

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Ю. С. Бікс, Г. С. Ратушняк

**ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНІ
ЕНЕРГООЩАДНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ
КОНСТРУКЦІЇ МАЛОПОВЕРХОВИХ
БУДІВЕЛЬ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2019

Замовити цю книгу <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/535>

Видавництво Вінницького національного технічного університету

<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog>

УДК 691.12

Р 25

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 9 від 28 березня 2019 р.)

Рецензенти:

В. М. Желих, доктор технічних наук, професор

М. Ф. Друкований, доктор технічних наук, професор

Бікс, Ю. С.

Р 25 Термічно неоднорідні енергоощадні огорожувальні конструкції малоповерхових будівель / Ю. С. Бікс, Г. С. Ратушняк. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с.

ISBN 978-966-641-768-1

Розглянуто стан, особливості і перспективи підвищення енергоощадності малоповерхових будівель шляхом використання термічно неоднорідних непрозорих огорожувальних конструкцій. Наведено аналіз досліджень конструктивних особливостей та теплотехнічних властивостей термічно неоднорідних будівельних виробів для влаштування огорожувальних конструкцій. Проаналізовано основні переваги та недоліки використання теплоізоляційних матеріалів органічного походження при зведенні огорожувальних конструкцій малоповерхових будинків. Запропоновано енергоощадні термічно неоднорідні теплозвукоізоляційні блоки і панелі при виготовленні яких використовується солома.

УДК 691.12

ISBN 978-966-641-768-1

© Ю. Бікс, Г. Ратушняк, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 СТАН, ОСОБЛИВОСТІ І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНИХ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	5
1.1 Шляхи підвищення енергоощадності в житловому будівництві	5
1.2 Аналіз досліджень конструктивних особливостей та теплотехнічних властивостей енергоощадних багатошарових термічно неоднорідних теплоізоляційних будівельних виробів для огороджувальних конструкцій.....	10
РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ	27
2.1 Основні переваги та недоліки використання теплоізоляційних матеріалів рослинного походження при зведенні огороджувальних конструкцій малоповерхових будинків	27
2.2 Багатошарові термічно неоднорідні блоки і панелі з використанням соломи як теплоізоляційного матеріалу	38
Розділ 3 ДОЦІЛЬНІСТЬ, СПОСОБИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ СОЛОМИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНИХ БАГАТОШАРОВИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	53
3.1 Обґрунтування доцільності ущільнення соломи при виготовленні термічно неоднорідних багатошарових енергоощадних огороджувальних конструкцій.....	53
3.2 Способи ущільнення соломи при виготовленні теплоізоляційних будівельних виробів.....	60
3.3 Устаткування для виготовлення солом'яних виробів для влаштування енергоощадних огороджувальних конструкцій.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

Стрімке подорожчання енергоресурсів потребує впровадження засобів енергоефективності при будівництві та експлуатації житлових будинків. Ефективність використання енергоносіїв в житлово-комунальному господарстві України низька. Цей процес обумовлений збільшенням споживання тепло-енергоресурсів в житловому фонді. Підвищення енергоефективності в житловому секторі можна досягти шляхом зменшення непродуктивних витрат енергоресурсів на їх будівництво та експлуатацію при створенні оптимального теплового режиму в приміщеннях.

В Україні прийнято закон «Про енергозбереження», що визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій. Одним із основних способів енергозбереження в житлово-комунальному господарстві є зниження втрат тепла в докiлля через огороджувальні конструкції будівель. Впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій передбачає вирішення еколого-економічних проблем. На опалення житлових будинків в Україні щорічно витрачається 6...9 т умовного палива, що в декілька разів більше ніж в країнах Європи. Значні перевитрати паливно-енергетичних ресурсів спричиняють забруднення навколишнього середовища. Тому вирішення еколого-економічних проблем в будівельній галузі це енергозбереження до 50 % всього енергоспоживання, що може бути реалізоване шляхом впровадження ресурсозберігаючих й екологічних житлових утворень на засадах біосферосумісності.

Основним напрямком підвищення енергоощадності в житлово-комунальному господарстві є зменшення тепловтрат із будівель шляхом збільшення термічного опору огороджувальних конструкцій. Перспективним напрямком підвищення термічного опору стін будівель є використання термічно неоднорідних огороджувальних конструкцій, в яких в якості теплоізоляції використовуються екологічні матеріали рослинного походження. Реалізація біосферосумісного житлового малоповерхового будівництва потребує відповідного методологічного та науково-теоретичного обґрунтування при розробці архітектурно-будівельних рішень.

РОЗДІЛ 1

СТАН, ОСОБЛИВОСТІ І ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНИХ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

1.1 Шляхи підвищення енергоощадності в житловому будівництві

Науково-технічний та економічний розвиток суспільства визначається ефективністю використання традиційних та відновлювальних джерел енергії. В Україні з метою зменшення споживання енергоносіїв на опалення в холодний період року державною політикою у сфері забезпечення енергетичної ефективності житлово-комунального сектора передбачається впровадження високоефективних технологій при влаштуванні огороджувальних конструкцій будівель [1]. Це обумовлено тим, що сектор житлової нерухомості в Україні споживає біля 30 % первинної енергії, тобто на одного мешканця припадає 1,4 т умовного палива, що майже втричі більше ніж у країнах Європейського Союзу. У зв'язку з цим Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» передбачено рівень енергетичної ефективності будівель довести до нормативних вимог [2].

Законодавча база України визначає правові та організаційні заходи у сфері забезпечення енергетичної ефективності для створення умов зменшення споживання енергоносіїв, в тому числі для підтримання необхідного мікроклімату житлових будівель [1–4]. Енергозберігаючі проекти в житлово-комунальному господарстві (ЖКГ) повинні спрямовуватися на скорочення споживання енергії, тобто зменшення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів, що необхідні для виробництва одиниці продукції та надання послуг. Реалізація енергозберігаючих проектів передбачає енергетичний аудит – процес збору та аналізу інформації щодо енергетичних характеристик будівель або груп будівель та процесів надання послуг, результатом якого є визначення та розрахунок економічно обґрунтованих можливостей та рекомендацій щодо скорочення споживання енергії.

Затверджена і поетапно реалізується галузева науково-технічна програма «Енергозбереження в житлово-цивільному будівництві». Основними чинниками регулювання енергозбереження в житлово-комунальному господарстві є:

- теплова ізоляція, збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій будинків; теплоізоляційні роботи щодо реконструкції будинків старої забудови; підвищення теплозахисту вікон і балконних дверей за сучасними вимогами із теплозахисту;

- модернізація систем тепло- і водопостачання, поступова заміна центрального тепlopостачання на індивідуальне тепlopостачання у блочно-модульному виконанні; впровадження там, де це економічно доцільно, децентралізованих джерел тепlopостачання; зниження тепловитрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи; оптимізація режимів роботи мереж тепло- і водопостачання; реконструкція теплових пунктів із застосуванням ефективного тепломеханічного устаткування; застосування комбінованої теплоакumuляційної електричної системи опалення, широке використання апарату контролю і діагностики стану внутрішньої поверхні устаткування і систем тепло- і водопостачання та ін.;

- використання нетрадиційних джерел енергії як одного з перспективних напрямів енергозбереження в ЖКГ, а також вирішення екологічних проблем; важлива роль у скороченні витрат енергоресурсів належить теплонасосним установкам, що забезпечують ефективну утилізацію потенційного тепла навколишнього середовища, промислових і побутових стоків.

Сучасні технології дозволяють створити енергозберігаючі житлові утворення і житло, які забезпечують достойне людині життя та кардинально знижують негативний вплив на навколишнє середовище [5–12].

Екологічне житлове середовище – середовище житлових утворень, яке максимально гармонує з природним середовищем, не забруднює і зберігає природу, використовує відновлювальні джерела енергії і є ресурсозберігаючим, забезпечене маловідходними інженерними системами і обладнанням, включає екологічно чисті будівельні і оздоблювальні матеріали і не наносить шкоди здоров'ю людини. При цьому в поняття «житлове середовище» включені території, житлові споруди і споруди суспільного обслуговування, інженерні мережі і споруди, транспортні комунікації.

Екологічний будинок (екодім) – будинок, який органічно вписується в природу, не викликаючи забруднення навколишнього середовища, ресурсозберігаючий (використовує відновлювальні джерела енергії; економить витрати води, тепла та ін.); економить витрати енергії не тільки на експлуатацію, але й на виробництво будівельних матеріалів і будівництво, включаючи хімічно і фізично нешкідливі будівельні матеріали; комфортний і здоровий для людини.

Ресурсозберігаючі житлові утворення – це житлові забудови і будівля, в яких використовуються відновлювальні джерела енергії (енергія сонця, вітру, тепла енергія землі та ін.), економляться витрати електроенергії, води, газу, твердого і рідкого палива, при цьому економляться витрати енергії не тільки на експлуатацію, але і на виробництво будівельних матеріалів і виробів, застосовуються безвідходні чи маловідходні інженерні технології.

Екологічні житлові утворення (екорайони, екоквартали, екокомплекси) – характеризуються достойними умовами проживання: чисте повітря, вода, ґрунт; відсутність шуму, невелика щільність населення, використовується ландшафт; будівлі сумірні з природним середовищем, будівельні матеріали екологічно чисті і біопозитивні, відходи утилізуються, використовуються маловідходні технології; застосовуються альтернативні джерела енергозбереження, які не забруднюють природу; використовуються екологічно чисті види транспорту і енергетики.

Екологічне житлове середовище – нове екологічне, технологічне і соціальне середовище (інженерна і соціальна інфраструктура) для функціонування будинків, поселень і міст, які знаходяться в гармонії з природним середовищем.

Здорове житлове середовище – житлове середовище, яке гармонізує з фізіологічними, психологічними і соціальними потребами людини, сім'ї і суспільства.

Для України розвиток екологічного житла і створення екологічних житлових утворень має велике значення. По-перше, це зумовлено необхідністю найближчим часом переходити до стійкого розвитку з метою збереження цивілізації. По-друге, до кінця не вирішена житлова проблема, оскільки велика кількість сімей не мають власної квартири чи будинку і не можуть його придбати. По-третє, низька енергоефективність сучасних багатоповерхових будівель, які забезпечені централізованими системами інженерного обладнання, що є неефективними щодо енерговитрат. На енергозабезпечення таких будинків витрачається близько третини всієї спожитої енергії в країні. У екобудинках енерговитрати низькі чи нульові, додаткове виробництво електроенергії можливе шляхом використання поновлюваних джерел. По-четверте, екобудинки здатні забезпечити високий рівень побутового комфорту в будь-яких, у т. ч. позаміських поселеннях, що зробить проживання в сільських поселеннях дуже привабливим. Таким чином, будівництво екологічного житла – стратегічно важлива науково-технічна, економічна, соціальна і політична задача, яка знаходиться на початковій стадії вирішення.

В Україні важливою стратегічною перспективою є впровадження біосферно-сумісного будівництва, яке потребує вирішення задач щодо реформування архітектурно-конструктивних, технічних та організаційно-технологічних проблем будівельної галузі.

Досвід західних країн показує, що в умовах ринкової економіки одними тільки ринковими механізмами неможливо досягти результатів в управлінні енергозбереженням. Ці механізми енергозбереження повинні поєднуватись з використанням системи адміністративних та організаційно-технічних заходів. До них відносяться: створення умов для вільної конкуренції і прийняття антимонопольних законів; встановлення спеціальних норм і енергетичних стандартів на енергоспоживаюче обладнання, ефективність електропобутової і промислової техніки; об'єднання всіх служб нагляду за використанням енергоустановок, обладнання і самих ресурсів в один незалежний орган; організація правового регулювання енергозбереження шляхом закріплення в законодавчих актах економічних і адміністративних заходів управління енергозбереженням; організація цільових фондів енергозбереження. Завдання та функції державного управління енергозбереженням здійснюються за допомогою відповідних елементів управління: розробки та проведення політики ціноутворення; сертифікації обладнання та приладів; енергетичної експертизи проектів; ліцензування роботи консалтингових та аудиторських фірм; вирішення питань надання податкових та кредитних пільг; розробка стандартів енергоспоживання; сприяння впровадженню інноваційних енергоефективних конструкцій будівель та технологій при їх будівництві.

Впровадження енергозберігаючих заходів й технологій передбачає організаційну, наукову й практичну діяльність, що спрямовані на раціональне використання й витрачання первинних і вторинних джерел енергії та природних ресурсів, які втілюються в господарську діяльність з використанням правових, економічних і технічних методів.

Реалізація заходів із регулювання енергозбереження в житловому будівництві, зокрема в малоповерховому, в аспекті забезпечення екологічності потребує шляхів вдосконалення організаційно-технологічного управління еколого-економічною якістю будівель.

Досвід реалізації енергозберігаючих програм в розвинутих країнах свідчить про необхідність розробки та реалізації комплексних механізмів управління та втілення в життя проектів енергозбереження з метою підвищення конкурентоспроможності та економічного росту. Складовими механізми управління проектами енергозбереження є правове регулювання, адміністративне управління, адміністративні та екологічні інструменти, розвиток інфраструктури енергозбереження, інструменти соціальної дії та управління інформацією (рис. 1.1) [7].

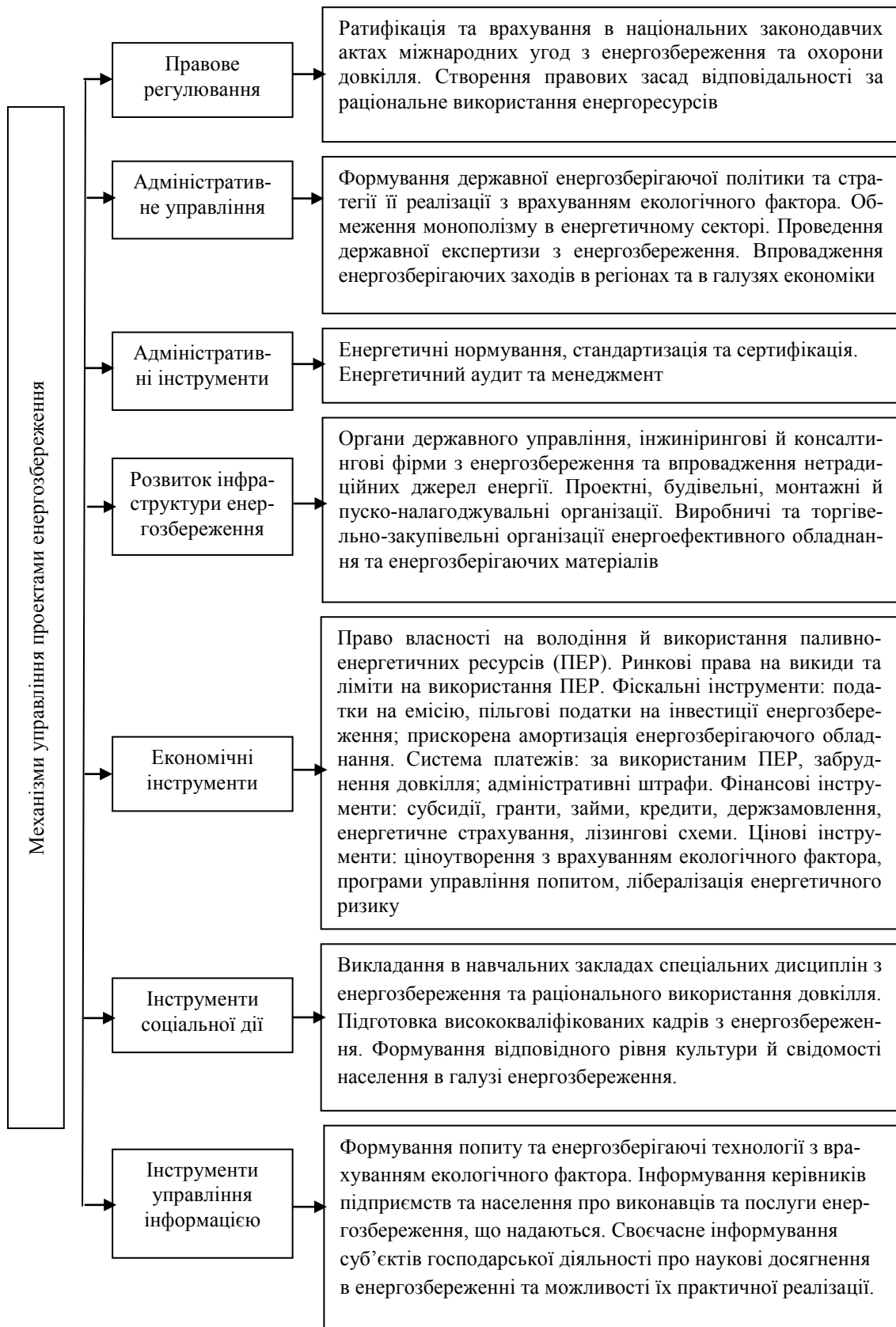


Рисунок 1.1 – Складові механізми управління проектами енергозбереження у житловому будівництві

1.2 Аналіз досліджень конструктивних особливостей та теплотехнічних властивостей енергоощадних багатошарових термічно неоднорідних теплоізоляційних будівельних виробів для огорожувальних конструкцій

З метою підвищення енергоефективності будівель останнім часом багато уваги приділяється питанням вдосконалення конструкцій багатошарових термічно неоднорідних теплоізоляційних будівельних виробів. Актуальність та перспективність цього напрямку енергозбереження зумовлені такими основними факторами як обмеженість запасів покладів органічного палива, які використовуються при отриманні теплової енергії для підтримання комфортного мікроклімату в будівлях, та складним екологічним станом довкілля. Тому аналітичний аналіз відомих конструктивних рішень багатошарових термічно неоднорідних теплоізоляційних будівельних виробів є доцільним для обґрунтування вибору оптимальних рішень при проектуванні огорожувальних конструкцій будівель з заданими конструктивними, теплофізичними, екологічними та економічними характеристиками.

Теплоізоляційна оболонка будинку – система огорожувальних конструкцій, що забезпечує створення та підтримання необхідного, як правило, теплового режиму в приміщеннях будівлі. При проектуванні теплоізоляційної оболонки нових та реконструкції існуючих будинків передбачають влаштування термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій, класифікацію яких наведено на рис. 1.2.

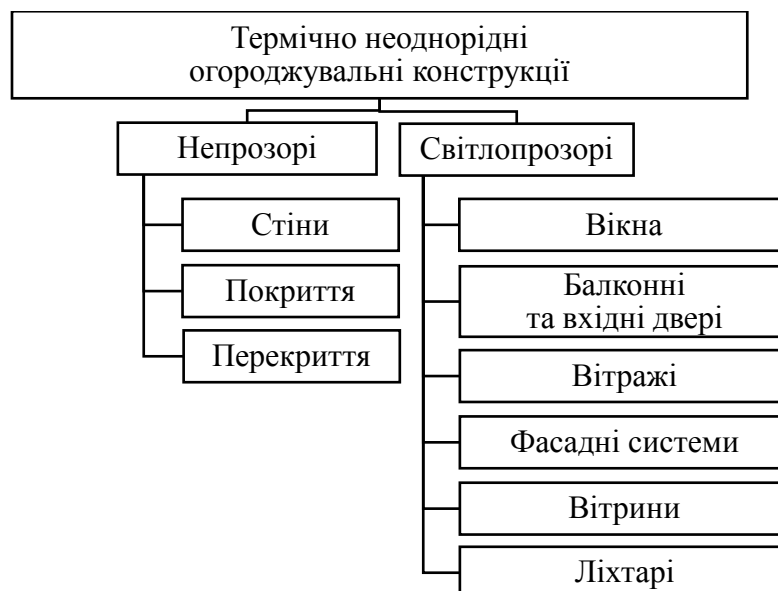


Рисунок 1.2 – Класифікація термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій будинків

Непрозорі огорожувальні конструкції – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку, до складу яких входять декілька шарів термічно неоднорідних матеріалів, що не пропускають видиме світло.

Світлопрозорі огорожувальні конструкції, ділянки теплоізоляційної оболонки будинку, до складу яких входить один і більше шарів термічно неоднорідних матеріалів і речовин, що пропускають видиме світло.

Зовнішній стіновий теплоізолювальний елемент [13]. Являє собою комбінацію двох жорстких плит з теплоізолювальних матеріалів із внутрішнім замкнутим повітряним прошарком між ними і може бути використаний з метою підвищення ефективності зовнішньої теплоізоляції та вдосконалення конструкції. Внутрішня поверхня однієї з плит захищена шаром композитного матеріалу із полірованою алюмінієвою фольгою. Верхня плита із поверхневим захисним шаром композитного матеріалу всередині знаходиться над нижньою по відношенню до захищеної стіни. Плити з'єднані між собою всередині рівновисокими рейками-ребрами із матеріалу плит з утворенням повітряного прошарку між плитами. Розміри покриття захисного шару композитного матеріалу на внутрішній поверхні верхньої плити обмежені по периметру внутрішніми боковими гранями рейок-ребер. Зовнішній двошаровий теплоізолювальний елемент із пінопласту товщиною 20 мм і 30 мм та повітряним прошарком між ними товщиною 20 мм при коефіцієнті теплопровідності $0,041 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ має втричі більший термічний опір ніж керамзитобетонна стінова панель товщиною 350 мм при величині теплопровідності $0,38 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$.

Теплоізоляційний блок [14] складається із двох залізобетонних пластин. Верхня пластина має по краю замкнений по периметру прямокутний виступ з плоскопаралельною поверхнею і поздовжнім ребром посередині, а нижня пластина має по краю замкнений по периметру прямокутний виступ з поздовжнім пазом-щілиною посередині плоскопаралельної поверхні виступу. Ребра виступу верхньої пластини мають наскрізні отвори, а співвідношення товщини виступу і ребра не менше ніж 2:1. Ширина пазу-щілини виступу нижньої пластини в 1,5–2 рази більша товщини ребра виступу верхньої пластини, а висота ребра виступу верхньої пластини менша на половину ширини пазу-щілини

виступу нижньої пластини. Основа і внутрішня бокова поверхня простору виступів кожної із пластин захищена шаром теплоізоляційного матеріалу органічного і/або мінерального походження, висота якого не досягає верхнього краю виступу кожної із пластин на товщину шару теплоізоляційного матеріалу. Теплоізолювана внутрішня поверхня кожної із пластин має періодично розташовані і жорстко закріплені теплоізоляційні перегородки, висота яких не досягає верхнього краю виступу кожної із пластин на товщину шару теплоізоляційного матеріалу. Обидві пластини з'єднані в теплоізоляційний будівельний блок через контакт поверхні ребер з наскрізними отворами виступу верхньої пластини і поверхнею типу «паз-щілина» з цементно-піщаним будівельним розчином.

Монтаж теплоізоляційного будівельного блока, що складається із двох залізобетонних пластин – верхньої та нижньої з виступами по периметру верхньої та нижньої пластин, здійснюється в горизонтальному положенні на спеціальному посту технологічної лінії підприємства. На внутрішню поверхню нижньої пластини наклеюють на мастиці шар теплоізоляційного матеріалу, а внутрішній простір нижньої пластини з шаром теплоізоляційного матеріалу періодично розмежують теплоізоляційними перегородками з ідентичного теплоізоляційного матеріалу з кріпленням на мастиці на висоту меншу товщини шару теплоізоляційного матеріалу. На змащену мастикою торцеву поверхню теплоізоляційного матеріалу наклеюють теплоізоляційне перекриття визначеної товщини.

Дрібноштучний стіновий теплоізоляційний блок [15] може бути використаний з метою покращення теплофізичних характеристик готового виробу і складається із двох прямокутних взаємопаралельних пластин однакового розміру, обмежених двома паралельними поздовжніми ребрами-стінками з утворенням внутрішнього просторового об'єму і боковим поздовжнім об'ємним простором. Ізольююча східчаста кришка, яка захищає з торців внутрішній просторовий об'єм корпусу, має першу і другу сходинки. Зібраний дрібноштучний стіновий теплоізоляційний блок ізолюваний з торців корпусу кришками, а бокові поздовжні сторони корпусу захищені теплоізоляційним матеріалом в загерметизованому теплоізоляційному пакеті.

Монтаж дрібноштучного теплоізоляційного блока виконується в такій послідовності. Заповнюють бетонним розчином прес-форми для корпусу блока та ізолюючої східчастої кришки. Один кінець корпусу блока герметизують за допомогою будівельного розчину, шляхом входження стінки другої сходинки кришки в просторовий об'єм корпусу і тісного контакту внутрішньої поверхні першої і другої сходинки кришки з торцевою поверхнею елементів корпусу. Просторовий об'єм корпусу з іншого кінця заповнюють теплоізоляційним матеріалом, наприклад голками і шишками хвойних дерев та герметизують його аналогічним чином другою ізолюючою східчастою кришкою. В боковий простір з обох поздовжніх сторін блока на мастиці або клею кріплять загерметизований гідроізоляційний пакет з теплоізоляційним матеріалом.

Конструкційно-теплоізоляційний будівельний блок і стіна із таких блоків [16] можуть бути використані з метою виключення необхідності додаткового утеплення зовнішніх стін несучий елемент і виконано із важкого, а самонесучий утеплювач із ніздрюватого бетону. Об'єм ніздрюватого бетону армується сталлю або органічною арматурою, наприклад, волокнами необробленої полімерної сировини. Його поверхня просочена або покрита зміцнювальним шаром із водостійкого матеріалу. Кожен ряд блоків, укладений поперек стіни, чергується з розташованими вище двома рядами блоків, укладених вздовж стіни (повздовжні ряди) так, що блоки кожного поперечного ряду попарно перекриваються двома блоками верхнього поздовжнього ряду. Блоки другого поздовжнього ряду зміщені по відношенню до блоків однозначного нижнього ряду на половину своєї довжини. Утеплювач виготовляється із пінобетону неавтоклавного твердіння густиною 350–400 кг/м³. Несучий елемент виготовляється із важкого бетону класу міцності не менше В 25 (С20/25), та в поперечному перерізі має форму прямокутника.

По боковому периметру несучого сердечника утеплювач обгортає його таким чином, що в торцях і в місцях розміщення прорізу залишається суцільним, а по решті бокової поверхні зв'язаний з ним жорстко за рахунок зчеплення.

Для покращення зв'язку між теплоізоляційним матеріалом і вантажонесучим елементом улаштовується легка армуюча сітка, яка за-

кріплюється через отвір в пазах. З метою підвищення морозостійкості і зменшення водопоглинання зовнішня поверхня утеплювального матеріалу блока може бути просочена спеціальним зміцнювальним розчином і принаймні з двох сторін захищена декоративним, атмосферостійким матеріалом.

Зусилля від зовнішніх навантажень передаються конструкцією стіни через площадки контактів між несучими елементами блоків. Кожний елемент поперечного ряду блоків має опорні контакти з блоками поздовжнього ряду (два знизу і два зверху). Кожний елемент поздовжнього ряду має два контакти поздовжніх і два – поперечних.

Будівельний теплоізоляційний блок [17] та його виконання дозволяє створити на стіні суцільний ізоляційний масив, тому що ізоляційні шари кожного будівельного елемента щільно прилягають між собою. Зв'язок блоків між собою досягається за рахунок з'єднання розчином декоративно-захисних шарів.

Будівельний блок виконують у вигляді двоступінчатої піраміди. Пропонований теплоізоляційний будівельний блок складається з ізолювального шару з пінобетону, щільністю 200–300 кг/м³, захисно-декоративного шару із будівельного розчину, щільністю 1800–2100 кг/м³. Захисно-декоративний шар може містити зовнішній шар, що несе декоративну функцію і виконаний, наприклад, з мармурової крихти. Мармурова крихта може бути також використана як наповнювач щільного будівельного розчину. Зв'язок декоративно-захисного шару з ізоляційним шаром забезпечується за рахунок стрижневої арматури, «вуса» якої виступають за межі ізоляційного шару і служать для кріплення будівельного теплоізоляційного блока до основної кладки стіни.

При кладці будівельних блоків шарами, що чергуються, на всю висоту кладки утворюють вертикальні вентиляційні канали. Це сприяє інтенсивному переміщенню повітря в каналах і кращому видаленню вологи. Будівельний теплоізоляційний блок може бути виготовлений в умовах існуючого виробництва пінобетонних блоків, доповненого віброщільнювальним устаткуванням для формування теплоізоляційного блока та захисного декоративного шару.

Термоблок із захисно-декоративним покриттям [18] може бути використаний для збільшення герметичності теплоізоляційного шару й усунення містків холоду та підвищення міцності захисного покрит-

тя. Термоблок має такі розміри: 100×25×25 см і товщиною стінки 5 см, із захисно-декоративним покриттям товщиною від 0,5 до 1,5 см (можлива інша товщина покриття, залежно від конкретних вимог архітектури). Одна частина являє собою термоблок з піно-полістиролу розмірами 100×25×25 см і товщиною стінки 5 см (можливі інші розміри залежно від типу термоблока) із замками на верхній, нижній і торцевій частинах. При їхньому змиканні утвориться герметичний теплоізоляційний шар без містків холоду та надійна опалубка без протікань. За допомогою замків спрощується припасування й монтаж. Друга частина термоблока із захисним облицювально-декоративним покриттям захищає теплоізоляційний шар з пінополістиролу від зовнішніх атмосферних й інших впливів, а також виконує естетичну функцію і являє собою полімерцементно-піщане, полімер-піщане, гіпсополімерне покриття (гіпсополімерне покриття застосовується для внутрішнього облицювання) армоване склосіткою і сталевим дротом, що зв'язує покриття з несучою конструкцією (бетонною стіною будинку). Товщина шару покриття, як правило, від 5 мм до 15 мм, залежно від конфігурації фактурного малюнка.

У процесі виготовлення термоблока із захисним облицювально-декоративним покриттям обидві частини з'єднуються між собою в одну конструкцію. Термоблок із захисним облицювально-декоративним покриттям містить термоблок, полімерцементно-піщане, полімер-піщане, гіпсополімерне покриття, армоване склосіткою, для надійного зрощування на лицьовій стороні термоблока спеціальні технологічні прорізи, зв'язує захисно-декоративне покриття з бетонною стіною будинку сталевий дріт.

Зрощування елементів панелі відбувається в процесі виготовлення декоративно-захисного покриття. Полімерцементно-піщане, полімер-піщане, гіпсополімерне покриття одержують методом вібролиття у формі. Спочатку готують термоблок з пінополістиролу на його лицьову поверхню наносять технологічні прорізи 10 штук глибиною від 4 до 10 мм і шириною від 3 до 7 мм, для створення додаткового зчеплення термоблока з покриттям. Далі на термоблок з пінополістиролу кріпиться склосітка і сталевий дріт у вигляді скоб. Потім на підготовлений у такий спосіб термоблок з пінополістиролу наноситься полімерцементно-піщане, полімер-піщане, гіпсополімерне покриття.

На вібростолі відбувається з'єднання елементів термоблока з покриттям за рахунок вібрації, в результаті чого відбувається проникнення рідкої суміші декоративно-захисного шару в технологічні прорізи й пористу поверхню термоблока. При монтажі готові термоблоки встановлюються замок у замок з підбором декоративного малюнка, після чого в них закладається арматура й заливається бетон. Металевий дріт у вигляді скоби, що проходить через покриття, надійно зв'язує його із залитим бетоном.

Дрібноштучний теплоізоляційний будівельний блок [19] складається з каркасу розрахункових розмірів, що містить взаємно перехрещувані і взаємно перпендикулярні плити із неорганічного або органічного матеріалів, що утворюють вертикальні закриті відсіки. Пустотоутворювальними виробами вертикально закритих відсіків каркаса є вживані вироби – пластмасові і/або скляні пляшки, або обрізки промислових труб із азбестоцементного, бетонного, керамічного, скляного, пластмасового матеріалів. Висота вертикальних відсіків каркаса блока на 5–10 мм більша висоти вертикально встановлених пластмасових і/або скляних пляшок, або обрізки промислових труб. Простір, утворений внутрішніми кутковими поверхнями взаємно перехрещуваних і взаємно перпендикулярних плит закритих відсіків і поздовжньою частиною зовнішньої поверхні пустотоутворювачів заповнено будівельним розчином. Будівельним розчином може бути цементно-піщана суміш або суміш промислових цементно-грунтових відходів з цементом.

Після заповнення будівельним розчином та наступною витримкою у відсіках блок набирає необхідну механічну міцність.

Композиційний дрібноштучний будівельний теплоізоляційний блок [20], що має корпус, всередині якого на будівельному розчині в отворах роздільних діафрагм встановлені пластмасові пляшки з закритим повітряним простором всередині. Роздільна діафрагма має отвори для пластмасових або скляних пляшок або обрізків труб і бокові прямокутні вирізи по товщині діафрагми на глибину 20–30 мм кожної із сторін, віддалених від кожного кута діафрагми.

Виготовлення і монтаж запропонованого блока виконується таким чином. Готують роздільні діафрагми із неорганічного або органічного матеріалів, наприклад із пресованого паперу. Розміри роздільних діа-

фрагм повинні відповідати внутрішнім горизонтальним розмірам опалубки. В діафрагмах на кожній із сторін по периметру на глибину 20–30 мм по товщині діафрагми роблять прямокутні вирізи, а на поверхні здійснюють розмітку для майбутніх отворів під пляшки або обрізки труб. На дно виготовленої опалубки кладуть на товщину 20–30 мм, попередньо підготовлений будівельний розчин на основі цементно-піщаної суміші або суміші з використанням цементно-грунтових відходів з цементом. Вставлені в будівельний розчин і зафіксовані за допомогою нижньої діафрагми пляшки закладають будівельним розчином, приблизно до середини висоти кожної із пляшок, і ущільнюють його. На поверхню ущільненого розчину вкладають іще одну аналогічної конструкції верхню діафрагму таким чином, щоб в її отвори ввійшли, попередньо зафіксовані розчином і отвором нижньої діафрагми, пляшки. На поверхню діафрагми між пляшками на висоту 20–30 мм від торця горловини, накладають чергову порцію будівельного розчину, поступово ущільнюючи його, і даючи можливість протискуватися розчину через бокові вирізи діафрагми.

Теплоізоляційний будівельний блок [21], що може бути використаний для підвищення теплоізоляції та звукоізоляції й збільшення міцності, складається з гранульованого спіненого полістиролу, з додаванням цементу, повітровсмоктуючої добавки та води. Теплоізоляційний блок представляє собою об'ємну конструкцію, яка містить поздовжні та поперечні бокові стінки. Блоки бувають рядового, кутового, міжстінового та/або фундаментного виконання. Теплоізоляційний шар виконують з пінополістиролбетону розташовано з одного або обох поздовжніх боків, та/або принаймні з одного поперечного боку. Між блоком та теплоізоляційним шаром може бути встановлена зміцнювальна сітка.

Виробляють будівельний блок за відомими технологіями. Окремо готують суміш, яка складається з таких компонентів, % за масою: полістиролу 65,0–85,0, цементу 15,0–20,0, добавки повітровсмоктуючої 0,015–0,03 та води – решта, перемішують її, отримуючи пінополістиролбетон. У підготовлену форму закладають застиглий блок. При цьому між блоком та стінкою форми залишається порожнина шириною 3–10 см (в залежності від призначення теплоізоляційного блока), в яку закладають пінополістиролбетон, що знаходиться на ранній стадії застигання. Це зміцнює з'єднання блока та теплоізоляційного ша-

ру. Для більш міцного з'єднання блока та шару між ними встановлюють сітку, яка виготовлена з дроту товщиною 2–3 мм. Якщо блок виконаний з порожнинами, в них також можна закладати суміш пінополістиролбетону.

Будівельний дрібноштучний теплоізоляційний блок [22] має взаємоперехресчувані і взаємоперпендикулярні, наприклад, азбестоцементні плити, що утворюють закриті і напіввідкриті відсіки. Закриті відсіки заповнені подрібненими виробами або сумішшю з природними або синтетичними наповнювачами.

Виготовлення і монтаж будівельного дрібноштучного теплоізоляційного блока виконується таким чином. З врахуванням запроектованої товщини стіни будівлі, коефіцієнти теплопровідності складових блока, виконують теплотехнічні розрахунки для визначення необхідних розмірів каркасу будівельного блока з врахуванням конкретної кількості рядів закритих відсіків в каркасі. Виготовляють каркас із взаємоперехресчуваних і взаємоперпендикулярних, наприклад азбестоцементних плит. Під розрахункові розміри каркасу виготовляють прес-форму або опалубку. Готують наповнювач шляхом подрібнення пластмасових або скляних пляшок, що були у використанні, або обрізків промислових труб скляних, керамічних, азбестоцементних і т. ін., або природних матеріалів – ракушняк, туф. Готують будівельний розчин на основі цементнопіщаної суміші або суміші з використанням промислових цементногрунтових відходів з цементом. Підготовленим розчином визначеної консистенції заповнюють дно попередньо виготовленої (розрахункових розмірів) опалубки або прес-форми на товщину 20–30 мм. У закриті відсіки до верхнього їх рівня засипають подрібнений наповнювач. У напіввідкриті відсіки вкладають будівельний розчин до верхнього рівня напівзакритих відсіків. На всю поверхню каркаса по периметру накладають гідроізоляційну прокладку. На поверхню із гідроізоляційною прокладкою наносять шар будівельного розчину із наступним його загладжуванням і витримкою до затвердіння. Після затвердіння розчину в прес-формі або опалубці одержаний блок виймають, перевіряють і на поверхні блока наносять тонкий декоративний шар розчину.

Термоблок з бетонним облицювальним покриттям [23] є термоблоком з розмірами 100×25×25 см і товщиною стінки 5 см із захисним бетонним облицювальним покриттям товщиною від 1,5 см до

3 см. Одна частина являє собою термоблок з пінополістиролу, з розмірами 100×25 см і товщиною стінки 5 см. Друга частина являє собою захисне бетонне облицювальне покриття, що захищає теплоізоляційний шар з пінополістиролу від зовнішніх атмосферних та інших впливів і виконує естетичну функцію. Покриття виготовляється з архітектурного бетону, який армований полімерним або базальтовим фібро-волокном і модифікований суперпластифікатором, повітропоглинаючою і полімеризуючою добавками. Він також армований сталевим дротом, що зв'язує покриття з несучою конструкцією (бетонною стіною будівлі). Товщина шару покриття від 1,5 см до 3 см в залежності від конфігурації фактурного малюнка.

Зрощування елементів термоблока з бетонним облицювальним покриттям відбувається в процесі виготовлення покриття. Покриття з архітектурного бетону отримують методом вібролиття в формі. Монтаж термоблоків з бетонним облицювальним покриттям при проведенні будівельних робіт здійснюється таким чином. Готові термоблоки встановлюються замок в замок з підбором декоративного малюнка, після чого в них закладається арматура і заливається бетон. Металевий дріт у вигляді скоби, що проходить через покриття, надійно з'єднує його з залитим бетоном.

Теплоізоляційна панель [24] може бути використана для зниження теплообміну між приміщенням і навколишнім середовищем. Складається з каркасу 1 та секцій. Секції заповнені наповнювачем, в якості якого використовуються пластикові пляшки (рис. 1.3) з відрізанним дном 2. Пляшки герметично закріплені на вертикально встановлених на каркасі дротах 3. Наповнювачем пляшок є сухе повітря. Каркас розміщується в захисному повітронепроникливому корпусі 4. Теплоізоляційну панель розміщують всередині стіни як теплоізоляційний прошарок. Сухе повітря, яке знаходиться в пластикових пляшках, має низький коефіцієнт теплопровідності, що дозволяє значно знизити теплообмін між приміщенням та навколишнім середовищем. Оскільки пластикові пляшки з відрізанним дном з'єднані між собою у пакети герметично, то це перешкоджає проникненню водяної пари до наповнювача – сухого повітря. Захисний корпус перешкоджає контакту теплоізоляційної панелі зі стіновим матеріалом, зокрема, цегляною кладкою, а також надає панелі більшої міцності та довговічності.

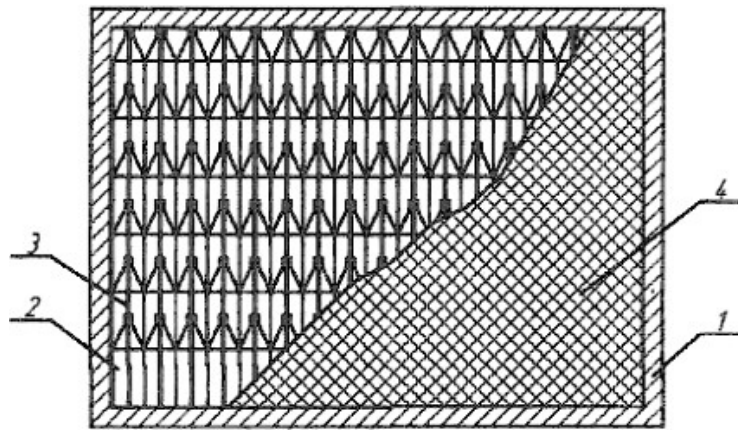


Рисунок 1.3 – Теплоізоляційна панель: 1 – каркас, 2 – пластикові пляшки, з'єднані в пакети, 3 – з'єднувальний дріт, 4 – захисний повітронепроникний корпус

Теплогідроізоляційна покрівля [25] виконується з метою зменшення тепловтрат в навколишнє середовище та захисту від проникнення вологи в приміщення. Для цього на панель перекриття 1 встановлюється гідроізолювальний шар 2, який захищає від проникнення вологи в приміщення. Поверх гідроізолювального шару укладається алюмінієва фольга 3, що служить для відбиття довгохвильового тепла та погіршення умов паропроникнення (рис. 1.4). На алюмінієву фольгу встановлюють теплоізоляційну панель із пластикових пляшок 4, що приводить до зниження теплообміну між приміщенням та навколишнім середовищем. Для підвищення механічної міцності поверх теплоізоляційної панелі розміщують металеву сітку 5. Над металеву сітку укладають шар глиняно-солом'яного розчину 6, який захищає від зовнішніх механічних пошкоджень та є додатковим утеплювачем.

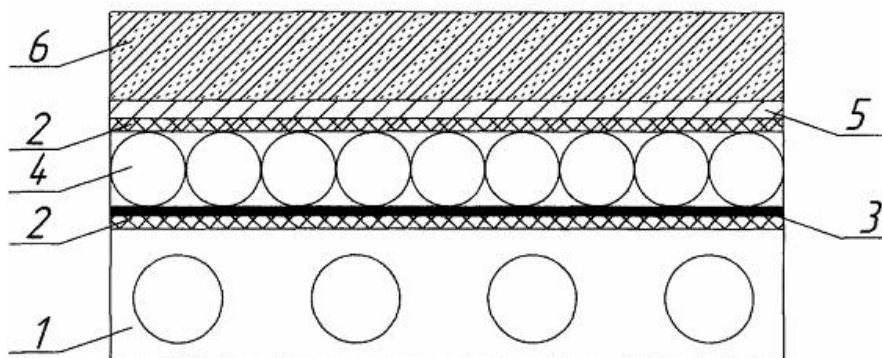


Рисунок 1.4 – Теплоізоляційна покрівля: 1 – панель перекриття, 2 – гідроізолювальний шар, 3 – алюмінієва фольга, 4 – пластикові пляшки з сухим повітрям, 5 – металеві сітка, 6 – шар глиняно-солом'яного розчину

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про енергозбереження : Закон України від 01.07.94 р. № 74/94-ВР. Дата оновлення : 23.07.2017. URL : <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр> (Дата звернення : 23.02.2019).
2. Про енергозбереження : Закон України від 22.06.2017 № 2118-VIII. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2118-19> (Дата звернення : 23.02.2019).
3. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель.[Чинний від 2017-05-01]. Вид. Офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 33 с. (Державні будівельні норми).
4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 55 с. (Державні стандарт України).
5. Дудар І. Н., Кучеренко Л. В., Швець В. В. *Енергозбереження в житловому будівництві*: навч. посібник. Ч. 1. Вінниця : ВНТУ, 2015. 57 с.
6. Саницький М. А., Позняк О. Р., Марущак У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві : навч. посібник. Львів : Національний ун-т «Львів. Політехніка», 2013. 236 с.
7. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управління проектами енергозбереження шляхом термомодернізації будівель : навч. посіб. Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. 120 с.
8. Недбайло О. М. Теплофізичні аспекти підвищення ефективності будівлі при використанні низькотемпературних систем її теплозабезпечення та термомодернізації огорожувальних конструкцій : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.06 / Київ, 2018. 28 с.
9. Семко О. В., Філоненко О. І., Панченко С. П., Мякий Є. І. Спорудження малоповерхових житлових будинків із солом'яних блоків та визначення їх теплотехнічних характеристик. Вісник Придніпр. держ. академ. буд. та арх. Дніпро : ПДАБА. 2013. № 8. С. 47–52.
10. Ткаченко Т. М. Науково-методологічні основи підвищення рівня екологічної безпеки урбоценозів шляхом створення енергоефективних технологій «зеленого будівництва» : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 21.06.01 / Київ, 2018. 32 с.
11. Фаренюк Г. П. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія. Київ : Гамма-Принт, 2009. 137 с.
12. Чернишев Д. О. Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферо сумісності : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Дніпро, 2019. 33 с.

13. Зовнішній стіновий теплоізолюючий елемент : пат. 31204 Україна : МПК E04C 2/0. № u200714511 ; заявл. 25.03.2008 ; опубл. 25.03.2008, Бюл. № 6. 3 с.
14. Теплоізоляційний блок : пат. 29358 Україна : МПК E04G2/28. № u200710307 ; заявл. 17.09.2007 ; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. 3 с.
15. Дрібноштучний стіновий теплоізоляційний блок : пат. 38156 Україна : МПК E04B9/02. № u2000063185 ; заявл. 02.06.2000 ; опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4. 3 с.
16. Конструкційно-теплоізоляційний будівельний блок і стіна із таких блоків : пат. 41518 Україна : МПК E04C1/41. № u200814761, заявл. 12.10.1998 ; опубл. 17.09.2001, Бюл. № 8. 4 с.
17. Будівельний теплоізоляційний блок : пат. 50102 Україна : МПК E04B1/762. № u2001085780 ; заявл. 16.08.2001 ; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10. 4 с.
18. Термоблок із захисно-декоративним покриттям : пат. 56439 Україна : МПК E04G2/02. № u201009371 ; заявл. 26.07.2010 ; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 1. 3 с.
19. Дрібноштучний теплоізоляційний будівельний блок : пат. 68560 Україна : МПК E04C1/41. № u201112122 ; заявл. 17.10.2011 ; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6. 4 с.
20. Композиційний дрібноштучний будівельний теплоізоляційний блок : пат. 75377 Україна : МПК E04C2/00. № u201206797 ; заявл. 17.10.2011 ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22. 6 с.
21. Теплоізоляційний будівельний блок : пат. 77214 Україна : МПК E04C 1/60. № u201206427 ; заявл. 28.05.2012 ; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3. 5 с.
22. Будівельний дрібноштучний теплоізоляційний блок : пат. 78352 Україна : МПК E04C 2/00. № u201212222 ; заявл. 25.10.2012 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 15. 4 с.
23. Термоблок з бетонним облицювальним покриттям : пат. 81928 Україна : МПК E04C 1/40. № u201302049 ; заявл. 19.02.2013 ; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13. 4 с.
24. Теплоізоляційна панель : пат. 17230 Україна : МПК E04B 2/02. № u200603243 ; заявл. 27.03.2006 ; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9. 3 с.
25. Теплогідроізоляційна покрівля : пат. 26811 Україна : МПК E04B 7/00. № u200704953 ; заявл. 03.05.2007 ; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 10. 3 с.
26. Стена из блоков : пат. 172419 Россия : МПК E004 1/41. № 2016134365 ; заявл. 22.08.2016 ; опубл. 07.07.2017, Бюл. № 19. 16 с.

27. Строительный блок : пат. 2634136 Россия : МПК E04C 1/41. № 2016132283 ; заявл. 04.08.2016 ; опубл. 24.10.2017, Бюл. № 30. 9 с.
28. Многофункциональный газобетонный блок : пат. 169317 Россия : МПК E04C 1/40. № 2016122398 ; заявл. 06.06.2016 ; опубл. 15.03.2017, Бюл. № 8. 8 с.
29. Многослойный строительный блок и способ его производства : пат. 2638197 Россия : МПК B04C 1/41. № 2016130250 ; заявл. 22.07.2017 ; опубл. 12.12.2017, Бюл. № 35. 8 с.
30. Блок фасадный комбинированный : пат. 175612 Россия: МПК E04C 1/41. № 2017134771 ; заявл. 04.10.2017 ; опубл. 12.12.2017, Бюл. № 35. 6 с.
31. Теплоизоляционный блок для кладки внешних стен : пат. 176 Беларусь : МПК E04B 1/00. № u19990122 ; заявл. 18.11.1999, опубл. 30.09.2000, 3 с.
32. Теплоизоляционный элемент для изоляции строительных конструкций : пат 1564 Беларусь : МПК E04C 1/00. № u20040014 ; заявл. 13.01.2004 ; опубл. 30.09.2004. 4 с.
33. Теплоизоляционный стеновой блок : пат. 5843 Беларусь : МПК E04B 1/00. № u20090419 ; заявл. 21.05.2009 ; опубл. 19.10.2009. 4 с.
34. Плита стеновой панели : пат. 9730 Беларусь : МПК E04B 2/80. № u20130157 ; заявл. 18.02.2013 ; опубл. 15.07.2013. 6 с.
35. Изолюющий элемент : пат. 5886 Україна : МПК 7E04C 2/10. № u20041008089 ; заявл. 06.10.2004 ; опубл. 15.03.2005, Бюл. № 3. 2 с.
36. Стіновий теплоізолюючий елемент : пат. 24374 Україна : МПК E04C 2/10. № u200702806 ; заявл. 16.03.2007 ; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 10, 3 с.
37. Теплозвукоізоляційний стіновий елемент : пат. 43699 Україна : МПК E04B 1/76. № u2001053328, заявл. 17.05.2001 ; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11, 2 с.
38. Каркасна стінова панель : пат. 90578 Україна : МПК E04C 2/292. № u201303832 ; заявл. 28.03.2013, опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11. 3 с.
39. Каркасна стінова панель з дверним прорізом : пат. 108115 Україна : МПК E04C 2/192. № u201508946 ; заявл. 16.09.2015, опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13. 4 с.
40. Способ наружного утепления фасадов здания : пат. 2171340 Россия : МПК E04B 1/76. № u2000131581/03 ; заявл. 19.12.2000 ; опубл. 27.07.2001, Бюл. № 21. 5 с.

41. Пресс для сеносоломистых материалов : авт. свид. 698577 СССР : МПК А01Е 15/04. № u2648136/30-15 ; заявл. 25.07.1978 ; опубл. 25.11.1979, Бюл. № 43. 2 с.
42. Спосіб виробництва екологічної панелі із пресованої соломи : пат. 105445 Україна : МПК Е04С 2/16. № u201507448 ; заявл. 24.07.2015 ; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. 9 с.
43. Нагорний М. В. Ефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків : дис... канд. техн. наук : 05.23.01 / Харк. держ. акад. залізн. трансп. Харків, 2001. 18 с.
44. Теплоизоляция. Материалы, конструкции, технологии : справ. пособие / Гл. ред. С. М. Кочергин. Москва : Стройинформ, 2008. 440 с.
45. Український тлумачний словник будівельних термінів / О. М. Лівінський та ін. ; Київ: «МП Леся», 2006. 528 с.
46. Довідник будівельника. Стандартизовані будівельні терміни / Лівінський О. М., та ін. ; Київ : «МП Леся», 2009. 496 с.
47. Будівельне матеріалознавство : підруч. / Кривенко П. В., та ін. ; Київ : ТОВ УВПК «ЕКСОБ», 2004. 704 с.
48. Дворкін Л. Й., Липовська С. Л. Будівельне матеріалознавство : підруч. Рівне : НУВГП, 2016. 448 с.
49. Будівельні матеріали і вироби / Лівінський О. М. та ін. ; Київ : «МП Леся», 2016. 660 с.
50. Stazi F. Thermal inertia in energy efficient building envelopes. Butterworth Heinemann. 2017. 367 p.
51. ДСТУ Б В. 2.7-195.2009. Матеріали і вироби теплоізоляційні. [Чинний від 2010-08-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 25 с.
52. Карасев Д. О., Шипилова Н. А., Арутунян М. С. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2016. Том 8, № 3. С. 1–8. URL : <http://naukovedenie.ru/PDF/91TVN316.pdf>. (дата звернення 23.02.2019).
53. Малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в Україні. URL : https://www.biznews.com.ua/malopoverhove_budivnitstvo-maye-vsi-perspektivi-rozvitku-v-ukrayini/ / (дата звернення 20.02.2019).
54. Сравнение экотехнологий строительства. URL : http://rodonews.ru/news_1398741708.html (дата звернення 23.02.2019).

55. House of Straw – Straw Bale Construction Comes of Age. URL : <http://www.eren.doe.gov/buildings/documents/strawbale.html>. (дата звернення 23.02.2019).

56. Широков Е. И. Экодом нулевого потребления : реальный шаг к устойчивому развитию. Архитектура и строительство России. 2009. №2. С. 35–39.

57. ASTM Straw Standard Draft. URL : http://www.ecobuildnetwork.org/images/straw_bale_papers/irc_strawbaleconstruction_proposedappendix_final.2.27.13f.pdf (дата звернення 02.02.2019).

58. ТУ 5768-001-85608424-2008. Тюки соломенные прессованные строительные теплоизоляционные. Волжский: ООО «Соломинка – Дом», 2008. 10 с.

59. Соломенный» Донецк. Как переселенцы строят под Киевом эко-городок URL : <http://www.ostro.org/general/society/articles/508341/> (дата звернення 05.12.2017).

60. Доброноженко О. В. Перспективы возведения экодомов в Украине как приоритетное направление в энергосбережении. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2012. № 5(16). С. 152–155.

61. Экопоселок в Днепропетровске : Хоббитания в Мордоре? URL : <https://mobile.gorod.dp.ua/news/71241> (дата звернення 02.06.2018).

62. Фирсик А. Ю. Устройство и функционирование систем экодома (автономный экодом). Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2010. № 25. С. 376–379.

63. Строится Дом из соломенных панелей 34×19 метра под Харьковом! URL : <http://www.biohouse.com.ua/2013/10/3419.html>. (дата звернення 02.06.2018).

64. Профессиональное строительство домов из соломы URL : <http://toloka.info/ecoukraine/dom-soloma.html> (дата звернення 06.04.2018).

65. Строительство биопозитивных домов из соломенных блоков в Волгоградской области и во всем ЮФО : сб. статей общегородской науч.- практ. конф. «Волжский : история, культура, образование» (Волжский, 19–20 дек. 2013 г.). Волгоград: Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2014 С. 114–117.

66. Brojan L. Clouston Peggi L. Andvantages and disadvantages of straw-bale building. Architecture, research. 2014. № 1. P. 21–26.

67. Atkinson C. Why build with straw? Nuffield Farming Scholarships Trust, 2010. 62 p.

68. Соломенные панели. URL : <http://eco-bud.com/solomennye-paneli-2>. (дата звернення 02.03.2018).

69. The Woodlouse. Blogging about strawbale selfbuild, sustainable building, adaptation to climate change, and associated ramblings URL : <http://thewoodlouse.blogspot.cz/2015/09/embodied-and-disembodied-carbon.html> (дата звернення 05.10.2018).

70. Бруй А. Е. Харламов И. В. Анализ возможных конструкций стен с использованием соломенных блоков для климатических условий Алтайского края. Ползуновский вестник. 2014. № 1. С. 39–42.

71. Мирман М. Макдонал С. Дом из соломенных блоков. Solar Energy International. 1996. 60 с.

72. Strawbale Building in Poland URL : http://osbn.pl/sites/default/files/pliki/Strawbale%20building%20in%20Poland_Maciej%20Jagielak_0.pdf (дата звернення 15.08.2018).

73. Строительный элемент с использованием волокнистого материала и строительная конструкция : пат. 9138 Беларусь : МПК E04C 2/16. № u20126045 ; заявл. 28.06.2012 ; опубл. 30.04.2013, 8 с.

74. Строительный элемент с использованием волокнистого материала и конструкция перекрытия : пат. 10032 Беларусь : МПК E04C 1/40. № u20130415 ; заявл. 17.05.2013 ; опубл. 30.01.2014, 7 с.

75. Зовнішній стіновий теплозвукоізоляційний блок : пат. 121651 Україна : МПК E04C 2/10. № u201706564 ; заявл. 25.06.2017 ; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23, 3 с.

76. Стінова панель : пат. 101566 Україна : МПК E04B 2/80. № u20151481 ; заявл. 20.02.2015 ; опубл. 25.04.2015, Бюл. № 18, 8 с.

77. Каркасна стінова панель із теплозвукоізоляційних блоків : пат. 127505 Україна : МПК E04C 2/16. № u201800985 ; заявл. 02.02.2018 ; опубл. 10.08.2018, Бюл. № 15, 7 с.

78. Багатошаровий теплоізоляційний стіновий блок : пат. 130548 Україна : МПК E04C 2/00. № u201807226 ; заявл. 25.06.2018 ; опубл. 10.12.2018, Бюл. № 23, 6 с.

79. Энергоэффективный строительный многослойный тепло блок : пат. 00000 Україна. МПК E04B 1/00. № u20180000 ; заявл., опубл., Бюл. № 3 с.

80. Композиційний будівельний тепло блок : пат. 130276 Україна : МПК E04B 1/00. № u201808845 ; заявл. 20.08.2018 ; опубл. 26.14.2018, Бюл. № 22, 8 с.

81. Пат. 000002 Україна. МПК E04B 1/00 Г. С. Ратушняк, Ю. С. Бікс. Заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет, u2018000.

82. Производство домов из соломенных блоков. URL : <http://rainbowecosystem.com/ru/products/straw-blocks/> (Дата звернення 16.03.2018).

83. Brojan L., Petric A., Clouston Peggi L. A comparative study of brick and straw bale wall systems from environmental, economical and energy perspectives. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2013. Vol. 8, No. 11. P. 920–926.

84. Куліченко І. І. та ін. Економічна ефективність використання місцевих екологічних матеріалів в малоповерховому будівництві доступного житла. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*. 2013. № 69. С. 257–264.

85. Семко В. І. Сталеві холоднодеформовані тонкостінні конструкції: монографія. Полтава : ТОВ «АМСГ», 2017. 325 с.

86. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель: навч. посіб. Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. 120 с.

87. Ратушняк Г. С., Бікс Ю. С., Лялюк А. О. Моделювання теплопередачі через зовнішній багатошаровий солом'яний стіновий блок. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2018. № 1. С. 50–55.

88. Богословский В. Н. Строительная теплофизика. Москва : Высшая школа, 1982. 415 с.

89. Bläsi W. Bauphysik. Bibliothek des technischen Wissens. 3 Auflage. Naan : Verlag Europa Lehrmittel, 2001. 536 p.

90. Hens H. *Building Physics Heat, Air and Moisture: Fundamentals and Engineering Methods with Examples and Exercises*. 2nd Ed. Berlin : Wilhelm Ernst & Sohn, 2012. 324 p.

91. Особов В. И., Васильев Г. К., Голяновский А. В. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов : основы теории и расчета рабочих органов. Москва : Машиностроение, 1974. 231 с.

92. Пристрій для виготовлення солом'яних панелей : пат. 82238 Україна : МПК А01К 1/02. № u201301809 ; заявл. 14.02.2013 ; опубл. 25.07.2013, Бюл. № 14, 6 с.

93. Установка для виготовлення пресованих солом'яних блоків заданої щільності та геометричних розмірів : пат. 128148 Україна : МПК Е04С 1/00. № u201801621 ; заявл. 19.02.2018 ; опубл. 10.09.2018, Бюл. № 17, 5 с.

Наукове видання

Бікс Юрій Семенович
Ратушняк Георгій Сергійович

**ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНІ
ЕНЕРГООЩАДНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ
МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено Ю. Біксом

Підписано до друку 20.06.2019 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 4,39.
Наклад 300 (1-й запуск 1–75) пр. Зам № В2019-10

Вінницький національний технічний університет,
ІРВЦ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.

press.vntu.edu.ua; *email*: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.
21021, м. Вінниця, вул. Порика, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.