



Круць Т.М.



Саницький М.А.



Кропивницька Т.П.

**Круць Т.М., кандидат техн. наук,
ПАТ «Івано-Франківськцемент», м. Івано-Франківськ,
Саницький М.А., доктор техн. наук, професор,
Кропивницька Т.П., кандидат техн. наук,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів**

ВОЛОКНОЦЕМЕНТ – НОВЕ ПОКОЛІННЯ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Наведені результати досліджень дисперсно-армованих композиційних матеріалів нового покоління на основі волокноцементу. Розглянуті технічні та екологічні аспекти виробництва і використання безазбестових волокнистоцементних покрівельних хвилястих фарбованих листів ПАТ «Івано-Франківськцемент» ТМ «ECO-DACH» і європейських фірм Cembrit, EuroFala.

Основні принципи стратегії сталого розвитку в галузі будівництва передбачають зниження витрат енергії та сировинних матеріалів, а також всебічну охорону довкілля. За останні роки впровадження найкращих доступних технічних засобів (BAT – Best Available Techniques) дозволило при виробництві цементу досягнути суттєвого зменшення енергоємності та покращення стану навколишнього середовища, зокрема за рахунок переходу з мокрого способу виробництва портландцементного клінкера на сухий, а також повної заміни природного газу на кам'яне вугілля та вторинні паливні матеріали. При цьому новий розвиток отримали такі дисперсно-армовані композиційні матеріали як волокнистоцементні вироби [1-3].

Довговічність будівель і споруд – життєвий цикл експлуатації (Life Cycle Assessment LCA) – багато в чому залежить від якості покрівлі, так як дах є одним з найважливіших їх елементів. Сучасна покрівля повинна поєднувати в собі такі важливі параметри як термін експлуатації, довговічність та комфорт з врахуванням вартості обраного матеріалу. В результаті старіння покриття даху може бути причиною зниження теплоізоляційних властивостей будинку. Тому надзвичайно важливою є також проблема відновлення покрівлі. Використовуючи волокнистоцементні листи при заміні покриття даху старого типу на сучасний, існує можливість знизити витрати на модернізацію і відновлення надбудов.

Отримання міцних і довговічних покрівельних матеріалів на основі волокнистоцементних виробів при мінімізації матеріальних, трудових та енергетичних затрат з врахуванням «життєвого циклу» будівельних конструкцій в значній мірі визначається будівельно-технічними властивостями цементної матриці. Покращення якості волокнистоцементних матеріалів досягається вдосконаленням технології виробництва за рахунок коректування складу та співвідношення сировинних компонентів та зміни їх структури і властивостей.

З урахуванням індивідуальних потреб область застосування волокнистоцементних виробів поширюється від житлових і громадських будівель до промислових та сільськогосподарських. Правильна технологія і організація виготовлення волокнистоцементних листів має вирішальне значення для забезпечення надійного і довговічного покриття будівель. Аналіз даних у області технології будівельних матеріалів і виробів свідчить про необхідність поглибленого дослідження фізико-технічних

показників волокнистоцементних листів та напрямків їх застосування при експлуатації в різних умовах.

До найпоширеніших волокнистоцементних виробів відноситься азбестоцемент – будівельний композиційний матеріал, що є затверділим цементним каменем, армованим волокнами азбесту. Волокна азбесту виконують роль своєрідної арматури азбестоцементних виробів, а портландцемент, замішаний водою, є цементуючою речовиною. Завдяки цим якостям вироби на основі азбестоцементу характеризуються терміном експлуатації понад 50 років, що значно перевищує довговічність аналогічних металевих конструкцій, пластмас, руберойду, дерева та інших матеріалів. Разом з тим, слід відзначити, що в плані багаторічної дискусії про канцерогенну роль азбесту та виробів на його основі виникає необхідність розглянути ще раз особливості його структури, складу та властивостей.

У виробництві азбестоцементних листів застосовують хризотил-азбест. Світовий видобуток хризотил-азбесту складає 95%, а вся група кислотостійких азбестів – не більше 5%. Згідно державних санітарних норм та правил «Про безпеку і захист працівників від шкідливого впливу азбесту і азбестомісних матеріалів» азбест поділяють на групи серпентину (хризотил) й амфіболу (актиноліт, амозит, антофіліт, крокидоліт та тремоліт). Хімічний склад хризотил-азбесту виражається формулою $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гідросилікат магнію). Амфіболовий азбест – складний гідросилікат, подібний за фізико-механічними властивостями до хризотил-азбесту. Амфіболи бувають п'яти видів: блакитний азбест ($\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+} + \text{Fe}_2^{3+} \text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$), а також амозит, тремоліт, антофіліт, актиноліт. Амфіболи мають жорсткі крихіткі голкоподібні волокна, вдихання яких є канцерогенним чинником, що представляє найбільшу небезпеку для здоров'я людини. Маючи природну кислотостійкість, амфіболовий азбест, практично, не виводиться з органів дихання і, як наслідок, викликає шкідливу дію на організм. Волокна хризотилового азбесту здатні розчинятися в кислотному легеновому середовищі. Це вказує на необґрунтованість однакового підходу до оцінки впливу різних типів азбесту на здоров'я людини, а відповідно і волокнистоцементних виробів на їх основі. В той же час, застосування азбесту в багатьох країнах законодавчо заборонено, а в країнах Європи розроблені заходи щодо заміни цього матеріалу [4, 5].

В умовах зростання забруднення навколишнього середовища і необхідності впровадження методики ресурсоефективного та чистого виробництва на підприємствах будівельної індустрії все більшого поширення набирає технологія виготовлення безазбестових волокнистоцементних листів. Основними заміниками хризотилу є волокна целюлози, полівінілхлориду, полівінілалкоголю, скловолокна та ін. Використання штучних волокон дозволяє зменшити крихкість волокнистоцементних виробів і забезпечує покращені показники міцності на згин.

Для виробництва волокнистоцементних виробів використовується волокноцемент, що виготовляється з безпечного для здоров'я та навколишнього середовища матеріалу. Ще в 1900 р. австрійський підприємець Ludwig Hatschek розробив технологію з використанням волокон у виробництві волокнистоцементних листів. У 1905 р. Alphonse Emsens придбав ліцензію на її використання і заснував фабрику Eternit у Бельгії, де було виготовлено першу партію волокнистоцементних плит. Вперше волокна на основі полівінілового спирту були використані в середині 80-х років у Західній Європі. Європейськими лідерами з виробництва волокнистоцементних безазбестових покрівельних виробів є компанії Cembrit, EuroFala, Eternit, Scala Plastics та ін. [6, 7]. Провідним підприємством України, що виготовляє високоякісні волокнистоцементні вироби на основі штучних і природних волокон є ПАТ «Івано-Франківськцемент». Волокнистоцементні покрівельні хвилясті фарбовані листи та комплектуючі типу ECO-DACH успішно конкурують на ринку з різними видами покрівельних матеріалів [8].

Виробництво волокнистоцементних листів – це складний багатостадійний процес, в якому правильний вибір технологічних параметрів та якості портландцементної матриці в значній мірі визначає довговічність одержаних виробів листових, а також будівель і споруд. Технологічна схеми виробництва волокнистоцементних листів включає наступні етапи: подавання матеріалів (цемент і волокна), дозування, розпушування волокон, змішування компонентів (цемент, волокна і вода), формування листів на листоформувальній машині, нарізка листів визначеного формату, тверднення виробів, склад продукції. Тверднення волокнистоцементних виробів проходить у спеціальних пропарювальних камерах в пароповітряному середовищі при температурі 40-50 °С протягом 6-7 год, що забезпечує 60-70% марочної міцності.

При виробництві волокнистоцементних листів використовується спеціальний портландцемент підвищеної якості з армуванням синтетичними та природними волокнами, що забезпечує значно вищі технологічні можливості та відповідність європейській класифікації згідно

норм EN 494. Сировинна суміш (в розрахунку на масу сухої речовини) містить в середньому 83-87% портландцементу і 13-17% волокон. Склад волокнистоцементних безазбестових виробів EuroFala показано на рис. 1. Звідси видно, що повітряні пори займають до 30% об'єму волокноцементу.

Згідно результатів термічного аналізу для зразка волокноцементу ПАТ «Івано-Франківськцемент» (рис. 2, а) на кривій ДТА проявляються екзоэффекти в області 320-450 °С, що відповідають вигоранню штучного волокна; на основі даних термогравиметрії розраховано вміст $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і CaCO_3 (відповідно 6,1 і 5,3%). Для зразка волокноцементу EuroFala (рис. 2, б) вміст CaCO_3 збільшується до 22,7%, з них 10% внаслідок карбонізації.

Для мікроструктури волокнистоцементних виробів ПАТ «Івано-Франківськцемент» (рис. 3, а) характерним є поєднання довгих волокон синтетичних полівінілспиртових та сульфитної целюлози в цементній матриці, що призводить до її ущільнення та забезпечує пружнов'язкий характер руйнування листових виробів. Волокна виконують роль своєрідної арматури у виробках. Зміцнення контактів цементного каменю з штучними волокнами відбувається внаслідок кристалізації продуктів гідратації клінкерних мінералів, в основному гідросилікатів. Згідно даних мікрозондового рентгеноспектрального аналізу (рис. 3, б), відносний вміст елементів на поверхні сколу безазбестового зразка відповідає низькоосновним гідросилікатам кальцію типу C-S-H (I), кристали якого ущільнюють композит з віком тверднення і сприяють синтезу міцності цементної матриці у волокнистоцементних виробках.

Для одержання волокнистоцементних покрівельних листів ТМ «ECO-DACH» на ПАТ «Івано-Франківськцемент» застосовується високопродуктивна технологічна лінія, що укомплектована обладнанням провідних фірм Європи. Листи безазбестові волокнистоцементні хвилясті ТМ «ECO-DACH», виготовляються за технологією NT (без

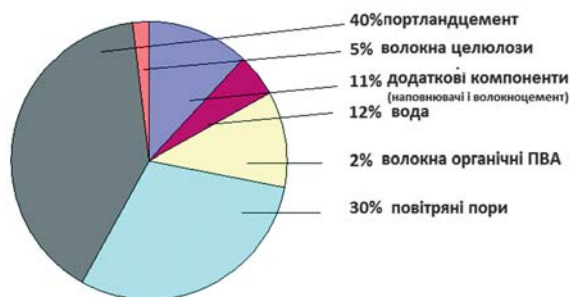


Рис. 1. Склад волокнистоцементних безазбестових виробів типу EuroFala

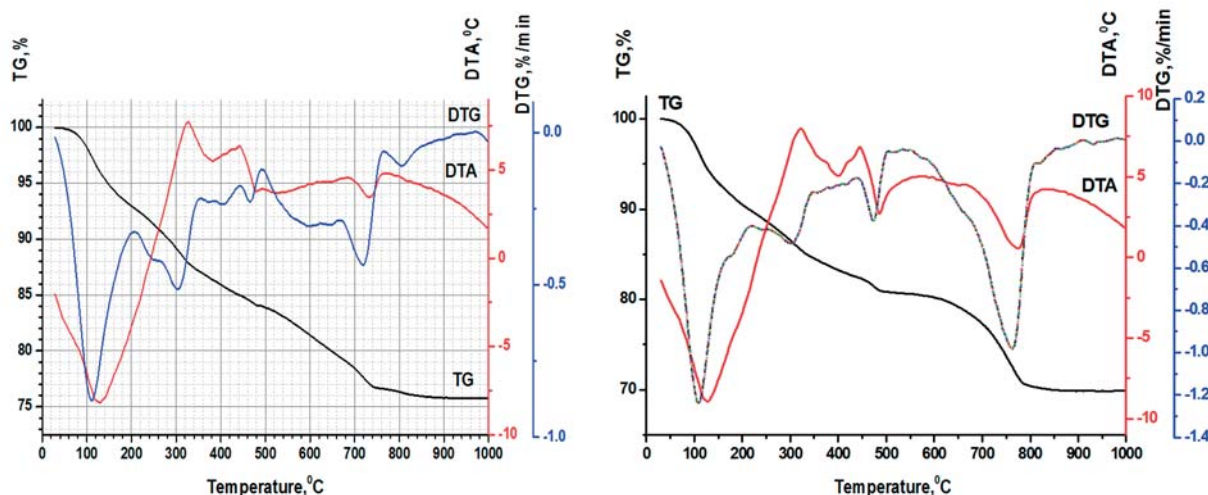
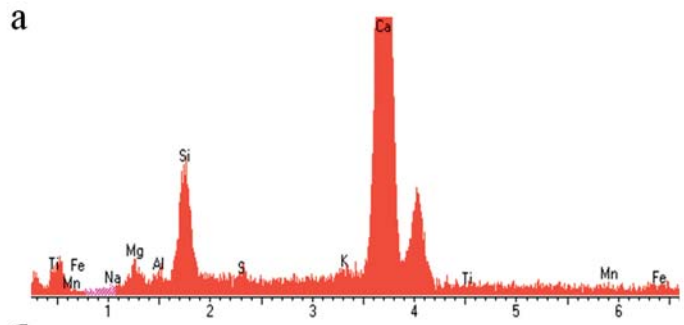
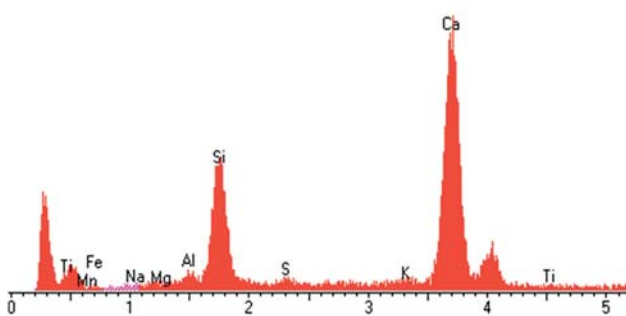
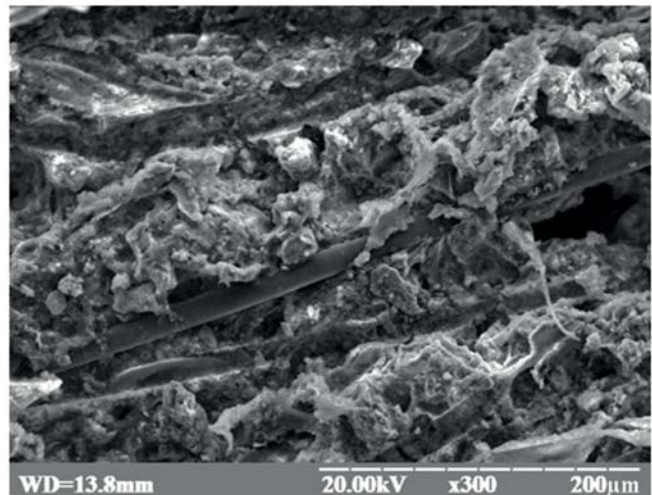
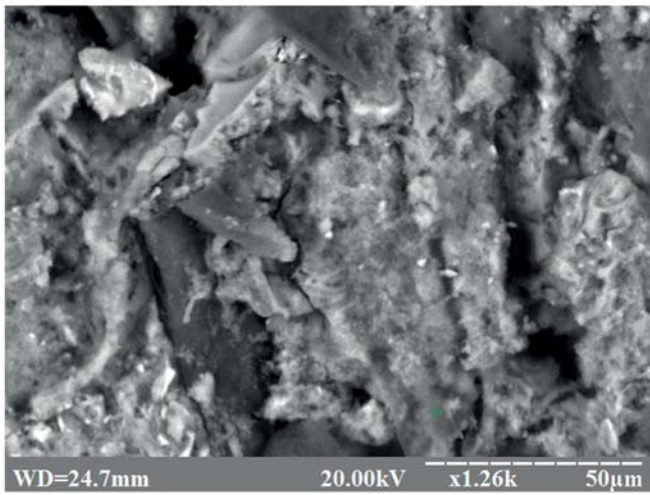


Рис. 2. Дериватограма волокноцементу на основі штучних волокон: а – ПАТ «Івано-Франківськцемент»; б – EuroFala



а
б

Рис. 3. Мікроструктура (а) та спектр рентгенівського характеристичного випромінювання (б) поверхні сколу зразка волокноцементу

вмісту азбесту) згідно EN 494: профілю С – 51/177 з висотою хвилі 51 мм і кроком хвилі 177 мм та з кількістю хвиль – 5 або 6, довжиною від 875 мм і до 3 500 мм; профілю В – 40/150 з висотою хвилі 40 мм і кроком хвилі 150 мм та з кількістю хвиль – 8, довжиною від 875 мм і до 3 500 мм.

Для зразків волокнистоцементних безазбестових Ekofala і ECO-DACH водопоглинання за масою становить відповідно 17,14 та 7,85 %, загальна пористість знаходиться в межах 34... 37%. Волокнистоцементні хвилясті зразки відповідно з ДСТУ Б В.2.7-19 відносять до групи негорючих матеріалів «НГ» і класифікують як будівельний матеріал «негорючий» – НГ згідно з ДБН В.1.1.7-2002. Показники горючості: приріст температури ΔT в печі (не більше 500 °C) – 25...300 °C; втрати за масою (не більше 50%) – 4,75...8,9%; тривалість полум'яного стійкого горіння (не більше 10 с) – 0 с (після припинення дії полум'я палиника на зразки тривалість горіння відсутня). При цьому в місцях контакту з полум'ям утворились тріщини шириною до 3 мм (на 35% площі зразка), що призводить до руйнування виробів на площі 190x210 мм (місце контакту зразків з полум'ям). Як видно з табл. 1, для безазбестових хвилястих листів, що випускаються згідно EN 494, при середній густині 1,45-1,55 г/см³ (норма не менше 1,40 г/см³) момент згину складає 43,5-44,5 Н.м/м, а планкове навантаження змінюється в межах 2900-3000 Н.м.

Таблиця 1.

Фізико-механічні показники листів волокнистоцементних ТМ «ECO-DACH», виготовлених за технологією NT

Показники	Норма (не менше)	Фактично
Планкове навантаження, Н.м	2 500	2 900–3 000
Момент згину, Н.м/м	40,0	43,5–44,5
Середня густина, кг/м ³	1400	1450–1550

Для підвищення декоративних властивостей і збільшення терміну експлуатації волокнистоцементні листи покривають силікатними фарбами на основі мінеральних лугостійких пігментів, які характеризуються високою фарбу-

вальною здатністю, світло- і атмосферостійкістю, при цьому не взаємодіють з продуктами гідратації цементу. Захисний шар фарби дозволяє підвищити довговічність виробів та збільшує термін служби виробів в 1,3-1,5 рази. Колірна гама волокнистоцементного покриття включає червоний, коричневий, зелений кольори. У зв'язку з цим, фарбовані листи можна використовувати на територіях національних парків і заповідників, дотримуючись при цьому особливих вимог щодо будівельних матеріалів, які використовуються в охоронних зонах.

Для забезпечення необхідних показників, тривалого терміну експлуатації даху важливе значення мають фасонні деталі, елементи кріплення та монтування. Важливими є деталі закінчення даху, що відводять стоки дощової води у ринви і забезпечують надійне покриття без протікання і замочування будівель всередині приміщень. Однією з найважливіших задач даху є забезпечення належного мікроклімату всередині будівлі. При укладанні даху для запобігання конденсації води в прохолодні періоди року важливим конструктивним рішенням є вентиляція будівлі (рис. 4). Особливо це відноситься до будівель сільськогосподарського призначення, зокрема ферм та складів для зберігання зерна, де кількість вологи є найбільшою.



Рис. 4. Застосування волокнистоцементних листів у сільському господарстві

Волокнистоцементні покрівельні листи охоплюють широку область застосування: сільське господарство (ферми, накриття для зберігання зерна, добрив, сільськогосподарської техніки), промисловість (хімічні підприємства, цементні заводи, фабрики, підприємства харчової промисловості), житловий сектор (однота багатоквартирні будинки), для рекреаційних або громадських потреб. Характеризуються корозійною стійкістю, здатністю витримувати атмосферні впливи та перепад температур, вогнестійкістю (належать до групи негорючих матеріалів), стійкістю до біохімічних реагентів, прості в експлуатації та технічному обслуговуванні. Під ними не конденсується волога, тому не потрібна пароізоляція. Волокнистоцементні безазбестові вироби є найбільш екологічні. При довготерміновій експлуатації будівель волокнистоцементні матеріали підлягають безпечній утилізації без шкідливої дії для навколишнього середовища.

Листи волокнистоцементні ECO-DACH не деформуються під час транспортування, є легкі у монтажі й економічні (потребують мінімальної витрати матеріалів). Покрівлю легко і просто підтримувати у належному стані без великих додаткових затрат. Правильна технологія і організація виготовлення волокнистоцементних листів має вирішальне значення для забезпечення надійного і довговічного покриття будівель. Широкий асортимент покрівельних та фасадних волокнистоцементних матеріалів, різних за розміром і кольором з необхідними аксесуарами та монтажем дозволяє надати будівлям природного, простого і естетичного зовнішнього вигляду та створити комплексні системи, структура яких передбачає безпечну експлуатацію в умовах негативного впливу навколишнього середовища.

Література:

1. Вироби волокнистоцементні. Номенклатура показників: ДСТУ Б В.2.7-190:2009. – [Чинний від 2010-08-01]. – К.: ТОВ НТК «Будстандарт», 2010. (Національний стандарт України).
2. Саницький М.А. Волокнистоцементні вироби на основі портландцементу, одержаного з використанням вторинних паливних матеріалів / М.А. Саницький, Т.Е. Марків, Т.М. Круць // Будівельні матеріали та вироби. – 2011. – № 4. – С. 3-8.
3. Большаков В.І. Будівельне матеріалознавство / В.І. Большаков, Л.Й. Дворкін. – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2004. – 677 с.
4. Bensted J. Asbestos legacy impacts on future prospects / J. Bensted, J.R. Smith // Cement-Wapno-Beton. – 2011. – № 3. – P. 161- 166.
5. Wachowski L. Groźny azbest. Przegląd Komunalny / L. Wachowski, P. Kirszenstejn / . – 2001. – № 12 (123). – S. 25.
6. Włókno cement. Nowa generacja materiałów budowlanych. <http://www.cembrit.pl>.
7. Płyta falista EURONIT. <http://www.ebmpolska.pl>.
8. ECO-DACH. <http://www.ifcem.if.ua/eco-dach.html>.

В 2014 році виданий навчальний посібник (друге видання)

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Автори:

Саницький М.А., Позняк О.Р., Марущак У.Д.
<http://vlp.com.ua/node/11868>

Енергозберігаючі технології в будівництві

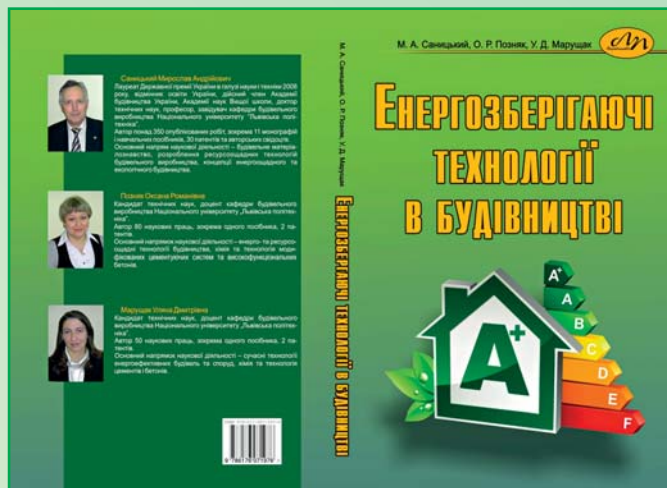
- Будівництво
- Навчальні посібники

Саницький М. А. та ін.

Код: 978-617-607-514-1

Навчальний посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. Друге видання, виправлене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с. Формат 170 x 240 мм. Тверда оправа.

Ціна: 68,00грн.



Викладено основи енергозберігаючих технологій у будівництві, які є важливою складовою реалізації принципів стратегії збалансованого розвитку. Наведено розрахунки оптимальної товщини теплоізоляційної оболонки будинків та вологісного режиму огорожувальних конструкцій згідно з чинними стандартами. Розглянуто характеристики найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів та основні конструктивно-технологічні рішення огорожувальних конструкцій, над якими здійснюють термомодернізацію. Подано структуру енергетичного паспорта будинку та проаналізовано основні принципи пасивного будівництва.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за базовим напрямом 060101 «Будівництво», студентів спеціальностей 7.06010103 та 8.06010103 «Міське будівництво та господарство», 7.06010104 та 8.06010104 «Технології будівельних конструкцій, виробів та матеріалів» та слухачів курсів підвищення кваліфікації «Управління житловим господарством».

Даний посібник можна замовити у Видавництві Львівська політехніка за адресою: Видавництво Львівської політехніки вул. Ф. Колесси 2, корп. 23А м. Львів 79000