спосіб очищення бензольної фракції коксохімічного виробництва від сірковуглецю / Ранський А. П., Лук'яненко В. В., Лук'яненко А. В., Боднарчук В. М.; заявник та патентовласник Ранський А. П., Лук'яненко В. В., Лук'яненко А. В., Боднарчук В. М. – № u200811294 ; заявл. 18.09.2008 ; опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16.
6. Пат. 43462 Україна, МПК9 С 01 В 21/00. Спосіб очищення бензольної фракції коксохімічного виробництва від сірковуглецю / Ранський А. П., Лук'яненко В. В., Лук'яненко А. В., Боднарчук В. М.; заявник та патентовласник Ранський А. П., Лук'яненко В. В., Лук'яненко А. В., Боднарчук В. М. – № u200811292 ; заявл. 18.09.2008 ; опубл. 25.08.2009, Бюл. № 16.
7. Пат. 20133А Україна, МПК6 В 09 В 3/00. Спосіб переробки високотоксичних речовин / Сухий М. П., Ранський А. П., Овчаров В. І., Шаповалова Л. В., Рябченко І. В., Орел О. М.; заявник та патентовласник Український державний хіміко-технологічний університет. – № 95083672 ; заявл. 04.08.1995 ; опубл. 25.12.1997, Бюл. № 6.

Тітов Тарас Сергійович – канд. хім. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tarastitov88@gmail.com;

Сидорук Тетяна Іванівна – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Крило Сергій Сергійович – студент групи ТЗД-236, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Мельник Анастасія Олександрівна – студентка групи ТЗД-236, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Стасійчук Роман Анатолійович – студент групи ТЗД-236, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Taras S. Titov – Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tarastitov88@gmail.com;

Tetiana I. Sydoruk – Ph.D. (Chem.), Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Serhii S. Krylo – student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Anastasia O. Melnyk – student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Roman A. Stasiychuk – student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА ГЕС НА ПІВДЕННИЙ БУГ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано вплив будівництва ГЕС на стан Південного Бугу. Запропоновано напрямки збереження і відновлення іхтіофауни Південного Бугу.

Ключові слова: Південний Буг, гідроелектростанція, забруднення, іхтіофауна.

Abstract

The impact of the construction of the hydroelectric power plant on the state of the Southern Bug has been analyzed. Directions for the preservation and restoration of the ichthyofauna of the Southern Bug have been proposed.

Keywords: Southern Bug, hydroelectric power plant, pollution, ichthyofauna.

Вступ

Південний Буг, протягом сторіч вважався однією з найбагатших на рибу річок. Рибальство було найважливішою галуззю всіх промислів низових козаків і поставляло їм найуживаніший продукт харчування й торгівлі, а річка П.Буг вважалася одним з найкращих в Запорозжжі місць для рибної ловлі. У Бузі, Інгулі, лимані, козаки ловили стерлядь (*Acipenser ruthenus*), севрюгу (*Acipenser stellatus*), білугу чорноморську (*Huso huso ponticus*), осетра російського (*Acipenser gueldenstaedtii*), сома європейського (*Silurus glanis*), ляща звичайного (*Abramis brama*), тараню (прохідна форма *Rutilus rutilus*) та річкову камбалу чорноморську (*Platichthys flesus luscus*). Але протягом ХХ ст. Південний Буг було перегороджено декількома греблями, які практично скалічили річку і перетворили її на низку суцільних водосховищ-відстійників, які поступово забруднюються і замулюються, що створює непридатні умови для життя представників іхтіофауни.

Катастрофічні наслідки будівництва ГЕС

В 1929 році було введено в експлуатацію першу ГЕС та водосховище на Південному Бузі біля м. Первомайська. Відтоді на річці споруджено десятки малих ГЕС (таблиця 1). До найбільших належать: Ладжинська, Глибочанська, Гайворонська гідроелектростанції.

Таблиця 1 - Малі ГЕС на річці Південний Буг

№ п/п	МГЕС	Потужність, кВт	№ п/п	МГЕС	Потужність, кВт
1	Ладжинська (діюча)	7500	9	Березівська (діюча)	300
2	Сабарівська (діюча)	1050	10	Савранська (діюча)	450
3	Брацлавська (діюча)	400	11	Гайворонська (діюча)	5700
4	Глибочанська (діюча)	6130	12	Сутиська (діюча)	1400
5	Чернятська (діюча)	1400	13	Первомайська	600
6	Сандрацька (діюча)	640	14	Костянтинівська	400
7	Новокостянтинівська (діюча)	525	15	Мигійська (діюча)	600
8	Щедрівська (діюча)	640		Всього	27735

Створення водосховища порушує століттями сформовані умови життя і розмноження іхтіофауни. Скалічені греблями ГЕС річки України поступово перетворюються на суцільні каскади відстійників для поверхневого і підземного стоку, який містить неочищені стічні води. Підвищення інтенсивності евтрофікації у штучних водосховищах на річках є свідченням постійного притоку неочищених стічних вод, що позначається на зміні видового і кількісного складу іхтіофауни.

Очевидним є факт скорочення кількості видів іхтіофауни. В першу чергу зникають види іхтіофауни існування яких стає нестерпним і неможливим при погіршенні гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних і мікробіологічних показників річкової води.

Загальні наслідки гідротехнічного будівництва можна поділити на такі типи:

- 1) морфометричні – зміна окреслення та протягу берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі-водного дзеркала;
- 2) гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморегіму;
- 3) гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та іонного вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;
- 4) токсикоекологічні та радіоекологічні: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;
- 5) гідробіологічні та біопродуктивні: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цінних та важливих господарських видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення, погіршення умов самоочищення.

Стан Південного Бугу біля Сабарівської ГЕС

Якщо зараз піти до Сабарівської ГЕС, то можна побачити, що річка Південний Буг вся зелена та цвіте (рисунок 1,2). У повітрі є запах квітучої води. Шлюзи перекриті на Сабарівській ГЕС повністю, вода в річці стоїть. На Сабарівській ГЕС тримають потрібний рівень, щоб Вінниця не залишилася без води. Коли спускають воду зі ставків у Хмельницькій області то кожен день її рівень у Південному Бугу піднімається на пару сантиметрів. Коли Сабарівське водосховище наповняється водою вище норми, її спускають через греблю, щоб вода не застоювалася. Кожного місяця вода береться на аналіз. **Вода абсолютно підходить для пиття та побутових потреб**, — запевнює керівництво БУВР Південного Бугу [1-3]. Однак, продемонструвати придатність води для пиття керівництво не наважується.



Рисунок 1 – Південний Буг «цвіте і пахне» біля греблі Сабарівської МГЕС у м.Вінниці [1].



Рисунок 2 - Результат евтрофікації водойми

Дамби не тільки перекривають прохідним риbam шлях до місць нересту. Вони впливають і на самі нерестовища. Осетри, наприклад, відкладають ікру в місцях швидкої течії на кам'янисте або галькове дно, до якого вона приклеюється. Великі водосховища поглинають більшість таких місць, замулюють їх і виводять з ладу як нерестовища. Прохідні осетрові відкладають ікру на галечному або чистому піщаному дні річки. При підпорі річок відбувається замулювання ґрунту, і нерестовища за таких умов втрачають своє значення. Шлях до місць нересту прохідних риб нерідко буває досить довгим і тривалим. Нерестовища деяких видів розташовані у верхів'ях річок, далеко від гирла. До

числа риб, що йдуть на нерест з моря в річки, відносяться: осетрові - білуга, осетер, севрюга; чорноморський оселедець; деякі коропові, наприклад, сирть або рибець та ін.

Висновки

Всі стаціонально-деструкційні зміни річок, здійснені заради отримання «дешевого» кіловата електроенергії, у підсумку, призвели до втрати цінних природних видів іхтіофауни.

Для відновлення втраченої іхтіофауни Південного Бугу і українських річок необхідно здійснити наступні першочергові заходи:

- 1) провести реконструкцію і будівництво нових ОСК та припинити скид стічних вод без очистки;
- 2) розчистити замулені водосховища і русла річок, та облашувати нерестовища для прохідних видів риб;
- 3) провести інвентаризацію об'єктів інфраструктури в зоні санітарної охорони водного об'єкта і досягнути виконання вимог водного кодексу України;
- 4) збільшити кількість штучно вирощуваного малька цінних порід риб і зарибнити чисті водойми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://vlasno.info/spetsproekti/2/ecology/item/6279-na-vinnychchyni-pivdennyi-buh-tsvite-i-pakhne>
2. Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyi svit. / Pid zahalnoiu red. chl. - kor. I.A. Akimova. – К.: Hlobalkonsaltnh, 2009. – 600 s.
3. <https://buvrpb.davr.gov.ua/vodni-resursy/hidrohrafichna-merezha>

Кавун Ангеліна Петрівна — студентка факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kavunn18407@gmail.com

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com.

Kavun Anhelina P. — student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kavunn18407@gmail.com

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – postgraduate of the department of ecology, chemistry and environmental protection technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Vasylykivsky Igor Volodymyrovych – the candidate of technical sciences, profesor asistent of the Department of Ecology and Environmental Safety, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring Vinnytsia National Technical University, e-mail: igor.vntu@gmail.com.

МОНІТОРИНГ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано стан моніторингу викидів забруднюючих речовин автотранспорту в Україні. Запропоновано механізм зменшення забруднення атмосферного повітря автотранспортом.

Ключові слова: *двигун внутрішнього згоряння, відпрацьовані гази, автотранспорт, забруднення атмосфери.*

Abstract

The state of monitoring of pollutant emissions from motor vehicles in Ukraine is analyzed. A mechanism for reducing atmospheric air pollution from motor vehicles is proposed.

Keywords: *internal combustion engine, exhaust gases, motor vehicles, atmospheric pollution.*

Вступ

Беззаперечним, природним ресурсом №1 для людини в біосфері, є атмосферне повітря. Але атмосферне повітря є також необхідним виробничим ресурсом для транспорту, теплоенергетики, промисловості та інших видів діяльності людини.

Автомобіль – одне з головних джерел забруднення природного середовища в Україні. При цьому особливо актуальна та обставина, що автомобіль перебуває в безпосередній близькості до людей, а це посилює його негативний вплив на людину, флору і фауну.

Захист атмосферного повітря є однією з найбільш актуальних проблем в сучасному технологічному суспільстві, оскільки науково-технічний прогрес і розширення виробництва пов'язане зі зростанням негативних антропогенних впливів на атмосферу [1].

Моніторинг викидів ДВЗ

Відпрацьовані гази (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) являють собою гетерогенну дисперсну систему, до складу якої входить суміш газів, пари, краплин рідин і дисперсних твердих часток. Всього ВГ містять близько 280 компонентів, серед яких можна виділити ті, що містяться в повітряному середовищі: азот N_2 і кисень O_2 , продукти повного згоряння палива (двоокис вуглецю CO_2 і водяну пару H_2O), речовини, що утворюються в результаті термічного синтезу ВГ із повітрям при високих температурах (оксиди азоту N_xO_y , продукти неповного згоряння палива (монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_xH_y , дисперсні тверді частинки, основним компонентом яких є сажа), а також оксиди сірки, альдегіди, продукти конденсації і полімеризації. Крім продуктів згоряння палива у ВГ присутні продукти згоряння мастила і речовини, що утворюються із присадок до палива і оливи. У незначних кількостях (1-2%) ВГ містять водень H_2 і інертні гази - Ar та ін [2].

В регіонах України діє Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, яка є довгоочікуваним кроком у реалізації державної політики в галузі охорони атмосферного повітря.

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Атмосферне повітря надзвичайно динамічний об'єкт і рівень його забруднення змінюється доволі швидко, пропорційно швидкості руху повітряних мас. Тому, для якісного екологічного моніторингу атмосферного повітря потрібні системи здатні проводити вимірювання і відображати отримані результати в режимі реального часу. Результати вимірювання концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, отримані із інтервалом часу - година і більше, є застарілими і неактуальними. Висвітлювати застарілі дані забруднення, без вказування часу вимірювання, означає - поширювати завідомо недостовірну інформацію серед населення. Як показують численні дослідження атмосферного повітря, біля транспортних магістралей із великим потоком автотранспорту, концентрація забруднюючих речовин постійно змінюється пропорційно виду і кількості автотранспорту, швидкості руху і метеумов.

Системи моніторингу атмосферного повітря відносяться до найважливіших систем життєзабезпечення і призначенні для виявлення факту перевищення забруднення, та інформування населення про небезпечний рівень забруднення.

А якщо, населення навіть дізнається, що атмосферне повітря забруднене, то що воно може реально зробити? Відповідь очевидна. Нічого. Оскільки, реальних важелів впливу і механізму зменшення викидів із багаточисельних джерел забруднення не існує.

Нажаль, жодна система екологічного моніторингу атмосферного повітря, не дає можливості впливати на рівень забруднення, а тим більше, зменшувати викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря і покращувати екологічну ситуацію.

Для зменшення рівня забруднення атмосферного повітря, потрібен механізм впливу на власників джерел викидів, який можна реалізувати шляхом застосування, об'єктивного і єдиного для всіх, прозорого методу обліку викидів.

Отже, для збереження якісних показників атмосферного повітря, яке є найважливішим природним ресурсом біосфери, виникає необхідність пошуку шляхів зменшення викидів ДВЗ пересувних джерел забруднення.

Висновок

Європейський Союз на рівні Співтовариства та держав-членів у своєму національному законодавстві щодо охорони довкілля застосовують принцип «забруднювач платить», згідно з яким фізичні та юридичні особи, відповідальні за забруднення, повинні надати кошти на заходи, необхідні для уникнення чи зменшення забруднення.

Суть принципу «ЗАБРУДНЮВАЧ ПЛАТИТЬ» полягає в тому, що особа, яка забруднює повітря, воду, ґрунти та ін., повинна бути відповідальною за видалення цього забруднення.

Законом України від 28.12.2014 р. № 71-VIII «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи», який набрав чинності з 01.01.2015 р., припинено оподаткування екологічним податком викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення. Зокрема, з розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу виключено відповідні норми щодо визначення платників, податкових агентів, об'єкта та бази оподаткування, ставок, порядків обчислення, подання податкової звітності та сплати податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення.

Однак, **припинення екологічного оподаткування не відмінює забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами викидів ДВЗ.** Навпаки, забруднення повітря щороку збільшується за рахунок зростання автопарку.

З цією метою пропонується закріпити в Законі України «Про охорону атмосферного повітря» норму, про обов'язкове використання пристроїв обліку викидів стаціонарних і пересувних джерел викидів, і подальшу оплату забруднення атмосферного повітря здійснювати за відповідними показами метрологічно атестованих пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
2. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова.— Харків: Прапор, 2004.— 360 с.

***Зелінський Дмитро Вячеславович** - аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dizelinskiy@gmail.com*

***Васильківський Ігор Володимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com.*

***Zelinsky Dmytro Vyacheslavovich** – postgraduate of the department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dizelinskiy@gmail.com*

***Vasytkovsky Igor Volodymyrovych** – the candidate of technical sciences, profesor asistent of the Department of Ecology and Environmental Safety, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring Vinnytsia National Technical University, e-mail: igor.vntu@gmail.com*

О.В.Міщук^{1,2}
В. С. Гончарук¹
С. М. Кватернюк²
С.В. Мандебура³
Д.Р. Латуша²

ТЕХНОЛОГІЇ СКОРОЧЕННЯ УТВОРЕННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

¹ПП «Інтер- Еко»

²Вінницький національний технічний університет

³Уманський державний педагогічний університету ім. Павла Тичини

Анотація

Проаналізовано переваги інноваційної технології Ydro Process, яка дозволяє скоротити утворення осаду стічних вод за допомогою біоаугментації із застосуванням гідролізуючих мікроорганізмів. Технологія дозволяє зменшити витрати, підвищити енергоефективність та покращити якість очищення стічних вод у різних сферах.

Ключові слова: скорочення осаду, стічні води, біоаугментація, мікроорганізми, гідроліз, енергоефективність, очищення води, біогаз, екологічна безпека.

Abstract

The advantages of an innovative technology Ydro Process that reduces the formation of wastewater sludge through bioaugmentation using hydrolyzing microorganisms are analyzed. The technology allows for cost reduction, increased energy efficiency, and improved wastewater treatment quality in various areas.

Keywords: sludge reduction, wastewater, bioaugmentation, microorganisms, hydrolysis, energy efficiency, water purification, biogas, environmental safety.

Вступ

Очищення стічних вод є однією з ключових екологічних задач сучасності, адже інтенсивне зростання населення та промислового виробництва збільшує обсяги утворення осаду. Традиційні методи управління осадом часто є енергоємними та дорогими, що зумовлює потребу у впровадженні інноваційних технологій. У статті розглянуто технологію Ydro Process, яка базується на методі біоаугментації та використанні гідролізуючих мікроорганізмів для ефективного скорочення осаду. Запропонований підхід сприяє підвищенню енергоефективності, зменшенню експлуатаційних витрат і мінімізації екологічного навантаження.

Результати дослідження

Скорочення утворення осаду стічних вод є важливим аспектом для зменшення експлуатаційних витрат і негативного впливу на навколишнє середовище. Використання сучасних технологій дозволяє мінімізувати обсяги осаду та підвищити ефективність очистки стічних вод.

Компанія BIO-RAN Limited – це інжинірингова інноваційна компанія, яка входить до групи компаній HYDROTECH ENVIRONMENTAL. Компанія здійснює впровадження та супровід інноваційних проєктів з використанням передових біотехнологій для промислових та побутових стічних вод. Ydro Process – це інноваційна біотехнологія, що забезпечує значне скорочення утворення осаду стічних вод за допомогою методу біоаугментації (гідролізу) внаслідок роботи спеціально відібраних груп природних гідролізуючих мікроорганізмів. Мікроорганізми YDRO містять різні культури бактерій та по своїй суті є натуральною, органічною та екологічно чистою сумішшю факультативних бактерій, вирощених на висівках. Метод біоаугментації (гідролізу), що лежить в основі технології, посилює процес біологічного розкладання забруднюючих речовин у стічних водах завдяки використанню мікроорганізмів Ydro Process [1-6].

Внесені бактерії стають домінуючими, а попередньо існуючі бактерії адаптуються та взаємодіють з новими. Бактерії в сумішах YDRO виробляють власні ферменти шляхом метаболізму і сприймають забруднюючі речовини в стічних водах як їжу, перетворюючи їх на леткі жирні кислоти (ЛЖК). Потім ЛЖК перетворюються на метан, вуглекислий газ і воду та незначний відсоток неорганічних сполук заліза, кальцію, магнію та сірки, залежно від окисно-відновного потенціалу (ОВП) у відповідному резервуарі. Для мікроорганізмів YDRO потрібно менше кисню: аміак (NH_4^+) трансформується в нітрити (NO_2^-), а потім в азот (N_2), без попереднього перетворення на нітрати (NO_3^-). При цьому споживання кисню для YDRO PROCESS достатньо в обсязі 1.5-2.5 мг/л. Бактерії YDRO дозуються кожен день, при цьому на стадії активації їх кількість подвоюється кожні 20 хвилин. Для більш ефективного здійснення процесу біоаугментації потік суміші первинного та вторинного згущення повертається на вхід станції. Частина бактерій сприяє цьому азотному циклу – Анаммокс (анаеробне окиснення амонію). Бактерії об'єднують аміак і нітрит безпосередньо в газоподібний азот. Таким чином, це призводить до значної економії енергії, оскільки потрібно менше кисню. Аміак (NH_4^+) перетворюється на нітрити (NO_2^-), а потім в азот (N_2), без попереднього перетворення на нітрати (NO_3^-), де відбувається найбільше споживання кисню.

Основними перевагами методу біоаугментація (гідролізу) є висока фінансова вигода завдяки зниженню витрат на транспортування та захоронення відходів, а також підвищення ефективності процесів шляхом зниження витрат на енергію та збільшення виробництва біогазу, а також меншого зносу очисних споруд. Даний метод може використовуватись в різних областях: міські очисні споруди, системи каналізації, великі готельні мережі та септики, компостування та отримання штучних добрив, пивоварні, молочна промисловість, підприємства з обробки органічних залишків та анаеробні відстійники, скотобійні та птахівництво, рибництво, текстильні та шкіряні заводи, виробництво фруктів, фруктового соку та безалкогольних напоїв, переробка оливки, сталева та алюмінієва промисловість, нафтогазова промисловість, переробка нафти, звалища відходів, паперова промисловість, деревообробка озера, ставки, лагуни, застосування в с/г: теплиці та квітникарство, замкнуті системи водяного охолодження.

Використання Ydro Process та спеціально розробленої комбінації мікробних продуктів у кожному проєкті призводить до скорочення питомого приросту надлишкового мулу та розкладання первинного осаду, значного покращення показників (БСК, ХСК, зважені речовини, загальний азот, загальний фосфор тощо) на виході, зрідження та видалення жирів, олій та жирових речовин на очисних спорудах та насосних станціях, суттєвого видалення неприємних запахів, можливого скорочення споживання електроенергії на стадії аерації, ймовірного збільшення вироблення біогазу при одночасному збільшенні вмісту метану, значного скорочення кількості мікрозабруднювачів, підвищення рівня стійкості до органічних навантажень.

Висновки

Технологія Ydro Process представляє собою інноваційний підхід до скорочення утворення осаду стічних вод, який заснований на методі біоаугментації за допомогою спеціально відібраних гідролізуючих мікроорганізмів. Завдяки впровадженню цього методу досягається значне зниження експлуатаційних витрат, зменшення обсягів осаду та покращення екологічної ситуації.

Основними перевагами Ydro Process є: економічна ефективність зменшення витрат на транспортування, захоронення відходів та електроенергію. Покращення показників якості зниження біохімічного та хімічного споживання кисню (БСК та ХСК), загального азоту, фосфору та зважених речовин на виході. Підвищення енергоефективності зростання обсягів вироблення біогазу, що містить більше метану. Мінімізація шкідливих впливів усунення неприємних запахів, зменшення кількості мікрозабруднювачів та покращення стійкості систем до органічних навантажень.

Ця технологія може ефективно використовуватися в широкому спектрі сфер, включаючи міські очисні споруди, промислові підприємства, сільське господарство та нафтогазову промисловість. Впровадження Ydro Process дозволяє не лише знижувати навантаження на очисні споруди, але й оптимізувати процес очищення стічних вод за рахунок зменшення споживання енергії та підвищення екологічної безпеки [6, 7].

Таким чином, Ydro Process є перспективним рішенням для забезпечення сталого розвитку у сфері водоочищення та збереження природних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В. та ін. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод. Олді+, 2019. 298 с.
3. Коваленко В., Гриненко Н. Основи водоочисних технологій. Технічна література, 2019. 350 с.
4. Кравченко І., Довженко М. Адсорбція та іонний обмін у водоочисних процесах. – Хімія і життя, 2016. – 290 с.
5. Семенов П. Коагуляція та флокуляція в очищенні води. Природничі науки, 2018. 260 с.
6. Innovative solutions for water treatment www.bio-ran.com
7. Сидоренко Ю. Технології скорочення осаду в системах очищення стічних вод. Екологічний вісник, 2020. – 275 с..

Мищук Оксана Володимирівна — студент групи ТЗД-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: misukoksana257@gmail.com.

Гончарук Вадим Станіславович — директор ПП «Інтер-Еко», Вінниця. e-mail: vadym.honcharuk@gmail.com.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Мандебура Святослав Васильович — викладач кафедри хімії, екології та методики їх навчання Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини, Умань. e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Латуша Дмитро Русланович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Oksana Mishchuk V. — student of group TZD-21b, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: misukoksana257@gmail.com.

Honcharuk Vadym Stanislavovich — director of "Inter-Eko" PE, Vinnytsia, e-mail: vadym.honcharuk@gmail.com.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Mandebura Sviatoslav Vasylovych —Teacher of the Department of Chemistry, Ecology and Methods of their teaching of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Latusha Dmytro Ruslanovych — Post-Graduate Student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Електронне наукове видання

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В БУДІВНИЦТВІ
Збірник матеріалів
Міжнародної науково-технічної конференції
20-22 листопада 2024 року

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до друку 19.12.2024 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2024-199

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
press.vntu.edu.ua,
E-mail: rvv.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.