

**«Повышение энергоэффективности приведет к появлению новых огромных инвестиционных возможностей в развивающихся и в развитых странах»**

Генеральный секретарь ООН  
Пан Ги Мун  
23.10.2013 Копенгаген, Дания

**АРХИТЕКТУРНИ КОНСТРУКЦІЇ  
РЕСТАВРАЦІЯ • РЕКОНСТРУКЦІЯ**

**АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

**АРХИТЕКТУРНИ КОНСТРУКЦІЇ  
РЕСТАВРАЦІЯ • РЕКОНСТРУКЦІЯ**

**АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБОЛОНКИ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

## У 2015 році Одеській державній академії будівництва та архітектури виповнюється 80 років



**ЛІСЕНКО Вадим Андрійович**

Доктор технічних наук, професор архітектури і реставрації, завідувач кафедри АКРРБСК, академік Інженерної та будівельної академії України, член-кор. Академії архітектури України та Міжнародної інженерної академії, дійсний член Нью-Йоркської академії наук, дійсний член ICOMOS (Париж)



**СУХАНОВ Володимир Геннадійович**

Доктор технічних наук, професор кафедри ЗБ і КК, заслужений будівельник України, директор Будівельно-технологічного інституту, академік Інженерної та будівельної академії України, науковий керівник "ЕКОСТРОЙ", член ПУВ ICOMOS



**ЗАКОРЧЕМНИЙ Юрій Орестович**

Кандидат технічних наук, доцент, начальник учбової частини Одеської державної академії будівництва та архітектури



**ВЕРЬОВКИНА Світлана Євгенівна**

Магістр будівництва, аспірант кафедри «Архітектурні конструкції, реставрація та реконструкція будівель, споруд та їх комплексів» Одеської державної академії будівництва та архітектури

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ  
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

# ЭКОСТРОЙ™

- ПРЕДПРОЕКТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ;
- РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ;
- ОБСЛЕДОВАНИЕ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ;
- АРХИТЕКТУРНОЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ДИЗАЙН;
- СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕСТАВРАЦИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ;
- ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ;
- НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ, РЕСТАВРАЦИИ;
- СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА НЕДВИЖИМОСТИ, ТРАНСПОРТА, БИЗНЕСА (ПАРТНЕРЫ);
- ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ (ПАРТНЕРЫ).

Украина, 65023, г. Одесса, ул. Коблевская, 41  
тел./факс: (0482) 34-15-11, 35-82-15, 37-86-73  
E-mail: [ecostroy\\_odessa@mail.ru](mailto:ecostroy_odessa@mail.ru)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

В.А. ЛІСЕНКО, В.Г. СУХАНОВ  
Ю.О. ЗАКОРЧЕМНИЙ, С.Є. ВЕРЬОВКІНА

**АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБОЛОНКИ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

АРХІТЕКТУРНІ КОНСТРУКЦІЇ, РЕСТАВРАЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ

Одеса  
**Optimum**  
2015

УДК 69.059.38  
ББК 84(Укр=рус) 6 Од.  
А 87

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Вченою Радою Одеської державної  
академії будівництва та архітектури  
протокол №1 від 25 вересня 2014 року

**В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна**  
Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одеса: Изд-во  
«Optimum», 2015. – 254 с.: ил.

ISBN 978-966-344-603-5

Укладачі:

**Лісенко В. А.** – Доктор технічних наук, професор архітектури і реставрації, завідувач кафедри: «Архітектурні конструкції, реставрація та реконструкція будівель, споруд та їх комплексів», академік Інженерної та Будівельної Академії України, член-кор. Академії Архітектури України та Міжнародної Інженерної Академії, дійсний член Нью-Йоркської академії наук, дійсний член ICOMOS (Париж).

**Суханов В. Г.** – Доктор технічних наук, професор кафедри: «Залізобетонні і кам'яні конструкції», Заслужений будівельник України, Директор Будівельно-технологічного інституту, академік Інженерної та Будівельної Академії України, науковий керівник «ЕКОСТРОЙ», член ПУВ ICOMOS.

**Закорчемний Ю. О.** – Кандидат технічних наук, доцент кафедри: «Архітектурні конструкції, реставрація та реконструкція будівель, споруд та їх комплексів», Начальник учбової частини Одеської Державної Академії Будівництва та Архітектури.

**Верьовкіна С. Є.** – Магістр будівництва, аспірант кафедри: «Архітектурні конструкції, реставрація та реконструкція будівель, споруд та їх комплексів» Одеської Державної Академії Будівництва та Архітектури.

Рецензенти:

**Греков О. С.** – Начальник Служби містобудівного кадастру, заст. начальника управління архітектури та містобудування Одеської міської ради, канд. архітектури.

**Полунін М. М.** – к.т.н., професор, завідувач кафедри теплогазопостачання (ОДАБА), дійсний член Академії будівництва України.

**Михайлов В. І.** – доктор географічних наук, професор, викладач кафедри автоматизації та управління технологічними процесами Одеської національної академії зв'язку ім. О.С. Попова.

Лісенко В.А., науковий керівник I-V розділів, співавтор I-III розділів.

Суханов В.Г., науковий керівник I, V розділів, додатків, співавтор розділів III-V.

Закорчемний Ю.О., співавтор розділів IV, V, технічне оформлення ілюстративного матеріалу посібника, комп'ютерне забезпечення.

Верьовкіна С.Є., автор розділів I-V, (викладення основних положень енергоефективних будівель та споруд, енергоефективних конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, методів проектування конструктивно-теплоізоляційної оболонки будівель, розрахунку та складання енергетичного паспорту будівель).

У навчальному посібнику викладені навчальні, нормативні та методичні матеріали, пов'язані з питанням енергозбереження та енергоефективності будівель та споруд. Наведені архітектурно-конструктивно-технологічні рішення термомодернізації і методи проектування елементів конструктивної оболонки.

Навчальний посібник призначений для студентів професійних напрямків: 6.060101 «Будівництво» та 6.060102 «Архітектура» освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр», «спеціаліст», «магістр», з галузі знань 0601 «Будівництво та архітектура», спеціальностей: «Архітектура будівель і споруд», «Промислове та цивільне будівництво», а також при виконанні дипломних проектів.

ISBN 978-966-344-603-5

© Видавництво «Optimum», 2015

© Лісенко Вадим Андрійович, 2015

© Суханов Володимир Геннадійович, 2015

© Закорчемний Юрій Орестович, 2015

© Верьовкіна Світлана Євгенівна, 2015

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ I. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДІВЛІ.....	6
1.1. Енергоефективні будівлі. Основні положення.....	6
1.2. Світовий досвід проектування та будівництва енергоефективних будівель.....	9
1.3. Енергозберігаючі будівлі з використанням сонячної енергії.....	21
1.3.1. Пасивні системи опалення будинку.....	22
1.3.2. Активні системи сонячного теплопостачання.....	26
Питання для самоперевірки.....	27
РОЗДІЛ II. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ.....	28
2.1. Загальні принципи проектування об'ємно-планувальних рішень енергоефективних будівель.....	28
2.2. Реалізація принципу компактності.....	32
2.3. Оптимізація пропорцій будинку.....	34
2.4. Методика оптимального обліку впливу зовнішнього клімату на енергоефективність будівлі.....	36
Питання для самоперевірки.....	48
РОЗДІЛ III. КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ.....	49
3.1. Теплоізоляційні матеріали енергоефективних елементів оболонки будівель.....	49
3.1.1. Традиційні теплоізоляційні матеріали.....	49
3.1.2. Теплоізоляційні наноматеріали.....	56
3.2. Енергоефективні конструкції оболонки будівель.....	62
3.2.1. Зовнішні стіни.....	62
3.2.2. Світлопрозорі огорожувальні конструкції.....	73
3.2.3. Покриття / Перекриття.....	78
Питання для самоперевірки.....	80
РОЗДІЛ IV. МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ.....	81
4.1. Загальні положення.....	81
4.2. Метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за теплотехнічними показниками її елементів.....	83

4.3. Метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за тепловитратами будівлі на опалення .....	87
4.4. Методика розрахунку тепловтрат зовнішнього огороження при експлуатації будівель з урахуванням світлових та теплотехнічних властивостей вікон і рівня теплозахисту стін .....	87
4.5. Метод теплового неруйнівного контролю .....	90
Питання для самоперевірки .....	102
<b>РОЗДІЛ V. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЕЛЬ .....</b>	<b>103</b>
5.1. Основні положення .....	103
5.2. Форма та склад показників енергетичного паспорта будівлі .....	109
5.3. Приклади розрахунку енергетичного паспорта громадського та житлового будинків, що проектуються. Розрахунок параметрів енергетичного паспорта громадського будинку, що проектується.....	115
Питання для самоперевірки .....	140
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>141</b>
<b>ДОДАТОК А. Основні терміни та визначення.....</b>	<b>148</b>
<b>ДОДАТОК Б. Об'ємно-планувальні структури основних типів багатоквартирних житлових будинків.....</b>	<b>152</b>
<b>ДОДАТОК В. Вузли конструктивних енергоефективних рішень елементів оболонки будівель .....</b>	<b>158</b>
<b>ДОДАТОК Г. Карта-схема температурних зон України .....</b>	<b>211</b>
<b>ДОДАТОК Д. Тепловологісний режим приміщень будинків і споруд в опалювальний період.....</b>	<b>212</b>
<b>ДОДАТОК Е. Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої, <math>\alpha_{в}</math>, та зовнішньої, <math>\alpha_{з}</math>, поверхонь огорожувальних конструкцій.....</b>	<b>213</b>
<b>ДОДАТОК Ж. Розрахункові температури зовнішнього повітря.....</b>	<b>213</b>
<b>ДОДАТОК З. Таблиці теплотехнічних показників .....</b>	<b>214</b>
<b>ДОДАТОК К. Розрахункові теплофізичні характеристики будівельних матеріалів.....</b>	<b>220</b>
<b>ДОДАТОК Л. Будівлі історичної забудови м. Одеси, в яких доцільне проведення термореконструкції (приклади).....</b>	<b>234</b>

## ВСТУП

Ефективне використання енергії – один з інтегральних показників росту економіки, науки і соціокультурного розвитку нації. Організація раціонального енергоспоживання з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище – є найактуальнішою проблемою сучасного суспільства. За цим показником Україна знаходиться у числі тих держав, де стагнація існуючого положення може спровокувати серйозну економічну кризу з наступними масштабними соціальними потрясіннями.

Проблема високого рівня енергоспоживання та необхідність підвищення енергоефективності є важливою для житлової сфери України, де рівень використання енергоресурсів особливо великий. Тому актуальним є впровадження заходів щодо підвищення енергетичної ефективності будівель та споруд.

Метою навчального посібника «Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд» є встановлення у майбутніх фахівців якісно нового рівня розуміння важливості енергозбереження у будівництві та підходів вирішення цього питання. Поставлено завдання зв'язати основи енергозбереження, вимоги до теплоізоляції будівель з методами розрахунку їх енергоефективності.

Структура навчального посібника складається зі вступу, п'яти розділів та додатків. Навчальний посібник розкриває такі основні теми: нормативне забезпечення теплозахисту будівель; енергоефективність елементів будівель і конструкцій; об'ємно-планувальні рішення енергоефективних будівель; теплоізоляційні матеріали та конструктивні рішення; енергетична паспортизація будівель.

Кращому засвоєнню викладеного матеріалу сприятиме детальний аналіз наукової літератури з проблем енергоефективності міської забудови.

Навчальний посібник може бути рекомендований для науковців, викладачів, аспірантів, студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» з галузі знань 0601 «Будівництво та архітектура» за напрямом 0606101 «Будівництво» та 0606102 «Архітектура».

## РОЗДІЛ І

### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДІВЛІ

#### 1.1. Енергоефективні будівлі. Основні положення

«Енергоефективні будівлі» як новий напрям у будівництві з'явилися після світової енергетичної кризи 1974 р. З моменту будівництва перших енергоефективних будівель до початку 90-х років ХХ століття основний інтерес представляло вивчення заходів з економії енергії. В той час, як з середини 1990-х років увага переноситься на пошук енергозберігаючих рішень, які одночасно сприяють підвищенню якості мікроклімату у приміщеннях будівель.

У світовому будівництві з'явилася велика кількість будівель, мікрорайонів та навіть архітектурно-будівельних зон, які були запроектовані та побудовані на основі різних концепцій енергетично ефективних та екологічно чистих технологій. Ці концепції об'єдналися під загальною назвою «Sustainable Buildings» («стале будівництво», «життєзберігаюче будівництво»). «Sustainable Buildings» – спосіб забезпечення в будівлі комфортного мікроклімату, максимальне використання енергії зовнішнього середовища та енергоефективних елементів будівлі як єдиного цілого. Основні концепції енергетично ефективних та екологічно чистих будівель представлені на рис. 1.1.

**Енергоефективна будівля** (energy efficiency building) – будівля, в якій ефективне використання енергоресурсів досягається за рахунок використання інноваційних рішень, які можуть бути вирішені технічно, обґрунтовані економічно, а також прийняті з екологічної та соціальної точок зору і не змінюють звичайного способу життя. До енергоефективних будівель можуть бути віднесені будівлі з низьким енергоспоживанням та будівлі з нульовим енергоспоживанням (рис. 1.2.).

**Будівля з низьким енергоспоживанням** (low energy building) – будівля, побудована з використанням сучасних будівельних матеріалів, у яких питома витрата енергії на опалення становить від 50 до 80 кВт·год /м<sup>2</sup>.

**Будівля з нульовим використанням енергії** (zero energy building) – будівля з нульовою витратою енергії на опалення, що забезпечує власні енергетичні потреби.

**Концепція «будівлі з нульовим енергоспоживанням»** (ZEB, Zero Energy Building) отримала розвиток в США і Канаді. В цілому концепція ZEB має ряд схожих рис зі стандартом пасивного будинку (Passivhaus), але існує і ряд



відмінностей. ZEB приділяє підвищену увагу використанню альтернативних джерел енергії, наприклад, вітрових генераторів або сонячних батарей на основі фото-електричних перетворювачів.

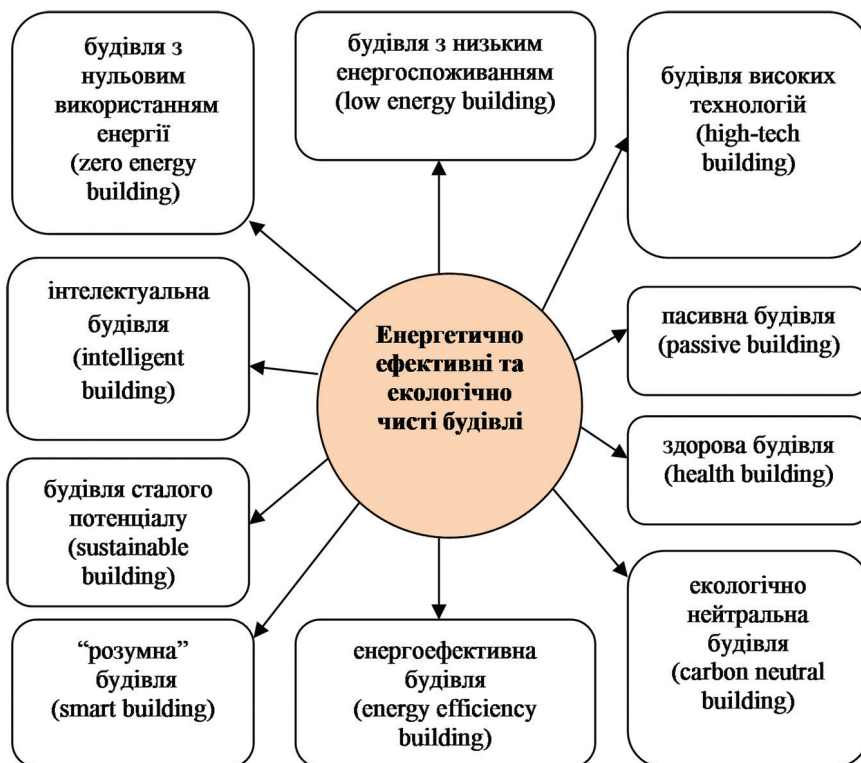


Рис. 1.1. Класифікація енергетично ефективних та екологічно чистих будівель

**Пасивна будівля** (passive building) – будівля, в якій передбачено спеціальні заходи, щодо використання нетрадиційних (поновлюваних) джерел енергії, які суттєво впливають на зниження споживання енергії у порівнянні з традиційними джерелами.

Концепція «пасивної будівлі» була розроблена професором Бо Адамсоном в 1988 році при проведенні досліджень в університеті Лунда в Швеції. Перша вимога, пред'явлена до такого будинку – можливість обійтися мінімальним опаленням в умовах суворих скандинавських зим. Альтернативою зовнішнього опалення повинні були стати внутрішні джерела тепла, джерела сонячної енергії, проникаючої у вікна і нагріваючої повітря.

Теплоізоляція пасивного будинку є одним з найважливіших елементів при проектуванні і будівництві огорожувальних конструкцій пасивного будинку.

Конструкції стін, покрівлі, фундаменту повинні відповідати високим вимогам теплового опору. Матеріал і товщина теплоізоляційного шару визначаються відповідно до вимог, за якими, коефіцієнт теплопередачі огорожувальної конструкції «U» не повинен перевищувати значення  $0,15 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ .

**Здорова будівля** (health building) – будівля, в якій пріоритет при виборі енергозберігаючих технологій мають технічні рішення, які одночасно сприяють поліпшенню мікроклімату приміщень та захисту навколишнього середовища, побудовані з використанням екологічно чистих матеріалів.



Енергоефективна будівля «Pearl River Tower», Китай



Green building «SOLARIS», Сінгапур



Будівля високих технологій «City hall», Лондон

Рис. 1.2. Енергетично ефективні будівлі

**Розумна будівля** (smart building) – автоматизована будівля, організована для зручності проживання людей за допомогою високотехнологічних пристроїв.

**Інтелектуальна будівля** (intelligent building) – будівля, в якій, з точки зору теплопостачання та кліматизації, на основі застосування комп'ютерних технологій, оптимізовані потоки тепла і маси в приміщеннях та огорожувальних конструкціях.

*Концепція інтелектуальної будівлі* – основним критерієм ефективності проекту інтелектуальної будівлі є якість її взаємодії з мешканцями. Взаємопов'язана робота автоматизованих будинкових та квартирних систем забезпечує «інтелект» житлового середовища.

До основних систем інтелектуальних будівель відносяться [60]:

- система керування вентиляцією та кондиціонування повітря;
- система управління тепло – та водопостачанням;
- система управління електропостачанням;

- система управління освітленням;
- система керування поновлюваними джерелами енергії.

Для побудови інтелектуального будинку необхідно дотримуватися принципу «відкритості систем», «відкритої архітектури». Під відкритістю розуміється наявність єдиного протоколу взаємодії устаткування різних виробників. Важливо, щоб технічні пристрої були сумісні між собою і являли єдине ціле.

**Будівля високих технологій** (high-tech building) – будівля, в якій економія енергії, якість мікроклімату та екологічна безпека досягаються за рахунок використання технічних рішень, заснованих на ноу-хау.

**Екологічно нейтральна будівля** (carbon neutral building) – це будівля, в якій кількість і якість спожитої енергії не викликають суттєвих порушень стану навколишнього середовища.

**Будівля сталого потенціалу** (sustainable building) – будівля, що знаходиться в екологічній рівновазі з людиною і довкіллям.

## 1.2. Світовий досвід проектування та будівництва енергоефективних будівель

### *Квартал BEDZED в Лондоні (рис. 1.3.-1.4.)*

BEDZED (Beddington Zero Energy Development) – комплекс будівель, розташований в 15 км від Лондона, в якому реалізовані інноваційні «зелені» будівельні технології. Кожен будинок має теплоізоляційну оболонку, використані тришарові склопакети і системи рекуперації енергії. Дощова вода збирається і використовується для технічних потреб, сміття сортується та переробляється. Розтруби на дахах будівель – це приводи витяжної системи вентиляції, що працюють від сили вітру. Ця яскрава архітектурна деталь не тільки дозволяє здалеку впізнати BEDZED, але й економити енергію. Швидкість вітру на висоті даху завжди постійна, близько 4 м/с, що забезпечує роботу вентиляції без електрики.



Рис. 1.3-1.4. Квартал BEDZED у Лондоні

BEDZED позиціонується як проект з мінімальним викидом CO<sub>2</sub> в атмосферу. При будівництві використовувалися тільки ті матеріали, які згодом легко утилізувати. У проекті повністю відмовилися від використання невідновлюваної енергії, одержуваної від спалювання нафти і газу. Тепло та електрику виробляє станція, де спалюються відходи деревини. Частина гарячої води для потреб опалення та водопостачання тут отримують від сонячних колекторів на дахах будівель [71].

***Німецький квартал Вобан (VAUBAN) у Фрайбурзі (рис. 1.5.)***

Німецький квартал Вобан (Vauban) у Фрайбурзі, побудований на місці французької військової бази у 2000 році, є одним з європейських експериментальних еко-районів, своєрідним полігоном для «зеленого» будівництва та вивчення реальної ефективності нових еко-технологій [77].

Основна частина району Вобан – це сотня будинків, побудованих за стандартами наднизького споживання енергії (стандарт Passivhaus, «Пасивний будинок»). Найяскравіша частина кварталу Вобан – «Сонячне поселення», що складається з 59 енергетично активних будівель. Вони не тільки забезпечують свої потреби за рахунок енергії вітру і сонця, а й передають надлишки в міську мережу. Архітектор Рольф Діш багато років просував ідею енергоактивних будинків, але саме в цьому проекті вона отримала розвиток. Діш побудував будівлі з дерева, але потім «обернув» їх в ефективний утеплювач товщиною 35 см. На даху кожного будинку встановлені потужні сонячні батареї. Типовий енергоефективний будинок в Вобаном виробляє в півтора рази більше енергії, ніж споживає.



Рис. 1.5. Німецький квартал Вобан (VAUBAN) у Фрайбурзі

***Район ЕКО-ВІІККІ (ЕСО-ВІІККІ) в Фінляндії (рис. 1.6.)***

Район Еко-Вііккі (Eco-Viikki) – це новий університетський кампус та дослідницький центр біотехнологій Технологічного університету в передмісті Гельсінкі.

Обов'язкові елементи кожного будинку – засклені балкони, водозберігаюча сантехніка, системи для збору дощової води. Більшість будівель мають добре утеплення, повністю засклені південні фасади. За рахунок них взимку будинки висвітлюються і частково нагріваються. В районі також побудовано декілька експериментальних житлових і громадських будівель з використанням натуральних матеріалів (зокрема, соломи) і накопичувачів енергії. Завдяки встановленим на дахах сонячним батареям, загальна площа яких перевищує 1400 м<sup>2</sup>, район частково виробляє енергію сам.

Відповідно з підвищеними вимогами до теплозахисту огорожувальні конструкції виконані з енергозберігаючих матеріалів з ефективною теплоізоляцією:

- зовнішні стіни зроблені з дерев'яних елементів, виготовлених у заводських умовах;
- фасадне облицювання виконане з використанням паперу, зробленого з паперових відходів;
- конструкція підлоги представляє собою комбінацію системи підлогового опалення, яке зберігає тепло бетонної основи.

Система тепло та електропостачання житлових будівель, крім підключення до міських мереж централізованого тепло – та електропостачання, включає в себе найбільшу в Фінляндії установку з використання сонячної енергії [77].



Рис. 1.6. Район ЕКО-ВІІККІ (ЕКО-VIIKKI) у Фінляндії

Прикладом обґрунтованого вибору архітектурної форми та орієнтації будівлі з урахуванням спрямованого впливу сонячної радіації є нова **будівля мерії Лондона** (архітектор Сер Норман Фостер) (рис.1.7.-1.9.)

Незвичайна форма будівлі мерії Лондона визначається енергетичним впливом зовнішнього клімату на оболонку будівлі та дозволяє найкращим чином використовувати позитивний і максимально нейтралізувати негативний вплив зовнішнього клімату на енергетичний баланс будівлі.

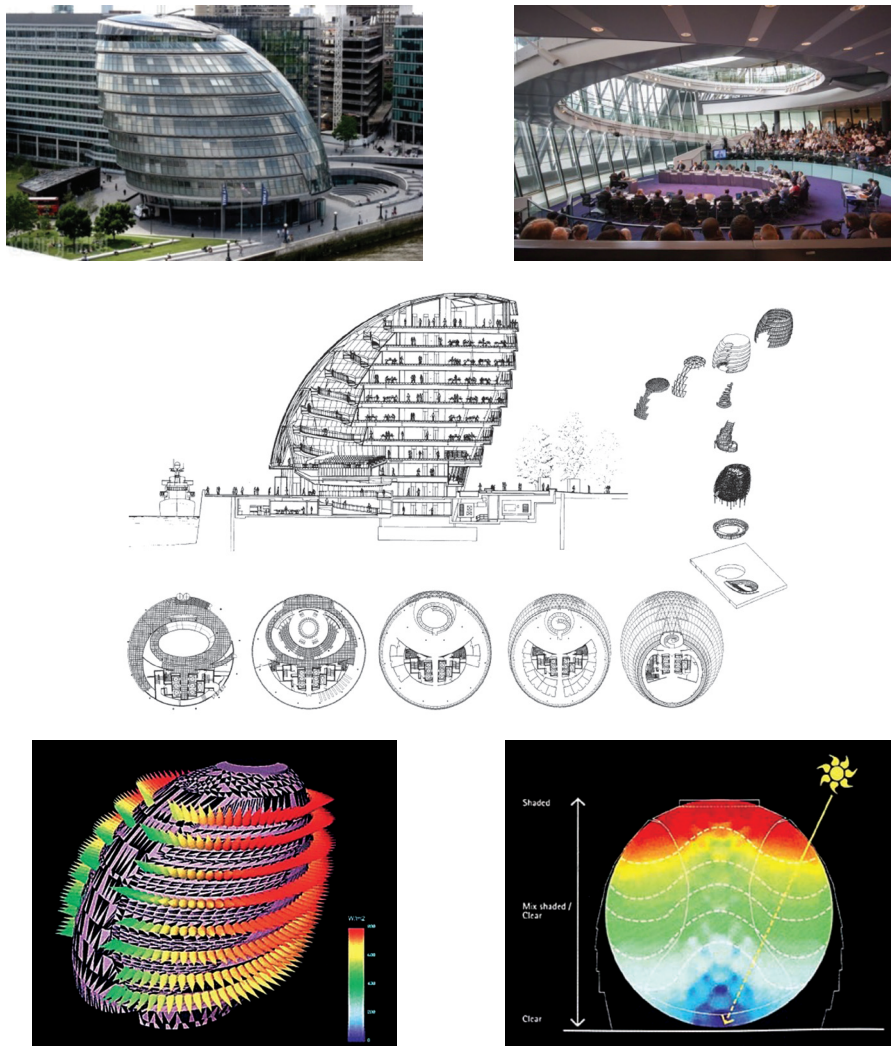


Рис.1.7. Будівля мерії Лондону та комп'ютерне моделювання тепловитрат і теплонадходжень через оболонку будівлі

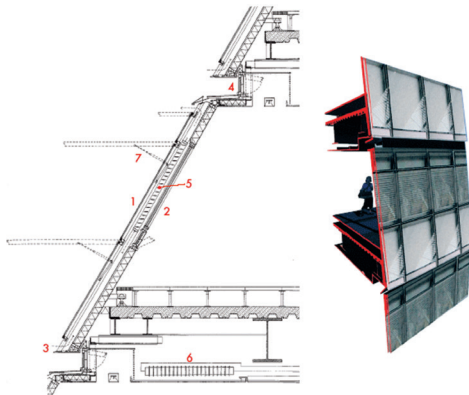


Рис. 1.8. Схема конструкції північного фасаду будівлі мерії Лондону:

- 1 – зовнішня оболонка подвійного фасаду;
- 2 – внутрішня оболонка подвійного фасаду;
- 3 – отвір для надходження повітря в приміщення;
- 4 – отвір для видалення повітря з приміщення;
- 5 – штора-жалюзі;
- 6 – охолодження стелі;
- 7 – пристрої відкривання вікон

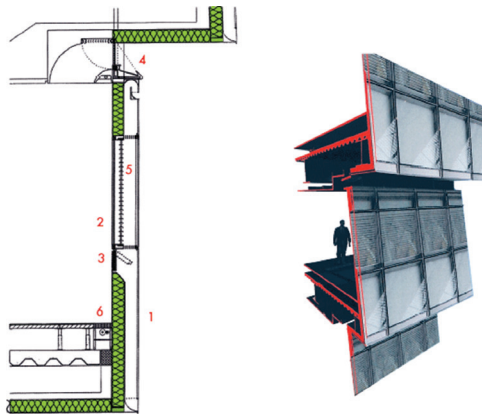


Рис. 1.9. Схема конструкції південного фасаду будівлі мерії Лондону:

- 1 – зовнішня оболонка подвійного фасаду;
- 2 – внутрішня оболонка подвійного фасаду;
- 3 – отвір для надходження повітря в приміщення;
- 4 – отвір для видалення повітря з приміщення;
- 5 – штора-жалюзі;
- 6 – конвектор

Для визначення форми, орієнтації та розмірів будинку використовувалися методи комп'ютерного моделювання. Були побудовані математичні моделі навантаження на систему кліматизації в літній та зимовий період з урахуванням тепловтрат і теплонадходжень через оболонку будівлі. Враховувався спрямований вплив зовнішнього клімату на оболонку будівлі. Аналіз цих моделей дозволив визначити форму будівлі, наближену до оптимальної, при цьому в якості «точки відліку» були вибрано значення максимально допустимих теплонадходжень від сонячної радіації через одиницю площі зовнішніх огорожувальних конструкцій в літній період. Розрахунки дозволили вибрати форму, орієнтацію і розмір будівлі, площу і розташування світлопрозорих огорожувальних конструкцій, які дали можливість у теплий період року мінімізувати вплив сонячної радіації на оболонку будівлі і знизити витрати на його охолодження. Мінімізація потреби в охолодженні будівлі в літній період дозволила,

в свою чергу, відмовитися від традиційної системи кондиціонування повітря – для охолодження використовуються ґрунтові води з відносно низькою температурою [66].

Прикладом вибору архітектурної форми та орієнтації будівлі з *урахуванням спрямованого впливу вітру є стадіон «Sapporo Dome»* в Японії (архітектор Хіроші Хара) (рис. 1.10.)

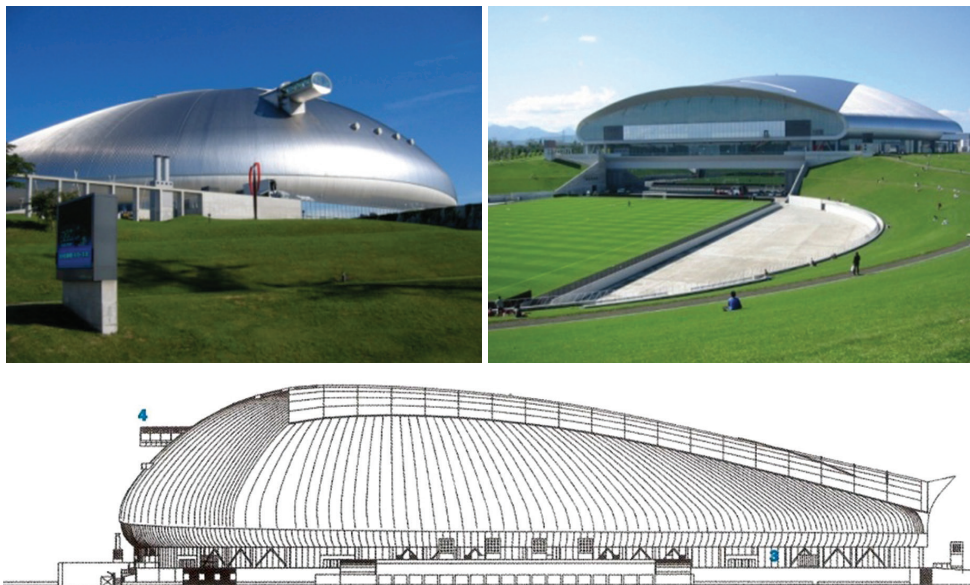


Рис. 1.10. Стадіон «Sapporo Dome» (архітектор Хіроші Хара)

Вибір форми та орієнтації куполу стадіону «Sapporo Dome» був обумовлений мінімізацією снігового навантаження та зменшенням впливу холодних північно-західних вітрів. Накопичення снігу на поверхні куполу зведено до мінімуму, так як велика вісь куполу орієнтована уздовж переважаючого напрямку вітру. Профіль покрівлі – аеродинамічний сприятливий для здування снігу. На західній стороні стадіону розміщена група дерев, що утворює сніго- та вітрозахисну смугу. З метою уникнення снігових заметів всі в'їзди в спорткомплекс виконані підземними.

При проектуванні перед архітектором була поставлена задача забезпечення сонячним освітленням стадіону протягом щонайменш чотирьох годин для нормального росту трави. Традиційно для цього використовуються розсувні або зсувні покриття, проте велике снігове навантаження не дозволяло використовувати таке рішення. Єдиним варіантом залишалось переміщення самого футбольного поля. Природний футбольний газон розміром 120 на 85 метрів важить



8300 тонн. Це перша в світі «вісяча арена», яка переміщається зі швидкістю 4 метри за хвилину за допомогою 34 коліс. Футбольна арена встановлюється поза стадіоном на відкритому майданчику. Арена може розгортатися, орієнтуючись на сонячне освітлення, що дозволяє поліпшити умови росту трави на газоні.

**Будинок-вежа Suite Vollard** (рис. 1.11.) побудований у бразильському місті Курітіба – це перший у світі будинок, 11 поверхів якого обертаються на 360° незалежно один від одного [60]. Будинок збудований у стилі «revolving house», що означає, здатність споруди обертатися навколо своєї осі. Новітні будівельні технології дозволили обертати кожен поверх окремо, незалежно від інших. Кватирки обертаються навколо статичною основи, всередині якої прокладені комунікації і знаходяться кухні і ванні кімнати. Вікна з подвійними склопакетами різного кольору – блакитного, золотистого або сріблястого – забезпечують теплоізоляцію та економію енергії до 50 %, навіть при використанні систем кондиціонування та опалення.



Рис. 1.11. Будинок-вежа Suite Vollard

Будівництво Suite Vollarд стало початком шляху до створення ще більш складних проєктів, таких як, наприклад, Rotating Tower («Обертова вежа») в Дубаї.

Обертові будинки побудовані вже в США, Канаді, Англії, Франції, Австралії, Новій Зеландії. Виникли фірми, що спеціалізуються на будівництві таких будинків [66].

*«Сонячний будинок» м. Каппельродек, Німеччина (рис.1.12.)*

Односімейний сонячний будинок розташований в м. Каппельродек, графство Ортенау, Баден-Вюртемберг, Німеччина. Будинок цікавий тим, що знаходиться на широті  $48035^\circ$ , приблизно на цій самій широті знаходиться м. Дніпропетровськ –  $48027^\circ$ , це дозволяє застосувати аналогічні підходи та технології для будівництва енергоефективних будівель, які знаходяться у I кліматичній зоні України.

У будинку застосовується активна система сонячного опалення. На південному схилі покрівлі розташовані плоскі сонячні колектори. З боків південного та північного скатів покрівлі розташовані фотоелектричні сонячні панелі. Теплоізоляція зовнішніх стін і даху: 30 см деревного волокна, натомість у звичайному будинку застосовується від 12 до 16 см теплоізолюючого шару.

Коефіцієнт теплопровідності зовнішньої оболонки будинку:

Дах:  $U = 0,12 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$  ;

Підвал:  $U = 0,12 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$  ;

Стіни  $U = 0,11 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$

Конструкції будинку представлені дерев'яними панелями. Особливістю цих панелей є здатність до гарного поглинання і вивільнення вологи через масивні дерев'яні стіни. Для зовнішньої обробки будинку використовується біла акація, для внутрішньої обробки – біла ялина. **Конструкція стіни** (зсередини назовні): глиняна штукатурка Claytec: 2 см; дерев'яні стінові панелі (Lignotrend): 11 см; ізоляція деревним волокном 30 см; деревоволокнисті плити: 2 см; зовнішня дерев'яна обшивка: 7 см. **Вікна**: дерев'яні рами з потрійним склінням,  $U = 0,75 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ . Система вентиляції з рекуперацією тепла та енергозберігаючими вентиляторами DC. Грунтовий теплообмінник [64].

*Екодому серії Solar, м. Владивосток, Росія (рис. 1.13.-1.17.)*

Індивідуальні житлові будинки та туристичні модулі з сонячним опаленням та сонячним охолодженням, спроектовані в 2006-2010 р. у м Владивосток. Автономність будинків від зовнішніх джерел тепlopостачання від 35 до 81% залежно від комплектації. Перевага проєктів у тому, що вже на стадії архітектурного рішення, без використання активних систем, частка сонячного опалення в тепlopостачанні будинку складає від 35 до 57% в морозні погоди з вітром 10-15 м/с і морозом  $15^\circ\text{C}$  [69].

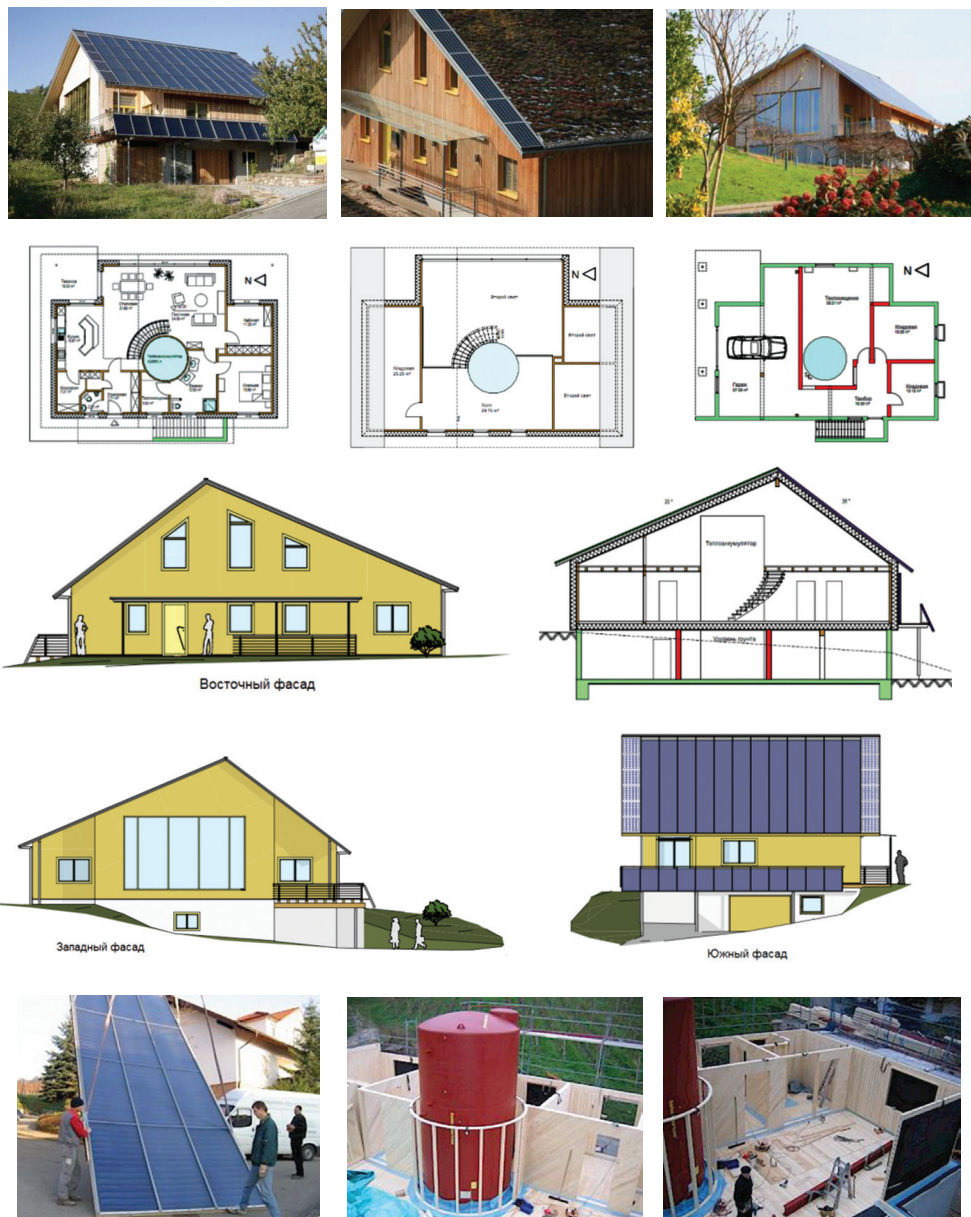


Рис. 1.12. Односімейний сонячний будинок розташований в м. Каппельродек, графство Ортенану, Баден-Вюртемберг, Німеччина [69]



Рис.1.13. Екодому SOLAR (архітектор П. Казанцев) [69]

І ОТКРЫТЫЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ КОНКУРС ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА. ЧАСТНАЯ АРХИТЕКТУРА. ЛУЧШИЙ ПРОЕКТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

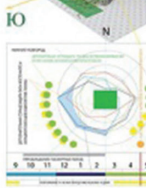
# ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ «ЭКОДОМ SOLAR-K»

АРХИТЕКТОР, ГАИ ПАВЕЛ КАЗАНЦЕВ, АРХИТЕКТОР-ДИЗАЙНЕР ЕКАТЕРИНА МОЧВАЯ, ДИЗАЙНЕР ИРИНА МОЧВАЯ  
ООО ПРОЕКТНАЯ КОМПАНИЯ М-АРК, ДИРЕКТОР СТАНИСЛАВ СТЕПАНОВ  
ВЛАДИВОСТОК

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН  
КАРКАСНЫЙ МАЛОЭТАЖНЫЙ ДОМ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ



КАРКАСНЫЙ МАЛОЭТАЖНЫЙ ДОМ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НА БАЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОМА. КОМПАКТНАЯ ПЛОЩАДЬ ЖИЛОГО СЕКТОРА КВАРТАЛА. 70 КМ<sup>2</sup> РАСКРЫТИЯ ВИДА УТЕЖИТЕЛЬНОГО ГОРИЗОНТА, ОБЪЕДИНЕННАЯ ФОРМА СОВРЕМЕННОГО СЕЛА В СОБЛЮЖЕНИИ С ВОЗДУШНЫМ ПЛАНИРОВАНИЕМ, КОМПОНОВКА ОБЪЕМА СЕРВИСНОЙ СЕТКИ В ЕДИНСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ МАССОВОМ ПОНЯТИИ ПРОЕКТА. КАК И В ОСТАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ЭКОДОМ СОЛАР-К СОБЛЮДАЕТ ПРАВИЛА ПЛАНИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАССОВОГО ЖИЛОГО ДОМА, А ТАКЖЕ ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. КАК И В ОСТАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ЭКОДОМ СОЛАР-К СОБЛЮДАЕТ ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. КАК И В ОСТАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ЭКОДОМ СОЛАР-К СОБЛЮДАЕТ ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.



КОМПОНОВКА ОБЪЕМА СЕРВИСНОЙ СЕТКИ В ЕДИНСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ МАССОВОМ ПОНЯТИИ ПРОЕКТА. КАК И В ОСТАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ЭКОДОМ СОЛАР-К СОБЛЮДАЕТ ПРАВИЛА ПЛАНИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАССОВОГО ЖИЛОГО ДОМА, А ТАКЖЕ ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.



УДАЛЬШАЯ ФОРМА МАССОВОГО ЖИЛОГО СЕКТОРА ОБЪЕДИНЕНА С ОБЪЕДИНЕННОЙ ФОРМОЙ СОВРЕМЕННОГО СЕЛА В СОБЛЮЖЕНИИ С ВОЗДУШНЫМ ПЛАНИРОВАНИЕМ, КОМПОНОВКА ОБЪЕМА СЕРВИСНОЙ СЕТКИ В ЕДИНСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ МАССОВОМ ПОНЯТИИ ПРОЕКТА. КАК И В ОСТАЛЬНЫХ ЧАСТЯХ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ЭКОДОМ СОЛАР-К СОБЛЮДАЕТ ПРАВИЛА ПЛАНИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МАССОВОГО ЖИЛОГО ДОМА, А ТАКЖЕ ПРАВИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.



СТЕРЖЕНЬ ФАСАДА  
ОБЪЕДИНЕННАЯ ФОРМА  
КЛАДОВКА-КАНОТЕР

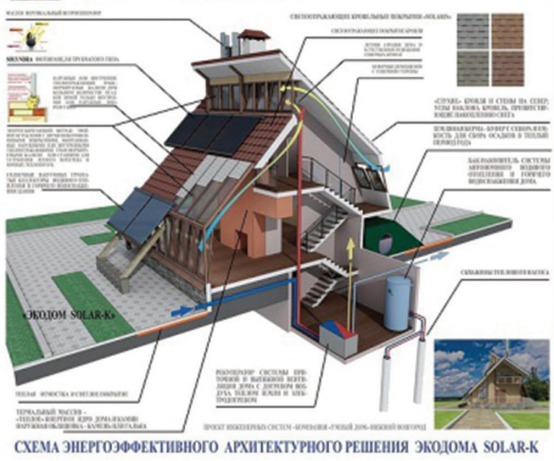
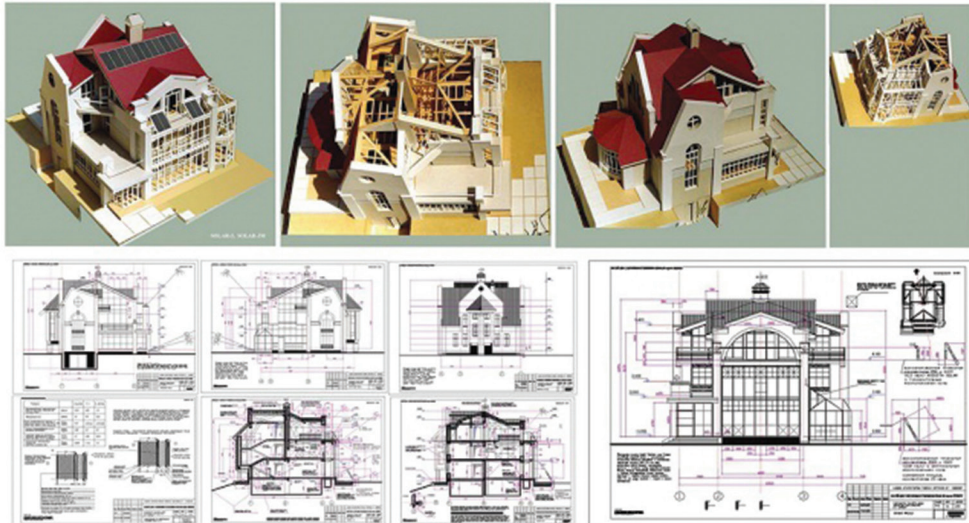


Рис. 1.14. Екодому SOLAR-K (архитектор П. Казанцев) [69]

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С СОЛНЕЧНЫМ ОТОПЛЕНИЕМ SOLAR-3/SOLAR-3M, ВЛАДИВОСТОК



РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ, ДОМА: ПАСИВНОЕ ОТОПЛЕНИЕ - 40% ПОТРЕБНОСТЕЙ В ОТОПЛЕНИИ ЗДАНИЯ, АКТИВНАЯ СИСТЕМА - 40-45%, ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВ - 15-20%. РАС-  
СМАТРИВАЕТСЯ ВАРИАНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И ВЕТРОВОГО ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА. ПРОЕКТ В РЕАЛИЗАЦИИ. АРХИТЕКТОР - П.КАЗАНЦЕВ, КОНСТРУКТОР - А.КАЗОРИН.

Рис. 1.15. Индивидуальный жилой будинок з сонячним опаленням SOLAR3/SOLAR-3M. Архітектор П. Казанцев, конструктор А. Казорін [69]



Рис. 1.16. Индивидуальный жилой будинок з сонячним опаленням SOLAR-5M / SOLAR -5S [69]



Рис. 1.17. Житловий каркасний екомодуль SOLAR 5M [69]

### 1.3. Енергозберігаючі будівлі з використанням сонячної енергії

Одним з додаткових енергетичних джерел може бути сонячна енергія, а також сонячне випромінювання, акумульоване у вигляді тепла.

Системи сонячного енергозабезпечення поділяються на «пасивні», «активні» та змішані (рис. 1.18.) [72].

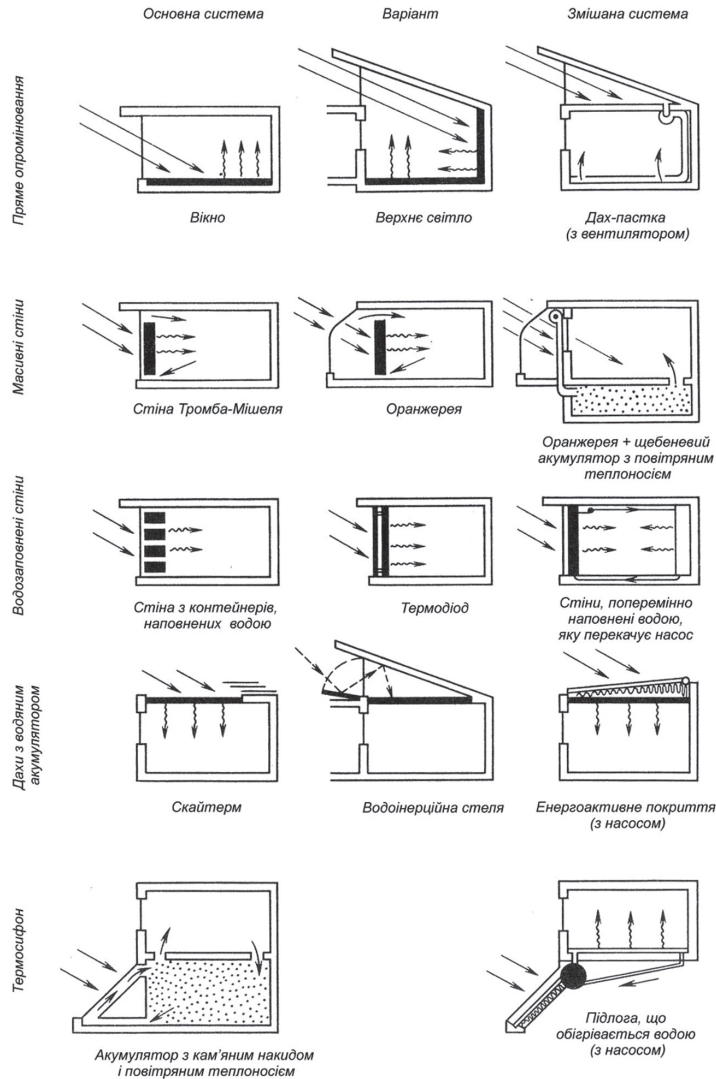


Рис. 1.18. Системи сонячного енергозабезпечення [72]

В «активних» системах використовуються різні пристрої та прилади, які, акумулюють в собі сонячну енергію і передають її споживачеві у вигляді тепла (опалення та підігрів води) або у вигляді електрики.

«Пасивні» системи засновані на застосуванні архітектурних та конструктивних рішень для підвищення ступеня використання сонячної радіації та зниження теплових витрат будівлі без застосування геліотехнічного обладнання, замість нього використовуються елементи будівлі як накопичувачі сонячної енергії.

### **1.3.1. Пасивні системи опалення будинку**

В «активних» системах використовуються різні пристрої та прилади, які, акумулюють в собі сонячну енергію і передають її споживачеві у вигляді тепла (опалення та підігрів води) або у вигляді електрики.

«Пасивні» системи засновані на застосуванні архітектурних та конструктивних рішень для підвищення ступеня використання сонячної радіації та зниження теплових витрат будівлі без застосування геліотехнічного обладнання, замість нього використовуються елементи будівлі як накопичувачі сонячної енергії. Пасивні системи можна розділити на три групи: системи з прямим сонячним обігрівом, системи з інсолюванням об'ємом та системи з обігрівом термоаккумулюючого елемента.

**Системи з прямим сонячним обігрівом.** Дана система є традиційною та найбільш простою. Сонячні промені, потрапляючи в будівлю через скління, нагрівають приміщення, при цьому, скління має бути орієнтоване на південь (допустимо відхилення на 20 °). В якості акумулятора тепла використовується підлога та внутрішні стіни, виконані з матеріалу з високою теплоємністю – цегли або каменю. В деяких варіантах пасивних систем на певній відстані від вікна встановлюють низьку перегородку (висотою не більше 1 м), яка частково бере на себе роль геліоприймача та теплового акумулятора.

Принципи проектування будинків з прямим сонячним обігрівом:

- 1) Захист вікон від великої теплопровідності:
  - а) теплоізоляційні віконниці;
  - б) застосування скління типу «теплове дзеркало».
- 2) Захист від перегріву влітку:
  - а) навіси;
  - б) регульоване загінення (стаціонарні або рухомі жалюзі);
  - в) зелені насадження (листяні).



3) Акумулявання тепла в підлогах, стінах, каминах:

а) виготовлення акумулюючих конструкцій з каменю, бетону або цегли;

б) акумулюючі конструкції повинні бути масивними (товстими);

в) оздоблення поверхонь акумулюючих конструкцій повинне бути темним.

Для даного способу використання сонячної енергії характерна орієнтація основних приміщень на південь.

**Системи з інсолюванням об'ємом.** Ця система відрізняється від системи з прямим сонячним обігрівом тим, що сонячними променями нагрівається нежитлове, неопалюване приміщення. Це приміщення або примикає до південного фасаду будівлі або вбудовується в нього (sun space) – сонячний простір або геліотеплиця). Головним завданням геліотеплиці є нагрівання в ній повітря, завдяки великим заксленим поверхням. Нагріте повітря поширюється по решті приміщень або природним шляхом, або за допомогою примусової вентиляції, що вмикається системою датчиків, при досягненні певної температури повітря в теплиці. Дана система сонячного обігріву, безсумнівно, володіє рядом переваг, порівняно з попередньою, бо надходження нагрітого повітря в житлові приміщення можна контролювати. Тому, такий вид сонячного обігріву отримав широке поширення при проектуванні малоповерхових житлових будівель.

За архітектурним рішенням і розташуванню щодо житлових приміщень геліотеплиці розрізняють [23]:

а) окремо розташована геліотеплиця;

б) геліотеплиця, що примикає до основного житлового об'єму;

в) геліотеплиця, розташована під спільним дахом з житловим об'ємом;

г) вбудована в житловий об'єм геліотеплиця;

д) циркуляція теплого повітря навколо будинку (будинки з «подвійною оболонкою») (з двома оболонками).

Принципи проектування будинків з системами з інсолюванням об'ємом аналогічні принципам проектування будинків з прямим сонячним опаленням. До них додається ще необхідність у розрахунках циркуляції теплого повітря по житловим приміщенням з геліотеплиці і спосіб даної циркуляції (природний або штучний).

Перевага цієї системи полягає в:

а) наявності простору, нежитлового, в якому підігрівається повітря перед потраплянням його в житлові приміщення;

б) можливість контролю потрапляння нагрітого повітря в житлові приміщення;

в) використання сезонного зонування, тобто геліотеплиця – це тільки літнє приміщення;

г) створення буферної (часто зеленої) зони між «вулицею» та внутрішнім простором будинку.

### **Системи з обігрівом термоакумулюючого елементу**

У будинку з системою з обігрівом термоакумулюючого елементу тепло (або прохолода) передаються в житлові приміщення за рахунок огорожувальних конструкцій (стіна або дах).

Існує шість різних систем:

- а) система Тромбу-Мішеля, Франція;
- б) система Байера, США;
- в) термосифонна система Андерсена, США;
- г) система «стіна-поглинач», Великобританія;
- д) система Лефевра, США;
- е) система «скай-терм» (sky-therm) Гарольда Хейя, США.

**Система Тромбу-Мішеля.** Зазвичай це товста стіна (кам'яна, бетонна або цегляна) з темною поглинаючою поверхнею, захищена зовні одним або двома шарами скла. Близько рівня підлоги і стелі розташовані отвори (продухи) для входу і виходу повітря. Радіація поглинається поверхнею стіни, яка нагрівається та нагріває повітря в прошарку між стіною та склом. Повітря розширюється, стає легше, і починається термосифонна циркуляція, в результаті якої тепле повітря потрапляє в кімнату через верхні продухи і, нагріваючи кімнату, самостійно охолоджується, потім через продух біля рівня підлоги знову надходить до геліоприймача після чого цикл повторюється (рис. 1.19.).

**Система Байєра.** Система, в якій стіни, звернені на південь, складені з циліндричних ємностей по 200 літрів кожна, ємності наповнені водою та поставлені одна на одну. Кожна така стіна складається приблизно з 20 циліндричних ємностей і має зовнішнє огороження у вигляді одношарового скління. Віконниці, які вночі закривають стіну, в інший час доби, лежать на землі та відбивають своєю поверхнею сонячне світло, направляючи його для додаткового нагріву на стінові циліндри. Циліндри, забарвлені в чорний колір, поглинають сонячну радіацію, яку за допомогою випромінювання, теплопровідності та конвекції передають в житлове приміщення. Влітку система діє навпаки – вдень віконниці піднімають у вертикальне положення, перешкоджаючи проникненню тепла та утримуючи прохолоду, а вночі ізолюючи віконниці опускають і циліндри охолоджуються до нічної температури повітря.

**Термосифонна водяна стіна.** Це система, в якій водяні радіатори, пофарбовані в чорний колір, розташовані між склінням південного фасаду та внутрішнім приміщенням. Вода переміщується вздовж контура цієї системи, завдяки

природній циркуляції, і зберігається в баках, які знаходяться над цією стіною, в горищному приміщенні (рис. 1.20.)

**Система «Стіна-поглинач».** На південному фасаді будинку встановлено металеві панелі, забарвлені в чорний колір. Повітря у зазорі між зовнішньою стіною та панелями нагрівається від контакту з металом, піднімається вгору і засмоктується в кімнату за допомогою вентилятора.

**Система Лефевра.** Система, в якій необхідне скління другого поверху будинку. На невеликій відстані від скління розташовується термоакумулююча стіна. Тепло накопичується в цій стіні, а потім передається проміжному простору другого поверху, нагріваючи термоакумулююче міжповерхове перекриття, яке далі, віддає тепло житловому приміщенню на першому поверсі (рис. 1.21)

**Система скай-терм (sky-therm).** Ця система заснована на принципі по-чергового нагрівання та випаровування. Поглинання і акумулювання сонячної енергії здійснюється лотком з водою, глибиною 21 см, встановленим на плоскій покрівлі. Лоток зроблений з чорних поліетиленових секцій, які покриваються важкими поліуретановими пластинами завтовшки 4,5 см. Взимку вдень лоток відритий і вода нагрівається сонячними променями. Взіку вночі лоток закривається теплоізолюючою плитою, а будинок обігрівається через стелю. Влітку лоток залишають відкритим вночі і закривають вдень.

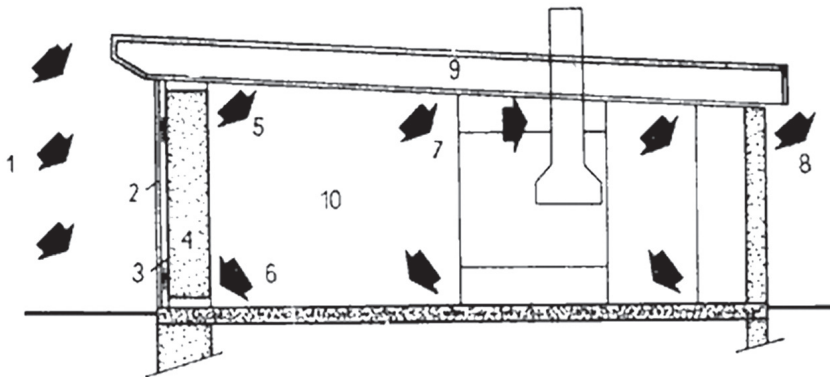


Рис. 1.19. Схема сонячної опалювальної системи Тромбу-Мішеля:

- 1 – радіація; 2 – скління (45 м<sup>2</sup>); 3 – повітряний прошарок; 4 – бетонні стіни, що акумулюють тепло; 5 – рух теплого повітря в житлове приміщення;
- 6 – холодне повітря; 7 – циркуляція теплого повітря в кімнаті; 8 – випуск повітря;
- 9 – сталева трубчаста конструкція даху; 10 – житловий простір

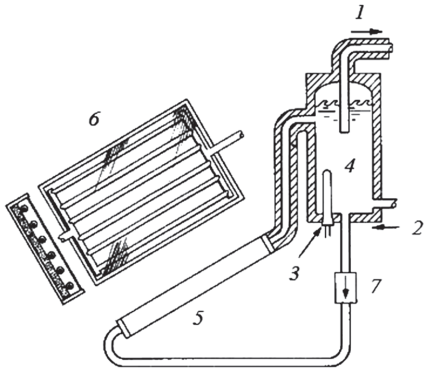


Рис. 1.20. Термосифонна  
водяна стіна:

- 1 – гаряча вода; 2 – холодна вода;
- 3 – додатковий нагрівач; 4 – бак;
- 5 – колектор (вид збоку); 6 – колектор  
(вид зверху і поперечний переріз);
- 7 – вентиль.

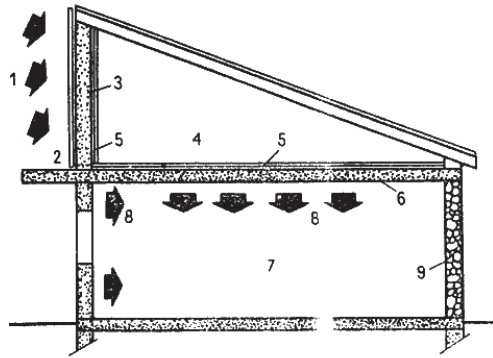


Рис. 1.21. Сонячна опалювальна  
система Лефевра:

- 1 – радіація; 2 – скло;
- 3 – теплонакопичувальна стіна із  
зовнішньою поверхнею чорного кольору;
- 4 – простір; 5 – утеплювач;
- 6 – стеля-теплонакопичувачів;
- 7 – житлова кімната; 8 – віддача. тепла;
- 9 – утеплена стіна з північного боку.

### 1.3.2. Активні системи сонячного теплопостачання

Активні системи сонячного теплопостачання – системи, що містить геліотехнічне та звичайне теплотехнічне обладнання і призначені для забезпечення теплопостачання будівлі. Активна система відрізняється поліфункціональністю, її можна використовувати для опалення, охолодження та гарячого водопостачання. Цей фактор пояснює переважання геліобудинків з активною системою. У цих будинках немає визначених вимог до взаємного розміщення приміщень. Проте архітектура (зовнішній вигляд) будинків даного типу визначається характером розташування сонячних колекторів відносно об'ємної структури будівлі.

Активні системи сонячного теплопостачання технічно можна розділити на дві групи:

- у яких використовуються сонячні колектори (рис. 1.22);
- у яких використовуються фотоелементи.

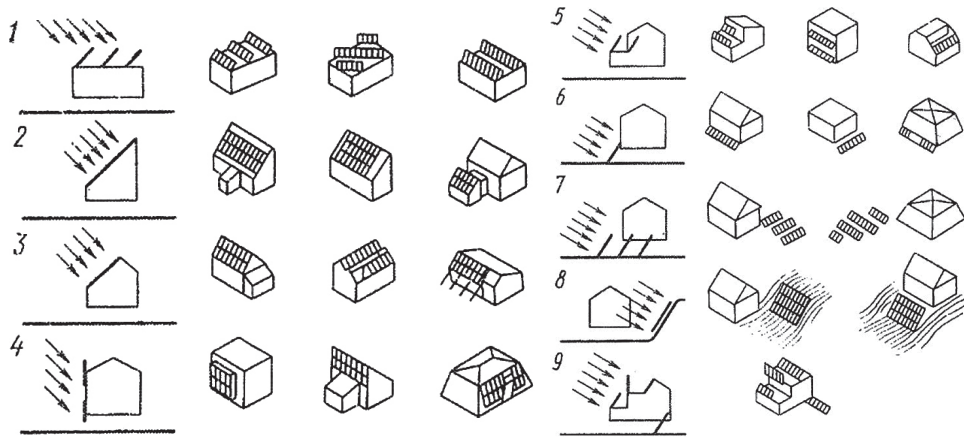


Рис. 1.22. Основні типи сонячних колекторів у залежності від їх розміщення на будівлях:

- 1 – змонтовані на плоскій покрівлі; 2 – змонтовані на односкатній покрівлі;  
 3 – те саме на двоскатній покрівлі; 4 – вертикальні та похилі на стінах;  
 5 – балконні та на лоджіях; 6 – цокольні; 7 – наземні;  
 8 – наземні на схилах рельєфу; 9 – комбіновані [72].

**Питання для самоперевірки по першому розділу навчального посібника**

1. Назвіть основні концепції енергетичнооефективних будівель
2. У чому полягає концепція пасивного будинку?
3. Наведіть декілька прикладів проектування та будівництва енергооефективних будівель
4. Які енергооефективні квартали Вам відомі?
5. Які системи сонячного енергозабезпечення Ви знаєте?
6. Назвіть пасивні системи опалення будинку
7. Назвіть активні системи опалення будинку
8. Поясніть принцип роботи системи Тромбу-Мішеля
9. Поясніть принцип роботи системи скай-терм
10. У чому полягає різниця між пасивними та активними системами опалення будинку?

## РОЗДІЛ II

### ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

#### 2.1. Загальні принципи проектування об'ємно-планувальних рішень енергоефективних будівель

Об'ємно-планувальні рішення мають істотний вплив на енергоспоживання будівлі. Вибір оптимальної форми будинку, його орієнтації, розташування, оптимізації площі вікон залежно від перерозподілу світла у глибину приміщень, дозволяє зменшити негативний теплоенергетичний вплив зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі.

Енергозберігаючі об'ємно-планувальні рішення житлових будинків забезпечуються [88]:

- збільшенням протяжності корпусу будівлі з урахуванням містобудівних умов (збільшення протяжності будинку з 4 до 10 секцій спричиняє зниження питомої витрати теплоти на опалення до 5 ... 7%);
- збільшенням ширини корпусу з урахуванням нормативних вимог щодо освітленості приміщень (табл. 2.1) (збільшення ширини корпусу спричиняє зниження питомої витрати теплоти з 12 до 15 м на 9... 10%);
- оптимізацією поверховості (підвищення поверховості будівлі з 5 до 9 поверхів дає 3 ... 5% економії теплоти);
- скороченням площі поверхні зовнішніх стін за рахунок зменшення порізаності об'єму будівлі;
- збільшенням сумарної площі квартир на поверсі;
- відносним зменшенням периметра будівлі (зменшення питомого периметру (відношення периметра зовнішніх стін до загальної площі типового поверху) зовнішніх стін на кожні 0,01 м призводить до зменшення витрати тепла на 1,25 ... 2%);
- раціональною аеродинамікою забудови (зменшенням швидкості вітру в зоні забудови можна скоротити в 2...3 рази інфільтраційні тепловтрати будівлями, що рівноцінно економії 0,1 кг у. п. на 1 м<sup>2</sup> загальної площі на рік);
- оптимальним розташуванням приміщень різного призначення в залежності від орієнтації фасаду.
- застосуванням планувальних елементів, що сприяють підвищенню теплоскопичувальності житлового будинку;

Забезпечення енергоефективності багатосекційних житлових будинків за рахунок збільшення виходу площі на поверсі секції рекомендується здійснювати (рис. 2.2.):

- у житлових будинках з прямими рядовими або поворотними секціями – за рахунок збільшення ширини секції на торці;
- у житлових будинках з широтними Т-подібними секціями – за рахунок збільшення кількості квартир на поверсі до 6-8;
- у кутових секціях (з кутом повороту на  $90^\circ$ ) – за рахунок розміщення по зовнішньому світловому фронту максимальної кількості квартир.
- у житлових будинках (секційного, коридорного, коридорно-секційного та галерейного типів, див. додаток Б навчального посібника) за рахунок збільшення виходу сумарної площі житла на поверсі, яке забезпечує підвищення їх енергоефективності та може бути досягнуто:
- у широтних будівлях – за рахунок застосування квартир з великою кількістю кімнат, а також за рахунок збільшення кількості квартир на поверсі секції;
- у протяжних меридіональних будинках (у тому числі зі здвигом у плані) – за рахунок збільшення кількості квартир на поверсі та зменшення питомого периметру зовнішніх стін.

Для оцінки рівня енергоекономічності об'ємно-планувального рішення будівлі існує декілька різних критеріїв та теплоенергетичних показників. До них відносяться: *показник компактності, коефіцієнт скління фасаду будинку, коефіцієнт компактності, коефіцієнт форми будівлі та об'ємно-планувальний коефіцієнт* (рис. 2.1.).

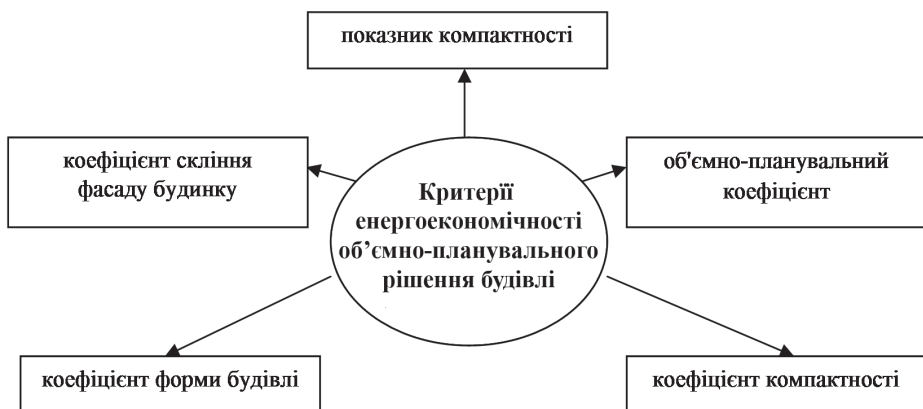


Рис. 2.1. Критерії енергоекономічності об'ємно-планувального рішення будівлі

Показник компактності (*Index of the shape of a building*) – визначається як відношення загальної площі внутрішньої поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі до укладеного в них опалювального об’єму:

$$\Lambda_{к.об'єм} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h}$$

Коефіцієнт скління фасаду будинку (*Glazing-to-wall ratio*) – відношення площ світлових прорізів до сумарної площі зовнішніх огорожувальних конструкцій фасаду будівлі, включаючи світлові прорізи. Визначається згідно з ДБН В.2.6-31:2006 за формулою:

$$m_{ск} = \frac{F_{ст.с}}{(F_{шт} + F_{д} + F_{ст.с})}$$

Таблиця 2.1

Енергозберігаючі об’ємно-планувальні рішення житлових будинків [84]

		<b>Житлові будинки з широким корпусом</b>	
<b>Ширина корпусу</b>	Від 6 м до 18 м		
	Понад 18 м		



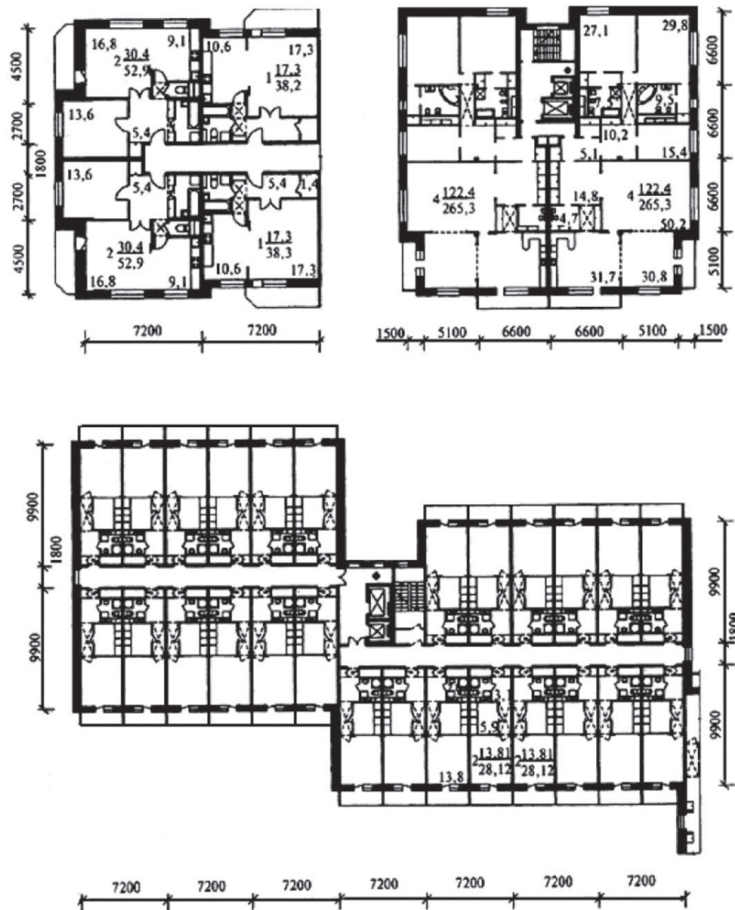


Рис. 2.2. Приклади збільшення виходу площі квартири на поверсі [84]

Фізичний зміст *коефіцієнта компактності* полягає у кількісній оцінці співвідношення площі зовнішніх огорожень житлового будинку до площі зовнішніх огорожень окремої секції цього будинку, що має ту ж орієнтацію, що і сама будівля. Коефіцієнт компактності може служити для архітекторів та інженерів критерієм відносної теплотехнічної ефективності зовнішніх огорожувальних конструкцій різних варіантів запроєктованих об'єктів на першій стадії проектування. Чим менше значення коефіцієнта компактності, тим нижче сумарна величина теплових витрат через усі огорожувальні конструкції будівлі. Найбільш компактним є варіант, де передбачено послідовне розташування секцій.

Критерієм енергоекономічності будівлі є *коефіцієнт його форми*, виражений як відношення периметра розглянутої в плані будівлі до периметру рівновеликого квадрата. Блок-секції серій будинків з розширенням корпусу дає більший тепловий ефект, тобто витрати тепла через стінові огороження нижче у протяжному корпусі. Взагалі, чим менше коефіцієнт форми, тим нижче теплові витрати будівлі [59].

*Об'ємно-планувальний коефіцієнт* оцінює вплив об'ємно-планувального рішення будівлі у порівнянні з відносними витратами тепла.

$$K_{on} = \frac{P \cdot h}{F_n}$$

Об'ємно-планувальний коефіцієнт залежить від висоти поверху і від відношення периметру  $P$  будівлі до площі підлоги  $F_n$ . Найменше значення об'ємно-планувального коефіцієнту досягається при довжині корпусів, що прагне до нескінченності. Великі значення об'ємно-планувальних коефіцієнтів мають вузькі будівлі та будівлі малої площі – будинки-вежі.

Об'ємно-планувальний коефіцієнт представляє складну комплексну характеристику, що включає у себе три категорії показників, які залежать від:

- конструктивних особливостей (теплових витрат через вертикальні конструкції, покрівлю);
- об'ємно-планувального рішення;
- кількості поверхів.

Критерієм оптимальності у виборі пропорцій енергоекономічних будівель є золота пропорція, яка характеризує найвищий результат в енергозбереженні будівель. Цей критерій показує, що будь-яка прибудова не погіршує енергетичної ефективності будівлі, якщо відношення прольоту прибудови до прольоту основної будівлі дорівнює відношенню довжини фасаду основної будівлі до половини периметра основної будівлі у плані [59].

## 2.2. Реалізація принципу компактності

Одним з головних критеріїв енергоефективного будинку є компактність. ДБН вимагають певного співвідношення  $F_{\Sigma} / V_h$  (загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій ділиться на опалюваний об'єм будівлі). Цей показник повинен бути якомога меншим (табл. 2.2) [2].

Розрахунковий показник компактності будинку,  $\Lambda_{к\text{ буд}}$ , визначається за формулою:

$$\Lambda_{\text{к буд}} = F_{\Sigma} / V_h$$

де  $F_{\Sigma}$  – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м<sup>2</sup>;

$V_h$  – опалюваний об'єм будівлі, рівний об'єму, обмеженому внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, м<sup>3</sup>.

Рекомендовані значення щодо показника компактності, які слід виконувати при проектуванні житлових будинків,  $\Lambda_{\text{к буд}}$ , не більше:

0,25 – для 16-поверхових будівель і вище;

0,29 – для будівель від 10 до 15 поверхів включно;

0,32 – для будівель від 6 до 9 поверхів включно;

0,36 – для 5-поверхових будівель;

0,43 – для 4-поверхових будівель;

0,54 – для 3-поверхових будівель;

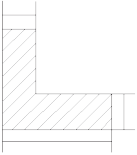
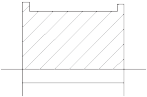
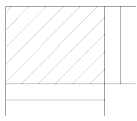
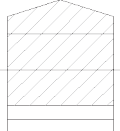
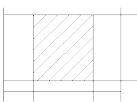
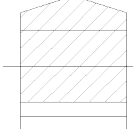
0,61; 0,54; 0,46 – для дво-, три- і чотириповерхових блокувальних і секційних будівель відповідно;

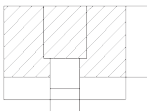
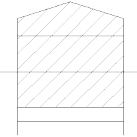
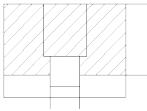
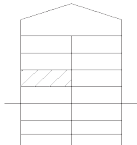
0,9 – для дво – і одноповерхових будівель з мансардою;

1,1 – для одноповерхових будівель.

Таблиця 2.2

Співвідношення  $F_{\Sigma} / V_h$  для різних типів будинків [72]

Вид		План	У розрізі	$F_{\Sigma} / V_h$
Одноквартирний будинок (котедж)	1			0,98
	2			0,60
Двоквартирний житловий будинок				0,60

Будинок рядової забудови			0,40
Багатоквартирний будинок			0,24

### 2.3. Оптимізація пропорцій будинку [36]

На пропорції будинку з точки зору тепловтрат впливають геометричні характеристики будинку:

- $V$ - об'єму будинку;
- співвідношення сторін у плані (одна сторона  $a$ , друга  $a \cdot m$  для прямокутного паралелепіпеда);
- середній коефіцієнт опору тепловтратам кожного типу огорожувальних конструкцій (при неоднорідності конструкцій);
- $R_{ст\text{ер}}$  - стін;
- $R_{дах\text{сер}}$  - даху;
- $R_{\text{в}}$  - вікон;
- $R_{\text{п}}$  - підлоги;
- $\alpha$ - кута нахилу даху;
- $N$  - кількості поверхів будинку;
- $F$  - відношення площі вікон до площі підлоги поверху;
- $K_i$  - зрізаність стін, що призводить до збільшення об'єму;
- $P$  - неоднорідне засклення стін будинку, що змінюється (від 0 до 1);
- $G_i$  - частка (ступінь) блокування сторонами будинку  $G_i$  та інше.

Форма будівлі				
Малоповерхові	<p><b>В плані прямокутник</b></p>	<p><b>В плані прямокутник зі зрізаними стінами</b></p>	<p><b>При частковому блокуванні двома сторонами</b></p>	<p><b>Блокування будівелу частковою однією стороною</b></p>
Малоповерхові	<p><b>В плані прямокутник зі зрізаними стінами. Часткове блокування двома сторонами</b></p>	<p><b>В плані прямокутник зі зрізаними стінами. Часткове кутове блокування</b></p>	<p><b>В плані прямокутник зі зрізаними стінами. Часткове блокування чотирма сторонами</b></p>	<p><b>При формі плану будівелу у вигляді кола (циліндр)</b></p> <p>Рис. 6</p>
Місцеві	<p><b>Повне блокування однією стороною</b></p>	<p><b>Повне блокування двома сторонами</b></p>	<p><b>При частковому блокуванні однією стороною</b></p>	<p><b>При частковому блокуванні двома сторонами</b></p>
Шестигранні у плані		<p><b>Шестигранна призма зі зрізаними стінами</b></p>	<p><b>Блокування декількома сторонами</b></p>	<p><b>При восьмикутній формі плану (призма)</b></p> <p>Рис. 5</p>
Секційні	<p><b>Секційна точкова секція</b></p>	<p><b>Часткове блокування однією стороною</b></p>	<p><b>Часткове блокування двома сторонами</b></p>	<p><b>Блокування кутової секції</b></p>
Кемпінгові	<p><b>При прямокутній формі плану (призма)</b></p>	<p><b>При прямокутній формі плану (призма)</b></p>	<p><b>При формі плану будівелу у вигляді прямокутника (циліндр)</b></p>	<p><b>При формі n-кутника, що блокується n сторонами (призма)</b></p>

Рис. 2.3. Вплив пропорцій будинку на його енергозбереження [36]

Оптимальні пропорції визначаються за формулою:

$$a = f(V, m, R_n, R_{\partial\alpha}, R_g, R_{cm}, \alpha, F, N, P).$$

У явному вигляді:

$$a = \sqrt[3]{\frac{V(1+m)}{R_{cm} m^2 \cdot \left[ \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_c \cdot \cos \alpha} + F \cdot n \cdot \left( \frac{1}{R_g} - \frac{1}{R_{cm}} \right) \right]}}$$

Висота будинку  $h$  дорівнює:

$$h = \frac{V}{a^2 \cdot m}$$

Для будинків з різною геометричною формою та формою плану використовуються аналітичні залежності для визначення оптимальних пропорцій з точки зору тепловтрат, у тому числі при їх блокуванні (рис. 2.3).

#### **2.4. Інженерна методика оптимального обліку впливу зовнішнього клімату на енергоефективність будівлі**

Сонячна радіація, температура зовнішнього повітря, швидкість та напрям вітру відносяться до числа найважливіших, а часто і вирішальних факторів, що впливають на тепловий баланс будівлі. Аналіз закономірностей впливу зовнішнього клімату на оболонку будівлі відкриває великі можливості для зменшення витрат енергії на опалення приміщень в холодний період року та охолодження приміщень в теплий період року [65].

Оптимізація теплоенергетичного впливу зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі здійснюється за рахунок вибору геометричних параметрів, орієнтації будівлі, розташування і площі заповнення світлових отворів.

У загальному випадку можна вважати, що вплив сонячної радіації на тепловий баланс приміщення в холодний період року є позитивним, а у теплий період року – негативним; вплив вітру, навпаки, в холодний період року є допустимим, а в теплий період року це явище може бути в денний час негативним, а в нічний – позитивним. Особливе значення має та обставина, що кількісний вплив сонячної радіації та вітру на тепловий баланс будівлі, при одній і тій

самій загальній корисній площі або при одному й тому ж корисному об'ємі, залежить від його орієнтації і габаритів.

Одним з критеріїв проектування енергоефективної будівлі є розрахунок теплових і повітряних балансів будівлі для характерних періодів року. Цими періодами є найбільш холодна п'ятиденка, опалювальний період, найжаркіший місяць, період охолодження.

Важливо відзначити наступне: зміна форми, розмірів та орієнтації будівлі з метою оптимального врахування впливу зовнішнього клімату в його тепловому балансі не вимагає зміни площ або об'єму будівлі – вони зберігаються фіксованими.

Орієнтація і розміри будівлі, що забезпечують найменші витрати теплової енергії для підтримки певних параметрів внутрішнього середовища за рахунок оптимального обліку тепла сонячної радіації і вітру в тепловому балансі приміщення, можуть бути визначені на основі мінімізації питомої теплової характеристики будівлі, яка обчислюється як частка від ділення витрат теплової енергії на опалення або охолодження будівлі до величини загальної корисної площі  $F_o$  та позначається як  $q_F$  або до величини об'єму будівлі  $V_o$ , яка позначається як  $q_v$ .

Завдання оптимізації орієнтації та розмірів будинку має такий зміст: серед усіх будинків, що мають одну й ту ж загальну корисну площу або однаковий об'єм, необхідно вибрати таку, яка за інших рівних умов вимагає мінімальних витрат теплової енергії на опалення в холодний період року та охолодження в теплий період року. В якості цільової функції, яку належить мінімізувати, прийняті витрати енергії.

В таблицях 2.3 і 2.4 представлені формули для визначення оптимальних розмірів будівлі, у тому числі накладенні додаткові обмеження, мінімальні питомі тепловтрати (теплонадходження) та показник ефективності конструкторського рішення будинку для випадків, коли загальна площа або об'єм будівлі фіксовані.

*Окремі випадки* вирішення цього завдання для прямокутних в плані будівель без накладених обмежень на розміри (довжина, ширина, число поверхів) і з накладеними обмеженнями на один з розмірів, а також для круглої в плані будівлі та будівлі, що представляє в плані трикутник з рівними сторонами і прямим кутом між рівними сторонами, *представлені в таблиці 2.5.*

У табл. 2.5 використовуються наступні позначення:

$q_a, q_b, q_c, q_d, q_{fp}, q_{roof}, q_{vert}$  – характерні теплові потоки, які відповідно проходять через вертикальні огорожувальні конструкції з розмірами в плані a, b, c,

d: через перекриття першого поверху, покриття, вертикальні огорожувальні конструкції, Вт/м<sup>2</sup>;

$F_0$  – загальна корисна площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$H$  – висота поверху будівлі, м;

a, b, c, d – розміри будинку в плані, м;

$Z$  – число поверхів будівлі;

**Методика визначення орієнтації та габаритів будівлі** враховує кліматичні показники району будівництва, загальну корисну площу будівлі та висоту поверху.

Для розрахунку необхідні наступні вихідні дані:

**1. Вихідні кліматичні параметри:**

1.1. Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження;

1.2. Значення середньомісячних температур зовнішнього повітря; температура зовнішнього повітря для найбільш холодної п'ятиденки та найжаркішого місяця  $T_{0'}$ ;

1.3. Температура внутрішнього повітря  $T_R$ ;

1.4. Напрямок вітру;

1.5. Середньодобові значення прямої  $I_s$  та розсіяної  $I_D$  сонячної радіації, падаючої на поверхню зовнішніх огорожувальних конструкцій;

**2. Теплотехнічні показники зовнішніх огорожувальних конструкцій:**

2.1. Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $a_{in\ sf}$

2.2. Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції  $a_{out\ sf}$

2.3. Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції для стін  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4$  та покриттів  $\beta_5$ ;

2.4. Коефіцієнти проникнення прямої ( $k_{Is}$ ) та розсіяної ( $k_{ID}$ ) сонячної радіації: коефіцієнти поглинання прямої ( $k_{2s}$ ) та розсіяної ( $k_{2D}$ ) сонячної радіації через заповнення теплових прорізів; коефіцієнти опромінення світлових прорізів ( $r_R$ );

**3. Характеристики будівель:**

3.1. Загальна корисна площа  $F_0$ , м<sup>2</sup>;

3.2. Висота поверху  $H$ , м;

3.3. Коефіцієнт скління стін  $P_1$ - $P_4$ , покриттів  $P_5$ , перекриттів  $P_6$ ;

3.4. Опір теплопередачі огорожувальної конструкції стіни,  $R_1$ - $R_4$ , покриття, перекриття  $R_6$ , вікон  $R_w$  (м<sup>2</sup>°C)/Вт.



Таблиця 2.3

Розрахункові формули для визначення оптимальних розмірів будівлі прямокутної форми з мінімальними питомими тепловитратами або теплонадходженнями (загальна корисна площа  $F_0$  фіксована)

Розрахункові значення	Без накладання додаткових обмежень	При накладенні додаткових обмежень на		
		Кількість поверхів будівлі	Ширину будівлі	Довжину будівлі
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Довжина будівлі, м $i=2,4$	$a = \sqrt[3]{\frac{HF_0}{C} \cdot \frac{B^2}{A}}$	$a = \sqrt{\frac{F_0 \cdot B}{Z_0 \cdot A}}$	$a = \sqrt{\frac{F_0 \cdot H \cdot B}{b_0 \cdot C}}$	$a = a_0$
Ширина будівлі, м $i=1,3$	$b = \sqrt[3]{\frac{HF_0}{C} \cdot \frac{A^2}{B}}$	$b = \frac{F_0}{a \cdot Z_0}$	$b = b_0$	$b = \sqrt{\frac{F_0 \cdot H \cdot A}{a_0 \cdot C}}$
Кількість поверхів будівлі	$Z = \frac{F_0}{a \cdot b}$	$Z = Z_0$	$Z = \frac{F_0}{a \cdot b_0}$	$Z = \frac{F_0}{a_0 \cdot b}$
Мінімальні питомі тепловитрати будівлі, Вт/м <sup>2</sup>	$q_{r_0} = \sqrt[3]{\frac{H^2}{F_0} \cdot A \cdot B \cdot C}$	$q_{r_0} = \frac{C}{Z_0} + \sqrt[2]{\frac{H^2}{F_0} \cdot Z_0 \cdot A \cdot B}$	$q_{r_0} = \frac{H}{b_0} A + \sqrt[2]{\frac{H}{F_0} \cdot b_0 \cdot C \cdot B}$	$q_{r_0} = \frac{H}{a_0} B + \sqrt[2]{\frac{H}{F_0} \cdot a_0 \cdot B \cdot C}$
Показник ефективності проектного рішення	$\eta_1 = \frac{\sqrt[3]{F_0^2 H^2 \cdot A \cdot B \cdot C}}{F_0 \cdot H \left[ \frac{A}{b} + \frac{B}{a} \right] + abc}$			

Таблиця 2.4

Розрахункові формули для визначення оптимальних розмірів будівлі прямокутної форми з мінімальними питомими тепловитратами або теплонадходженнями (об'єм будинку  $V_0$  фіксований)

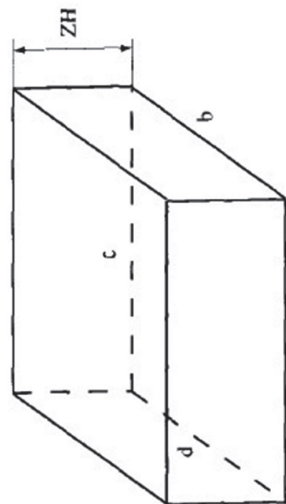
Розрахункові значення	При накладенні додаткових обмежень на		
	Кількість поверхів будівлі $Z = Z_0$	Ширину будівлі $b = b_0$	Довжину будівлі $a = a_0$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
Довжина будівлі, м $i=2,4$	$a = \sqrt[3]{V_0 \cdot \frac{B^2}{CA}}$	$a = \sqrt{\frac{V_0 \cdot B}{H \cdot Z_0 \cdot A}}$	$a$
Ширина будівлі, м $i=1,3$	$b = \sqrt[3]{V_0 \cdot \frac{A^2}{CB}}$	$b = b_0$	$b = \sqrt{\frac{V_0 \cdot A}{a_0 \cdot C}}$
Кількість поверхів будівлі	$Z = \frac{V_0}{H \cdot a \cdot b}$	$Z = Z_0$	$Z = \frac{V_0}{H \cdot a_0 \cdot b}$
Мінімальні питомі тепловитрати будівлі, Вт/м <sup>2</sup>	$q_{F_0} = \sqrt[3]{\frac{H^3}{V_0} \cdot A \cdot B \cdot C}$	$q_{F_0} = \frac{C}{Z_0} + \sqrt[3]{\frac{H^3}{V_0} \cdot Z_0 \cdot A \cdot B}$	$q_{F_0} = \frac{H}{a_0} \cdot B + \sqrt[3]{\frac{H^2}{V_0} \cdot a_0 \cdot B \cdot C}$
Показник ефективності проектного рішення	$\eta_1 = \frac{3 \sqrt[3]{V_0^2 \cdot A \cdot B \cdot C}}{V_0 \left[ \frac{A}{b} + \frac{B}{a} \right] + abc}$		

Таблиця 2.5

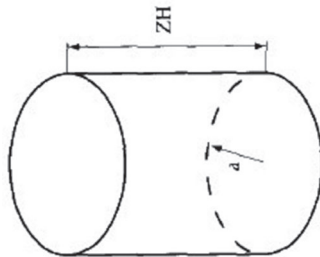
Розрахункові формули для визначення оптимальних розмірів будівлі різної форми з мінімальними питомими тепловитратами або теплонадходженнями

Форма будівлі	Накладенні обмеження	Оптимальні розміри будівлі у плані, м		Число поверхів, Z	Мінімальні питомі тепловитрати $q_{\text{п}}$ , Вт/м <sup>2</sup>
		a	b		
Див. рис. А	$F_0 = \text{const}$ $H = \text{const}$ $a = c$ $b = d$	$\sqrt[3]{\frac{HF_0}{(q_b + q_d)^2} \cdot \frac{(q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}})}{(q_a + q_c)}}$	$\sqrt[3]{\frac{HF_0}{(q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}})} \cdot \frac{(q_a + q_c)^2}{(q_b + q_d)}}$	$\frac{F_0}{ab}$	$\sqrt[3]{\frac{H^2}{F_0} (q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}}) (q_a + q_c) (q_b + q_d)}$
Див. рис. А	$F_0 = \text{const}$ $H = \text{const}$ $a = c$ $b = d$ $Z = \text{const}$	$\sqrt{\frac{F_0}{Z} \cdot \frac{(q_b + q_d)}{(q_a + q_c)}}$	$\frac{F_0}{aZ}$	Z	$\frac{(q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}})}{Z} + 2\sqrt{\frac{H^2}{F_0} Z (q_a + q_c) (q_b + q_d)}$
Див. рис. А	$F_0 = \text{const}$ $H = \text{const}$ $a = c$ $b = d$ $b = \text{const}$	$\sqrt{\frac{HF_0}{b} \cdot \frac{(q_b + q_d)}{(q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}})}}$	b	$\frac{F_0}{ab}$	$\frac{H(q_a + q_c)}{b} + 2\sqrt{\frac{H^2}{F_0} b (q_b + q_d) (q_{\text{пл}} + q_{\text{roof}})}$

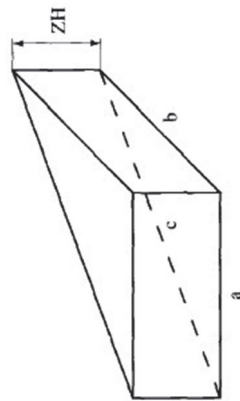
Див. рис. А	$F_0 = \text{const}$ $H = \text{const}$ $a = c$ $b = d$ $a = \text{const}$	$a$	$\sqrt{\frac{HF_0}{a} \cdot \frac{(q_b + q_c)}{(q_{fl} + q_{roof})}}$	$\frac{F_0}{ab}$	$\frac{H(q_b + q_d)}{a} + 2\sqrt{\frac{H^2}{F_0} a(q_a + q_c)(q_{fl} + q_{roof})}$
Див. рис. Б	$F_0 = \text{const}$ $a = \text{const}$	$\sqrt[3]{\frac{q_{vert}}{(q_{fl} + q_{roof})} \frac{HF_0}{\pi}}$		$\frac{F_0}{\pi a^2}$	$3\sqrt[3]{\frac{\pi H^2}{F_0} q_{vert}^2 (q_{fl} + q_{roof})}$
Див. рис. В	$F_0 = \text{const}$ $a = b$	$\sqrt[3]{\frac{(\sqrt{2q} + q_a + q_b)}{2HF_0} \frac{2HF_0}{(q_{fl} + q_{roof})}}$	$\sqrt{2a}$	$\frac{2F_0}{a^2}$	$3\sqrt[3]{\frac{H^2(q_a + q_b + \sqrt{2q})^2 (q_{fl} + q_{roof})}{2F_0}}$



А



Б



В

3.5. Опір повітропроникності зовнішніх огорожувальних конструкцій стін  
 $R_a$  (м<sup>2</sup>год)/кг;

3.6. Повітропроникність зовнішніх огорожувальних конструкцій стін

$$G_w = \frac{1}{R_a}, \text{ вікон } G_w = \frac{1}{R_{a.w}}, \frac{\kappa z}{m^2 \cdot ч};$$

Після визначення вихідних даних розрахунок ведеться у наступній послідовності:

**1. Розрахунок питомих теплових потоків** (тут  $i = 1 \dots 4$  відносяться до стін,  $i = 5$  – до покриття,  $i = 6$  – до перекриття):

1.1. Значення теплових потоків, середніх за розрахунковий період:

$$q = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N q_j$$

де  $N$  – число місяців у розрахунковому періоді;

$q_j$  – середньомісячні значення теплових потоків, Вт / м<sup>2</sup>;

**1.2. Середньомісячні значення теплового потоку через заповнення світлових отворів у холодний період року, Вт / м<sup>2</sup>:**

$$q_w = q_{TW} + q_{FW} - q_{TH} - q_{AB}$$

в теплий період року:

$$q_w = q_{TW} + q_{FW} + q_{TH} + q_{AB}$$

де  $q_{TW}$  – середньомісячне значення теплового потоку через заповнення світлових прорізів в холодний період року за рахунок теплопередачі, Вт / м<sup>2</sup>:

$$q_{T.W} = \frac{T_R - T_0}{R_w}$$

в теплий період року:

$$q_{T.W} = \frac{T_0 - T_R}{R_w}$$

$q_{FW}$  – середньомісячне значення теплового потоку через заповнення світлових прорізів в холодний період року за рахунок фільтрації повітря, Вт / м<sup>2</sup>:

$$q_{FW} = 0,28 G_w (T_R - T_0)$$

в теплий період року:

$$q_{FW} = 0,28 G_w (T_0 - T_R)$$

$q_{TH}$  – середньомісячне значення теплового потоку відносно сторін світу через заповнення світлових прорізів за рахунок проникаючої сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q_{r_1} = I_{s_1} k_{s_1} + I_{D_1} k_{D_1}$$

$q_{AB}$  – середньомісячне значення теплового потоку відносно сторін світу через заповнення світлових прорізів за рахунок поглиненої сонячної радіації, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q_{AB_1} = I_{S_1} r_{R_1} k_{2S_1} + I_{D_1} k_{2D_1}$$

**1.3.** Середньомісячні значення теплових потоків через стіни і покриття в холодний період року при наявності фільтрації, Вт / м<sup>2</sup>:

$$q_{Enc_i} = (\alpha_{in.sf} + 0,28G)(T_R - T_{in.sf_i})$$

в теплий період року:

$$q_{Enc_i} = (\alpha_{in.sf} + 0,28G)(T_{in.sf_i} - T_R)$$

де  $T_{in.sf_i}$  – температура внутрішньої поверхні стіни, °С:

$$T_{in.sf_i} = T_{0_i}^{con} + (T_R - T_{0_i}^{con}) \frac{e^{0,28GR_i} - 1 + \frac{0,28G}{\alpha_{out.sf}}}{(1 + \frac{0,28G}{\alpha_{in.sf}}) e^{0,28GR_i} - 1 + \frac{0,28G}{\alpha_{out.sf}}}$$

$T_{0_i}^{con}$  - умовна, з урахуванням сонячної радіації, температура зовнішнього повітря:

$$T_{0_i}^{con} = T_0 + \frac{\beta_i I_i}{\alpha_{out.sf}}$$

$I_i$  – середньодобове значення сумарної сонячної радіації, що падає на поверхню  $i$ -ої зовнішньої захисної конструкції за місяць розрахункового періоду, Вт/м<sup>2</sup>:

$$I_i = I_{S_i} + I_{D_i}$$

**1.4.** Середньомісячні значення теплових потоків через стіни і покриття в холодний період року при відсутності фільтрації, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q_{Enc_i} = \frac{1}{R_i} (T_R - T_{0_i}^{con})$$

в теплий період року:

$$q_{Enc_i} = \frac{1}{R_i} (T_{0_i}^{con} - T_R)$$

**1.5.** Середньомісячні значення теплових потоків через перекриття в холодний період року, Вт/м<sup>2</sup>:

$$q_{Enc_6} = \frac{1}{R_6}(T_0 - T_R)$$

в теплий період року:

$$q_{Enc_6} = \frac{1}{R_6}(T_R - T_0)$$

**2. Оптимальні розміри будівлі:**

**2.1.** Довжина будівлі, м:

$$a = \sqrt[3]{\frac{HF_0}{q_{Enc_5}(1-P_5) + q_{Enc_6}} \cdot \frac{\left\{ \left[ q_{Enc_2}(1-P_2) + q_{w_2}P_2 \right] + \left[ q_{Enc_4}(1-P_4) + q_{w_4}P_4 \right] \right\}^2}{\left\{ \left[ q_{Enc_1}(1-P_1) + q_{w_1}P_1 \right] + \left[ q_{Enc_3}(1-P_3) + q_{w_3}P_3 \right] \right\}}}$$

**2.1.** Ширина будівлі, м:

$$a = \sqrt[3]{\frac{HF_0}{q_{Enc_5}(1-P_5) + q_{Enc_6}} \cdot \frac{\left\{ \left[ q_{Enc_1}(1-P_1) + q_{w_1}P_1 \right] + \left[ q_{Enc_3}(1-P_3) + q_{w_3}P_3 \right] \right\}^2}{\left\{ \left[ q_{Enc_2}(1-P_2) + q_{w_2}P_2 \right] + \left[ q_{Enc_4}(1-P_4) + q_{w_4}P_4 \right] \right\}}}$$

**3. Кількість поверхів будівлі (округляємо до більшого цілого):**

$$Z = \frac{F_0}{a \cdot b}$$

**4. Мінімальна питома тепла характеристика будівлі, Вт / м<sup>2</sup>:**

$$q_{F_0}^{\min} = 3 \sqrt[3]{\frac{H^2}{F_0} \left[ q_{Enc_5}(1-P_5) + q_{w_5}P_5 + q_{Enc_6} \right] \psi}$$

$$\psi = \left[ \left[ q_{Enc_1}(1-P_1) + q_{w_1}P_1 \right] + \left[ q_{Enc_3}(1-P_3) + q_{w_3}P_3 \right] \right] \times$$

де

$$\times \left[ \left[ q_{Enc_2}(1-P_2) + q_{w_2}P_2 \right] + \left[ q_{Enc_4}(1-P_4) + q_{w_4}P_4 \right] \right]$$

Показник теплової ефективності будівлі як відношення мінімальної питомої теплової характеристики до питомої теплової характеристики будівлі, прийнятої до проектування:

$$\eta = \frac{q_{F_0}^{\min}}{q_{F_0}}$$

де  $q_{F_0}$  – питома теплова характеристика будівлі, прийнятої до проектування.  
В якості прикладу автором запропоновано методу представлений розрахунок оптимальних розмірів для типового проекту будівлі П44Т-1 / 17Н1 (17 поверхів).

Будівля має такі характеристики:

- загальна корисна площа  $F_0 = 3794,5 \text{ м}^2$ ;
- висота поверху  $H = 3,1 \text{ м}$ ;
- коефіцієнт скління стін  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 0,19$ , покриття і перекриття  $P_5 = P_6 = 0$

- опір теплопередачі огорожувальних конструкції стін  
 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 3,3 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$ , покриття  $R_5 = 1,04 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$ , перекриття  $R_6 = 0,57 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$ , вікон  $R_w = 0,62 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$ ;

Розрахунок зроблен для будівлі, розташованої у м. Москва  $56^\circ$  пн.ш. та у м. Ростові-на-Дону  $48^\circ$  пн.ш. Орієнтація будинку приймається меридіональна та діагональна. Періоди розрахунку вибиралися наступні:

- Найбільш холодна п'ятиденка;
- Опалювальний період;
- Найжаркіший місяць;
- Період охолодження.

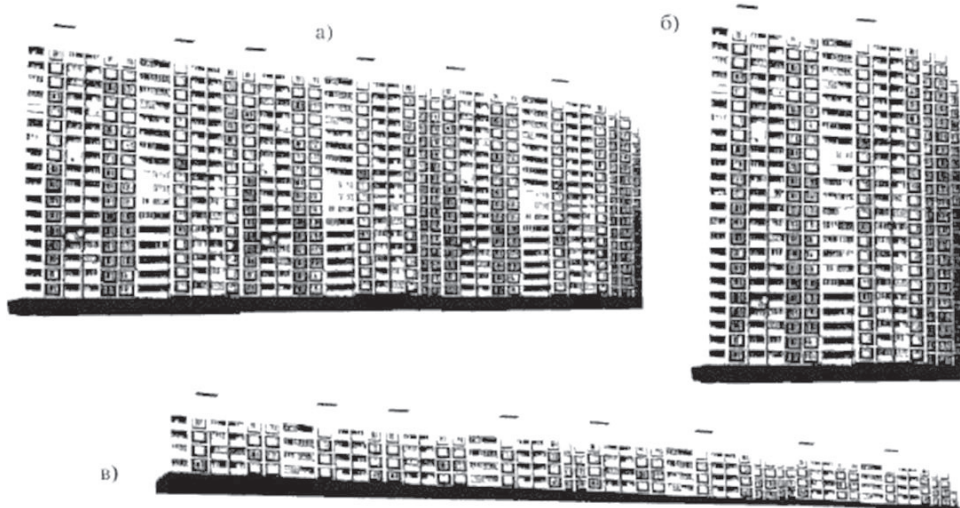


Рис. 2.4. Зміна розмірів будівлі для умов м. Москва  
а) – базова будівля П44Т 1,17Н1; б) будівля оптимальним способом враховуюча вплив клімату в опалювальний період; в) будівля оптимальним способом враховуюча вплив клімату в період охолодження



Таблиця 2.6

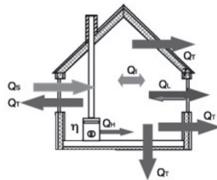
Зміна розмірів будинку залежно від кліматичних умов  
та періоду розрахунку

Місцезнаходження будівлі	Період розрахунку	Орієнтація будівлі	Розмір а, м	Розмір b, м	Кількість поверхів
Базова будівля П44Т-1/17Н1			48	13,8	17
м. Москва	Холодна п'ятиденка	меред.	20,8	19,8	19
		діаг.	20,2	20,2	19
	Опалувальний період	меред.	16,7	18,8	25
		діаг.	17,5	17,5	25
	Найжаркіший місяць	меред.	36,4	22,1	10
		діаг.	28,9	28,9	10
	Період охолодження	меред.	75,2	31,4	4
		діаг.	50,9	50,9	3
м. Ростов-на-Дону	Холодна п'ятиденка	меред.	20,0	19,3	29
		діаг.	19,5	19,5	20
	Опалувальний період	меред.	14,3	17,9	30
		діаг.	15,8	15,8	11
	Найжаркіший місяць	меред.	31,2	22,6	11
		діаг.	27,0	27,0	11
	Період охолодження	меред.	57,1	26,6	5
		діаг.	40,7	40,7	5

Розрахункові питомі витрати теплової енергії на опалення будівлі серії П44Т-1 / 17Н1 дорівнюють 102,0 (кВт·год)/м<sup>2</sup> (ця величина відображена в енергетичному паспорті будівлі). Питома витрата теплової енергії на опалення будівлі, оптимальним чином враховуюча вплив сонячної радіації, дорівнює 78,0 (кВт·год)/м<sup>2</sup>, і показник теплової ефективності проектного рішення дорівнює 0,77. У табл. 2.6 наведені отримані розміри та кількість поверхів будівлі для різних розрахункових періодів. На рис. 2.4. показана зміна форми будівлі.

**Питання для самоперевірки по другому розділу навчального посібника:**

1. Завдяки чому забезпечуються енергозберігаючі об'ємно-планувальні рішення житлових будинків?
2. Які критерії енергоекономічності об'ємно-планувального рішення будівлі Вам відомі?
3. У чому полягає принцип компактності будівель?
4. Опишіть метод оптимізація пропорцій будинків
5. Які залежності для визначення оптимальних пропорцій з точки зору тепловтрат Вам відомі?
6. Які основні принципи інженерної методики оптимального обліку впливу зовнішнього клімату на енергоефективність будівлі?
7. Знайдіть приклади будинків з енергоефективними об'ємно-планувальними рішеннями. Що характерно для будинків даного типу?



## РОЗДІЛ III

### КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ

#### 3.1. Теплоізоляційні матеріали енергоефективних елементів оболонки будівель

##### 3.1.1. Традиційні теплоізоляційні матеріали [53]

Теплоізоляційними називають будівельні матеріали для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель, промислового та енергетичного обладнання й трубопроводів. Ці матеріали повинні мати коефіцієнт теплопровідності, не вищий ніж  $0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , та середню густину не більш як  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Використання теплоізоляційних матеріалів дає змогу виготовляти стінні панелі та конструкції покриттів, що знижує матеріаломісткість та масу будівель.

Світова та вітчизняна будівельна індустрія пропонує сьогодні досить широкий вибір теплоізоляційних матеріалів, кожен з яких має свої технічні характеристики та галузь застосування.

Усі теплоізоляційні матеріали можна класифікувати:

- за призначенням – будівельна та технічна ізоляція (які в свою чергу можуть бути поділені за більш вузькими сферами застосування: для покрівлі, стін, підлоги тощо);
- за формою виконання – у вигляді матів, плит та циліндрів;
- за характером обробки – фольговані, гідрофобізовані, з паперовим покриттям, металевою сіткою, пластиком, склополотном тощо);
- за стійкістю до впливу вогню – негорючі та важкогорючі;
- за щільністю – м'які, напівжорсткі, жорсткі.

Головним показником теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ , за значенням якого їх поділяють на три класи;

клас А — малотеплопровідні [ $\lambda < 0,058 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ];

клас Б — середньотеплопровідні [ $\lambda — 0,058..0,116 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ];

клас В — підвищеної теплопровідності [ $\lambda > 0,180 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ].

Теплоізоляційні матеріали класифікують за середньою густиною, яка дає достатнє наближене уявлення про теплопровідність. За цим показником матеріали поділяють на марки,  $\text{кг}/\text{м}^3$ :

ОЛ (особливо легкі) — 15, 25, 35, 50, 75, 100;

Л (легкі) — 125, 150, 175, 200, 250, 300;

Т (важкі) — 400, 450, 500, 600.

До властивостей теплоізоляційних матеріалів висувають ряд вимог:

- низька теплопровідність ;
- стійкість до коливань температур при експлуатації;
- однорідність властивостей;
- оптимальна густина;
- низький рівень займистості і вибухонебезпечності;
- міцність при транспортуванні і монтажі;
- волого та водостійкість;
- стійкість до атмосферних впливів;
- стійкість до впливу комах;
- хімічна стійкість;
- нешкідливість для людини.

Здатність утримувати повітря – одна з найважливіших характеристик теплоізоляційного матеріалу, так як повітря володіє низькою теплопровідністю. В табл. 3.1. містяться дані теплопровідності різних будівельних матеріалів, залежно від їх густини.

Таблиця. 3.1

Теплопровідності різних будівельних матеріалів, залежно від їх густини

<b>Матеріал</b>	<b>Середня густина, кг/м<sup>3</sup></b>	<b>Теплопровідність, Вт/м·К</b>
Скловолокно	100-150	0,045-0,060
Мінеральна вата	15-300	0,042-0,05
Пінополістирол	10-45	0,038-0,05
Пінополіуретан	20-80	0,036
Деревина	300-900	0,10-0,23
Цегла	980-2000	0,45-0,90
Легкий бетон	300	0,10
	900	0,35
Важкий бетон	1000-1500	0,38-0,60
	2000	1,18
	2400	1,80

### **Мінеральна вата**

Мінеральна вата — це волокнистий матеріал, що отримується з розплавів гірських порід (зокрема базальту), металургійних шлаків та їх сумішей . Провідні світові виробники мінеральної вати як сировину використовують виключно гірські породи, що дає змогу отримувати продукцію вищої якості з

тривалим періодом експлуатації. Мінеральна вата, отримана з відходів металургійного виробництва, має гірші експлуатаційні властивості, тому її застосування виправдано лише при спорудженні тимчасових будівель та конструкцій. В Україні базальтових порід, необхідних для виробництва базальтової вати, особливо багато в Рівненській області [53].

Основною властивістю мінеральної вати є негорючість у поєднанні з високою тепло та звукоізолюючою здатністю, стійкістю до температурних деформацій, негігроскопічністю, хімічною та біологічною стійкістю, екологічністю та легкістю виконання монтажних робіт. Вироби з мінеральної вати належать до класу негорючих матеріалів. Вони ефективно протидіють поширенню полум'я й використовуються як протипожежна ізоляція для вогнезахисту. Мінеральні волокна здатні витримувати температуру понад 1000°C, однак зв'язуючий компонент починає руйнуватися вже при температурі 250°C.

Важливим параметром мінераловатних матеріалів є здатність до збереження своїх геометричних розмірів протягом всього періоду експлуатації. Це запобігає утворенню містків холоду на стиках ізоляційних плит.

Мінеральна вата негігроскопічна, вміст вологи у виробі з неї за нормальних умов експлуатації становить 0,5% від об'єму. Щоб мінімізувати водопоглинання, мінеральну вату, як правило, піддають обробці спеціальними водовідштовхувачими розчинами.

Виробам з мінеральної вати притаманна висока паропроникність. Щоб мінімізувати можливість накопичення парів вологи й утворення конденсату, мінераловатний утеплювач має бути захищеним з внутрішньої сторони пароізолюючим бар'єром. З зовнішньої сторони, навпаки, мають бути створені умови для вільного виходу парів (висихання утеплювача). За нормальних умов експлуатації теплозвукоізоляційні та механічні властивості виробів з мінеральної вати зберігаються на своєму початковому рівні протягом кількох десятків років.

Серед знаних у світі виробників мінераловатних матеріалів, які найбільш повно представлені на українському ринку, можна назвати такі компанії, як PAROC (Фінляндія), ROCKWOOL (Данія), SAINT-GOBAIN ISOVER (Франція, заводи в Польщі та Чехії), IZOMAT (Словаччина). Зокрема, компанія PAROC виготовляє з мінеральної вати теплозвукоізоляційні плити та мати різного призначення. Вони можуть застосовуватися практично в будь-яких системах утеплення огорожувальних конструкцій (TEX-COLOR, HECK, DRYVIT, ALSECCO, BAYOSAN, TERANOVA, PRO TERMO WALL SYSTEM та інших).

На ринку України широкий спектр мінераловатних утеплювачів представляє ISOVER, в тому числі матеріали для утеплення фасадів «контактним методом»

(Fascoterm, Orsil) і фасадів, що вентилюються (Polterm, Ventiterm). Широку гаму (понад 40 різновидів) теплоізоляційних матеріалів з базальтових волокон пропонує й ROCKWOOL. Для навісних фасадів рекомендовано використовувати плити PANELROCK, а для стін з тинькуванням – ROCKMUR. Асортимент виробів представлений мінераловатними плитами різної щільності та призначення, рулонними матами для ізоляції трубо і паропроводів, шкарлуп для труб, виконаних на замовлення [53].

Теплоізоляційні матеріали з базальтових волокон поставляє на ринок ряд вітчизняних виробників. Так, ірпінський комбінат «Прогрес» першим в Україні (з 1969 року) розпочав випуск надтонких волокон на основі гірських порід базальту (кам'яна вата БСТВ). Крім цього матеріалу тут виробляються м'які теплоізоляційні плити ПМТБ-2 та мати МТПБ і МПБА. Білицький завод «Теплозвукоізоляція» виробляє мати мінераловатні прошивні будівельні, плити жорсткі гідрофобізовані ПЖТЗ-14(19), придатні для утеплення зовнішніх стін. Ірпінський комбінат «Перемога» освоїв виробництво плит теплозвукоізоляційних ПМТБ завтовшки 40 мм. Київський комбінат Будіндустрія виготовляє прошиті склониткою мати з шлакобазальтового волокна у склополотні. Конкурентоспроможну продукцію випускає чернівецький завод теплоізоляційних матеріалів Ротис. Перелік його продукції складають мати прошивні в обкладці із склотканини та безобкладкові, плити м'які теплоізоляційні ПМТБ-2Б, ПМТБ-2А, мати м'які звукопоглинальні БЗМ, плити жорсткі теплоізоляційні ПЖТЗ. Житомирський завод мінераловатних виробів виготовляє мінераловатні плити гофрованої структури, які призначені для ізоляції будівельних конструкцій та трубопроводів.

### **Скловата**

Окрім теплозвукоізоляційних матеріалів з базальту в будівництві широко застосовують матеріали з скловолкна. Цей матеріал за технологією виробництва та властивостями має багато спільного з мінеральною ватою. Для отримання скловолкна використовується та ж сама сировина, що й для виробництва звичайного скла. Щоправда, для спеціальної теплоізоляції використовується каолінова та кварцова вата, яким притаманна підвищена термостійкість. Волокна скловати зв'язуються за допомогою спеціальної в'язучої речовини (як правило, фенол-формальдегідної смоли), яка надає матеріалу потрібну жорсткість.

Вироби з скловати можуть бути вкриті алюмінієвою фольгою, скловойлоком, склотканиною, різними нетканими матеріалами тощо. Скловата є більш міцною, пружною та вібростійкою.

Вона не боїться вогню й належить до категорії негорючих матеріалів. Разом з тим, термостійкість звичайної (без спеціальних домішок) скловати дещо нижча від базальтової, хоча гранична температура використання волокнистої ізоляції на основі скляної і мінеральної вати обумовлена наявністю синтетичного зв'язуючого і становить 250°C.

Скловатні вироби використовуються поряд з мінераловатними для теплової ізоляції будівельних конструкцій, але окрім цього застосовується для ізоляції холодильного та промислового обладнання, що працює в умовах вібрації, трубопроводів і транспортних засобів. В європейських країнах частка скловолонних теплоізоляційних матеріалів сягає 65%, однак в Україні вона є дещо нижчою.

Найбільш поширені в Україні утеплювачі зі скловати представлені торговою маркою ISOVER (Фінляндія), що є підрозділом теплоізоляційних матеріалів концерну SAINTGOBAIN. Також добре відомі на українському ринку м'які теплоізоляційні мати із скляного штапельного волокна URSA, що виробляються за технологією німецької фірми PFLEDERER у м. Чудово (Росія). Представником цієї торгової марки в Україні є БАТ «Флайдер-Чудово».

Має своїх прихильників серед вітчизняних покупців й продукція угорської фірми SALGO-TARJANI. Скловатні утеплювачі вітчизняними підприємствами не виробляються. Можливі наслідки для здоров'я при роботі (обробка та обрізання плит) з мінеральною ватою та скловатою: подразнення шкіри і очей, а також легенів, алергія; необхідне додаткове забезпечення (рукавиці). Мінеральна вата має меншу стійкість в умовах підвищеної вологості, тому потрібно запобігати намоканню в процесі роботи, під час складування і монтажу. Крім цього, мінеральна вата містить в якості зв'язки фенолформальдегідні смоли, що спричиняє тривалу емісію в повітря вільного формальдегіду (0,02 мг/м<sup>2</sup> поверхні плит протягом години).

### **Пінополістирол**

Пінополістирол (пінопласт) екологічно чистий, нетоксичний тепло та звукоізоляційний матеріал. У будівельній практиці цей матеріал застосовується вже протягом 40 років і зарекомендував себе як найбільш економічний та зручний у роботі утеплювач, якому притаманні високі паро та теплопровідні властивості. Стіна з пінополістиролу завтовшки лише 12 см за своїми теплозберігаючими показниками еквівалентна стіні з дерев'яного бруса завтовшки 50 см, 2-метровій стіні з цегли або 4-метровій стіні з залізобетону. Експлуатаційні витрати на опалення будинку, який утеплений пінополістиролом, втричі менші, ніж на опалення, приміром, цегляного будинку, оскільки зникає потреба прогрівання стін великої маси.

У полістирольну групу утеплювачів входять такі різновиди ізоляційних матеріалів як пінопласт М20-М30, СТИРОДУР, ІЗОФОМ, СТИРО-ФОМ, СТИРІЗОЛ та багато інших. Всі вони відповідають вимогам чинних норм щодо теплозахисних властивостей будівельних матеріалів і межі їх застосування визначаються міркуваннями пожежної безпеки. Пінопласт може використовуватися при утепленні стін «легким мокрим» способом, всередині пористої цегляної кладки, а також у навісних вентиляваних фасадах. Пінополістирольні матеріали використовуються й при спорудженні монолітних будинків в опалубці, що не знімається, тобто методом, який отримав назву «термобудинок».

Низькі температури не впливають на фізико-технічні властивості пінополістиролу. Він зберігає свою форму й при тривалому нагріванні до 90°C. Високі теплозахисні властивості матеріалу виключають негативний вплив циклів заморожування-розморожування, які могли б спричинити виникнення тріщин у несучих конструкціях. Це, відповідно, подовжує термін їх експлуатації.

Крім того, зовнішні огорожувальні конструкції з використанням елементів пінополістиролу мають низьку питому вагу, що дає можливість уникнути зайвих витрат на підсилення фундаментів при реконструкції та надбудові існуючих будинків, а також значно заощадити кошти при новому будівництві.

Підприємств, що виробляють пінополістирол, в Україні – 15, їх встановлена потужність – понад 1,8 млн.куб.м на рік. При цьому Житомирський завод силікатних виробів випускає екструзійний пінополістирол, горлівський концерн «Стирол» – плити за пресою технологією. Показники середньої густини та теплопровідності деяких будівельних матеріалів приведено в табл. 3.2 [53].

### **Обмеження застосування пінополістиролу**

Застосування пінополістиролу обмежує його низька стійкість до дії високих температур. Без додаткового навантаження пінополістирол коротко витримує температуру 100°C, а при механічних навантаженнях довготривала термічна стійкість, яка залежить від густини, складає біля 80°C. При високих температурах токсичність пінополістиролу зростає.

Під час згорання пінополістиролу виділяється вуглекислий газ. В зв'язку з цим застосування пінополістирольних плит обмежується для утеплення існуючих будинків до 11 поверхів, а для новозбудованих – на висоту до 25 м. Пінополістирол нестійкий по відношенню до органічних розчинників.



Таблиця 3.2

Показники середньої густини та теплопровідності деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Середня густина, кг/м <sup>3</sup>	Теплопровідність, Вт/м·К
Залізобетон	2500	1,92-2,04
Керамзитобетон	1800	0,8-0,92
Цегла керамічна, звичайна	1800	0,5-0,6
Пінополістирол (пінопласт)	40	0,038-0,04
Плити мінераловатні:		
ISOVER KL	17	0,041
ISOVER RKL	60	0,03
ISOVER SKL	50	0,031
ISOVER OL-LA	140	0,035
PAROCAL	40	0,035
PAROCSE	40	0,035
PAROCEL	60	0,034
PAROCTL	115	0,032
ROCKWOOL (Rockmin)	29-35	0,038
ROCKWOOL (Panelrock)	70	0,037
ROCKWOOL (Rockton)	45	0,04
ROCKWOOL (Dachrock)	200	0,041
URSA П-15	13-16	0,046
URSA n-30	26-32	0,038
URSA П-45	38-45	0,038
URSA П-75	66-75	0,037

### Теплоізоляційні матеріали із спучених гірських порід

Спучений перліт виробляють подрібненням та наступним випалюванням перліту — гірської породи з групи вулканічних стекол, які містять гідратну воду (3...5%). Швидке нагрівання до 900... 1200°C розм'якшує подрібнену породу, вода при цьому переходить у пару й спучує зерна, збільшуючи об'єм у 5-10 разів. Пористість зерен становить 80...90%.

Насипна густина спученого перлітового піску залежно від родовища становить 75...250 кг/м<sup>3</sup>, а щебеню — до 500 кг/м<sup>3</sup>. Коефіцієнт теплопровідності 0,046...0,80 Вт/(м·К) при 25 °С.

На основі спученого перлітового піску створюють різні композиційні матеріали для теплової ізоляції залежно від зв'язуючої речовини: на бітумній зв'язці — бітумперліт, на керамічній — керамоперліт, на рідкому склі — склоперліт, на синтетичній зв'язці — пластперліт, на гіпсі — гіпсоперліт. Ці композиції застосовують для виготовлення теплоізоляційних виробів — плит, шкаралуп, цегли, сегменту. Цільове призначення матеріалу залежить від температури стійкості зв'язуючої речовини: від 60 °С для гіпсоперліту до 900 °С для керамоперліту.

Спучений перліт використовують як легкий заповнювач для теплоізоляційних штукатурок та легких бетонів. Спучені перлітові піски та щебінь можна використовувати як теплоізоляційну засипку з робочою температурою до 800°С, але при цьому слід враховувати, що спучений перліт добре поглинає воду і важко віддає її.

Спучений вермикуліт виготовляють подрібненням і наступним прискореним випилюванням природної гідрослюди (гідратований біотит), яка містить зв'язану воду між пластинками слюди. Швидке пароутворення при нагріванні спучує пакети пластинок у 15—20 разів порівняно з початковим об'ємом зерна.

Насипна густина спученого вермикуліту при крупності зерен 15...20 мм становить 80...150 кг/м<sup>3</sup>, а в піску зростає до 400 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності 0,048...0,100 Вт/(м·К) при температурі 100°С, а при температурі до 400°С збільшується і становить 0,14...0,18 Вт/(м·К).

Застосовують спучений вермикуліт як ефективну теплоізоляційну засипку при робочій температурі до 1100°С, а також як основу для виготовлення теплоізоляційних виробів на різних зв'язках.

### **3.1.2. Теплоізоляційні наноматеріали**

Актуальним напрямком в сучасному енергоефективному будівництві стало використання наноматеріалів.

Наноматеріали – матеріали, створені з використанням наночастинок та/або за допомогою нанотехнологій, що володіють унікальними властивостями, зумовленими присутністю цих часток в матеріалі [56]. До наноматеріалів відносять об'єкти, один з характерних розмірів яких лежить в інтервалі від 1 до 100 нм. Перспективними сучасними композитними матеріалами є такі, у яких органічна та неорганічна складові взаємодіють між собою на молекулярному рівні. Вони отримали назву «полімерні гібриди». Поняття «гібрид» було прийнято для того, щоб підкреслити, молекулярний характер взаємодії компонентів.

Виділяють два основні способи створення нанооб'єктів:

1. Зменшення розміру макрооб'єктів (диспергування, дезінтегрованість, подрібнення до кластерного рівня);

2. Створення наноструктур з атомів і молекул (кристалізація), кластеризація, наноструктурування, структуроутворення, конденсація, коагуляція, полімеризація та ін.

У групі наноматеріалів виділяють такі типи:

- нанопористі структури;
- наночастинки;
- нанотрубки і нановолокна;
- нанодісперсії (колоїди);
- наноструктуровані поверхні і плівки;
- нанокристали і нанокластери;
- нанокомпозити.

У будівельній галузі дослідження фокусуються в основному на вивченні [80]:

- Мікроструктурованих поверхнях;
- Термохромном, фотохромном, електрохромном «розумному склінні»;
- Пористих матеріалах, що утримують повітря або інші гази.
- Тонких плівок, шарах та поверхнях;
- Наночасток / нанокомпозитів;
- Аерогелів;
- Матеріалів, що мають здатність до самоорганізування;
- Мезопористих матеріалах;
- Вуглецевих нанотрубок.

### ***Нанотехнології у виробництві теплоізоляційних матеріалів та конструкцій***

«Зелений поліуретан» (*Green Polyurethane™ Foam*) є першим у світі модифікованим гібридним поліуретаном (HNIPU), виготовленим без використання небезпечних ізоціанатів у процесі виробництва. «Зелений поліуретан» є потенційною заміною існуючих поліуретанів, які використовують ізоціанати під час виробництва, особливо тих, які залишають вільні ізоціанати в аерозольній формі. Унікальна формула *Green Polyurethane* поєднує в собі кращі механічні властивості поліуретану та хімічно стійкі властивості епоксидних зв'язуючих.

Таблиця 3.3

Порівняння звичайної поліуретанової піни (Conventional PUF) та гібридної нанополіуретанової піни (HNIPU) [79]

Characteristics	Conventional PUF	HNIPU foam
Apparent density, kg/m <sup>3</sup>	30 – 100	30 – 100
Stress at break, MPa	0.15 – 1.0	0.2 – 1.5
Thermal conductivity, W/mK	0.8 – 1.0	0.8 – 1.0
Number of closed cells, at least %	30 – 90	30-90
Water absorption, vol. %	2.5 – 3.5	2.5 – 3.5
Field of use	Non-dwelling housing	No restrictions



Рис. 3.1. «Зелений поліуретан» тверда та пружна форма

*Прозорі наногелі (аерогелі)*, відкриті Семюелем Кістлером в Тихоокеанському коледжі (College of the Pacific) в Стоктоні, Каліфорнія, США, що у 1931 році опублікував свої результати у журналі Nature.

Аерогель – наноматеріал створений на основі діоксиду кремнію відомий так само під назвами «блакитний дим», «твердий дим» є найлегшим твердотілим матеріалом, який має особливі теплоізоляційні властивості зумовлені нанопористою структурою (1-100нм) та низькою густиною (3-250 кг/м<sup>3</sup>) [81].

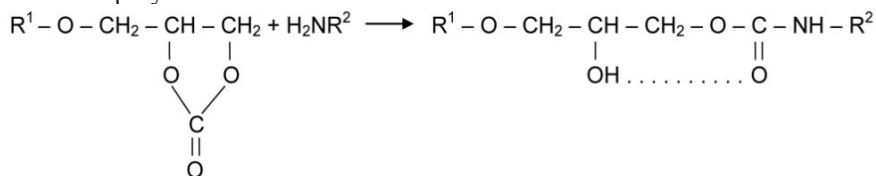
## Хімічні властивості «Зеленого поліуретану» [80]

**Green Polyurethane™ Technical Description**

The number and scope of polyurethane-based material applications have increased significantly compared to other thermosetting polymer materials. Nevertheless, despite the favorable mechanical properties of conventional monolithic polyurethanes, they are still porous, possess poor hydrolytic stability and insufficient permeability. Furthermore, the addition of toxic components in the formulation of monolithic polyurethanes, such as isocyanates, makes their production extremely toxic and dangerous.

Polyurethanes also have inherent weaknesses due to their molecular composition. Within the polymer structure of polyurethanes are hydrolytically unstable bonds that make it vulnerable to environmental degradation. By modifying the structure of the polymer, NTI has introduced a promising new method of raising hydrolytic stability as demonstrated in its non-isocyanate Green Polyurethane™ — a modified polyurethane material with lower permeability, increased resistance properties and safer fabrication process as compared to conventional PU.

NTI's network non-isocyanate polyurethanes are formed as a result of the reaction between cyclocarbonate oligomers and primary amine oligomers. This reaction forms an intra-molecular hydrogen bond through the hydroxyl group at the  $\alpha$ -carbon atom of the polyurethane chain as illustrated below:



Quantum-mechanical calculation, IR and NMR spectroscopic investigations have confirmed the stability of such intra-molecular hydrogen bonds. The blockage of carbonyl oxygen considerably lowers the susceptibility of the whole urethane group to hydrolysis. Moreover, materials containing intra-molecular hydrogen bonds display a chemical resistance, which is 1.5-2 times more than materials of similar chemical structure without such bonds.

The above Green Polyurethane™ structure, due to its chemical similarity to conventional polyurethanes, and also to epoxies, also warrants the use of the term 'hybrid' in its name: «hybrid non-isocyanate polyurethane.» Polyoxypropylene triols and epoxydized vegetable oils are used as raw materials for the preparation of Green Polyurethane™.

Теплопровідність аерогелю складає всього лише 0013 ~ 0.025 Вт/(м·К), пористість структури – 80-99,8%, питома поверхня – 1000 м<sup>2</sup>/г.

### *Неорганічні ізоляційні матеріали на основі аерогеля для будівництва.*

Ізоляційні матеріали на основі аерогеля являють собою неорганічні мати в основу яких, в якості основної складової, входить аерогель.

Таблиця 3.5

Технічні показники матеріалів на основі аерогеля

Показник	Значення
Густина, кг/м <sup>3</sup>	180-200
Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,013-0,020
Крайовий кут змочування	> 99°
Клас пожежної безпеки	A1

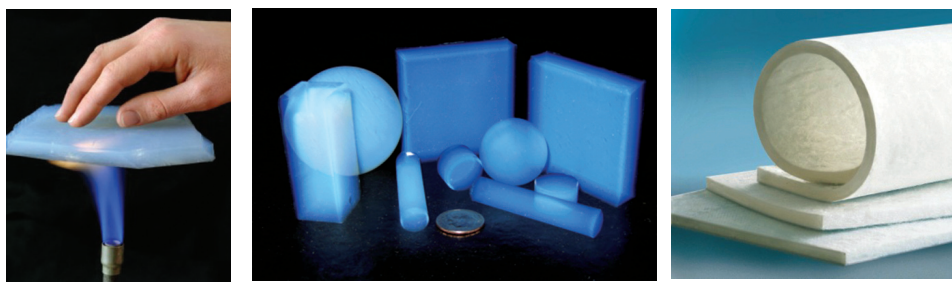


Рис. 3.2. Аерогель та мати на основі аерогеля

### *Нанотехнології у виробництві світлопрозорих конструкцій*

В області виробництва світлопрозорих конструкцій компанія «Фототех» (Росія) реалізувала серійний випуск захисних та протипожежних будівельних світлопрозорих енергозберігаючих конструкцій з використанням деяких нанотехнологічних процесів, а саме: нанесення реакційно-здатних адгезійних наночарів, ламінування листового скла з плівками рідкокристалічних нано дисперсій, а також ламінування скла з електропровідними поверхнями для виготовлення багаточарового композиційного скла зі спеціальними властивостями [55].

З метою зниження теплового впливу сонячного світла, розроблене так зване **«смарт-скло»** – скло з керованим світлорозсіюванням.

Існують світлопрозорі конструкції з використанням тонуювання (пофарбовані в масі), а також енергозберігаюче скло з нанесеними на поверхню тепло- та світловідбиваюче покриття. Скло цього типу дозволяє значно зменшити потік

теплової радіації у складі видимої та ближньої частині спектру сонячного випромінювання. Однак, застосування такого скла в світлопрозорих конструкціях призводить до значного зменшення освітленості всередині приміщень і, як наслідок, помітного збільшення споживання електроенергії на внутрішнє освітлення в сутінках і при похмурій погоді.

Смарт-скло – матове, тобто володіє сильним світлорозсіюванням, знижуючи теплове навантаження на приміщення більш ніж в два рази. Під дією електричного поля таке скло зворотно просвітлюється, що призводить до збільшення освітленості в приміщенні, що бажано при припиненні дії прямих сонячних променів. Крім того, смарт-скло може бути використане для зовнішнього та внутрішнього скління.

В основі дії смарт-скла лежить ефект орієнтації рідких кристалів електричним полем. При виробництві смарт-скла зазвичай використовуються в якості заготовки композиційні плівки, що складаються з полімерної ПВС матриці, всередині якої є дисперговані рідкі кристали з розмірами 50-100 нм, і двох зовнішніх ПЕТФ плівок з електропровідним покриттям, до яких необхідно підвести електричну напругу 20-100 вольт. З'ємники струму спеціальним чином приклеюються до електропровідного покриття, а потім композиційна смарт-плівка ламінується між склом.

Другим винаходом є *скло з електрообігрівом*, для застосовування у зенітних ліхтарях. З метою запобігання порушенню прозорості зенітних ліхтарів в зимовий період, у склопакетах використовується скло з електрообігрівом. Можливість електрообігріву скла досягається шляхом нанесення струмопровідних прозорих наноплівок на поверхню скла та їх подальше триплексування.

Світлопрозорі струмопровідні наносиари на поверхні скла найчастіше формуються шляхом пірогідролітичного розкладання хлористого олова. В результаті, при температурах 400-450°C утворюються стійкі струмопровідні плівки олова та його окислів товщиною 30-70 нм. За допомогою спеціальних методик до скла з боку електропровідних наносарів «приклеюються» струмозійомники і, для поліпшення фізико-механічних властивостей композиції, а також захисту струмознімачів, скло ламінується, після чого збирається склопакет.

Ще одна інновація у галузі нанотехнології у виробництві світлопрозорих конструкцій – *покриття Cool-Colors* для захисту кольорових ПВХ вікон від інфрачервоного випромінювання. Завдяки особливим пігментам плівка відбиває до 80% теплових променів і перешкоджає перегріву конструкції та приміщення, збільшуючи термін служби рами, знижуючи витрати на кондиціонування.

## **3.2. Енергоефективні конструкції оболонки будівель**

### **3.2.1. Зовнішні стіни**

Проектування теплоізоляційної оболонки будівлі повинне здійснюватися за рахунок влаштування конструкцій фасадної теплоізоляції. Згідно з ДБН В.2.6-33 [2] визначені чотири класи конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження (табл. 3.6.)

#### **Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками**

Загальний конструктивний принцип зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою наведений на рис.3.3.-3.7 та у додатку В навчального посібника.

За типом опоряджувального шару конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою поділяються на наступні [1]:

- з тонкошаровими штукатурками;
- з товстошаровими штукатурками, у т.ч. “теплыми” штукатурками;
- з опорядженням дрібнорозмірною плиткою (клінкерною, перлітобетонною).
- з мінераловатних (базальтових, скловолокнистих) плит густиною від 110 кг/м<sup>3</sup>;
- з плит пінополістирольних згідно з ДСТУ Б В.2.7-8 марки за густиною не нижче ПСБ-С-25;
- з плит з екструдованого пінополістиролу густиною від 30 кг/м<sup>3</sup>;
- з пінополіуретану;
- з блоків з легких бетонів.

За матеріалом стіни конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою поділяються на наступні:

- із цегли (керамічної, силікатної);
- із монолітного або збірного залізобетону, керамзитобетону, в т.ч. панельні будинки;
- з блоків з важких бетонів, у т.ч. пустотних;
- з блоків з легких конструктивних бетонів.

За прийняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зовнішні стіни поділяються на такі: несучі; самонесучі; навісні.



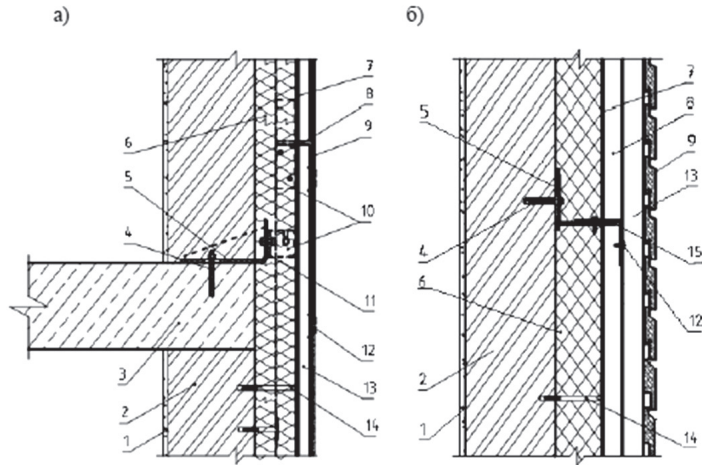


Рис. 3.3. Конструктивна схема зовнішньої стіни з фасадною суцільною теплоізоляцією з опорядженням масивними (а) та легкими тонкошаровими (б) штукатурками:

1 – несуча частина стіни, 2 – вирівнюючий штукатурний шар, 3 – клейовий шар, 4 – шар теплової ізоляції (утеплювач), 5 – захисний шар армований сіткою (5а – металевою), 6 – опоряджувальне покриття, 7 – фіксатор металевої сітки, 8 – елемент механічного кріплення утеплювача

### **Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою**

Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою наведений на рис.3.8 та у додатку В навчального посібника.

За типом опоряджувальної цегли зовнішні стіни поділяються на наступні [37]:

- з опорядженням силікатною цеглою;
- з опорядженням пресованим каменем;
- з опорядженням керамічною лицьовою цеглою.

За матеріалом теплоізоляційного шару конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою поділяються на наступні:

- з мінераловатних базальтових плит густиною від  $45 \text{ кг/м}^3$ , скловолокнистих;
- густиною від  $30 \text{ кг/ м}^3$ ;
- з плит пінополістирольних
- з плит з екструдованого пінополістиролу густиною від  $30 \text{ кг/м}^3$ ;
- з блоків або засипного матеріалу на основі легкого бетону.

За матеріалом стіни поділяються на:

- із цегли (керамічної, силікатної);
- з блоків з важких бетонів, у т.ч. пустотних;
- з блоків з легких конструктивних бетонів.

За сприйняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зовнішні стіни поділяються на такі: несучі; самонесучі; навісні.

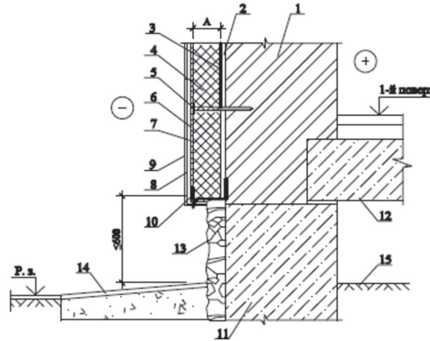


Рис. 3.4. Конструктивна схема примикання утеплювача до цоколя

- 1 – стіна, 2 – ґрунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуєчий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний ґрунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар, 10 – цокольний профіль з крапельником, 11 – цокольна частина стіни, 12 – плита перекриття, 13 – облицювання цоколя, 14 – вимощення, 15 – ґрунт підпілля.

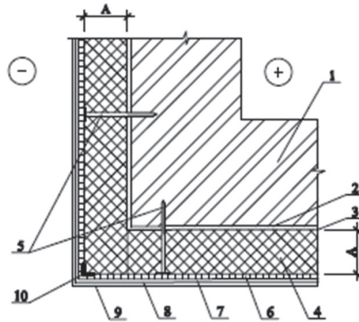


Рис. 3.5. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по зовнішніх кутах будівлі

- 1 – стіна, 2 – ґрунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуєчий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний ґрунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар, 10 – перфорований кутик.

Таблиця. 3.6.

## Конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження

Класи та підкласи збірних систем	Клас А	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою	А.1 З опорядженням тонкошаровими штукатурками А.2 З опорядженням товстошаровими штукатурками А.3 З опорядженням дрібнорозмірною плиткою
	Клас Б	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою	Б.1 З опорядженням керамічною цеглою Б.2 З опорядженням силікатною цеглою Б.3 З опорядженням пресованим каменем
	Клас В	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами	В.1 З опорядженням керамічними плитами В.2 З опорядженням плитами з природного каменю В.3 З опорядженням металевими дрібноштучними та крупнорозмірними панелями В.4 З опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів В.5 З опорядженням композитними алюмінієвими матеріалами В.6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону В.7 З опорядженням полімербетонними панелями В.8 З опорядженням ламінованими панелями В.9 З опорядженням керамогранітом В.10 З опорядженням іншими індустріальними елементами
	Клас Г	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами	Г.1 З опорядженням склом будівельним Г.2 З опорядженням склом загартованим будівельним Г.3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям Г.4 З опорядженням склом сонцезахисним Г.5 З опорядженням склом фасадним з нанесеним емалевим покриттям Г.6 З опорядженням склом візерунковим Г.7 З опорядженням склом армованим Г.8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом) Г.9 З опорядженням склом, забарвленим у масі Г.10 З опорядженням гідрофобним склом Г.11 З опорядженням іншими типами скла, що дозволені для застосування у будівництві

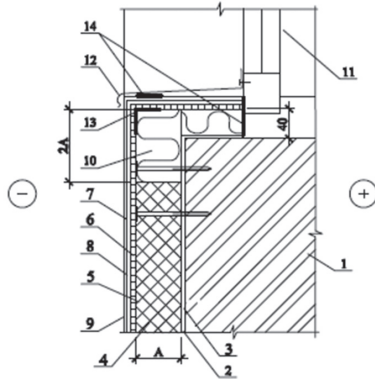


Рис. 3.6. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по підвіконному відкосу

1 – стіна, 2 – ґрунтовальний та вирівнювальний шар, 3 – клейова суміш, 4 – пінополістирольний утеплювач, 5 – механічно фіксуєчий елемент, 6 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 7 – вирівнювальний шар (за потреби), 8 – адгезійний ґрунтувальний шар, 9 – декоративно-оздоблювальний шар, 10 – мінераловатний утеплювач, 11 – віконий блок, 12 – підвіконний злив, 13 – кутовий профіль з сіткою, 14 – ущільнюєчий шнур з герметиком.

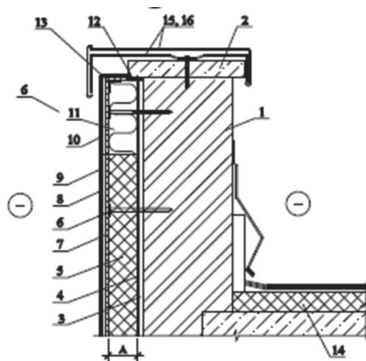


Рис. 3.7. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції парапету

1 – стіна, 2 – карнизна плита,  
 3 – ґрунтовальний та вирівнювальний шар, 4 – клейова суміш,  
 5 – пінополістирольний утеплювач, 6 – механічно фіксуєчий елемент,  
 7 – захисний шар із втопленою арматурно склосіткою, 8 – вирівнювальний шар (за потреби), 9 – адгезійний ґрунтувальний шар, 10 – декоративно-оздоблювальний шар, 11 – мінераловатний утеплювач, 12 – ущільнюєчий шнур з герметиком, 13 – перфорований кутик, 14 – утеплювач покрівлі, 15 – кріпильний профіль, 16 – накриваєчий профіль

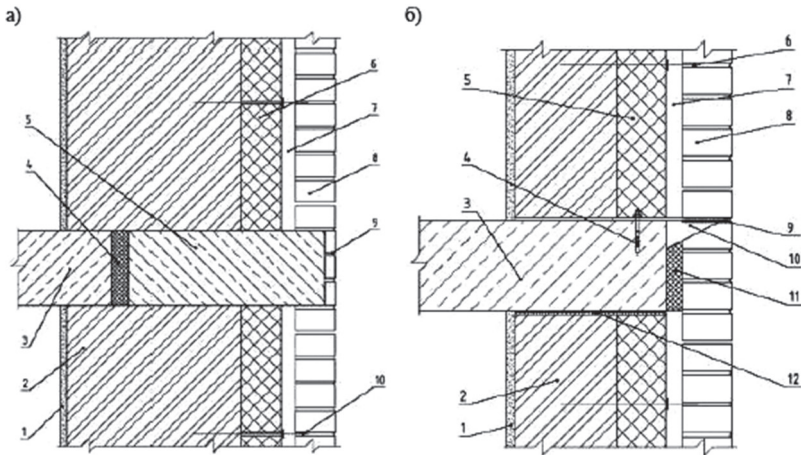


Рис. 3.8. Конструктивно-технологічна схема зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією з опорядженням цеглою з несучими (а) і самонесучими (б) зовнішніми стінами

- 1 – внутрішня штукатурка; 2 – несуча стіна; 3 – плита перекриття;  
 4а – додатковий теплоізоляційний вкладиш (4б – анкер клиновий);  
 5а – залізобетонний консольний пояс через 3-4 поверхи; 6, 5б – шар теплової ізоляції;  
 7 – повітряний вентиляований прошарок; 8 – опоряджувальний шар із цегли або стінових дрібноштучних каменів з вентиляційними отворами у вертикальних швах;  
 9а – клинкерна фасадна цегла (9б – температурний компенсатор); 10а – металевий зв'язок із фіксатором теплоізоляційного шару (10б – дискретні кронштейни через три поверхи); 11 – теплоізоляційний вкладиш; 12 – компенсаційний шов

### **Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами**

Загальний конструктивний принцип зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами наведений на рис. 3.9-3.13. та у додатку В навчального посібника.

Конструкції за типом індустриального опорядження поділяються на наступні [37]:

- з опорядженням керамічними плитами;
- з опорядженням виробами з природного або штучного каменю;
- з опорядженням металевими панелями;
- з опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів;

- з опорядженням алюмокомпозитними панелями;
- з опорядженням панелями зі склофіробетону;
- з опорядженням керамогранітом.

За типом та матеріалом теплоізоляційного шару зовнішні стіни поділяються на наступні:

- одношарова ізоляція
- з базальтових плит густиною від  $70 \text{ кг/м}^3$ ;
- з скловолокнистих плит густиною від  $20 \text{ кг/м}^3$  з використанням повітрозахисних мембранних плівок;
- двохшарова ізоляція з мінераловатних (базальтових, скловолокнистих) плит
- густиною від  $15 \text{ кг/м}^3$  – внутрішній шар та плит густиною від  $75 \text{ кг/м}^3$  – зовнішній шар.

Конструкція складається з несучих елементів каркаса, виконаних з пресованих алюмінієвих профілів та / або профілів, гнутих з листової корозійностійкої сталі, алюмінію, а також утеплювача, кріпильних виробів та облицювальних панелей. В якості прикладу розглянемо систему U-Кон. Конструктивні вузли системи представлені у Додатку В.

Основними несучими елементами каркаса є кронштейни, які утримують вертикальні направляючі на необхідному вильоті від стіни, і самі направляючі, до яких кріпляться облицювальні панелі.

За типом перетину кронштейни можуть бути П-подібні і L-подібні. Модифікації систем по типу кронштейну приведені в Таблиця В.1 та В.2. Додатку В. навчального посібника.

У каркасній конструкції системи можна виділити наступні основні складові:

*Кріпильний блок* – складається з комбінації несучого і одного або декількох опорних вузлів.

*Несучий вузол* забезпечує жорстке кріплення кронштейна з направляючою та сприймає вітрові навантаження, навантаження від власної ваги елементів НФС та ін., передає їх на несучу конструкцію.

*Опорний вузол* забезпечує свободу термічних деформацій направляючої, сприймає тільки вітрові навантаження і передає їх на будівельну конструкцію.

*Направляюча* – забезпечує передачу навантажень від елементів облицювання до опорного блоку. Залежно від виду облицювання та способу кріплення, а також від значення прикладених навантажень, можуть застосовуватися направляючі з різним поперечним перерізом та міцністю. Залежно від модифікації системи по типу облицювання можуть застосовуватися вертикальні направляючі або комбінації вертикальних та допоміжних горизонтальних профілів.

Блок кріплення облицювання – різні кріпильні елементи, за допомогою яких здійснюється кріплення облицювальних панелей до направляючих профілів В цих системах розрізняють два види кріпильних блоків:

*Стандартний кріпильний блок* – включає в себе комбінацію одного несучого та одного або декількох опорних кронштейнів в межах однієї направляючої, утримує направляючий профіль незалежно від направляючих.

*Універсальний кріпильний блок* – включає в себе комбінацію несучого та опорного кронштейнів в межах однієї направляючої, але при цьому несучий і опорний вузли кріплення виконані в одному кронштейні. Модифікації кріпильних блоків в системах приведені в табл. 2.2. Система передбачає ряд допоміжних профілів та деталей, які використовуються при виконанні примикань облицювання до віконних і дверних прорізів, парпетних і кутових елементів, різного роду з'єднань облицювання між собою.

Вузли конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням алюмокомпозитними панелями представлені у додатку.

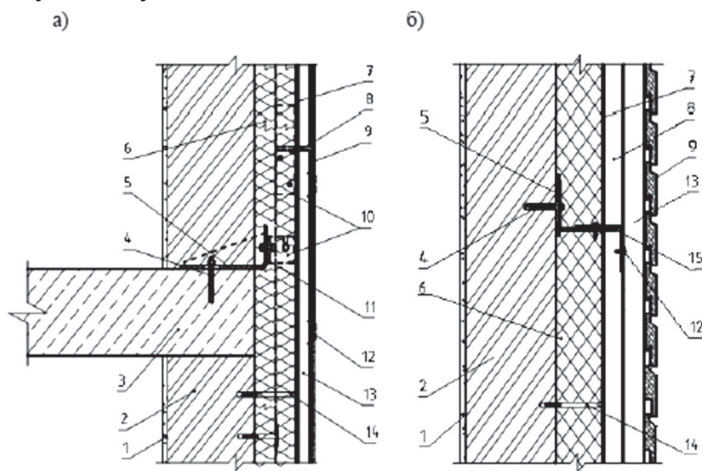


Рис. 3.9 – Конструктивні схеми зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням із непрозорих тонкостінних плитних елементів (а) або штучних елементів (б)

- 1 – внутрішня штукатурка, 2 – несуча частина стіни, 3 – плита перекриття,
- 4 – анкер клиновий, 5 – кронштейн, 6 – шар теплової ізоляції, 7 – вітрозахисна мембранна плівка, 8 – повітряний вентиляований прошарок, 9 – індустріальні личкувальні елементи, 10 – з'єднувальні елементи, 11 – прокладка, 12 – кляммер,
- 13 – стояк, 14 – елемент механічного кріплення утеплювача, 15 – ригель.

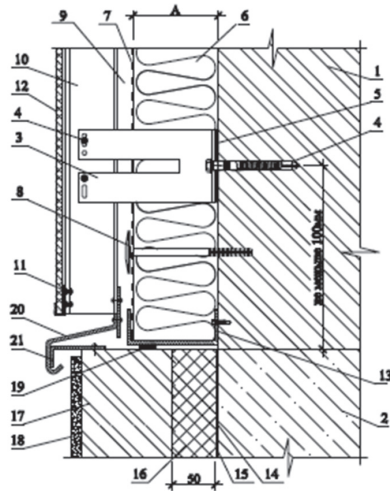


Рис. 3.10. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції цоколя

1 – стіна, 2 – цоколь, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – мембранна плівка, 8 – механічно фіксуючий елемент, 9 – вентиляований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – клямер з підкладкою, 12 – личкувальні індустріальні елементи, 13 – цокольний профіль, 14 – гідроізоляція, 15 – бітумний клей, 16 – пінополістерол, 17 – оздоблювальний шар цоколя, 19 – герметик, 20 – злив, 21 – кріпильний профіль.

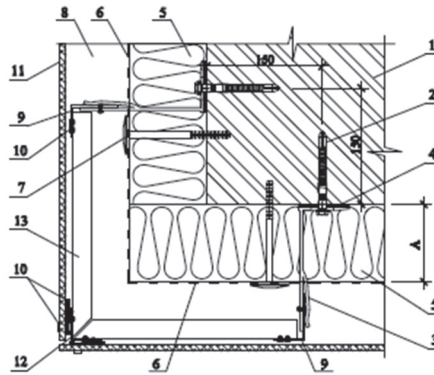


Рис. 3.11. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції по зовнішніх кутах будівлі

1 – стіна, 2 – кріпильні елементи, 3 – кронштейн, 4 – теплоізоляційна прокладка, 5 – утеплювач, 6 – мембранна плівка, 7 – механічно фіксуючий елемент, 8 – вентиляований повітряний прошарок, 9 – елемент каркаса, 10 – клямер з підкладкою, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – алюмінієвий кутик



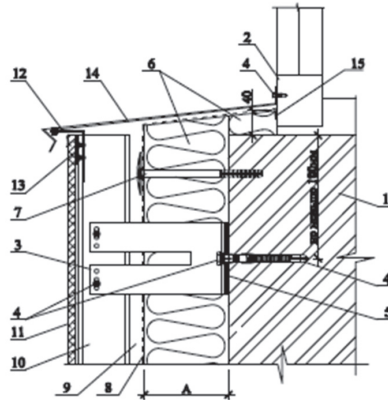


Рис. 3.12. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції підвіконного підкосу

- 1 – стіна, 2 – віконний блок, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – механічно фіксуєчий елемент, 8 – мембранна плівка, 9 – вентиляований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – обріз профілю каркаса, 13 – кляммер з підкладкою, 14 – злив, 15 – герметик.

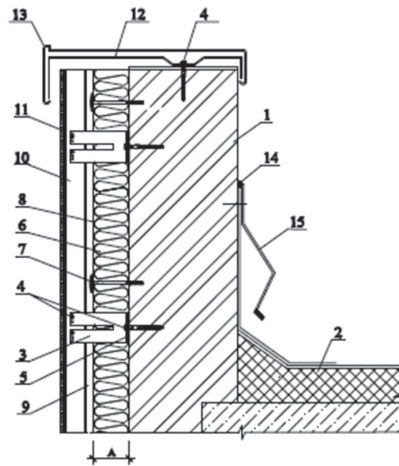


Рис. 3.13. Конструктивна схема влаштування теплоізоляції парапету

- 1 – стіна, 2 – покриття, 3 – кронштейн, 4 – кріпильні елементи, 5 – теплоізоляційна прокладка, 6 – утеплювач, 7 – механічно фіксуєчий елемент, 8 – мембранна плівка, 9 – вентиляований повітряний прошарок, 10 – елемент каркаса, 11 – личкувальні індустріальні елементи, 12 – кріпильний профіль, 13 – накриваючий профіль, 14 – герметик, 15 – злив.

## Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами

Конструкції стін з опорядженням прозорими індустриальними елементами, що в основному застосовуються у каркасних будинках, складаються зі світлопрозорих елементів, несучого каркасу, до складу якого входять стійки, ригелі, елементи кріплення, непрозорих елементів і підрозділяються на системи з суцільним світлопрозорим фасадом, в якому масивною теплоізоляцією захищені тільки елементи перекриття (рис.3.14 а.) та з комбінованим фасадом з світлопрозорими і непрозорими ділянками (рис. 3.14.б) [37].

- За конструктивним рішенням та технологією зведення світлопрозорого оздоблювального захисного шару конструкції підрозділяються на наступні:
- стійко-ригельні;
  - з структурним та напівструктурним заскленням;
  - системи зі спайдерним заскленням;
  - подвійні фасадні системи.

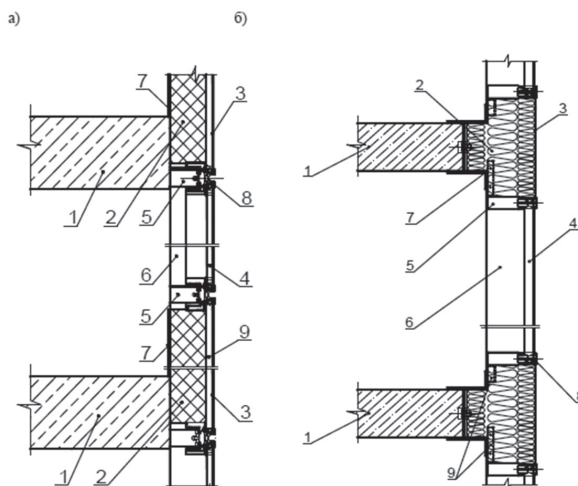


Рис.3.14 – Конструктивна схема зовнішніх стін з комбінованим світлопрозорим фасадом (а) та з суцільним світлопрозорим фасадом з термоізоляцією плит перекриттів (б)

- 1 – плита перекриття, 2 – утеплювач, 3 – личкувальний світлопрозорий шар, 4 – склопакети, 5 – елементи несучого каркасу (ригелі), 6 – елементи несучого каркасу (стійки), 7 – кронштейн, 8 – елемент кріплення світлопрозорого личкувального шару, 9 – з'єднувальні елементи

За типом фасадної теплоізоляції зовнішні стіни поділяються на наступні:

- з комбінованим світлопрозорим фасадом;
- з суцільним світлопрозорим фасадом.

За матеріалом теплоізоляційного шару поділяються на наступні:

- з мінераловатних базальтових плит густиною від  $45 \text{ кг/м}^3$ , скловолокнистих – густиною від  $30 \text{ кг/м}^3$ ;
- з блоків з легких бетонів;
- зі склопакетів.

За сприйняттям стіною навантажень у конструктивній схемі будинку, зовнішні стіни поділяються на такі: самонесучі; навісні.

### **3.2.2. Світлопрозорі огороджувальні конструкції**

Однією зі складових системи фасадної теплоізоляції є світлопрозорі огороджувальні конструкції. Даний вид конструкцій теплоізоляційної оболонки будинку має найменші теплозахисні властивості з поміж огороджувальних конструкцій усіх видів але при цьому, світлопрозорі огороджувальні конструкції житлових будинків є одним із найважливіших елементів системи вентиляції. Ці факти потребують приділяти значну увагу даним конструкціям при проектуванні та проведенні термомодернізації фасадів, що має на меті визначення теплоізоляційних характеристик світлопрозорих конструкцій, характеристик їх повітропроникності та місця встановлення в товщі огороження.

Існує ряд способів обмеження теплових втрат, серед яких:

- зменшення поверхні вікон;
- додаткова шибя;
- ущільнення;
- спеціальні сорти скла;
- штори, жалюзі;
- заміна вікон.

Максимально ефективний коефіцієнт термічного опору для вікон, досягається поєднанням трьох принципів конструювання світлопрозорих огороджувальних конструкцій:

- потрійне скління з двома низькоемісійними покриттями та заповненням газом або аналогами (наприклад, вікна з двома стулками з подвійним склінням у кожній);
- теплоізольоване скління з віконною рамою, застосування спеціальних склопакетів («теплый край»);
- теплоізольовані ( для ПВХ – багатокамерні) віконні рами.

При проведенні термомодернізації світлопрозорі конструкції необхідно обирати з урахуванням їх теплотехнічних характеристик, що мають відповідати вимогам ДБН В.2.6-31:2006 [2,3].

В якості заповнення світлопрозорих отворів при термореконструкції можуть використовуватися наступні віконні блоки:

- на основі ПВХ-профілів (рис. 2.16.);
- на основі профілів з алюмінієвих сплавів;
- дерев'яні;
- дерево алюмінієві.

Принцип енергоефективності вікон полягає у тому, що простір між склом заповнюється спеціальними газами, такими як аргон, а в окремих випадках криптон або ксенон, а віконні рами для більшої ефективності комбінуються з різноманітних теплоізолюючих матеріалів. Низькоемісійне покриття на склі пропускає короткохвильові сонячні промені, але служить бар'єром від інфрачервоних довгохвильових променів, забезпечуючи, таким чином, оптимальне накопичення сонячного тепла.

Спеціальні конструкції вікон були розроблені для енергоефективних будинків. Їх називають також «теплыми вікнами». У порівнянні зі стандартними сучасними вікнами (подвійне скління з низькоемісійним покриттям і заповненням склопакету інертним газом) (рис. 3.16.), використання вікон стандарту енергоефективного будинку дозволяє скоротити тепловтрати більш ніж на 50%.

У таблиці 3.7 наведено характеристики склопакетів різної конструкції відповідно до таблиці Ф.2 ДСТУ Б.В 2.7-107:2008.

Приклади віконних конструкцій енергоефективних будинків наведено на рисунку 3.17.- 3.18. та у додатку В навчального посібника.

Установлені в отвір будівлі вікна працюють у досить несприятливих умовах, зазнають постійних кліматичних навантажень (дощ, сніг, сонячне перегрівання влітку та переохолодження взимку), а також механічних впливів і експлуатаційних навантажень тощо. При монтажі вікон часто забувають про те, що воно повинне становити єдину та надійну систему зі стіною будинку. Якщо з'єднання «вікно-стіна» виконано невірно, то його руйнування може розпочатися вже через рік-два після початку експлуатації. Тому кваліфікований монтаж вікон, виконання вимог по теплоізоляції, пароізоляції та водозахисту – передумова тривалого строку служби вікна.

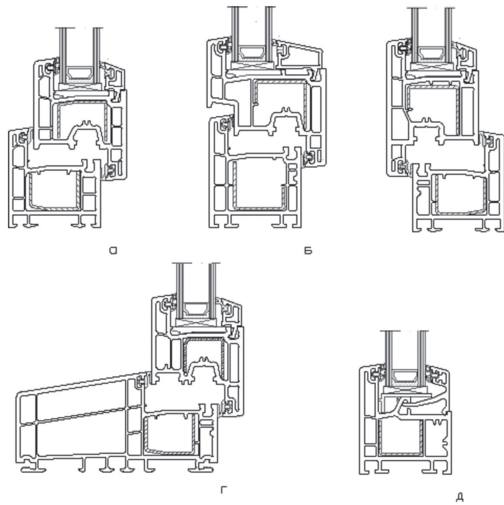


Рис. 3.15 (а) Вузли основних притворів з внутрішнім і зовнішнім ущільненнями

а – віконна система з трикамерних профілів;  
 б- віконна система з чотирьохкамерною стулкою і трикамерною коробкою (розташування зовнішніх стінок ступок і коробок в одній площині);  
 в – віконна система з трикамерних профілів (відкривання назовні);  
 г – віконна система з багатокамерних профілів з розширеною коробкою;  
 д – віконна система з заскленою коробкою

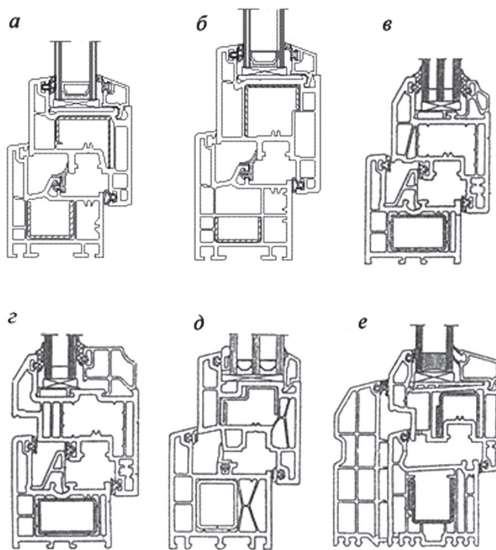


Рис. 3.15 (б) Вузли основних притворів з різними видами ущільнень

а, б – віконні системи з трикамерних профілів з середнім і внутрішнім ущільненнями;  
 в – віконна система з чотирікамерною стулкою і трикамерною коробкою, з зовнішнім, середнім і внутрішнім ущільненнями;  
 г – віконна система з багатокамерною стулкою і трикамерною коробкою з зовнішнім, середнім і внутрішнім ущільненнями (розташування лицьових зовнішніх стінок ступок і коробок в одній площині);  
 д – віконна система з чотирікамерною стулкою і коробкою з зовнішнім, середнім і внутрішнім ущільненнями;  
 е – віконна система з чотирікамерною стулкою і багатокамерною коробкою з зовнішнім середнім і внутрішнім ущільненнями

багатокамерною коробкою з зовнішнім середнім і внутрішнім ущільненнями

Рис. 3.15. Конструктивні вузли блоків віконних з полівінілхлоридних профілів [37]

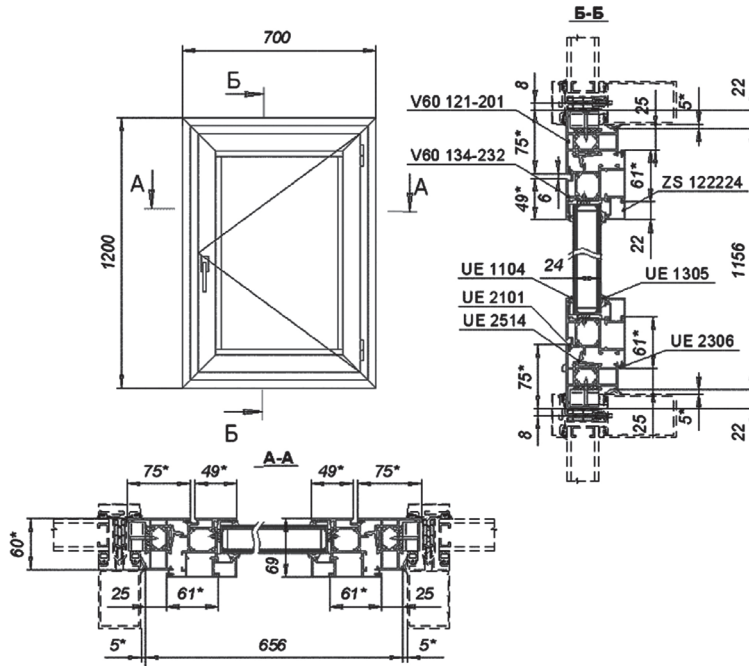


Рис. .16. Конструктивні вузли вікна з низькоемісійним покриттям

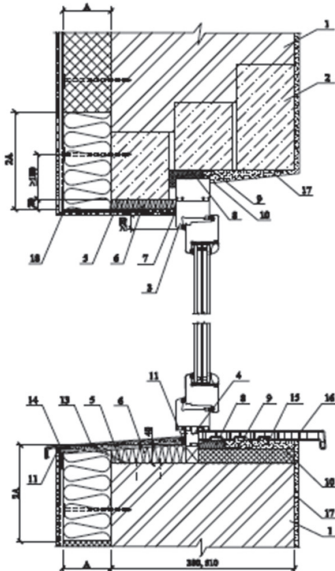


Рис. 3.17. Конструктивне рішення встановлення енергозберігаючих вікон в стінах з цегляного мурування

1 – стіна, 2 – залізобетонна перемичка, 3 – віконна коробка, 4 – профіль підставочний, 5 – клейова суміш, 6 – утеплювач групи НГ, 7 – деталь профілю, яка захищає вікно на час нанесення шарів, 8 – пінополіурітан, 9 – пароізоляційна плівка, 10 – пінополістирол екструдований, 11 – герметик, 12 – ущільнююча стрічка, 13 – кронштейн, 14 – злив, 15 – цементний розчин, 16 – підвіконня, 17 – шар штукатурки, 18 – кутик з крапельником.

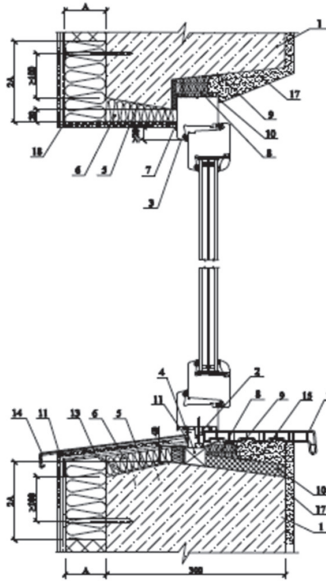


Рис. 3.18. Конструктивне рішення встановлення енергозберігаючих вікон в стінах з панелей

1 – стінова панель, 2 – профіль підставочний, 3 – віконна коробка, 4 – підставка, 5 – клейова суміш, 6 – утеплювач, 7 – деталь профілю, яка захищає вікно на час нанесення шарів, 8 – пінополіурітан, 9 – пароізоляційна плівка, 10 – пінополістирол екструдований, 11 – герметик, 12 – ущільнююча стрічка, 13 – кронштейн, 14 – злив, 15 – цементний розчин, 16 – підвіконня, 17 – шар штукатурки, 18 – кутик з крапельником.

Таблиця 3.7

Характеристики склопакетів різної конструкції

Кількість камер	Варіанти застосування	Газовий склад			Опір теплопередачі м <sup>2</sup> °С/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	4М1-10-4М1	100			0,29
1	4М1-16-4К			100	0,59
1	4М1-16-4К		100		0,62
1	4М1-16-4i			100	0,66
2	4М1-10-4М1-10-4М1	100			0,47
2	4М1-16-4М1-16-4М1	100			0,52
2	4М1-16-4М1-16-4М1			100	0,55
2	4М1-10-4М1-10-4К	100			0,59
2	4М1-10-4М1-10-4М1			100	0,65
2	4М1-16-4М1-16-4К			100	0,72
2	4М1-16-4М1-16-4i			100	0,80
2	4М1-10-4М1-10-4i		100		0,94
2	4i-10-4М1-10-4i	100			0,93
2	4i-10-4М1-10-4i		100		1,35
2	4i-10-4М1-10-4i		50	50	1,18

### 3.2.3. Покриття / Перекриття

Одним із важливих елементів будинку, які впливають на рівень енергоефективності будівлі є конструкції покриття та перекриття. Якісна теплоізоляція покриття та перекриття дозволяє знизити тепловтрати будинку на 30-40% в опалювальний період та створити більш комфортні умови проживання влітку (табл. 3.8).

Теплоізоляція даху, способи теплоізоляції та теплоізоляційний матеріал залежать від типу будівель, умов експлуатації та конструкції даху. Якісна теплоізоляція не тільки зменшує тепловтрати будівлі, але й продовжує термін експлуатації будівлі.

Залежно від місця розташування теплоізоляційного шару (вище або нижче за гідроізоляційний шар) розрізняють два варіанти конструкції: **традиційна та інверсійна**.

**Традиційна конструкція** експлуатованих дахів передбачає розміщення гідроізоляції над утеплювачем (Додаток В навчального посібника). Безпосередньо по гідроізоляції формуються елементи експлуатованого покриття. Особливістю вентильованого поєднаного даху є постійно провітрювана порожнина, заввишки не менше 5 см, над теплоізоляційним шаром. Для устрою цієї порожнини передбачають ще одне легке перекриття. Характерно, що такий дах не вимагає пароізоляційного шару. Горищні дахи можуть мати утеплене горище, або не утеплене. За наявності утепленого горища, теплоізоляція, водоізоляційний і захисний шар укладаються по плитах перекриття над горищем.

Найбільш слабким місцем традиційного покрівельного килима є верхнє гідроізоляційне покриття, що піддається дії цілого ряду несприятливих чинників – різкого перепаду температури, у ряді випадків -випромінювання, термічної деформації верхнього захисного шару, атмосферних опадів і тому подібне.

**Інверсійні покрівлі**, відомі в країнах західної Європи з 60-х років, в Україні з'явилися в кінці 80-х років. Принцип інверсійної покрівлі є в тому, що над гідроізоляційним шаром розміщується утеплювач, захищаючи гідроізоляцію від несприятливих теплових і механічних дій. Типова конструкція інверсійної покрівлі (з пішохідним покриттям): гідроізоляційний шар, розташований на основі, виконаний із заданим нахилом, теплоізоляційні плити, геотекстильне покриття (для захисту від осипання, проникнення дрібних часток присипки в стики між плитами, і для механічної стабілізації шару теплоізоляційних плит шляхом розподілу навантаження присипного шару), дренажний шар, захисний



верхній шар. Як верхній шар, для захисту покрівлі від вітрової дії, на теплоізоляцію, як правило, насипається привантажуючий шар гравію, гальки або укладається тротуарна плитка. До того ж, це значною мірою знижує небажані дії озону і випромінювання.

До переваг інверсійних покрівель можна віднести: захист гідроізоляції від перепадів температури і від механічних пошкоджень, можливість швидкого монтажу за будь-якої погоди, відсутність необхідності в пароізоляційному шарі.

Основною проблемою інверсійних покрівель є волога, яка практично завжди присутня між тепло- і гідроізоляцією. Вона сприяє утворенню рослинного шару, який частенько порушує герметичність покрівлі, створюючи розриви, через які відбувається інфільтрація води. До того ж навіть дуже тонкий прошарок води між тепло- і гідроізоляцією призводить до зменшення термічного опору конструкції, який може виявитися вельми істотним.

Конструктивні вузли влаштування теплоізоляції перекриття та горіщного приводиться у додатку В навчального посібника.

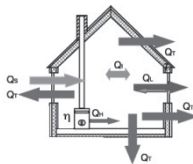
Таблиця 3.8

Показники річної економії енергії внаслідок збільшення товщини теплоізоляційного шару в конструкції даху (за версією технологічного інституту Handbog for husejere, Данія)

№ п/п	Товщина існуючого шару теплоізоляції, мм	Товщина додаткового шару теплоізоляції, мм	Економія енергоресурсів на 1 м <sup>2</sup> даху		
			мазут, л/рік	газ, м <sup>3</sup> /рік	централізоване тепlopостачання, Гкал/рік
1	0	75	10	9	0,08
		100	11	10	0,09
		150	12	11	0,095
		200	13	12	0,10
		300	15	13	0,11
2	50	100	2	1,8	0,015
		150	3	2,7	0,023
		200	4	3,6	0,031
		300	5	4,5	0,039

**Питання для самоперевірки по третьому розділу навчального посібника:**

1. Назвіть конструкції фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження.
2. Дайте характеристику конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками.
3. Дайте характеристику конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою.
4. Дайте характеристику конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами.
5. Дайте характеристику конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами
6. Назвіть енергоефективні світлопрозорі огорожуючі конструкції.



## РОЗДІЛ ІV

### МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ

#### 4.1. Загальні положення

Основним документом для встановлення регламентів теплового захисту будівель є ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція». З 1 липня 2013 р. набрала чинності Зміна № 1 до ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція», що визначає оновлені показники теплотехнічних розрахунків. Діючі норми та правила декларують вимоги до теплового захисту будівель та споруд «... з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрівання, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд».



Рис. 4.1. Система чинних норм та стандартів у сфері енергоефективності будівель

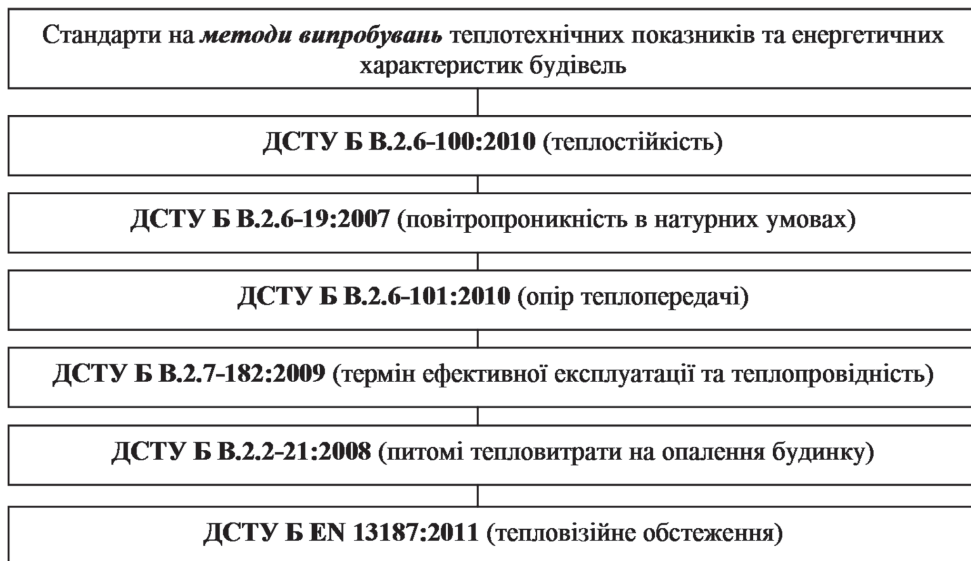


Рис. 4.2. Система стандартів на методи випробувань теплотехнічних показників та енергетичних характеристик будівель

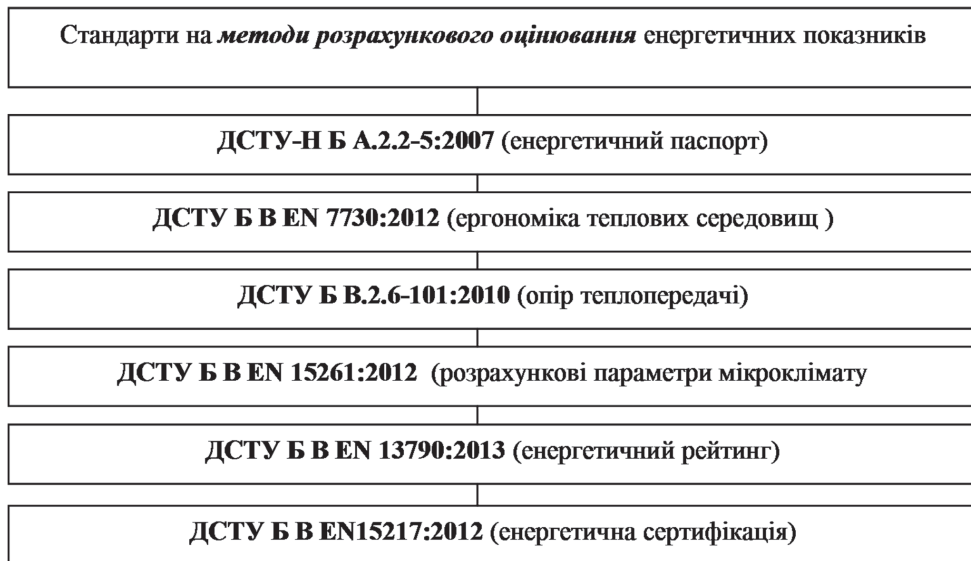


Рис. 4.3. Система стандартів методів розрахункового оцінювання енергетичних показників

ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція» повинен використовуватися при проектуванні будинків і споруд, що опалюються, у разі нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту (термомодернізації), при складанні енергетичного паспорту, визначенні витрат паливно-енергетичних ресурсів для опалення будинків, при проведенні енергетичного обстеження будівель та споруд [2].

Нормами запропоновано проектування теплоізоляційної оболонки будівель за двома методами: *метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за теплотехнічними показниками її елементів і метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за тепловитратами будівлі на опалення*. Стислий виклад цих методів розрахунку представлений у пункті 4.2. та 4.3.

#### **4.2. Метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за теплотехнічними показниками її елементів [2,3]**

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3 °С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma \text{ пр}} &\geq R_{q \text{ min}}, \\ \Delta t_{\text{пр}} &\leq \Delta t_{\text{cr}}, \\ \tau_{\text{в min}} &> t_{\text{min}} \end{aligned}$$

де  $R_{\Sigma \text{ пр}}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$\Delta t_{\text{пр}}$  – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

$\Delta t_{\text{cr}}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

$\tau_{в min}$  – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

$t_{min}$  – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

Мінімально допустиме значення,  $R_{q min}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків встановлюється згідно з Таблиця 4.1. залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається згідно з додатком Г навчального посібника.

Таблиця 4.1

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків,  $R_{q min}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт [3]

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q min}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,65	0,6

У разі реконструкції будинків, що виконується з метою їх термомодернізації, допускається приймати значення  $R_{q \min}$  згідно з табл. 4.1 з коефіцієнтом 0,8.

Мінімально допустиме значення,  $R_{q \min}$ , опору теплопередачі внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розмежують приміщення з розрахунковими температурами повітря, які відрізняються більше ніж на 3 °С (стіни, перекриття), і приміщень з поквартирним регулюванням теплоспоживання визначають за формулою:

$$R_{q \min} = \frac{t_{в1} - t_{в2}}{\Delta t_{cr} \alpha_{в1}}, \quad (4.4)$$

де  $t_{в1}, t_{в2}$  – розрахункові температури повітря в приміщеннях, °С, що приймаються згідно з табл. Д.2 навчального посібника або [2];

$\Delta t_{cr}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С;

$\alpha_{в1}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкцій, Вт/(м<sup>2</sup> · К), що приймається з додатком Е навчального посібника або [2].

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції,  $\Delta t_{cr}$ , °С, встановлюється залежно від призначення будинку і виду огороджувальної конструкції згідно з табл. 4.2. [2].

Мінімально допустима температура внутрішньої поверхні,  $t_{min}$ , непрозорих огороджувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень, у кутах і укосах віконних і дверних прорізів при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря, прийнятому залежно від температурної зони експлуатації будинку згідно з додатком Ж, повинна бути не менше ніж температура точки роси,  $t_p$ , за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення будинку згідно з табл. Д.1. навчального посібника або В.2 [2].

Мінімальна температура на внутрішній поверхні,  $t_{min}$ , світлопрозорих огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків, включаючи ступки, коробки, імпости й зони дистанційних рамок, при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря, прийнятому згідно з додатком Ж, повинна бути не менше ніж 4 °С, а для непрозорих елементів – не менше ніж температура точки роси,  $t_p$ , за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, для виробничих будинків – не менше ніж 0 °С за розрахунковим значенням температури внутрішнього повітря, прийнятими залежно від призначення будинку згідно з табл. Г.2. [2].

Температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідної огорожувальної конструкції у зонах теплопровідних включень, у кутах, укосах віконних і дверних прорізів, температура внутрішньої поверхні світлопрозорих огорожувальних конструкцій у зонах стулки, коробки, імпостів, дистанційних рамок,  $\tau_{в\ min}$ , при перевірці виконання умови за формулою (4.3) визначається на підставі розрахунків двомірних або тримірних температурних полів.

Таблиця 4.2

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\Delta t_{cr}$ , °C

Призначення будинку	Вид огорожувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні)	Покриття та перекриття горищ	Переkritтя над проїздами та підвалами
Житлові будинки, дитячі установи, школи, інтернати	4,0	3,0	2,0
Громадські будинки, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за виключенням приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5
Виробничі будинки з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0	5,0	
Виробничі будинки з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_b - t_p$	$0,8(t_b - t_p)$	
Виробничі будинки з надлишками тепла (більше 23 Вт/м <sup>3</sup> )	12	12	



### 4.3. Метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за тепловитратами будівлі на опалення [2]

Питомі тепловитрати на опалення будинків повинні відповідати умові

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}. \quad (4.5)$$

де  $q_{\text{буд}}$  – розрахункові або фактичні питомі тепловитрати;

$E_{\text{max}}$  – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт · год/м<sup>2</sup> або кВт · год/м<sup>3</sup>, що встановлюється згідно з табл. 3.3 додатку 3 навчального посібника залежно від призначення будинку, його поверховості, та температурної зони експлуатації будинку.

Виконання умови (4.5) для будинку, що проектується або експлуатується, перевіряється на підставі результатів енергетичного аудиту будинку, або з використанням математичних моделей теплового режиму будинку.

### 4.4. Методика розрахунку тепловитрат зовнішнього огороження при експлуатації будівель з урахуванням світлових та теплотехнічних властивостей вікон і рівня теплозахисту стін

Метою запропонованого методу є розрахунок рівня теплового захисту зовнішнього огороження (стіна + вікно), завдяки якому можливо обрати енергоефективну конструкцію, яка забезпечить оптимальний рівень витрат енергії при експлуатації будівлі, не порушуючи нормативні вимоги щодо природного та штучного освітлення [61].

*Метод розрахунку* полягає у порівнянні двох або декількох варіантів зовнішнього огороження (які забезпечують в розрахунковій точці приміщення нормативне значення КПО) з еталонним зовнішнім огороженням, світлотеплозахисні властивості якого незмінні. Зовнішнє огороження ділиться на дві частини: одна частина (стіна еталона) має постійний рівень теплозахисту, інша (стіна + вікно) – змінний.

*Методика розрахунку.* На рис. 4.4. (а) зображено зовнішнє огороження з площею  $F_{\text{озр}}$  яке складається із вікна з площею  $F_{\text{ок}}$  та стіни з площею  $F_{\text{ст}} = F_{\text{озр}} + F_{\text{ок}}$ . На рис. 4.4. (б) зображено огороження – еталон, з площею  $F_{\text{озр}}^{\text{э}} = F_{\text{озр}}$ . Огороження-еталон складається зі стіни, яка має дві частини  $F_{\text{озр}}^{\text{э}} + F_{\text{ст}}^{\text{э}}$  та вікна-еталону з площею  $F_{\text{ок}}^{\text{э}} = F_{\text{озр}}^{\text{э}} + F_{\text{ст}}^{\text{э}}$ .

Вихідні параметри для проектування. Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються згідно зі ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 «Будівельна кліматологія».

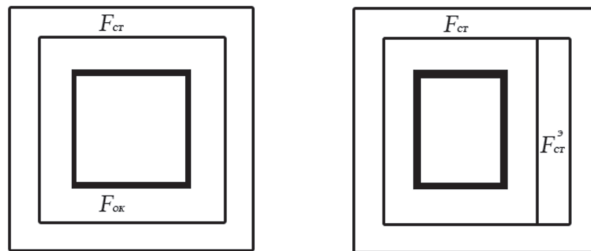


Рис 4.4. а) Зовнішнє огороження з площею  $F_{ст} = F_{ок} + F_{ок}$   
 б) Зовнішнє огороження – еталон з площею  $F_{ст}^3 = F_{ок}$

$t_n$  – середня температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92;

$Z_{ом.пер.}$  – тривалість опалювального періоду.

Розрахункові температури внутрішнього повітря  $t_в$  приймається згідно з ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Кількість градусо-днів,  $S$ , °C·днів/рік, опалювального періоду визначається згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 «Будівельна кліматологія» за формулою:

$$S = (t_в - t_{ом.пер.}) / Z_{ом.пер.}$$

де  $S$  - кількість градусо-днів опалювального періоду;

$t_в - 18$  °C – розрахункова температура внутрішнього повітря;

$t_{ом.пер.}$  та  $Z_{ом.пер.}$  – відповідно середня температура, °C і тривалість днів опалювального періоду.

Приведений опір теплопередачі стін  $R_{ст}^{np}$  узгоджується з ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Приведений опір теплопередачі вікон  $R_{ок}^{np}$  приймається на підставі сертифікаційних випробувань в кліматичній камері або розрахунком за ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) «Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі».

Загальний коефіцієнт світлопропускання вікон  $\tau_0$  визначається на підставі сертифікаційних випробувань за ДСТУ Б В.2.6-20-2000 (ГОСТ 26602.4-99) «Блоки віконні та дверні. Метод визначення загального коефіцієнта пропускання світла» або розрахунком.

При експлуатації будівлі рівень теплозахисту зовнішнього огороження характеризується питомими тепловтратами за опалювальний період (за рік) і питомими максимальними тепловтратами, необхідними для розрахунку потужності опалювальних приладів (за годину).

Питомі тепловтрати зовнішнього огороження (стіна + вікно) за опалювальний період розраховують за формулою:

$$q_{озр} = \frac{q_{ок} F_{ок} + q_{см} F_{см}}{F_{озр}} = q_{озр} \frac{F_{ок}}{F_{озр}} + q_{см} \frac{F_{см}}{F_{озр}}$$

Так як метод розрахунку передбачає при порівнянні варіантів поділ зовнішнього огороження на дві частини, то в нашому випадку формулу зручно записати у вигляді:

$$q_{озр} = A q_{ок} + B q_{см}$$

$$\text{де } A = \frac{F_{ок}}{F_{озр}}; B = \frac{F_{см}}{F_{озр}} = \frac{F_{озр} - F_{ок}}{F_{озр}} - \text{постійні величини.}$$

Для еталонного зовнішнього огороження формула набуває вигляду:

$$q^{\ast\ast}_{озр} = \frac{q^{\ast\ast}_{озр} F_{ок} + q^{\ast\ast}_{см} F_{см}}{F_{озр}} = A q^{\ast\ast}_{озр} + B q^{\ast\ast}_{см}$$

де  $q^{\ast\ast}_{озр}$  – питомі тепловтрати вікна-еталона і частини стіни, площею  $F^{\ast\ast}_{ок}$ , які визначається з формули:

$$q^{\ast\ast}_{озр} = \frac{q_{ок}}{k_{эф}^{\ast\ast}}$$

Критерій енергетичної ефективності зовнішнього огороження згідно з визначенням дорівнює:

$$k_{эф}^{\ast\ast} = \frac{q_{ок}}{q_{озр}^{\ast\ast}} = \frac{R^{\ast\ast}_{озр}}{R_{ок}^{\ast\ast}}$$

де  $R^{\ast\ast}_{озр}$  – приведений опір теплопередачі вікна-еталона площею  $F^{\ast\ast}_{ок}$  та стіни-еталона площею  $F^{\ast\ast}_{см}$

$R_{ок}^{\ast\ast}$  – приведений опір теплопередачі віконного блоку.

$$q_{озр} = A \cdot q_{ок} + B \cdot q_{см}$$

$$q^{\ast\ast}_{озр} = \frac{A}{k_{эф}^{\ast\ast}} q_{ок} + B \cdot q^{\ast\ast}_{см}$$

Економію теплової енергії можна визначити за формулою:

$$\Delta q_{озр} = q_{озр} - q^{\ast\ast}_{озр} = A q_{ок} \left( 1 - \frac{1}{k_{эф}^{\ast\ast}} \right) + B (q_{см} - q^{\ast\ast}_{см}), \text{ Вт/м}^2$$

Враховуючи, що питомі тепловтрати за опалювальний період визначаються за формулою:

$$q = 0,024 \cdot S / R_0^{np}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

економію енергії  $\Delta q_{озп}$  можна отримати за формулою:

$$\Delta q_{озп} = 0,024 \cdot S \cdot \left[ \frac{A}{R_{ок}^{np}} \left( 1 - \frac{R_{ок}^{np}}{R_{озп}^3} \right) + B \left( \frac{1}{R_{ст}^{np}} - \frac{1}{R_{ст}^3} \right) \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

Беручи як еталон віконний блок, виконаний за ГОСТ 11214-86 «Вікна та балконні двері дерев'яні з подвійним склінням для житлових і громадських будівель», приведений опір теплопередачі якого складає  $R_{ок}^3 = 0,4 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , а загальний коефіцієнт світлопропускання  $\tau_0 = 0,61$  та рівні теплозахисту стін порівнюваних варіантів  $R_{ст}^{np} = R_{ст}^{np3} \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ , отримаємо:

$$\Delta q_{озп} = 0,024 \cdot S \cdot \frac{F_{ок}}{F_{озп}} \left( \frac{1}{R_{ок}^{np}} - \frac{1}{R_{озп}^3} \right), \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2\cdot\text{год}$$

$$\text{де } R_{озп}^{*3} = \frac{1}{(1 - 1,64 \cdot \tau_0) R_{ст}^{np} + 4,1 \cdot \tau_0}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Таким чином, знаючи загальний коефіцієнт світлопропускання вікон і теплозахисні властивості зовнішнього огороження, можна швидко і точно за формулою визначити найбільш оптимальну конструкцію зовнішнього огороження, яка при експлуатації будівлі буде мати мінімальні енергетичні витрати.

#### 4.5. Метод теплового неруйнівного контролю

Метод теплового неруйнівного контролю заснований на дистанційному вимірюванні тепловізором температурних полів поверхонь огорожуючих конструкцій, між внутрішніми і зовнішніми поверхнями яких створено перепад температур. В якості показників теплозахисних властивостей, приймають обчислені опори теплопередачі ділянок конструкції. Температурні поля поверхонь огорожувальних конструкцій отримують на екрані тепловізора у вигляді чорно-білого або кольорового зображення, градація яскравості або кольору якого відповідають різним температурам. Тепловізори обладнані пристроєм для висвічування на екрані ізотермічних поверхонь та вимірювання вихідного сигналу, значення якого функціонально пов'язано з вимірюваною температурою поверхні [82].

Методика дає можливість:

- Оперативно протягом декількох годин провести разові натурні обстеження об'єкта, що виключає тривалі (до 2-х місяців зимового часу) натурні спостереження з установкою в конструкції різних датчиків з подальшою обробкою їх свідчень.

- Організувати при необхідності періодичний чи систематичний контроль якості зовнішніх огорожувальних конструкцій в експлуатаційних умовах.

- Змінити рішення по теплозахисту та повітропроникності запроектованих стиків та дати рекомендації по заміні або додатковому застосуванні теплоізоляційних і теплопровідних матеріалів при плановому, аварійному ремонті або при скаргах осіб (організацій), які експлуатують будівлю (споруду).

Завдяки тепловому випромінюванню можливо виявити:

- якість ізолюючих і герметизуючих матеріалів (визначаються ділянки з підвищеним виходом тепла) неправильність функціонування опалювальних систем, систем охолодження, обігріву та кондиціонування повітря;

- часткові та загальні тепловтрати;

- приховані дефекти будівництва – місця протікання повітря та води, відшарування плівки мастики від бетонної поверхні, дефекти віконних блоків і прорізів, неякісне ущільнення, наскрізні щілини;

- погіршення опору теплопередачі — відсутність теплоізоляції, неякісна цегляна кладка, некоректні архітектурні та будівельні рішення тощо;

- дефектні панелі огорожувальних конструкцій — порушення товщини і розстановки утеплювача, осідання утеплювача тощо;

При теплотехнічних обстеженнях зовнішніх стін з тепловізором здійснюють:

- Дослідження температурно-вологісного і повітряного режиму приміщень будівлі;

- Вимірювання температур і термографування заздалегідь визначених ділянок зовнішньої і внутрішньої поверхонь стіни;

- Розшифровку термограмм, отриманих за допомогою тепловізора, і в поданні їх у вигляді ізотерм, тобто лінії однакових радіаційних температур поверхонь;

- Виявлення можливих теплотехнічних неоднорідностей стінових панелі, заповнень стиків і віконних блоків (скління віконних і дверних блоків допускається тільки обстежити тепловізорами, працюючими в діапазоні електромагнітних хвиль понад 7 мікрон);

- Розрахунку максимальних, мінімальних і середніх температур окремих ділянок внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції і на підставі їх коефіцієнтів теплотехнічної однорідності (при необхідності), локальних або наведених опорів теплопередачі.

Проведення обстежень зовнішніх огорожувальних конструкцій методом ТНК може здійснюватися за одним із способів:

- пасивному або активному;
- одно- або двосторонньому, комбінованому методу.

*До пасивного способу* відноситься метод, що дозволяє визначати розподіл температури на поверхні виробу без застосування спеціальних джерел теплової енергії (тобто здійснюється контроль якості виробу без спотворення теплових характеристик виробу).

*Односторонній спосіб* являє собою реєстрацію температурних полів на одній з поверхонь (внутрішній чи зовнішній) захисної конструкції і може застосовуватися в залежності від мети проведеного обстеження. Так, наприклад, зйомка зовні може бути рекомендована при обстеженні протяжних (багатопверхових) будівель з метою пошуку конструктивних аномальних ділянок та визначення величини приведенного опору теплопередачі.

*Двосторонній спосіб* застосовується при детальнішому обстеженні та реєструє розподіл температурних полів з обох сторін огорожі.

*Комбінований метод теплового неруйнівного контролю* – метод заснований на одночасному застосуванні одностороннього і двостороннього методів теплового неруйнівного контролю.

При проведенні обстежень з застосуванням інфрачервоної камери можна виділити 2 основних етапи:

1. Підготовка та проведення тепловізійної зйомки зі збором всієї необхідної інформації;

2. Обробка результатів: якісний і кількісний аналіз.

Перший етап полягає в реєстрації температурно-вологісних показників оточуючих конструкцію середовищ та інших умов проведення обстеження.

Важливу роль на даному етапі відіграє визначення тривалості (в добах) збору інформації, необхідної для проведення подальших аналізів та отримання об'єктивних результатів обстеження. Слід відзначити той факт, що в ряді випадків даними показником нехтують, створюючи тим самим похибку в визначенні приведенного опору теплопередачі від 50 до 300%.

Другий етап включає проведення двох послідовних стадій: якісного і кількісного аналізу. Якісний (попередній) аналіз термограм полягає в аналізі температурних аномалій і розробці попереднього висновку про стан контрольованого об'єкта або його частини. Кількісний аналіз полягає у комп'ютерній обробці термограмм і рішенні зворотної задачі нестационарної теплопередачі в багат шаровій тривимірній області з відповідними граничними і початковими умовами з подальшим визначенням приведенного опору теплопередачі обстежуваного об'єкта та його окремих елементів. В результаті кількісного аналізу також виробляється фіксування дефектних зон зовнішньої оболонки будівлі.

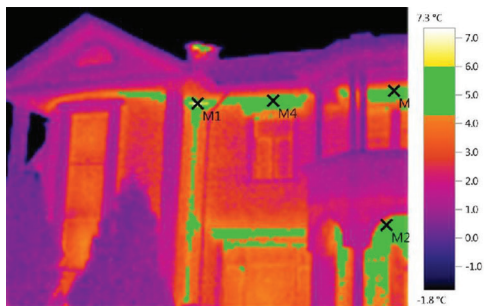


Рис. 4.5. Термограми і фотографії фасадів будівель, отримані при тепловізійному обстеженні

На рис. 4.5. приведені термограми і фотографії фасадів будівель, отримані при тепловізійному обстеженні, на яких градаціями кольору (світло-жовтий і білий) показані ділянки підвищених витрат тепла через конструктивні елементи будівель.

## Приклад термографічного обстеження житлового будинку

Метод термографічного обстеження житлового будинку розглянемо на прикладі житлового будинку. Розглянутий об'єкт розташований у м. Одеса, Фонтанська дорога, 149а . Випробування було проведено відповідно до EN 13187: 1999 «Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method»



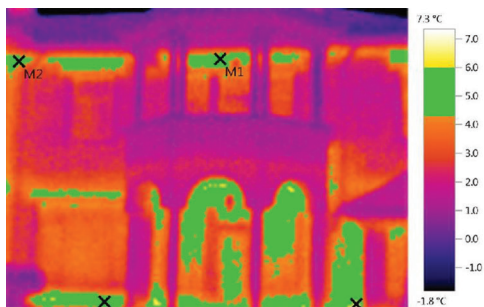
*Параметри зображення:*

*Коефіцієнт випромінювання: 0.93*

*Відображення. темп. [° C]: 4.2*

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	7.3	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.6	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 4	5.4	0.93	4.2	-



*Параметри зображення:*

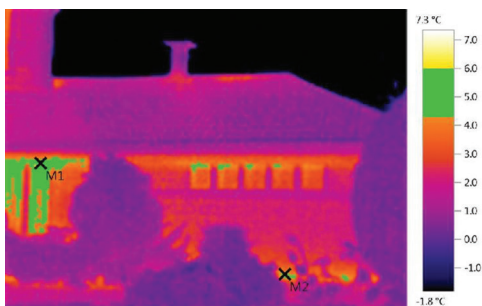
*Коефіцієнт випромінювання: 0.93*

*Відображення. темп. [° C]: 4.2*



Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.4	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 4	6.3	0.93	4.2	-



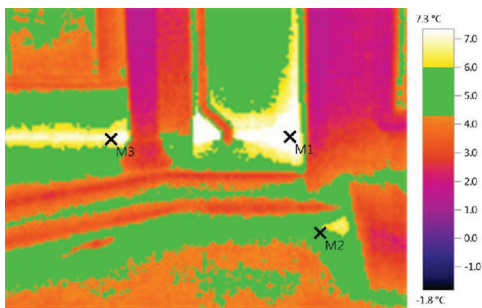
*Параметри зображення:*

*Коефіцієнт випромінювання: 0.93*

*Відображення. темп. [° C]: 4.2*

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	4.6	0.93	4.2	-



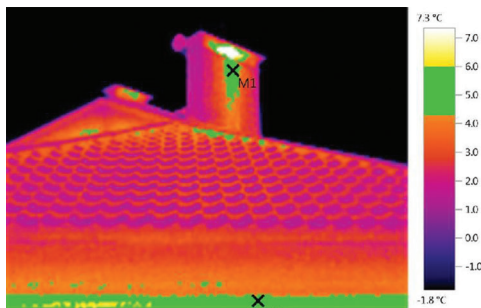
*Параметри зображення:*

*Коефіцієнт випромінювання: 0.93*

*Відображення. темп. [° C]: 4.2*

Виділення зображень:

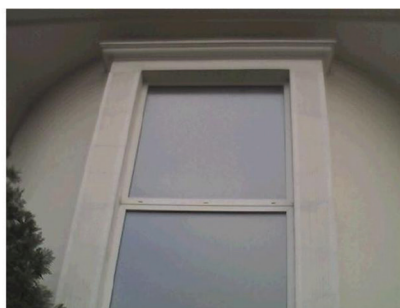
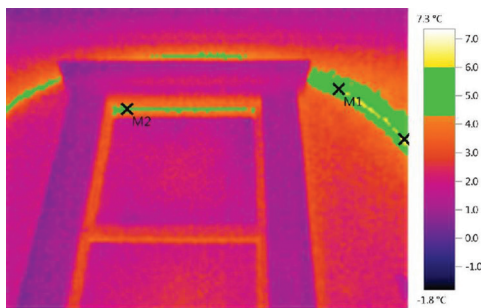
Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	9.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.3	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	7.2	0.93	4.2	-



Параметри зображення:  
Коефіцієнт випромінювання: 0.93  
Відображення темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

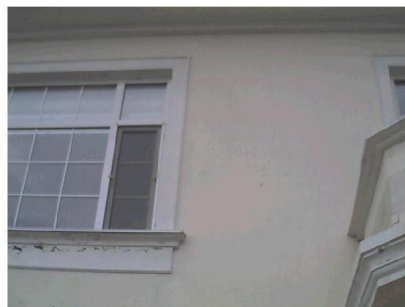
Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.6	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 4	4.9	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 5	5.3	0.93	4.2	-



Параметри зображення:  
Коефіцієнт випромінювання: 0.93  
Відображення темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.8	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	4.9	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	6.0	0.93	4.2	-



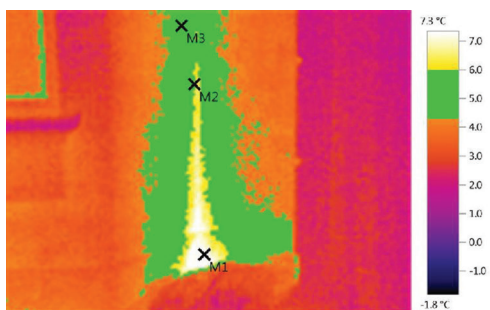
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.93

Відображення. темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	7.8	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.8	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	4.8	0.93	4.2	-



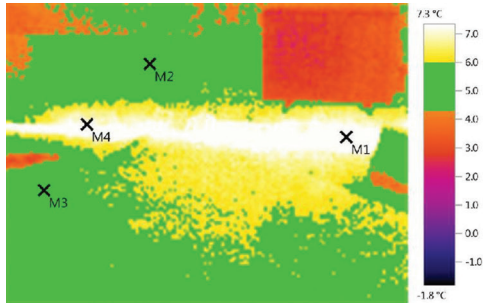
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.93

Відображення. темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	6.7	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	6.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.1	0.93	4.2	-



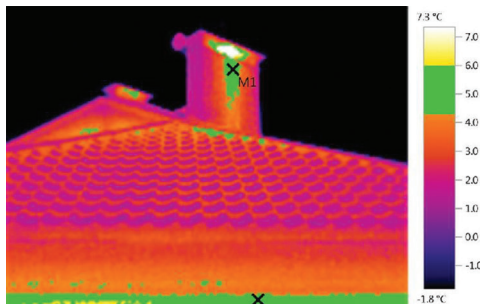
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.93

Відображення темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	8.3	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.2	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 3	5.6	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 4	7.1	0.93	4.2	-



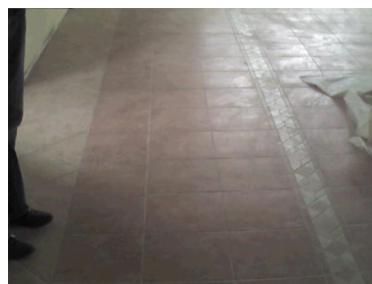
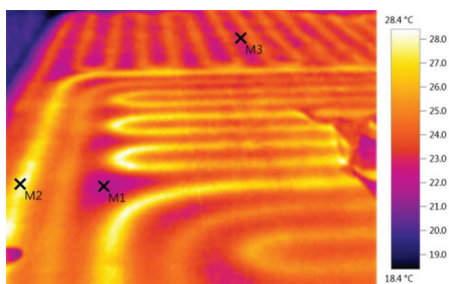
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.93

Відображення темп. [° C]: 4.2

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	5.0	0.93	4.2	-
Точка вимірювання 2	5.1	0.93	4.2	-



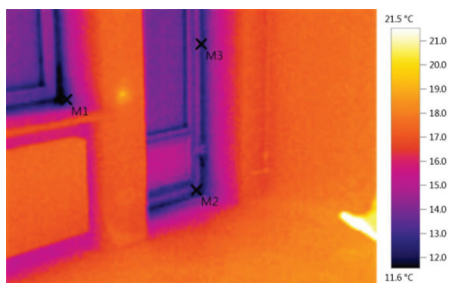
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.95

Відображення темп. [° C]: 17.6

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	21.9	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 2	27.8	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 3	22.9	0.95	17.6	-



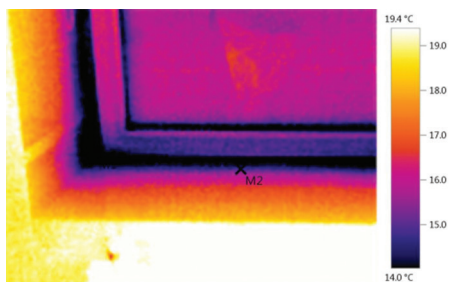
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.95

Відображення темп. [° C]: 17.6

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	12.5	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 2	12.2	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 3	12.8	0.95	17.6	-



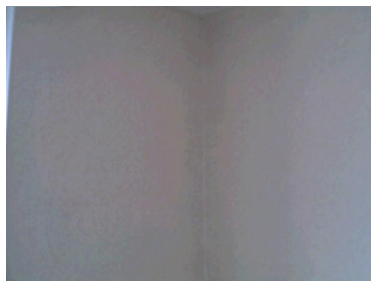
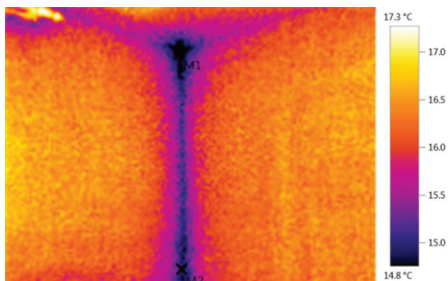
Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.95

Відображення темп. [° C]: 17.6

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [° C]	Випромінювання	Відобр. темп., [° C]	Примітки
Точка вимірювання 1	12.9	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 2	14.7	0.95	17.6	-



Параметри зображення:

Коефіцієнт випромінювання: 0.95

Відображення темп. [° C]: 17.6

Виділення зображень:

Вимірювані об'єкти	Темп., [°C]	Випромінювання	Відобр. темп., [°C]	Примітки
Точка вимірювання 1	14.5	0.95	17.6	-
Точка вимірювання 2	14.9	0.95	17.6	-

***Висновки за результатами термографічного обстеження житлового будинку розташованого за адресою: м. Одеса, Фонтанська дорога, 149а***

*1. Метеоумови на момент проведення термографічного обстеження:*

- Температура зовнішнього повітря (середня за період обстеження) – 4.2<sup>0</sup>С;
- Температура всередині об'єкту – 17<sup>0</sup>С;
- Вологість зовнішнього повітря (середня за період обстеження) – 50.4%;
- Вологість всередині об'єкта – 42%;
- Вітер змінний з поривами до 1.5 м/с;
- Небо хмарне;
- Оподи і туман відсутні;
- Поверхня фасадних стін суха;
- Віддаленість до об'єкту зйомки не більше – 30 м;
- Температура реперної ділянки – 4.2<sup>0</sup>С.

*2. Використовуване обладнання:*

- Тепловізор Testo 875-2 (Німеччина):
  1. діапазон вимірюваних температур -20 ... + 250<sup>0</sup>С;
  2. дозвіл термодатчика 160 x 120 пікс;
  3. температурна чутливість <0.1<sup>0</sup>С;
- Термоанемометр Testo 410-2 (Німеччина)
- Термогігрометр Testo 605-Н1 (Німеччина)
- Контактний термометр Testo 905-Т2 (Німеччина)

*3. Результати дослідження:*

Тепловізійне обстеження всередині будівлі проводилося з метою виявлення місць, які можуть бути схильні до утворення пліснявого грибка, а також для визначення способу і якості укладання труб водяної теплої підлоги (для подальшого спеціалізованого використання цих даних).

Незважаючи на те, що режим теплопередачі через огорожувальні конструкції ще перебуває в нестационарних умовах, у зв'язку з істотними коливаннями зовнішньої температури протягом доби, на підставі проведеного оглядового термографування можна зробити певні висновки, які відносяться до якісних характеристик об'єкта.

Аналіз отриманих термограм методом порівняння температурних полів поверхні огорожувальних конструкцій з температурним полем базової ділянки, дозволяє стверджувати, що на досліджуваному об'єкті є кілька зон з аномальними температурами (центри теплових витрат), основними з яких є наступні:

- Примикання фасадних стін до вимощення;
- Примикання фасадних стін до покрівлі;
- Місця проходження вентиляційних каналів;
- Димохід;
- Віконні та дверні прорізи;
- Перемички над вікнами та дверима;
- Монолітні пояси;
- Внутрішні кути фасадних стін.

Для наочності за термограммами були розраховані ізотерми ділянок огорожувальних конструкцій з температурою поверхні істотно перевищуючої температуру базової ділянки. Вони пофарбовані в зелений, жовтий ті білий кольори. Ділянки з максимальною температурою мають білий колір.

Тепловізійним обстеженням всередині об'єкта виявлено неоднорідність температурного поля створюваного системою водяних теплих підлог; проникнення холодного повітря скрізь дверні та віконні прорізи, а також їх системи; проникнення холоду через кутові елементи будинку. Особливу увагу варто приділити віконним, дверним отворам і кутовим елементам у зв'язку з подальшою можливістю утворення в цих місцях (якщо не застосовувати відповідні заходи) пліснявого грибка, так як температура в цих ділянках максимально наближена до температури точки роси.

### ***Питання для самоперевірки по четвертому розділу навчального посібника***

1. *Які основні нормативні документи регламентують вимоги до теплової ізоляції будівель та споруд на Україні?*
2. *Які методи проектування теплоізоляційної оболонки будинків запропоновано нормативними документами України?*
3. *У чому полягає метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за теплотехнічними показниками її елементів представлено?*
4. *У чому полягає метод проектування теплоізоляційної оболонки будівель за тепловитратами будівлі на опалення представлено?*
5. *Виконання яких умов є обов'язковим при проектуванні теплоізоляційної оболонки будівель?*



## РОЗДІЛ V

### ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ БУДІВЕЛЬ

#### 5.1. Основні положення

*Енергетичний паспорт будинку* – документ, який містить геометричні, енергетичні та теплотехнічні характеристики будівлі, яка спроектована або експлуатується, та встановлює їх відповідність до вимог нормативних документів.

У країнах Євросоюзу вимоги до складання та видачі енергетичних паспортів прописані у відповідних постановах та нормативних документах, які відповідають загальним директивам Комісії Євросоюзу. Директиви зобов'язують країни – члени ЄС досягати конкретних результатів у сфері енергоспоживання, не обмежуючи шляхи і способи їх досягнення. Необхідність отримання енергетичного паспорта будівлі (energy performance certificates, EPCs) зобов'язує директива з енергоспоживання будівель (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD), прийнята у 2002 році. Згідно з директивою кожна будівля повинна мати енергетичний паспорт (сертифікат), в якому окрім фактичних показників, має бути план з підвищення енергетичної ефективності будівлі. Прийнята в країнах Європейського союзу модель маркування енергоефективності будівель і споруд за 7-бальною шкалою (A-G) дозволяє директивно регулювати динаміку зниження енергоємності будівельної галузі економіки, стимулювати залучення в енергетичний баланс нетрадиційні і поновлювані джерела, знизити негативний вплив на навколишнє середовище (рис. 5.1.)

У Німеччині проект енергетичного паспорта був розроблений агентством енергетики («dena»). У 2004 році проведений експеримент, у якому приймало участь понад чотириох тисяч будівель, довів ефективність енергетичних паспортів будівель та необхідність впровадження принципів енергетичної сертифікації у нормативну та законодавчу базу. З 2007 року в Німеччині введені енергетичні паспорти для нових житлових будівель, з липня 2008 року – для житлових будинків до 1965 року будівництва, а з січня 2009 року – для всього житлового фонду. На рис. 5.2 наведено проект енергопаспорту, який використовується як стандарт у Німеччині.

У Данії була введена та опрацьована програма енергетичного маркування для малих і великих (площею понад 1500 квадратних метрів) будівель. Згідно з програмою для невеликих будинків, кожен домовласник може провести аудит своєї будівлі з описом його енергетичного стану і рекомендаціями щодо можливих заходів з енергозбереження. При продажу будівлі продавець зобов'язаний

представити діючий сертифікат аудиту. За підсумками аудиту готується енергетичне маркування із зазначенням енергетичного стану за шкалою від «A1» до «C5» («A1» – найкращий стан).

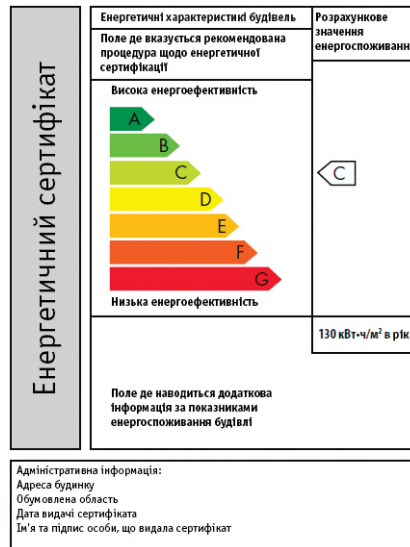


Рис.5.1. Європейська модель маркування енергоефективності будівель і споруд за 7-бальною шкалою (A-G)

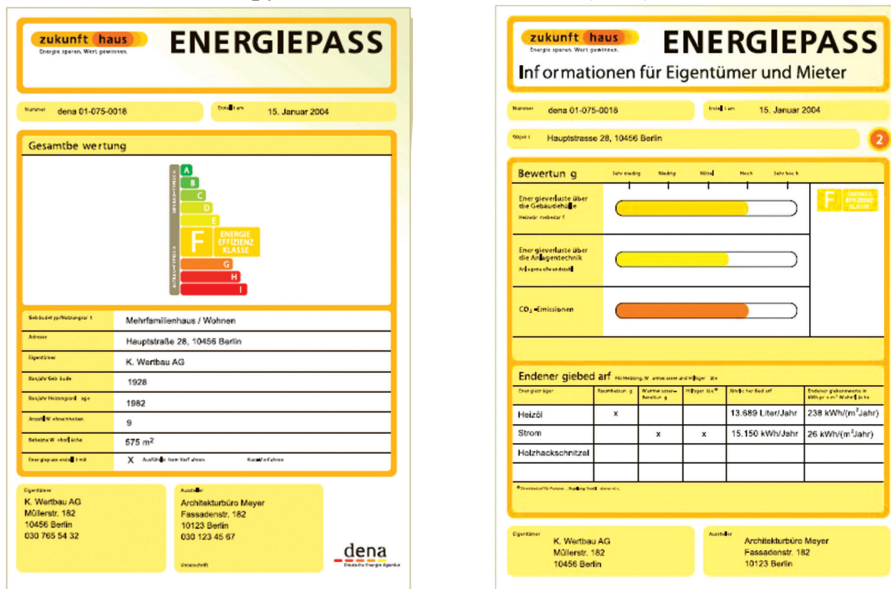


Рис. 5.2. Проект энергопаспорта (Німеччина)

У Люксембурзі енергетичні паспорти видаються як для житлових, так і для нежитлових будівель. Енергетичний паспорт складеться з п'яти сторінок та характеризує будівлю за трьома показниками: загальна енергетична ефективність, вплив на довкілля та теплова ізоляція. Відповідно до цих показників всі будівлі Люксембургу поділяються на класи від «А» з низьким витрачанням енергії до «І» – високими витратами енергії.

Застосування Директиви у Польщі виконується Міністерством інфраструктури під керівництвом Міністерства економіки. У 2007 році, після прийняття Польським парламентом змін у Законі про будівництво, почалася реалізація директиви з енергоспоживання будівель. Зміни визначають правила щодо створення системи енергетичної сертифікації будівель, оцінки енерговитрат та інспекції енергоефективності будівельних об'єктів. Постанова про методологію розрахунків енергетичної ефективності та форма сертифікату визначають вимоги до енергоефективності (різні для нових і вже існуючих будівель) та методологію оцінювання енергоспоживання будівель або окремих квартир, що в свою чергу, суттєво впливає на енергетичний сертифікат будівлі.

На підставі постанови виділяють 4 види сертифікатів:

- енергетичний сертифікат житлових будівель;
- енергетичний сертифікат інших будівель (нежитлових будівель);
- енергетичний сертифікат квартир;
- енергетичний сертифікат будівельних конструкцій, які складають окремі технічні або функціональні області.

Усі види сертифікатів представлені на чотирьох сторінках, схожі за формою і змістом. На першій сторінці розміщена основна інформація про будівельний об'єкт, дані по споживанню невідновлюваної первинної енергії і корисної енергії, а також інформація про фахівця, який видав сертифікат. Наступна сторінка включає в себе інформацію про технічні характеристики будівлі і підрахунки енергетичної ефективності. Крім того, сертифікат містить рекомендації можливих заходів з підвищення енергетичної ефективності будівлі або квартири і додаткову інформацію. Сертифікат дійсний протягом 10 років [56].

У Російській Федерації с 1 липня 2013 р. введена актуалізована редакція «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий». Згідно з Додатком Д, даного документа енергетичний паспорт будівлі слід розробляти в ході проектування нових або реконструйованих будівель. Енергетичний паспорт проекту будівлі (за формою СНиП 23-02-2003) розробляє проектна організація в складі розділу «Енергоефективність» проектної документації. Перевірку відповідності енергетичного паспорта проекту будівлі, вимогам норм СП 50.13330.2012 повинні

виконувати органи проектної та будівельної експертизи. Клас енергетичної ефективності в обов'язковому порядку встановлюється для багатоквартирних нових будинків, реконструйованих або які вводяться в експлуатацію. Для інших будівель клас енергетичної ефективності встановлюється за рішенням забудовника або власника. Клас енергетичної ефективності включається в енергетичний паспорт будинку (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Класи енергетичної ефективності будівель РФ

Позначення класу	Найменування класу енергетичної ефективності	Величина відхилення розрахункового (фактичного) значень питомої витрати теплової енергії на опалення будівлі $q_{des}^h$ від нормативного, %	Рекомендовані заходи органами адміністрації суб'єктів РФ
<b>Для нових та реконструйованих будівель</b>			
A	<i>Дуже високий</i>	Менше мінус 51	Економічне стимулювання
B	Високий	Від мінус 10 до мінус 50	
C	<b>Нормальний</b>	Від плюс 5 до мінус 9	-
<b>Для існуючих будівель</b>			
D	Низький	Від плюс 6 до плюс 75	Бажана реконструкція будівлі
E	<i>Дуже низький</i>	Більш ніж 76	Необхідно утеплення будівлі в найближчій перспективі

В Україні енергетична паспортизація житлових і громадських будівель діє з 01.04.2007 після запровадження нормативних вимог ДБН Ст. 2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Складання енергетичного паспорта об'єктів до 2009 року було факультативним. З 01.01.2009 року енергетичний паспорт є обов'язковою частиною проектної документації для житлових і громадських будівель

при умовах нового будівництва та реконструкції. З 01.07.2008 року введено в дію ДСТУ-Н Б А. 2.2-5:2008 «Постанову про розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції», де розкриті методичні пункти, необхідні для розрахунку параметрів енергетичного паспорта».

Енергетичний паспорт будинку підтверджує відповідності показників енергетичної ефективності конструкцій будинків та споруд вимогам ДБН В.2.6-31 та розробляється у складі проектної документації (під час нового будівництва) або на стадії експлуатації (на підставі результатів енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями та установами) [7]. Енергетичний паспорт заповнюється під час розроблення проектів у разі нового будівництва, реконструкції чи капітального ремонту, під час приймання будинку в експлуатацію, а також у процесі експлуатації раніше зведених будинків [2].

Енергетичний паспорт повинен бути включений як окремий документ до складу розділу «Енергоефективність» проектної документації, що стосується реалізації вимог з енергозбереження та оцінки енергетичної ефективності будинку.

Енергетичний паспорт будинку заповнюють проектні організації [2]:

- під час розроблення проекту і прив'язування його до умов конкретного будівельного майданчику;

- під час здавання будівельного об'єкту в експлуатацію з урахуванням відступів від початкових технічних рішень, узгоджених під час будівництва будинку. При цьому враховуються: дані технічної документації (виконавчі креслення, акти на приховані роботи, паспорти, довідки, надані приймальними комісіями тощо); підсумки поточних і цільових перевірок дотримання теплотехнічних характеристик об'єкта, відповідності інженерних систем шляхом технічного і авторського наглядів, контролю Державною архітектурно-будівельною інспекцією, робочими комісіями тощо;

- при відхиленнях від проекту, відсутності необхідної технічної документації, наявності браку, тощо, замовник і Державна архітектурно-будівельна інспекція можуть вимагати проведення експертизи, включаючи натурні визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку за ГОСТ 26254 акредитованими лабораторіями;

- на стадії експлуатації – вибірково після річної експлуатації будинку на підставі результатів енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями та установами.

Енергетична паспортизація будівель передбачає присвоєння будинку відповідного **класу енергетичної ефективності**. Необхідний клас енергетичної ефективності будинку задається у завданні на проектування.

Відповідно до класифікації ДБН В.2.6-31 встановлено 6 класів енергетичної ефективності будинку. Наявність 6-ти класів на шкалі маркування надає можливість уніфікації відповідних економічно обґрунтованих заходів із заощадженням енергії в будинках, різних за періодом будівництва, конструктивними та інженерними рішеннями, нормами проектування, умовами експлуатації, а також оцінки інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) та експлуатації будинків [7].

Клас енергетичної ефективності будинку позначається латинськими літерами «A», «B», «C», «D», «E», «F». Літера «A» відповідає будинкам з найкращими показниками енергетичної ефективності, а «F» – будинкам, що мають найгірші показники (табл. 5.2).

Необхідний клас енергетичної ефективності будинку задається у завданні на проектування, але у всіх випадках не нижче ніж «C».

Визначення фактичних значень показників енергетичної ефективності існуючих будинків та присвоєння їм класу енергетичної ефективності здійснюється за результатами енергетичних обстежень (енергоаудиту), які проводяться незалежними організаціями та установами, акредитованими у встановленому порядку. У випадку отримання результатів, які відповідають класам «D», «E», «F», необхідно розробити заходи щодо підвищення енергоефективності будинку з доведенням до класу, не нижче «C», для чого здійснюється відповідний запис до розділу «Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку» енергетичного паспорта.

Висновки можуть містити кілька варіантів технічних рекомендацій щодо рентабельності запропонованих заходів із підвищення рівня енергозбереження, тож замовник матиме змогу визначити найбільш ефективні із них. Розроблення заходів здійснюється проектною або спеціалізованою організацією за договором із замовником (споживачем, інвестором тощо) з обов'язковим визначенням термінів їх реалізації.

Таблиця 5.2.

## Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця у % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до плюс 5
D	Від плюс 6 до плюс 25
E	Від плюс 26 до плюс 75
F	Плюс 76 та більше

## 5.2. Форма та склад показників енергетичного паспорту будівлі

Дані, включені до енергетичного паспорту будинку, повинні бути внесені у форму енергетичного паспорту (табл 5.3) та викладені в наступній послідовності:

- відомості про тип, функціональне призначення та конструктивне рішення будинку, поверховість;
- розрахункові кліматичні параметри, включаючи дані про опалювальний період;
- дані про об'ємно-планувальні рішення з наведенням геометричних характеристик та орієнтації будинку у просторі, площі огорожувальних конструкцій;
- проектні теплотехнічні показники теплоізоляційної оболонки будинку, що включають приведений опір теплопередачі як окремих компонентів огорожувальних конструкцій, так і будинку в цілому;
- проектні енергетичні показники, що включають розрахункові питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період, віднесені до 1 м<sup>2</sup> опалюваної площі (або на 1 м<sup>3</sup> опалюваного об'єму);
- клас енергетичної ефективності будинку;
- рекомендації з підвищення енергетичної ефективності будинку.

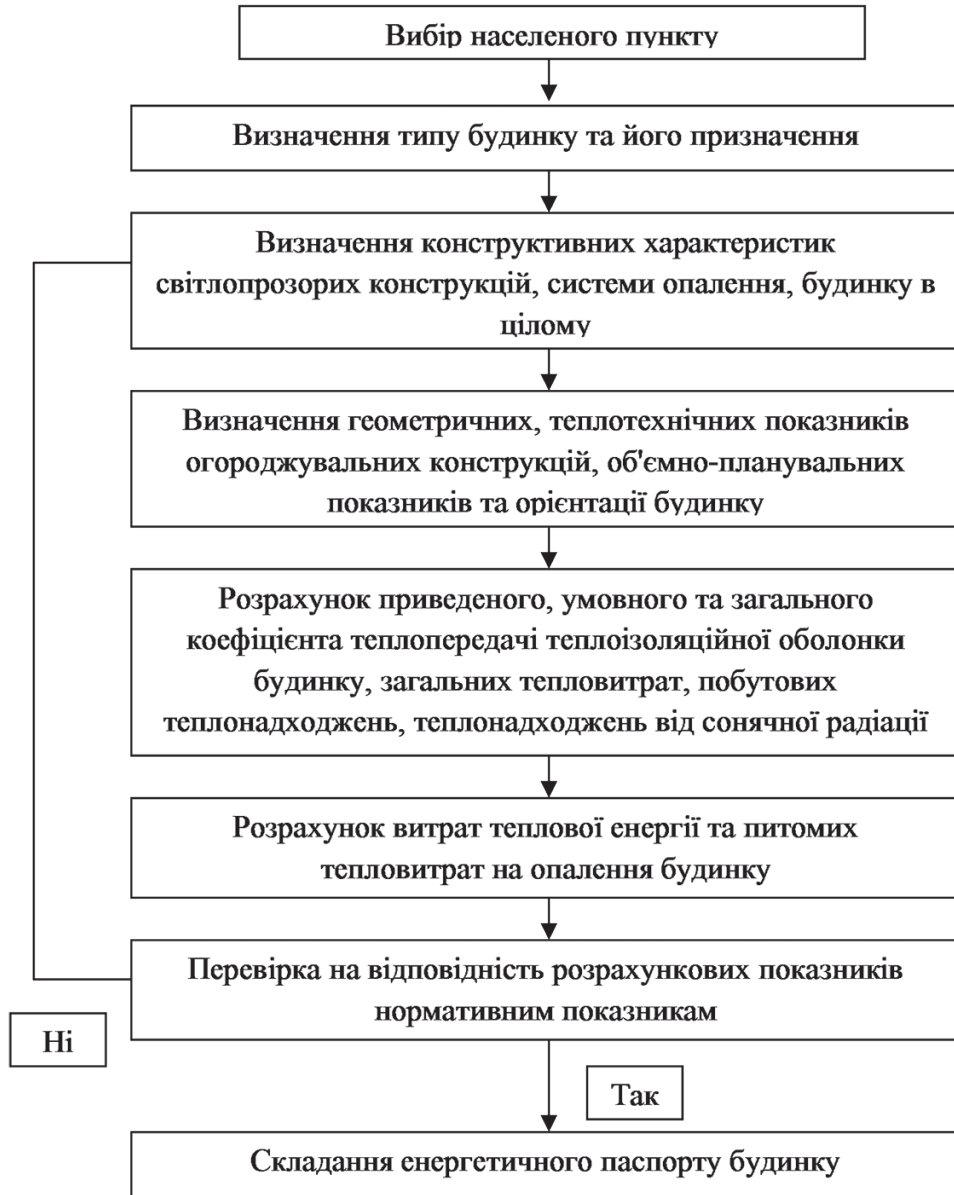


Рис. 5.3. Алгоритм визначення розрахункових параметрів та складання енергетичного паспорту [7]



Енергетичну ефективність будинку визначають такі показники [7]:

- питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період  $q_{\text{буд}}$ , кВт·год/м<sup>2</sup> [кВт·год/м<sup>3</sup>];
- загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку  $K_{\text{буд}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку  $k_{\text{нр}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку  $k_{\text{інф}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції;
- середня кратність повітрообміну за опалювальний період  $n_{\text{об}}$ , год<sup>-1</sup>;
- коефіцієнт скління фасадів будинку  $m_{\text{ск}}$ ;
- показник компактності будинку  $\Lambda_{\text{к буд}}$ , м<sup>-1</sup>.

Таблиця 5.3

### Форма енергетичного паспорту будівель

#### Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	
Адреса будинку	
Розробник проекту	
Адреса і телефон розробника	
Шифр проекту будинку	
Рік будівництва	

#### Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{\text{в}}$	°С	
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{\text{з}}$	°С	
Розрахункова температура теплого горища	$t_{\text{вг}}$	°С	
Розрахункова температура техпідпілля	$t_{\text{ц}}$	°С	
Тривалість опалювального періоду	$z_{\text{оп}}$	доба	

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°C	
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	$D_d$	°C доба	

### Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку

Призначення	
Розміщення в забудові	
Типовий проект, індивідуальний	
Конструктивне рішення	

### Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність	Нормативне значення	Розрахункове (проектне) значення	Фактичне значення
<b>Геометричні показники</b>				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_s, \text{м}^2$			
У тому числі:				
– стін	$F_{ст}, \text{м}^2$			
– вікон і балконних дверей	$F_{св}, \text{м}^2$			
– вітражів	$F_{свв}, \text{м}^2$			
– ліхтарів	$F_{сл}, \text{м}^2$			
– вхідних дверей та воріт	$F_{д}, \text{м}^2$			
– покриттів (суміщених)	$F_{пк}, \text{м}^2$			
– горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{пкх}, \text{м}^2$			
– перекриттів теплих горищ	$F_{пкт}, \text{м}^2$			
– перекриттів над техпідпіллями	$F_{ц1}, \text{м}^2$			

– перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{u2}, \text{м}^2$			
– перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{u3}, \text{м}^2$			
– підлоги по ґрунту	$F_u, \text{м}^2$			
Площа опалюваних приміщень	$F_h, \text{м}^2$			
Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{\#к}, \text{м}^2$			
Площа квартир житлового будинку	$F_{\#жк}, \text{м}^2$			
Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\#р}, \text{м}^2$			
Опалюваний об'єм	$V_h, \text{м}^3$			
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{ск}$			
Показник компактності будинку	$\Lambda_{к буд}, \text{м}^{-1}$			
<b>Теплотехнічні показники</b>				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень:	$R_{Snp}, \text{м}^2 \text{ Ч} / \text{Вт}$			
– стін	$R_{Snp ст}$			
– вікон і балконних дверей	$R_{Snp cn в}$			
– вітражів	$R_{Snp cn вт}$			
– ліхтарів	$R_{Snp cn л}$			
– вхідних дверей, воріт	$R_{Snp д}$			
– покриттів (суміщених)	$R_{Snp нк}$			

– орищних пере- криттів (холодних орищ)	$R_{S_{np\ xz}}$			
–перекриттів теплих орищ (включаючи покриття)	$R_{S_{np\ mz}}$			
– перекриттів над техпідпіллями	$R_{S_{np\ u1}}$			
– перекриттів над не- опалюваними підва- лами або підпіллями	$R_{S_{np\ u2}}$			
– перекриттів над проїздами й під ерке- рами	$R_{S_{np\ u3}}$			
– підлоги по ґрунту	$R_{S_{np\ u}}$			
<b>Енергетичні показники</b>				
Розрахункові питомі те- пловитрати	$Q_{буд} \text{ ?}$ кВт Ч год/м <sup>2</sup>			
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{max} \text{ ?}$ кВт год/ м <sup>2</sup>			
Клас енергетичної ефек- тивності				
Термін ефективної експлуатації теплоізо- ляційної оболонки та її елементів				
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам				
Необхідність доопрацю- вання проекту будинку				

### 5.3. Приклади розрахунку енергетичного паспорту громадського та житлового будинків, що проектується

#### *Розрахунок параметрів енергетичного паспорта громадського будинку, що проектується*

*Загальна інформація:*

Об'єкт – адміністративна будівля що проектується у м. Ізмаїл.

Будинок односекційний, має 2 поверхи.

План типового поверху наведено на рис. 5.4.

*Розрахункові параметри*

Згідно з ДБН В.2.6-31 для житлових будинків розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_e = 20$  °С, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Ізмаїл –  $t_z = -18$  °С.

Кількість градусо-днів опалювального періоду для II температурної зони –  $D_d = 2750$  °С · днів.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 тривалість опалювального періоду для м. Ізмаїл складає  $z_{on} = 151$  днів, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{onz} = 2,0$ °С.

*Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку*

Окремо розташований житловий будинок, збудований за індивідуальним проектом. Будівля запроектована з монолітними самонесучими зовнішніми і внутрішніми стінами і колонами на цокольному поверсі і цегляними зовнішніми і внутрішніми стінами і монолітними колонами на першому поверсі. Просторова стійкість будівлі забезпечується роботою діафрагм жорсткості і дисків перекриття.

У проекті передбачено застосування індустріальних виробів за діючими серіями типових конструкцій і деталей будівель. Стіни зовнішні цокольного поверху монолітні, виконані з бетону класу В7,5. Товщина зовнішніх стін 550 мм. Стіни зовнішні першого поверху виконані з цегли на цементно-піщаному розчині марки 50. Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами.

## Геометричні показники

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, опалювана площа, площа житлових приміщень та кухонь, опалюваний об'єм, а також форма, тип та орієнт

### План поверху 0.000 = 186,10

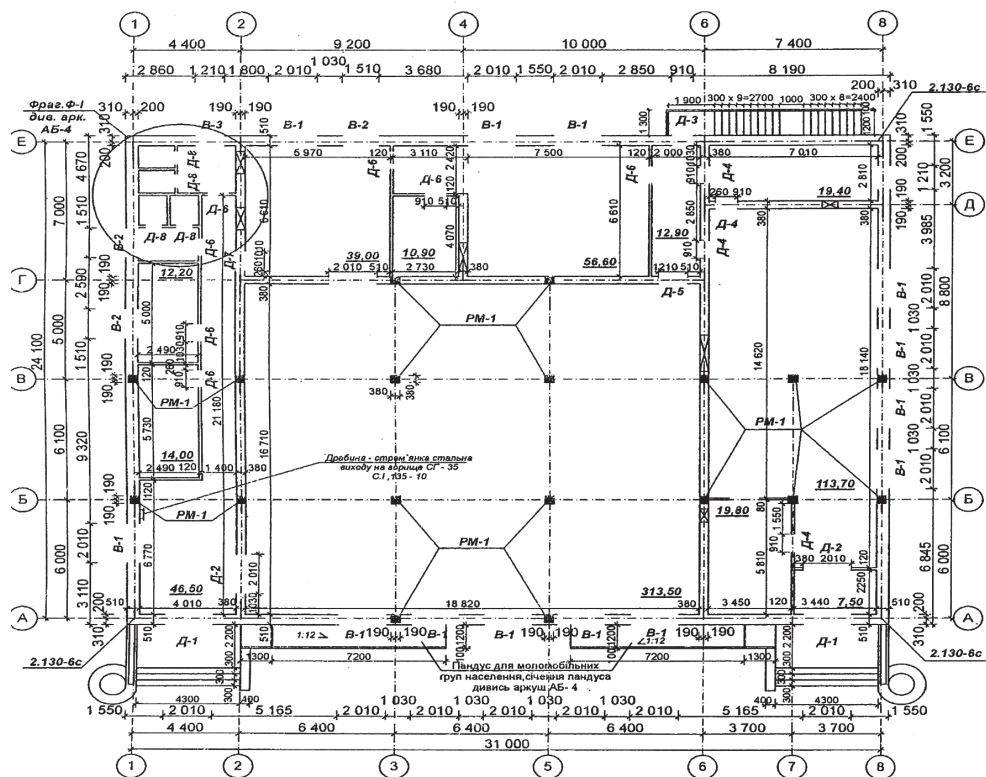


Рис. 5.4. План типового поверху

Основні об'ємно-планувальні показники:

Опалювана площа будівлі –  $F_h = 1080,2 \text{ м}^2$ , визначається як площа поверхів, яка вимірюється у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. В опалювану площу будинку не включаються площа теплої горища, неопалюваного технічного поверху, підвалу, сходових кліток та ліфтових шахт.

Корисна площа будівлі –  $F_{\#K} = 1080,2 \text{ м}^2$ , визначається як сума площ усіх розташованих на ній приміщень, а також холів, вестибюлів, фойє тощо за винятком сходових кліток, ліфтових шахт, внутрішніх відкритих сходів і пандусів.

Розрахункова площа будівлі –  $F_{\#p} = 917,3 \text{ м}^2$ , визначається як сума площ усіх розташованих на ній приміщень, за винятком коридорів, переходів, сходових кліток, ліфтових шахт, внутрішніх відкритих сходів, а також приміщень, призначених для розміщення інженерного обладнання та інженерних мереж.

Опалюваний об'єм будівлі –  $V_h = 3907,9 \text{ м}^3$ , визначається як об'єм, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій –  $F_s = 309,5 \text{ м}^2$ .

Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій  $F_{nn} = 135 \text{ м}^2$

Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій –  $F_{cn\epsilon} = 2838,9 \text{ м}^2$ .

Загальна площа перекриття холодного горища –  $F_{нк хг} = 747,1 \text{ м}^2$ .

Загальна площа перекриття над неопалюваним підвалом –  $F_{ц2} = 466,3 \text{ м}^2$ .

Загальна площа входних дверей  $F_{д}$ , = 16  $\text{м}^2$ .

### Теплотехнічні показники

Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій визначаються за даними проекту відповідно до ДБН В.2.6-31.

Приведений опір теплопередачі визначається на основі вимог ДБН В.2.6-31. В якості розрахункових значень було прийнято мінімально допустимі значення опору теплопередачі для кожного окремого виду огорожувальної конструкції.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій –  $R_{\Sigma np, nn} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі перекриття холодного горища –

$$R_{\Sigma np, хг} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій –  $R_{\Sigma np, cn\epsilon} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі входних дверей у будинок –

$$R_{\Sigma np, д} = 0,39 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку  $k_{\Sigma np}$ , Вт/( $\text{м}^2\text{К}$ ), визначається за формулою

$$k_{\Sigma np} = \xi \cdot \frac{\left( \frac{F_{nn}}{R_{\Sigma np, nn}} + \frac{F_{cn\epsilon}}{R_{\Sigma np, cn\epsilon}} + \frac{F_{д}}{R_{\Sigma np, д}} + \frac{F_{нк}}{R_{\Sigma np, нк}} + \frac{F_{ц}}{R_{\Sigma np, ц}} \right)}{F_{\Sigma}}$$

де  $\xi$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надхо-

дженням холодного повітря через входи в будинок; для громадських будинків  $\xi = 1,11$ ;

$$k_{\Sigma} = 1,1 \cdot \frac{\left(\frac{135}{2,8} + \frac{174}{0,6} + \frac{16}{0,39} + \frac{747,1}{4,5} + \frac{747,1}{3,3}\right)}{309,5} = 2,72 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Умовний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції  $k_{\text{инф}}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°C), визначається за формулою:

$$k_{\text{инф}} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{\text{об}} \cdot \nu_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}$$

де  $\chi_2 = 0,278$  – розмірний коефіцієнт;

$c$  – питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кгК);

$n_{\text{об}}$  – середня кратність повітрообміну будинку за опалувальний період, год<sup>-1</sup>, що визначається експериментально або приймається за нормами проектування будинків. Експериментальне значення кратності повітрообміну становить  $n_{\text{об}} = 1,7 \text{ год}^{-1}$ ;

$\nu_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається  $\nu_v = 0,85$ ;

$\gamma_3$  – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації, кг/м<sup>3</sup>, визначається за формулою:

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_g + t_{\text{он.с}})]} = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (20 + 2,0)]} = 1,25 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$n_{\text{об}} = \frac{\left[ \left( \frac{L_v \cdot n_v}{168} \right) + \left( \frac{P_{\text{инф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{инф}}}{168 \cdot \gamma_3} \right) \right]}{\nu_v \cdot V_h}$$

де  $L_v$  – кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м<sup>3</sup>/год, і дорівнює для: будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління –  $4F_{\text{ед}}$ ; будинків підприємств роздрібної торгівлі, закладів охорони здоров'я, будинків підприємств побутового обслуговування, музеїв та виставок –  $5F_{\text{ед}}$ ; дитячих дошкільних закладів, шкіл, професійно-технічних та вищих навчальних закладів –  $7F_{\text{ед}}$ ; фізкультурно-оздоровчих та спортивних будинків та споруд, будинків дозвілля, будинків підприємств громадського харчування, вокзалів усіх видів транспорту –  $10F_{\text{ед}}$ , де  $F_{\text{ед}}$  – розрахункова площа громадських будинків, м<sup>2</sup>, що визначається згідно з ДБН В.2.2-9;

$n_v$  – кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;



168 – кількість годин у тижні;

$P_{инф}$  – кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається  $P_{инф} = 0,5 \cdot v_v \cdot V_h$ ;

$n_{инф}$  – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня, год; для будинків із збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 168; для будинків, у приміщеннях яких підтримується нагнітання повітря під час дії припливної механічної вентиляції –  $(168 - n_v)$ ;

$$n_{об} = \frac{\left[ \frac{(4 \cdot 917,3 \cdot 30)}{168} + \left( \frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 3907,9 \cdot 0,7 \cdot 168}{168 \cdot 1,25} \right) \right]}{0,85 \cdot 3907,9} = 0,48$$

$\eta$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить  $\eta = 0,48$ .

$$k_{инф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_s \cdot \eta}{F_{\Sigma}} =$$
$$= \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,48 \cdot 0,85 \cdot 3907,9 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{309,5} = 1,25 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Загальний коефіцієнт теплопередачі будинку,  $K_{об}, \text{Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , визначається за формулою:

$$K_{об} = k_{\Sigma} + k_{инф} = 2,72 + 1,25 = 3,97 \text{ Bm} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Об'ємно-планувальні характеристики

Коефіцієнт скління фасадів будинку визначається за формулою

$$m_{ск} = \frac{F_{ск.с}}{(F_{ст} + F_{д} + F_{ск.с})} = \frac{174}{(135 + 16 + 174)} = 0,535$$

Показник компактності будинку,  $\Lambda_{к.об}, \text{m}^{-1}$ , визначається за формулою:

$$\Lambda_{к.об} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} = \frac{309,5}{3907,9} = 0,079 \text{ m}^{-1}$$

Енергетичні показники

Розрахункові витрати теплової енергії на опалення будинку під час опалювального періоду  $Q_{пik}$ , кВт\*год, визначаються за формулою:

$$Q_{pik} = [Q_k - (Q_{en,n} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_n,$$

де  $Q_k$  – загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку, кВт год;

$Q_{en,n}$  – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт год;

$Q_s$  – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт год;

$\nu$  – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму; для будинку, що розглядається,  $\nu = 0,8$ ;

$\zeta$  – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення; в будинку використовується однокотельна система опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням на ГТП –  $\zeta = 0,9$ ;

$\beta_n$  – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системи опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів додатковими тепловтратами через зарадіаторні ділянки огорожень, тепловтратами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення; для будинку баштового типу  $\beta_n = 1,11$ .

Загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку за опалювальний період визначаються за формулою:

$$Q_k = \chi_1 \cdot K_{\text{об}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 3,97 \cdot 2750 \cdot 309,5 = 0,08 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду визначаються за формулою:  $Q_{en,n} = \chi_1 \cdot q_{en,n} \cdot z_{on} \cdot F_{bc}$

$q_{en,n}$  – величина побутових теплонадходжень на 1 м<sup>2</sup> розрахункової площі громадського будинку, Вт/м<sup>2</sup>; враховується за розрахунковою кількістю людей (90 Вт/чол), що знаходяться в будинку, освітленням (за встановленою потужністю) та офісної техніки з урахуванням кількості робочих годин на тиждень – 40 год. Загальна кількість годин на тиждень – 168;

Тепловиділення протягом тижня:

- від людей, що знаходяться в будівлі

$$Q_1 = \frac{90 \cdot 40 \cdot 40}{168} = 0,86 \text{ кВт}$$

- від штучного освітлення, приймається з розрахунку 35 Вт/м<sup>2</sup> (із коефіцієнтом використання 0,8)

$$Q_2 = 35 \cdot 917,3 \cdot \frac{40}{168} \cdot 0,8 = 6,11 \text{ кВт}$$

- від офісної техніки (комп'ютерів), приймається з розрахунку 300 Вт від одного комп'ютера, розрахункова кількість комп'ютерів 650, коефіцієнт використання часу протягом тижня 0,95, тоді

$$Q_3 = \frac{300 \cdot 30 \cdot 40 \cdot 0,95}{168} = 2,035 \text{ кВт}$$

$$q_{\text{ен.н}} = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)}{F_{\text{лр}}} = \frac{(0,86 + 6,11 + 2,035) \cdot 10^3}{917,3} = 9,82 \text{ Вт / м}^2$$

$$\text{Отже, } Q_{\text{ен.н}} = \chi_1 \cdot q_{\text{ен.н}} \cdot Z_{\text{он}} \cdot F_{\text{лж}} = 0,024 \cdot 9,82 \cdot 187 \cdot 1080,2 = 0,48 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу, визначаються за формулою:

$$Q_s = \xi_g \varepsilon_g (F_{\text{Пн}} I_{\text{Пн}} + F_C I_C + F_{\text{Пд}} I_{\text{Пд}} + F_3 I_3) + \xi_{\text{зл}} \varepsilon_{\text{зл}} F_{\text{сн.л}} I_z,$$

де  $\xi_g, \xi_{\text{зл}}$  – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і Zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймаються згідно з таблицею 1;

$\varepsilon_g, \varepsilon_{\text{зл}}$  – коефіцієнти відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень вікон і Zenітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно з таблицею 1;

$F_{\text{Пн}}, F_C, F_{\text{Пд}}, F_3$  – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, за проектом.

$$F_{\text{Пн}} = 36,03 \text{ м}^2, F_C = 28,0, F_{\text{Пд}} = 28,6 \text{ м}^2, F_3 = 17,2$$

$$I_{\text{Пн}} = 120; I_C = 175; I_{\text{Пд}} = 300; I_3 = 183;$$

де  $I_{\text{Пн}}$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтована за чотирма фасадами будинку, кВт год/м<sup>2</sup>, приймаються згідно з Таблиця 2;

$I_r$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на горизонтальну поверхню за умов хмарності, кВт год/м<sup>2</sup>, приймається згідно з табл. 2;

Визначається відповідно до табл. 2 ДСТУ-Н Б А.2.2-5-2007. Враховуючи відсутність світлових прорізів на горищі,  $F_{\text{сн.л}} = 0 \text{ м}^2$

$$Q_s = \xi_g \varepsilon_g (F_{\text{Пн}} I_{\text{Пн}} + F_C I_C + F_{\text{Пд}} I_{\text{Пд}} + F_3 I_3) = 0,8 \cdot 0,48 (36,03 \cdot 120 + 28 \cdot 300) = 0,488 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Враховуючи значення складових тепловтрат і теплонадходжень у будинок, визначається  $Q_{прк}$

$$Q_{прк} = [Q_k - (Q_{вн.л} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h = [0,08 \cdot 10^6 - (0,48 \cdot 10^5 + 0,488 \cdot 10^4) \cdot 0,8 \cdot 1] \cdot 1,11 = 0,043 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період  $q_{б\ddot{y}д}$ , кВт · год/м<sup>2</sup>, визначається за формулою:

$$q_{б\ddot{y}д} = \frac{Q_{прк}}{V} = \frac{0,043 \cdot 10^6}{3907,9} = 11,09 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{м}^2$$

Визначення класу енергетичної ефективності будинку

Клас енергетичної ефективності будинку визначається згідно з додатком Ф ДБН В.2.6-31 на підставі аналізу виразу:

$$\left[ \frac{(q_{б\ddot{y}д} - E_{\max})}{E_{\max}} \right] \cdot 100\%,$$

де  $E_{\max}$  – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт · год/м<sup>2</sup>, що встановлюється згідно з ДБН В.2.6-31 залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації будинку; для даного будинку  $E_{\max} = 12,7$  кВт · час/м.

$$\text{Тоді } \left[ \frac{(q_{б\ddot{y}д} - E_{\max})}{E_{\max}} \right] \cdot 100\% = \left[ \frac{(11,09 - 12,7)}{12,7} \right] \cdot 100\% = -12\%$$

Згідно з ДБН В.2.6-31 даний будинок відноситься до класу енергетичної ефективності «В»

Енергетичний паспорт цього будинку наведений у табл. 5.4.

Таблиця 5.4.

Енергетичний паспорт громадського будинку (приклад)

### Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	
Адреса будинку	
Розробник проекту	
Адреса і телефон розробника	
Шифр проекту будинку	
Рік будівництва	

### Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-18
Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	°C	—
Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	—
Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	78
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	-1,1
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	$D_d$	°C доба	2750

### Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку

Призначення	Адміністративна будівля
Розміщення в забудові	Окремо розташована будівля
Типовий проект, індивідуальний	Індивідуальний проект 2-поверхового одно-секційного житлового будинку
Конструктивне рішення	Монолітний залізобетонний каркас

### Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність	Нормативне значення	Розрахункове (проектне) значення	Фактичне значення
<b>Геометричні показники</b>				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_s, \text{м}^2$	—	309,5	

У тому числі:				
– стін	$F_{ст}, M^2$	—	135	
– вікон і балконних дверей	$F_{ств}, M^2$	—	174	
– вітражів	$F_{ствт}, M^2$	—	—	
– ліхтарів	$F_{ствл}, M^2$	—	—	
– вхідних дверей та воріт	$F_{д}, M^2$	—	16	
– покриттів (суміщених)	$F_{пк}, M^2$	—	—	
– горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{пкх}, M^2$	—	747,1	
– перекриттів теплих горищ	$F_{пкм}, M^2$	—	—	
– перекриттів над техпідпіллями	$F_{п1}, M^2$	—	—	
– перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{п2}, M^2$	—	—	
– перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{п3}, M^2$	—	—	
– підлоги по ґрунту	$F_{п}, M^2$	—	—	
Площа опалюваних приміщень	$F_{п}, M^2$	—	1080,2	
Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{пк}, M^2$	—	1080,2	
Площа квартир житлового будинку	$F_{пж}, M^2$	—	—	

Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\#p}, \text{M}^2$	—	917,3	
Опалюваний об'єм	$V_h, \text{M}^3$	—	3907,9	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{ск}$	—	0,145	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{к\ б\ у\ о}, \text{M}^{-1}$	—	0,26	
<b>Теплотехнічні показники</b>				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень:	$R_{Snp}, \text{M}^2 \text{ Ч К/Вт}$			
– стін	$R_{Snp\ ст\ н}$	2,8	2,8	—
– вікон і балконних дверей	$R_{Snp\ ст\ в}$	0,6	0,6	—
– вітражів	$R_{Snp\ ст\ в\ ит}$	—	—	—
– ліхтарів	$R_{Snp\ ст\ л}$	—	—	—
– входних дверей, воріт	$R_{Snp\ о}$	0,39	0,39	—
– покриттів (суміщених)	$R_{Snp\ н\ к}$	—	—	—
– горизонтальних перекриттів (холодних дахів)	$R_{Snp\ х\ з}$	4,5	4,5	—
– перекриттів теплих дахів (включаючи покриття)	$R_{Snp\ т\ з}$	—	—	—
– перекриттів над техпідпіллями	$R_{Snp\ ц\ 1}$	—	—	—

– перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{S_{np\ u2}}$	—	—	—
– перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{S_{np\ u3}}$	—	—	—
– підлоги по ґрунту	$R_{S_{np\ u4}}$	—	—	—
<b>Енергетичні показники</b>				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}, \text{ кВт Ч год/м}^2$		11,09	
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{\text{max}}, \text{ кВт Ч год/м}^2$		12,7	
Клас енергетичної ефективності			«В»	
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			—	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			Так	
Необхідність доопрацювання проекту будинку			Ні	



## Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку
Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 щодо теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує: <ul style="list-style-type: none"><li>– раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будинку;</li><li>– нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;</li><li>– довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинку.</li></ul>

Паспорт заповнений:	
Організація	
Адреса и телефон	
Відповідальний виконавець	

Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 щодо теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує:

- раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будинку;
- нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;
- довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинку.

### ***Розрахунок теплотехнічних та енергетичних параметрів енергетичного паспорта житлового будинку, що проектується***

Об'єкт – житловий будинок на ділянці № 4 житлового кварталу по вул. Саперно-Слобідській у Голосіївському районі м. Києва.

Будинок односекційний, має 22 поверхи. Загальна кількість квартир – 132. Загальна висота будинку 70,27 м, висота підвалу 3,84 м. У будинку передбачено одну сходову клітку та три підйомні ліфти.

План типового поверху наведено на рис. 5.5.

### Розрахункові параметри

Згідно з ДБН В.2.6-31 для житлових будинків розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_e = 20$  °С, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Києва  $t_3 = -22$  °С.

Розрахункова температура техпідпілля  $t_y = 5$  °С.

Кількість градусо-днів опалювального періоду для I температурної зони  $-D_d = 3750$  °С · днів.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 тривалість опалювального періоду для м. Києва складає  $z_{on} = 176$  днів, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{on3} = -0,1$  °С.

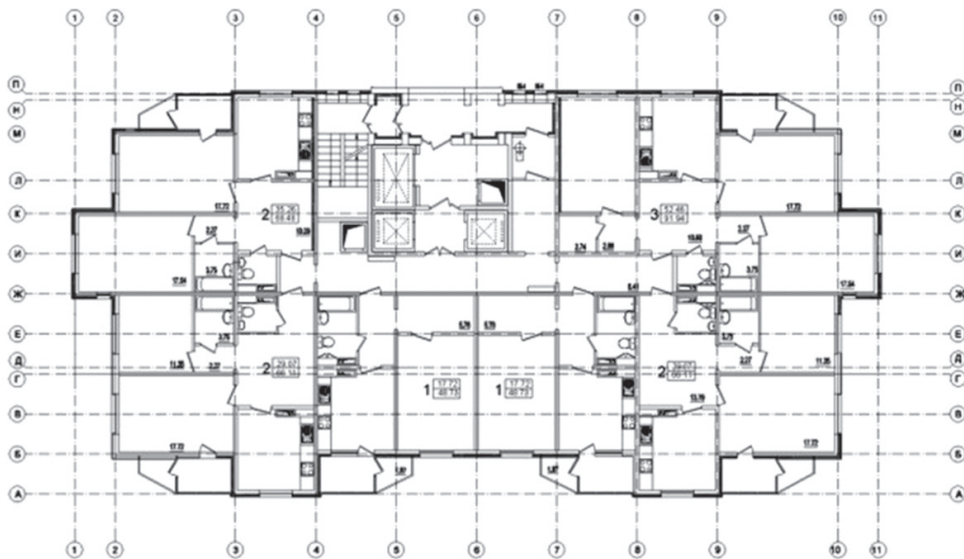


Рис. 5.5. План типового поверху

### Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку

Окремо розташований житловий будинок, збудований за індивідуальним проектом. Конструктивна схема будинку – монолітний залізобетонний каркас із монолітними перекриттями та монолітною фундаментною плитою. Зовнішні стіни будинку виконанні з цегли завтовшки 250 мм із зовнішнім утепленням мінераловатним утеплювачем завтовшки 120 мм, ззовні закритим штукатуркою.

Горище – холодне, перекриття холодного горища – залізобетонні плити завтовшки 160 мм із мінераловатним утеплювачем завтовшки 150 мм та цементно-піщаною стяжкою по теплоізоляційних плитах.

Техпідпілля з розводкою трубопроводів.

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами.

У будинку передбачено водяне опалення, гаряче водопостачання, підключення до системи централізованого теплопостачання. Система опалення двотрубна з поквартирним авторегулюванням.

### Геометричні показники

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, опалювана площа, площа житлових приміщень та кухонь, опалюваний об'єм, а також форма, тип та орієнтація будівлі, необхідні для розрахунку енергетичного паспорту, визначається на основі проектних даних.

Основні об'ємно-планувальні показники:

- Опалювана площа будівлі –  $F_h = 11282,5 \text{ м}^2$ , визначається як площа поверхів, яка вимірюється у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. В опалювану площу будівлі включається площа опалюваних сходових кліток та передліфтових приміщень. В опалювану площу будинку не включається площа підвалу (техпідпілля).
- Площа квартир житлового будинку –  $F_{\text{жк}} = 8180,5 \text{ м}^2$ , визначається як сума площ усіх приміщень квартир будинку за винятком лоджій, балконів та зовнішніх тамбурів.
- Опалюваний об'єм будівлі –  $V_h = 31508,9 \text{ м}^3$ , визначається як об'єм, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій.
- Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій –  $F_{\text{к}} = 8198 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій –  $F_{\text{ст. нп}} = 6107,7 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій –  $F_{\text{ст. п}} = 1036,2 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа вхідних дверей –  $F_d = 2,5 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа перекриття холодного горища –  $F_{\text{нк. хг}} = 525,8 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа перекриття над техпідпіллям –  $F_{\text{ц1}} = 525,8 \text{ м}^2$ .

## Теплотехнічні показники

Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій визначаються за даними проекту відповідно до Зміни №1 ДБН В.2.6-31.

В якості розрахункових значень було прийнято мінімально допустимі значення опору теплопередачі для кожного окремого виду огорожувальної конструкції.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій –  $R_{\Sigma np, np} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі перекриття холодного горища –  $R_{\Sigma np, хг} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі перекриття над техпідпіллям визначається на основі розрахунку огорожувальних конструкцій техпідпілля, який наведено в розділі 5.;  $R_{\Sigma np, п1} = 1,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій –  $R_{\Sigma np, ст6} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі входних дверей у будинок –  $R_{\Sigma np, д} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку  $k_{\Sigma np}$ , Вт/(м<sup>2</sup> · К), визначається за формулою:

$$k_{\Sigma np} = \xi \cdot \frac{\left( \frac{F_{np}}{R_{\Sigma np, np}} + \frac{F_{ст}}{R_{\Sigma np, ст6}} + \frac{F_{д}}{R_{\Sigma np, д}} + \frac{F_{ок}}{R_{\Sigma np, ок}} + \frac{F_{ч}}{R_{\Sigma np, ч}} \right)}{F_{\Sigma}},$$

де  $\xi$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок; для житлових будинків  $\xi = 1,13$ ;

$n$  – коефіцієнт, що визначається за формулою для прийнятої розрахункової температури повітря техпідпілля:

$$n = \frac{(t_g - t_y)}{(t_g - t_i)} = \frac{(20 - 5)}{(20 + 22)} = 0,375$$

$$k_{\Sigma np} = 1,13 \cdot \frac{\left( \frac{6107,7}{3,3} + \frac{1036,2}{0,75} + \frac{2,5}{0,44} + \frac{525,8}{4,95} + \frac{525,8 \cdot 0,375}{1,34} \right)}{8198} = 0,48 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Умовний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації й вентиляції  $k_{инф}$ , Вт/(м<sup>2</sup> · К), визначається за формулою:

$$k_{\text{инф}} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{\text{об}} \cdot \nu_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}},$$

де  $\chi_2 = 0,278$  – розмірний коефіцієнт;

$c$  – питома теплоємність повітря, приймається рівною  $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$\nu_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається  $\nu_v = 0,85$ ;

$\gamma_3$  – середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , визначається за формулою:

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_{\text{в}} + t_{\text{он.с}})]} = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (20 - 0,1)]} = 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$n_{\text{об}}$  – середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період,  $\text{год}^{-1}$ , визначається за формулою:

$$n_{\text{об}} = \frac{3 \cdot F_{\text{лж}}}{\nu_v \cdot V_h} = \frac{3 \cdot 8180,5}{0,85 \cdot 31508,9} = 0,916;$$

$\eta$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить  $\eta = 0,7$ .

$$k_{\text{инф}} = \frac{0,287 \cdot 1 \cdot 0,916 \cdot 0,85 \cdot 31508,9 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{8198} = 0,728 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Загальний коефіцієнт теплопередачі будинку  $K_{\text{бюд}}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , визначається за формулою:

$$K_{\text{бюд}} = k_{\text{стпр}} + k_{\text{инф}} = 0,48 + 0,728 = 1,208 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Об'ємно-планувальні характеристики

Коефіцієнт скління фасадів будинку  $m_{\text{ск}}$  визначається за формулою:

$$m_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ст.с}}}{(F_{\text{ст.с}} + F_{\text{д}} + F_{\text{ст.с}})} = \frac{1036,2}{(6107,7 + 2,5 + 1036,2)} = 0,145$$

Показник компактності будинку  $\Lambda_{\text{к.бюд}}$ ,  $\text{м}^{-1}$ , визначається за формулою:

$$\Lambda_{\text{к.бюд}} = \frac{F_{\Sigma}}{V_h} = \frac{8198}{31508,9} = 0,26 \text{ м}^{-1}$$

## Енергетичні показники

Розрахункові витрати теплової енергії на опалення будинку протягом опалювального періоду  $Q_{рік}$ , кВт · год, визначаються за формулою:

$$Q_{рік} = [Q_k - (Q_{вн.н} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_n,$$

де  $Q_k$  – загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку, кВт · год;  
 $Q_{вн.н}$  – побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт · год;  
 $Q_s$  – теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт · год;

$\nu$  – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій будинків акумулювати або віддавати тепло під час періодичного теплового режиму; для будинку, що розглядається,  $\nu = 0,8$ ;

$\zeta$  – коефіцієнт авторегулювання подачі тепла в системах опалення; в будинку використовується двотрубна система опалення з поквартирним регулюванням;  
 $\zeta = 0,95$ ;

$\beta_n$  – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системи опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів додатковими тепловтратами через радіаторні ділянки огорожень, тепловтратами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення: для будинку баштового типу  $\beta_n = 1,11$ .

**Загальні тепловтрати будинку** через огорожувальну оболонку за опалювальний період визначаються за формулою (3):

$$Q_k = \chi_1 \cdot K_{бод} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 1,208 \cdot 3750 \cdot 8198 = 0,891 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

**Побутові теплонадходження** протягом опалювального періоду визначаються за формулою:

$$Q_{вн.н} = \chi_1 \cdot q_{вн.н} \cdot z_{оп} \cdot F_{жж},$$

де  $q_{вн.н}$  – величина побутових теплонадходжень на 1 м<sup>2</sup> житлової площі будівлі; для житлових будинків  $q_{вн.н} = 10 \text{ Вт/м}^2$ .

$$\text{Тоді } Q_{вн.н} = 0,024 \cdot 10 \cdot 176 \cdot 8180,5 = 3,455 \cdot 10^5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

**Теплові надходження через вікна** від сонячної радіації протягом опалювального періоду для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу, визначаються за формулою:

$$Q_s = \zeta_{\epsilon} \epsilon_{\epsilon} (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{Пд} I_{Пд} + F_3 I_3) + \zeta_{\epsilon} \epsilon_{\epsilon} F_{\epsilon n.л} I_{\epsilon},$$

де  $\zeta_{\text{в}}$ ,  $\zeta_{\text{зл}}$  – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і Zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймаються згідно з табл. 1;

$\varepsilon_{\text{в}}$ ,  $\varepsilon_{\text{зл}}$  – коефіцієнти відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень вікон і Zenітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно табл. 1;

$F_{\text{Пн}}$ ,  $F_{\text{С}}$ ,  $F_{\text{Пд}}$ ,  $F_{\text{З}}$  – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, за проектом:

$$F_{\text{Пн}} = 256,1 \text{ м}^2; F_{\text{С}} = F_{\text{З}} = 220,1 \text{ м}^2; F_{\text{Пд}} = 339,9 \text{ м}^2;$$

$F_{\text{спл}}$  – площа світлових прорізів Zenітних ліхтарів будинку, м<sup>2</sup>;

$I_{\text{Пн}}$ ,  $I_{\text{С}}$ ,  $I_{\text{Пд}}$ ,  $I_{\text{З}}$  – середня величина сонячної радіації за опалувальний період, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтована за чотирма фасадами будинку, кВт · год/м<sup>2</sup>, приймається згідно з таблицею 2; для умов міста Києва:

$$I_{\text{Пн}} = 140 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2; I_{\text{С}} = 204 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2; I_{\text{З}} = 209 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2; I_{\text{Пд}} = 332 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2;$$

$I_{\text{г}}$  – середня величина сонячної радіації за опалувальний період, спрямована на горизонтальну поверхню за умов хмарності, кВт · год/м<sup>2</sup>, приймається згідно табл. 2.

Враховуючи, що на горищі відсутні світлові прорізи, то  $F_{\text{спл}} = 0 \text{ м}^2$ . Формула у даному випадку може бути представлена в виді:

$$Q_s = \zeta_{\text{в}} \varepsilon_{\text{в}} (F_{\text{Пн}} I_{\text{Пн}} + F_{\text{С}} I_{\text{С}} + F_{\text{Пд}} I_{\text{Пд}} + F_{\text{З}} I_{\text{З}}).$$

Для двокамерних склопакетів з 4i скла в одинарних плетіннях:

$$\zeta_{\text{в}} = 0,8, \varepsilon_{\text{в}} = 0,48.$$

$$\text{Отже } Q_s = 0,8 \cdot 0,48 \cdot (256,1 \cdot 140 + 220,1 \cdot 204 + 339,9 \cdot 332 + 220,1 \cdot 209) = 9,2 \cdot 10^4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Враховуючи значення складових тепловтрат і теплонадходжень у будинок, визначається  $Q_{\text{рік}}$  за формулою:

$$Q_{\text{рік}} = [Q_k - (Q_{\text{внп}} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot B_n,$$

$$Q_{\text{рік}} = [0,891 \cdot 10^6 - (3,455 \cdot 10^5 + 9,2 \cdot 10^4) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,11 = 6,199 \cdot 10^5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

**Розрахункове значення питомих тепловитрат** на опалення будинку за опалувальний період  $q_{\text{бюд}}$ , кВт · год/м<sup>2</sup>, визначається за формулою:

$$q_{\text{бюд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V} = \frac{6,199 \cdot 10^5}{112825} = 5,495 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^2$$

### **Визначення класу енергетичної ефективності будинку**

Клас енергетичної ефективності будинку визначається згідно з додатком Ф ДБН В.2.6-31 на підставі аналізу виразу:

$$\left[ \frac{(q_{\text{от}} - E_{\text{max}})}{E_{\text{max}}} \right] \cdot 100\%,$$

де  $E_{\text{max}}$  – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт · год/м<sup>2</sup>, що встановлюється згідно зі Зміною №1 ДБН В.2.6-31 залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації; для даного будинку  $E_{\text{max}} = 43$  кВт · год/м<sup>2</sup>.

$$\text{Тоді } \left[ \frac{(q_{\text{от}} - E_{\text{max}})}{E_{\text{max}}} \right] \cdot 100\% = \left[ \frac{(5,495 - 43)}{43} \right] \cdot 100\% = -87\%$$

Згідно з ДБН В.2.6-31 даний будинок відноситься до класу енергетичної ефективності «А».

Для даного будинку допускається зниження рівня теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій до оптимального відповідно до 3.3 ДБН В.2.6-31.

Енергетичний паспорт цього будинку наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Енергетичний паспорт житлового будинку (приклад)

#### **Загальна інформація**

Дата заповнення (рік, місяць, число)	
Адреса будинку	
Розробник проекту	
Адреса і телефон розробника	
Шифр проекту будинку	
Рік будівництва	



### Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	20
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-22
Розрахункова температура теплого горища	$t_{г2}$	°C	—
Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	5
Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	176
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	-0,1
Розрахункова кількість градусоднів опалювального періоду	$D_d$	°C доба	3750

### Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку

Призначення	Житловий
Розміщення в забудові	Окремо розташований
Типовий проект, індивідуальний	Індивідуальний проект 22-поверхового односекційного житлового будинку на 132 квартири
Конструктивне рішення	Монолітний залізобетонний каркас

### Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність	Нормативне значення	Розрахункове (проектне) значення	Фактичне значення
<b>Геометричні показники</b>				
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_s, \text{м}^2$	—	8198	
У тому числі:				
– стін	$F_{ст}, \text{м}^2$	—	6107,7	
– вікон і балконних дверей	$F_{сн в}, \text{м}^2$	—	1036,2	
– вітражів	$F_{сн вт}, \text{м}^2$	—	—	
– ліхтарів	$F_{сн л}, \text{м}^2$	—	—	
– вхідних дверей та воріт	$F_o, \text{м}^2$	—	2,5	
– покриттів (суміщених)	$F_{нк}, \text{м}^2$	—	—	
– горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{нк хз}, \text{м}^2$	—	525,8	
– перекриттів теплих горищ	$F_{нк тз}, \text{м}^2$	—	—	
– перекриттів над техпідпіллями	$F_{ц1}, \text{м}^2$	—	525,8	
– перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{ц2}, \text{м}^2$	—	—	
– перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{ц3}, \text{м}^2$	—	—	
– підлоги по ґрунту	$F_u, \text{м}^2$	—	—	

Площа опалюваних приміщень	$F_h, \text{м}^2$	—	11282,5	
Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{\#к}, \text{м}^2$	—	—	
Площа квартир житлового будинку	$F_{\#жк}, \text{м}^2$	—	8180,5	
Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\#р}, \text{м}^2$	—	—	
Опалюваний об'єм	$V_h, \text{м}^3$	—	31508,9	
Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{ск}$	—	0,145	
Показник компактності будинку	$\Lambda_{к\ б\ у\ д}, \text{м}^{-1}$	—	0,26	
<b>Теплотехнічні показники</b>				
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень:	$R_{Snp}, \text{м}^2 \text{ Ч} / \text{кВт}$			
– стін	$R_{Snp\ ст}$	3,3	3,3	
– вікон і балконних дверей	$R_{Snp\ ст\ в}$	0,75	0,75	
– вітражів	$R_{Snp\ ст\ в\ т}$	—	—	
– ліхтарів	$R_{Snp\ ст\ л}$	—	—	
– входних дверей, воріт	$R_{Snp\ д}$	—	—	
– покриттів (сумішених)	$R_{Snp\ нк}$	—	—	
– горизонтальних перекриттів (холодних горищ)	$R_{Snp\ хг}$	4,95	4,95	
– перекриттів теплих горищ (включаючи покриття)	$R_{Snp\ тг}$	—	—	

– перекриттів над техпідпіллями	$R_{S_{np\ u1}}$	1,34	1,34	
– перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{S_{np\ u2}}$	—	—	
– перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{S_{np\ u3}}$	—	—	
– підлоги по ґрунту	$R_{S_{np\ u}}$	—	—	
<b>Енергетичні показники</b>				
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{б\ uд}^{\prime},$ кВт Ч год/ м <sup>2</sup> ,		5,49	
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{max}^{\prime},$ кВт Ч год/ м <sup>2</sup>		43	
Клас енергетичної ефективності			A	
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів			25	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			Так	
Необхідність доопрацювання проекту будинку			Ні	

## Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

### Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку

Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31 щодо теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує:  
 раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень будинку;  
 нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;  
 довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинку.

Паспорт заповнений:

Організація  
 Адреса и телефон  
 Відповідальний виконавець

### Приклад теплотехнічного розрахунок техпідпілля

#### Вхідні дані

Об'єкт – житловий 22-поверховий будинок із нижньою розводкою труб систем опалення та гарячого водопостачання в м. Києві.

Згідно з ДБН В.2.6-31 для житлових будинків розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_g = 20$  °С, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Києва –  $t_3 = -22$  °С.

Площа перекриття над техпідпіллям  $F_{ч1} = 525,8$  м<sup>2</sup>.

Площа підлоги техпідпілля – 525,8 м<sup>2</sup>.

Висота зовнішніх стін, що контактують з ґрунтом – 2,9 м. Площа зовнішніх стін, що контактують з ґрунтом – 260,3 м<sup>2</sup>.

Висота зовнішніх стін техпідпілля над рівнем землі – 0,94 м. Площа зовнішніх стін техпідпілля над рівнем землі  $F_{cч1} = 84,4$  м<sup>2</sup>.

Об'єм техпідпілля  $V_n = 2019,1$  м<sup>3</sup>.

Розрахункові параметри системи опалення: температура подавального теплоносія 95 °С; зворотного – 70 °С.

Довжина трубопроводів системи опалення  $\ell_1$  відповідного діаметра  $d_i$  складала:

$d_i$ , мм	80	40	20
$\ell_1$ , м	121,7	57,2	44

Газорозподільні труби в техпідпіллі відсутні, тому кратність повітрообміну в техпідпіллі  $n_{об.н} = 0,5 \text{ год}^{-1}$ .

Порядок розрахунку

Необхідний опір теплопередачі цокольного перекриття над техпідпіллям визначається за формулою:

$$R_{q\text{ у1}} = n \cdot R_{q\text{ min}},$$

де  $R_{q\text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, що розташоване вище рівня землі, ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )/Вт; приймається згідно з таблицею 1 Зміна № 1 ДБН В.2.6-31 залежно від температурної зони експлуатації будинку; для I температурної зони

$$R_{q\text{ min}} = 3,75 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт};$$

$n$  – коефіцієнт, що визначається за формулою для мінімально прийнятої температури повітря техпідпілля  $t_y = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$n = \frac{(t_g - t_y)}{(t_g - t_3)} = \frac{(20 - 5)}{(20 + 22)} = 0,375$$

Тоді  $R_{q\text{ у1}} = 0,375 \cdot 3,75 = 1,34 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)} / \text{Вт}$ .

### ***Питання для самоперевірки до п'ятого розділу навчального посібника***

- 1. Що означає поняття «клас енергетичної ефективності»? Які класи енергетичної ефективності Вам відомі?*
- 2. Які групи параметрів необхідно визначити при розрахунку енергетичного паспорту будинку?*
- 3. Які основні параметри необхідно визначити при розрахунку геометричних, теплотехнічних і енергетичних показників?*
- 4. На підставі яких даних заповнюється форма енергетичного паспорту?*
- 5. Які методи проектування теплоізоляційної оболонки використовуються при розрахунку енергетичного паспорту?*
- 6. Як визначається клас енергетичної ефективності?*

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги.
2. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель.
3. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. Зміна №1 ДБН В.2.6-31:2006.
4. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди. Основні положення.
5. ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення.
6. ДБН В.2.6-33:2006 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.
7. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції.
8. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів.
9. ДСТУ Б В.2.2-21:2008 Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків.
10. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі.
11. ДСТУ Б В.2.6-18-2000 (ГОСТ 26602.2-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітро- та водопроникності.
12. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови.
13. ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.
14. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.
15. ДСТУ Б EN 15232:2011 Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями.
16. ДСТУ Б EN 15316-1:2011 Система теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотребі та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні положення.

17. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 Система теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енерго-потреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Теплорозподілення в системі опалення.
18. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження.
19. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики будівель.
20. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту.
21. ДСТУ Б EN 15603:2012 Енергоефективність будівель. Загальне енергоспоживання та визначення енергетичних показників.
22. ДСТУ Б EN 15217:2012 Енергоефективність будівель. Методики представлення енергетичних характеристик та енергетичного сертифікату.
23. Афанасьева О.К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии: дис. канд. арх.:18.00.02/ Афанасьева Ольга Кон-стантина. — М., 2009. — 276 с.
24. Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. — СПб.: БХВ – Петербург, 2011. — 432 с.
25. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика.— М.: Техносфера, 2004. — 480 с.
26. Богословский В. Н. Тепловой режим зданий.— М.: Стройиздат, 1979.—248с.
27. Богословский В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). — М.: Высшая школа, 1982. — 415 с.
28. Богуславский Л. Д. Экономическая эффективность уровня теплозащиты зданий. — М.: Стройиздат, 1981. — 103 с.
29. Витвицкая Е.В. Современные энергосберегающие системы и конструкции зданий // «Региональные проблемы архитектуры и градостроительства: Состояние и перспективы развития» Сб. науч. тр. Вып. №7-8 Одесса: Астропринт, 2005. — 137 – 144 с.
30. Гагарин В. Г. Теплотехнические ошибки при проектировании вентилируемых фасадов // Строй-профиль, 2005. — № 3. — С. 10-13.
31. ГОСТ 74-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия.

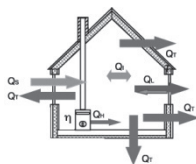


32. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Соломатов В.И. Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций. – К.:УМК ВО, 1989. – 79 с.
33. Энергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник. – К.: НДІ проектреконструкція, Deutsche Energie-Agentur GmbH(dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), 2006. – 144 с.
34. Еремкин А. И., Королева Т. И. Тепловой режим зданий. Учебное пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2000. – 368 с.
35. Зайцев И. В. «Пассивный» дом – мечта или повседневность // Технологии строительства, 2008. – № 4. – С. 36-39.
36. Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення досліджень щодо оптимізації технічних рішень теплового захисту будинків та розроблення рекомендацій для проектування енергоефективних (пасивних) будинків із мінімальним використанням теплової енергії», ДП «Український» // Електронний ресурс. – Режим доступа: <http://govuadocs.com.ua/docs/390/index-485500.html>.
37. Звіт про науково-дослідну роботу «Дослідження сучасних теплоізоляційних систем та розробка принципів будівельно-технічних рішень термореконструкції фасадів житлових будинків 1960-1995 років забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження рівня споживання енергоресурсів будівель житлового фонду», ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК) / Електронний ресурс. – Режим доступа: <http://minregion.gov.ua/attachments/files/bydivnitstvo/tehnichne-regulyuvannya/naukovo-tehnichnyy-rozvytok/Zvity%202012%20rik/44.pdf>.
38. Ильинский В. М. Проектирование ограждающих конструкций зданий(с учётом физико-климатических воздействий). – М.: Высшая школа, 1974. 320 с.
39. Калихман А. Д. Основы проектирования индивидуального энергоэкономичного жилья. Учебное пособие. – Иркутск: Изд. ИрГТУ, 1995. – 92 с.
40. Карапузов Є.К. Утеплення фасадів: підруч. / Є.К. Карапузов, В. Г. Соха. – К.: Вища освіта, 2007. — 319 с.
41. Керш В.Я. Энергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві: навч. посіб. / В. Я. Керш – Одеса: Астропринт, 2007. – 124 с.
42. Кузнецова Г. А. Барьеры на пути реализации программы энергосбережения // Технологии строительства, 2008. – № 6. – С. 6-20.
43. Лыков А. Б. Теоретические основы строительной теплофизики. – М.: Стройиздат, 1961. – 519 с.

44. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. Справочное пособие. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 219 с.
45. Маляренко В.А. Основы теплофізики будівель та енергозбереження: Підручник. – Харків: «Видавництво САГА», 2006. – 484 с.
46. Матросов Ю. А. Законодательство и стандартизация Европейского Союза по энергоэффективности зданий // Журнал АВОК. 2003 – № 8. – С. 2-5.
47. Мейер-Бое В. Строительные конструкции зданий и сооружений. – М.:Стройиздат, 1993. – 408 с.
48. Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.И., Петровский А.Ф., Соха В.Г., Современные фасадные системы. – К.:/ Освіта України, 2008. – 340 с.
49. Менейлюк А.И., Соха В.Г., Бабий И.Н., Борисов А.А., Волканов В.К. Термомониторинг фасадов зданий утепленных различными теплоизоляционными системами / Вісник ОДАБА: зб. наук. праць, вип №29, частина 2. Одеса, ОДАБА, 2008. С-257-263.
50. Методические указания к самостоятельной работе по дисц. «Энергосберегающие технологии в городском строительстве и хозяйстве» раздел «Утепление фасадов зданий»: для студентов специальности 7.06010103 «Городское строительство и хозяйство» / В.Я. Керш, А.В. Фощ. – Одесса: ОГАСА, 2012 . – 53 с.
51. Методичні вказівки з дисципліни «Технічна теплофізика огорожувальних конструкцій будівель та споруд»: (Форма навч. денна, заочна) : до виконання курсової роботи для студ. спец. «Міське буд-во та госп-во» / Керш В.Я., Фощ А.В. ; Відповідальний за вип. зав. каф. міського буд-ва та госп-ва проф., д.т.н. Барабаш І.В. – Одеса : ОДАБА, 2011 . – ( Електр. вар.Д-336)
52. Методические указания к курсовому проекту «Отопление гражданского здания» / М.М. Полунин, А.П. Котляр . – Одесса, 1972 . – 52 с. – ( ОИСИ каф. ТГС).
53. Методичні рекомендації щодо практики застосування міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва на теренах Львівщини: «Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва»/ М.А.Саницький, О.Р.Позняк, І.В.Бідник та ін. – Львів, 2008 . – 134 с.
54. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 160 с.
55. Материалы XII Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии в промышленности» по направлению «Экологически безо-

- пасные нанотехнологии в промышленности» (NANOTECH'2011). Казань: ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ», 2011. 522 с.
56. Наноматериалы на основе растворимых силикатов / Кудрявцев П., Фиговский О.
  57. Наружные стены, стены подвала, покрытия, чердачные перекрытия, перегородки, ограждающие конструкции мансард и полы с теплоизоляцией из минераловатных плит ROCKWOOL. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. – М.: ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 2005. – 120 с.
  58. Напрямки енергозбереження в житлових будинках та удосконалення сучасних систем теплозахисту будівель. Режим доступа: [http://www.et.nau.edu.ua/bitstream/NAU/11559/1/Lapenko\\_Skrebneva\\_2013/](http://www.et.nau.edu.ua/bitstream/NAU/11559/1/Lapenko_Skrebneva_2013/)
  59. Подолян Л.А. Энергоэффективность жилых зданий нового поколения: дис. канд. арх.: 05.23.01/ Подолян Леонид Алексеевич. — М., 2005. — 185 с.
  60. Попова М.В. Методы повышения энергоэффективности зданий: уч. посібник [для студ. очн. та заочн. форми навчання] / Попова М.В., Яшкова Т.Н. — Володимир, 2014. — 111с.
  61. Савин В. К. Строительная физика : энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение /В.К. Савин. — М. : Лазурь, 2005. — 425,[4] с. : ил. ; 22 см. — Библиогр.: с. 411-426
  62. Савйовский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. – Харьков: «Ватерпас», 1999. – 287 с.
  63. Саницький М. А. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. — 236 с.
  64. Солнечный дом: мифы и реальность// Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.ecorussia.info/ru/projects/ekodom-solar-5>
  65. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК–ПРЕСС, 2002.
  66. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий. // АВОК. – 1998. – № 1. – С. 5–10.
  67. Шилкин Н. В. «Стеклянный дом» с пассивным использованием тепла солнечной радиации. // АВОК. – 2003. – № 5. – С. 24.
  68. Шилкин Н. В. Здание высоких технологий. // АВОК.–2003. – № 7. – С. 18–27.
  69. Энергоэффективный малоэтажный жилой дом с солнечным отоплением «Экодом Solar-5» // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://palantvld.narod2.ru/>
  70. Солнечный дом в Германии// Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://soldom.com.ua/text/solnechniy\\_dom\\_v\\_germanii/](http://soldom.com.ua/text/solnechniy_dom_v_germanii/)

71. Энергоэффективный квартал bedzed в Лондоне// Электронный ресурс.- Режим доступа: <http://sholokhovo.ecodolie.ru/build/energo/abroad-exp/>
72. Энергосберегающие здания: уч. пособие [по спецкурсу для студ. специальности 290100] / Милашечкина О.Н., Ежова И.К. — Саратов, 2006. — 75с.
73. Byrdy C. Ciepłochronne konstrukcje ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych. – Krakow, 2006 – 190 s.
74. Figovsky O.L., Karchevsky V., Romm F. Conductive Coatings Based on Quaternary Ammonium Silicates, ORGANIC-INORGANIC HYBRIDS II. Science, Technology, Applications, University of Surrey, Guildford, UK, 2002, p.11.
75. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured Binder for Acid-Resisting Building Materials, J. Scientific Israel-Technological Advantages. (2012), Vol. 14. № 1. P. 7–12.
76. Figovsky O.L., Karchevsky V., Beilin D., Aksenov O. Advanced Waterborne Fire Protective and Heat Retarded Coating Compositions, Organic-Inorganic Hybrids II. Science, Technology, Applications, University of Surrey, Guildford, UK, (2002), p.16.
77. Grabarczyk S. Fizyka budowli. – Warszawa, 2005. – 189 s.
78. Viikki – экспериментальный жилой район// Электронный ресурс.- Режим доступа: [http://zvt.abok.ru/articles/125/Viikki\\_eksperimentalnii\\_zhiloi\\_raion](http://zvt.abok.ru/articles/125/Viikki_eksperimentalnii_zhiloi_raion)
79. <http://www.hybridcoatingtech.com/technology.html>
80. <http://www.nanotechindustriesinc.com/GPU-technical.php>
81. <http://aerogel.su>
82. <http://mlynok.wordpress.com/2009/03/21/>
83. <http://archodessa.com/>
84. [http://terra.ucoz.net/\\_ld/3/380\\_105.pdf](http://terra.ucoz.net/_ld/3/380_105.pdf) Свод правил по проектированию и строительству архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий.



## ДОДАТОК А

### ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

**Теплоізоляційна оболонка будинку** – система огорожувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення приміщень

**Непрозорі конструкції** – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (стіни, покриття, перекриття тощо), до складу яких входить один і більше шарів матеріалів, що не пропускають видиме світло

**Світлопрозорі конструкції** – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (вікна, балконні та вхідні двері, вітражі, фасадні системи, вітрини, ліхтарі тощо), що пропускають видиме світло

**Опір теплопередачі** – величина, що визначає здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що через неї проходить, та є зворотною до коефіцієнту теплопередачі

**Теплопровідність** – кількість теплоти, що передається через одиницю площі ( $m^2$ ) шару матеріалу за одиницю часу (с) при стаціонарному градієнті температур  $1K/m$

**Коефіцієнт теплопередачі** – коефіцієнт, що визначає кількість теплоти, що передається через одиницю площі ( $m^2$ ) конструкції за одиницю часу при різниці температур середовищ, що їх розділяє конструкція, яка дорівнює  $1 K$ .

**Коефіцієнт теплостійкості** – коефіцієнт, що визначає величину зміни температури у матеріалі при гармонійній зміні температури зовнішнього середовища з періодом 24 год.

**Коефіцієнт паропроникності** – коефіцієнт, що визначає кількість вологи, що передається у вигляді пари через одиницю площі ( $m^2$ ) шару матеріалу за одиницю часу (год) при одиничному градієнті перепаду парціальних тисків водяної пари ( $1 Pa/m$ )

**Коефіцієнт повітро-проникності** – коефіцієнт, що визначає кількість повітря, що передається через одиницю площі ( $m^2$ ) шару матеріалу за одиницю часу (год) при одиничному градієнті перепаду тисків повітря ( $1 Pa/m$ )

**Коефіцієнт тепловіддачі** – коефіцієнт, що визначає кількість теплоти, яка сприймається чи віддається одиницею площі ( $m^2$ ) конструкції за одиницю часу при різниці температури середовища і температури поверхні конструкції, яка дорівнює  $1 K$

**Коефіцієнт теплосасвоєння** – коефіцієнт, що визначає зміну температури матеріалу при його розташуванні в конструкції, при гармонійній зміні температури зовнішнього середовища з періодом 24 години

**Основне поле конструкції** – масив огорожувальної конструкції, що визначає її опір теплопередачі і не має теплопровідних включень

**Теплопровідне включення** – елемент огорожувальної конструкції, що розташований в її об'ємі паралельно напрямку теплового потоку, який має термічний опір менший від термічного опору основного поля більш ніж на 20 %

**Термічна неоднорідність** – наявність зон загальною площею більш ніж 2% від внутрішньої поверхні конструкції з температурами, відмінними від середньозваженої температури основного поля більше ніж на 2 °С

**Термічно однорідна огорожувальна конструкція** – одношарова чи багатшарова огорожувальна конструкція, що не має у своєму об'ємі теплопровідних включень

**Термічно неоднорідна огорожувальна конструкція** – огорожувальна конструкція окремого приміщення, що має у своєму об'ємі теплопровідні включення, які призводять до термічної неоднорідності

**Багатшарова огорожувальна конструкція** – огорожувальна конструкція, що складається по своєму перерізу з шарів матеріалу, теплофізичні характеристики яких відрізняються одне від одного не менше ніж на 20%

**Приведений опір теплопередачі** – середньозважений по площі опір теплопередачі термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, в якому враховується двомірний перенос теплоти у перерізі конструкції і який визначається на підставі розрахунків чи результатів випробувань конструкції

**Лінійний коефіцієнт теплопередачі** – коефіцієнт теплопередачі термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, що враховує кількість теплоти, що передається через теплопровідне включення при різниці температур середовищ, що розділяє конструкція, в 1 К, яка приведена до 1 м довжини теплопровідного включення і визначається на підставі розрахунків чи результатів випробувань конструкцій

**Розрахункові умови експлуатації** – розрахункові температура і вологість матеріалу, які визначають перенесення тепла і вологи через матеріал при його експлуатації в огорожувальних конструкціях

**Термомодернізація** – комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій і забезпечення їхньої відповідності чинним нормам

**Теплостійкість конструкції** – властивість конструкції зберігати відносну стабільність температури при коливаннях теплового потоку

**Теплостійкість приміщень** – властивість конструкцій приміщення зберігати відносну стабільність температури приміщення при коливаннях температури оточуючого середовища та теплової енергії на опалення

**Замкнений повітряний прошарок** – прошарок, що надійно огорожений від повітря приміщення чи вулиці конструктивними шарами зі спеціальною герметизацією притворів і швів

**Енергетичний паспорт будинку** – документ, що містить геометричні, енергетичні й теплотехнічні характеристики будинків, що спроектовані або експлуатуються, теплоізоляційної оболонки будинків, та встановлює їх відповідність до вимог нормативних документів

Енергетична ефективність будинку – властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинків

**Питомі витрати теплової енергії** – показник енергетичної ефективності будинку, що визначає витрати теплової енергії на забезпечення оптимальних теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалюваної площі або об'єму будинку

**Клас енергетичної ефективності** – рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період

**Коефіцієнт скління** – відношення площі світлопрозорих конструкцій до загальної площі фасадної частини будинку

**Термін ефективної експлуатації** (розрахункова довговічність) теплоізоляційних виробів – експлуатаційний період, протягом якого вироби зберігають свої теплоізоляційні властивості на рівні проектних показників, що підтверджується результатами лабораторних випробувань і зазначено в умовних роках експлуатації (терміну служби)

**Енергетичне обстеження (енергетичний аудит, енергоаудит)** – визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на обігрівання будинку під час його експлуатації, що включає проведення аналізу архітектурно-планувальних рішень, інструментальне встановлення теплотехнічних показників теплоізоляційної оболонки будинку та енергетичних характеристик інженерного обладнання, структури енерговитрат упродовж опалювального періоду, визначення відповідності фактичних питомих тепловитрат нормативним значенням, визначення потенціалу енергозбереження, надання обґрунтованих заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будинку.

**Клас енергетичної ефективності** – рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період

**Теплоізоляційна оболонка будинку** – система огорожувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження теплоти для опалення приміщень.

**Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів** – експлуатаційний період, упродовж якого шар теплової ізоляції конструкцій теплоізоляційної оболонки будинку зберігає свої теплоізоляційні властивості на рівні проектних показників, що підтверджується результатами лабораторних випробувань і зазначено в умовних роках експлуатації (терміну служби).

**Підвищення енергетичної ефективності будинку** – комплекс конструктивних заходів, що знижують витрати теплової енергії на опалення будинку при обов'язковому забезпеченні оптимальних мікрокліматичних умов приміщень.

**Тепле горище** – простір між утепленими конструкціями покриття, зовнішніми стіновими огорожувальними конструкціями та перекриттям верхнього поверху, обігрів якого здійснюється теплим повітрям, що надходить із витяжної вентиляції будинку.

**Холодне горище** – простір між конструкціями покриття, що не утеплені, та утепленим перекриттям верхнього поверху, внутрішнє повітря якого вентилюється зовнішнім повітрям.

**Техпідпілля (технічний підвал)** – простір під перекриттям першого поверху, в якому розміщена нижня розводка труб системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також труб системи каналізації.

**Неопалюваний підвал** – підвал, в якому відсутні джерела тепловиділення та простір якого вентилюється зовнішнім повітрям.

**Опалюваний підвал** – підвал, в якому передбачені опалювальні пристрої для підтримання заданої температури.

**Одношарова тепла ізоляція** – тепла ізоляція системи, що складається з матеріалу, який має однакові теплофізичні властивості по всій його товщині.

**Двошарова тепла ізоляція** – тепла ізоляція системи, що складається з матеріалів, які мають різні теплофізичні властивості.

**Захисні елементи** – елементи, призначені для захисту системи від прямого проникнення вологи (водовідвідні віконні, карнизні, парапетні й інші відливи) і ударних впливів (кутові й спеціальні профілі).

**Масивний повітрозахисний матеріал** – матеріал, що застосовується в системі в якості теплоізоляції та повітроізоляції.

**Мембранна плівка** – матеріал, що застосовується в системі для забезпечення за рахунок своїх фізичних властивостей необхідної повітронепроникності теплоізоляційного шару та має при цьому достатню паропроникність для забезпечення нормального вологісного режиму огорожувальної конструкції.

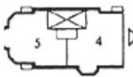
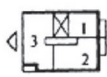
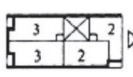

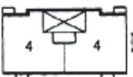





















## ДОДАТОК Б

### ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ СТРУКТУРИ ОСНОВНИХ ТИПІВ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

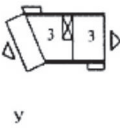
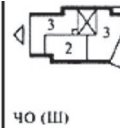
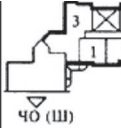
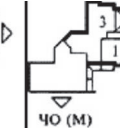



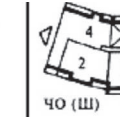
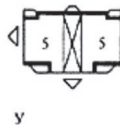
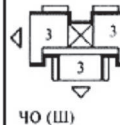
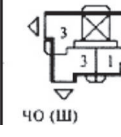
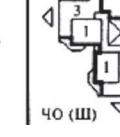
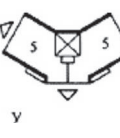

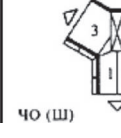
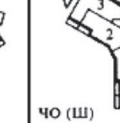
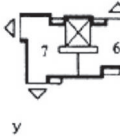
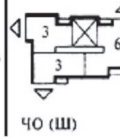
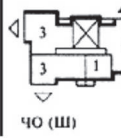
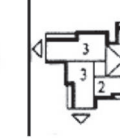
Таблиця Б.1

Схеми секцій багатосекційних житлових будівель

Типи секцій		Кути повороту	Сторони блоку	Кількість квартир на поверсі секції, шт				
				1-2	3	4	5 та більше	
<b>Рядові</b>	3 торцем	прямолінійні прямолінійні		1				
	Без торців			2				
	із зсувом			2				
<b>Поворотні</b>	Без торців	сходи у внутрішньому куті	90°С	2				
	Без торців	сходи в зовнішньому куті	90°С	2				
	Без торців	сходи у внутрішньому куті	90°С, 135°С	2				

Таблиця Б.2

## Схеми секцій багатосекційних житлових будівель


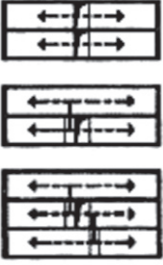


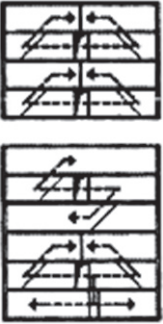


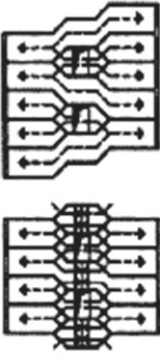
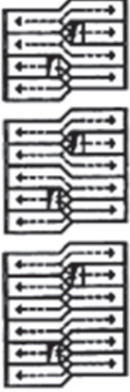



Типи секцій		Кути повороту	Сторони блок	Кількість квартир на поверсі секції, шт				
				1-2	3	4	5 та більше	
Поворотні	Без торців	ходи в зовнішньому куті	90°С, 135°С, та ін.	1	 у	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)	 ЧО (М)
		сходи у внутрішньому куті	90°С, 135°С, та ін.	2	 у	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)
		трипроменеві	90°С	2	 у	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)
		трипроменеві	120 С та ін.	2	 у	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)
		чотирипроменеві	90°С	2	 у	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)	 ЧО (Ш)

Схеми односекційних житлових будівель з різною формою у плані

Форми у плані односекційних житлових будівель	Компактні		
	Роз'єднані		

Таблиця Б.4.

## Схеми житлових будівель коридорного типу

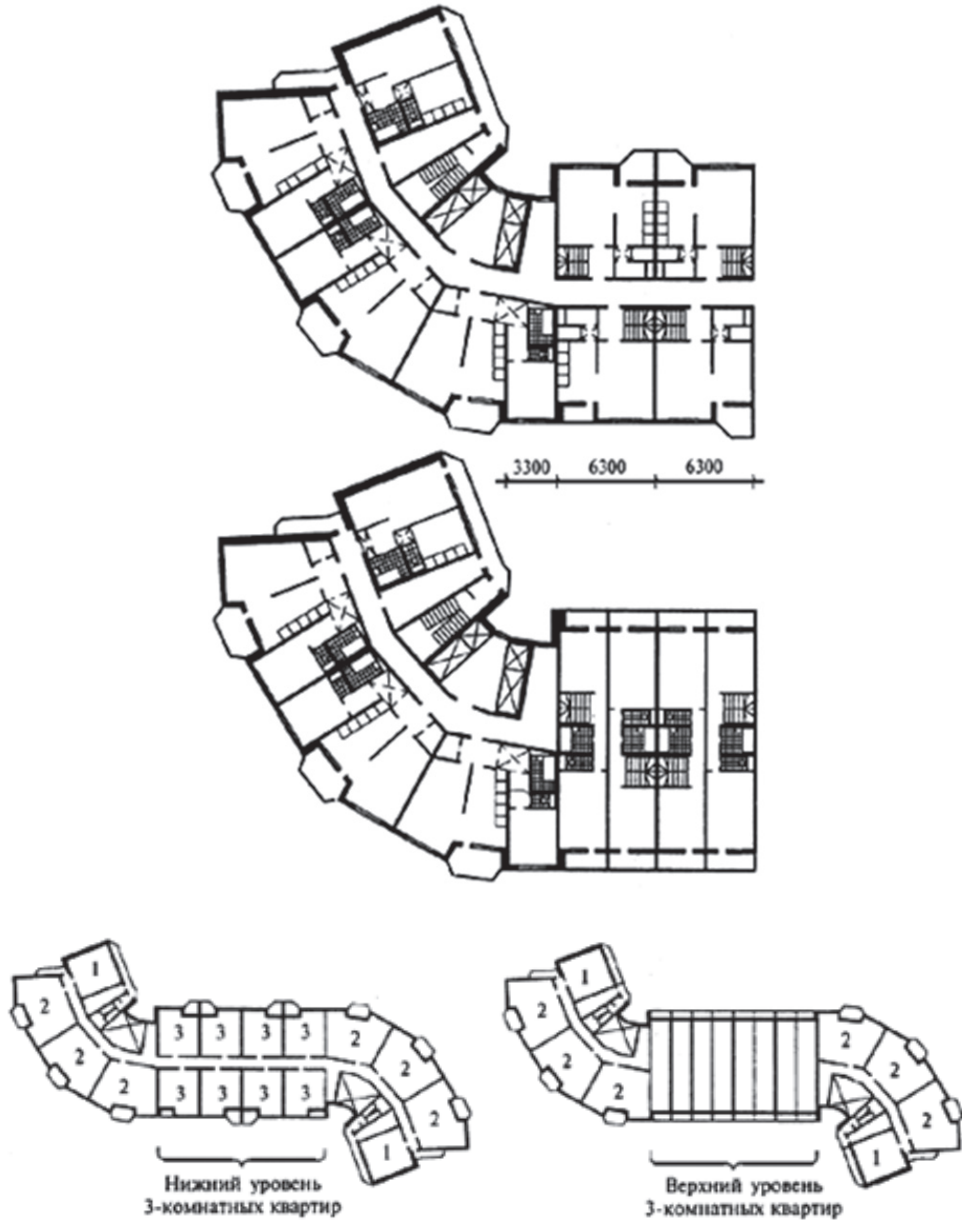
	розміщення квартири	Розміщення коридору		
		З однієї або з двох сторін будинку	У центрі будинку	По обидві сторони від будинку
Схема розрізу	квартири в одному рівні (у тому числі зі спуском і підйомом з коридору)			
	квартири у двох рівнях			
	квартири в декількох рівнях зі зміщенням на 1, 2, 3 марша			
Умовні позначення:		 – коридори;	 – квартири;	 – ліфтові холи.

## Схеми житлових будинків галерейного типу

	розміщення квартир	Розміщення галереї	
		З одного боку будинку	На різних сторонах будинку
Схема розрізу	квартири в одному рівні (у тому числі зі спуском і підйомом з коридору)		
	квартири у двох рівнях		
	квартири в декількох рівнях зі зміщенням на 1, 2, 3 марша		
		Умовні позначення:  – галереї;  – квартири.	

Таблица Б.6


Житловий будинок коридорного-секційного типу




## ДОДАТОК В

### ВУЗЛИ КОНСТРУКТИВНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ОБОЛОНКИ БУДІВЕЛЬ КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ФАСАДНОЮ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ ТА ОПОРЯДЖЕННЯМ ШТУКАТУРКОЮ (Нове будівництво та реконструкція)

#### Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіна (несуча частина)	10д	 – образна сітка
2	Захисна декоративна кладка	11	Зовнішня штукатурка
3	Рихтувальний зазор	11а	Грунтовка
4	Теплоізоляція з екструзійних пінополістирольних плит	11б	Нижній шар ґрунту, штукатурна цементно-піщана суміш
5	Клей для приклеювання плит теплоізоляції	11в	Другий шар ґрунту, цементно-вапняно-піщана штукатурна суміш
6	Вирівнююча штукатурка	11г	Зволожена поверхня
6а	Грунтовка	11д	Оздоблювальний шар
7	Зварна оцинкована металева сітка	12	Внутрішня штукатурка
8	Два ряди металевої сітки	13	Плитка облицювальна глазурована
9	Стик сіток	13а	Вирівнювальна цементно-піщана штукатурна суміш
10	Додаткова сітка	13б	Клей для плитки
10а	П – образна сітка	14	Дюбельний комплект

106	Z – образна сітка	15	Разсічка з мінераловатних плит
10в	Г – образна сітка	16	Дошка
10г	 – образна сітка	16а	Пластина
		17	Рейка 40х50
18	Дошка	43	Дюбель з поліаміду
19	Захисна стінка з цегли	44	Шуруп
20	Злив С1	45	Шуруп
21	Злив С2	46	Цвях
22	Злив С3	47	Вікно дерев'яне
23	Злив С5	48	Рама і полотно воріт
24	Злив С4	49	Костиль МС-1 з кроком 700 мм
25	Костиль К1	50	Сталева планка для кріплення рами воріт
26	Костиль К2	51	Підвіконня за проектом
27	Костиль К3	52	Капельник
28	В'язальний проволока	53	Вимощення за проектом
29	Заставна сітка М1	54	Гідроізоляція – цементно-піщаний розчин
30	Заставна сітка М2	55	Гідроізоляція
31	Заставна петля ЗП1	56	Фундаментна балка
32	Заставна петля	57	Костиль під фундаментну балку
33	Анкер А1	58	Стіна підвалу
34	Анкер А2	59	<b>Пол підвалу або 1-го поверху:</b> - Стяжка з цементно-піщаного розчину - Плита теплоізоляції - Гідроізоляція; - Бетонна підготовка



35	Уголок	60	Щебінь
36	Мастика	61	Труба дренажна
37	Прокладка ущільнююча	62	Бортовий камінь
38	Прокладка	63	Перекриття підвалу
39	Піна будівельна	64	Крупний пісок
40	Горизонтальний шов	65	Термовставка з ніздрювато-бетонних блоків
41	Вертикальний шов	66	Покрівля
68	Несуча балка – пояс	85	Шпаклівка
69	Декоративна плитка	86	Клей
71	Захисна бетонна стінка	87	Віконний блок
72	Залізобетонна перемичка	88	Захисна металізована стрічка
73	Цементний розчин	89	Крокви сталеві
74	Прокладка ущільнююча	90	Крокви дерев'яні
75	Пластина 6 x40	91	Металева покрівля
76	Наличник дерев'яний	92	Обрешітка
77	Обрамляючий уголок 50x4	93	Брус
78	Смуга	94	Сталевий профліст
79	Брусок	95	Дерев'яний брусок 40x30 мм
80	Гіпсокартонний лист	96	Дерев'яний брусок 60 x40 мм
81	Сталевий профіль каркаса	97	Вкладиш з гіпсокартонного листа
82	Ущільнююча стрічка	98	Вітрозахисна плівка
83	Кутовий захисний профіль	99	Пароізоляція
84	Армована стрічка	100	Обв'язувальний брусок

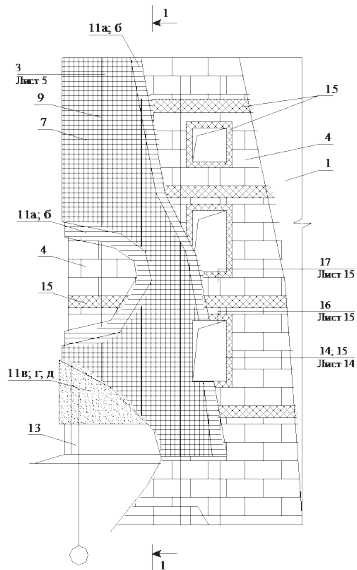


Схема № 1. Розташування плит утеплювача, захисної декоративної кладки, несучої балки-поєса

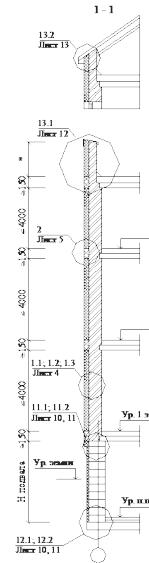


Схема № 2. Розташування дюбелів у кутах, температурних швах та у прорізах

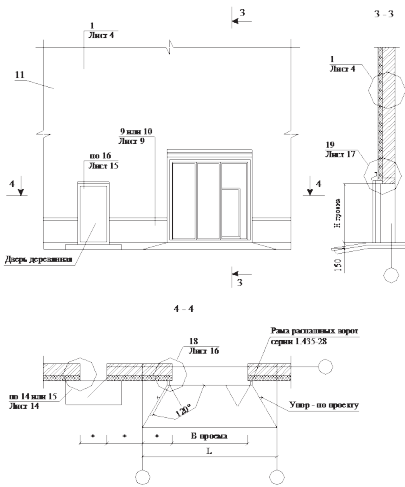


Схема № 3.

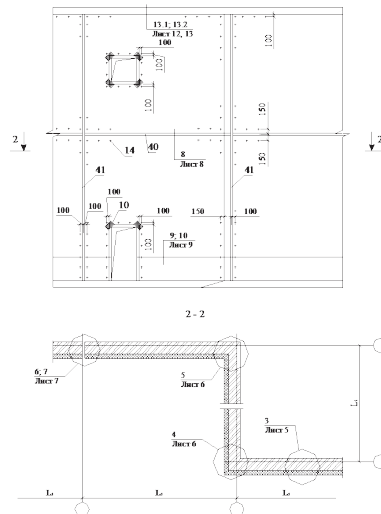


Схема № 4.

Рис. В.1. Схеми розташування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою.

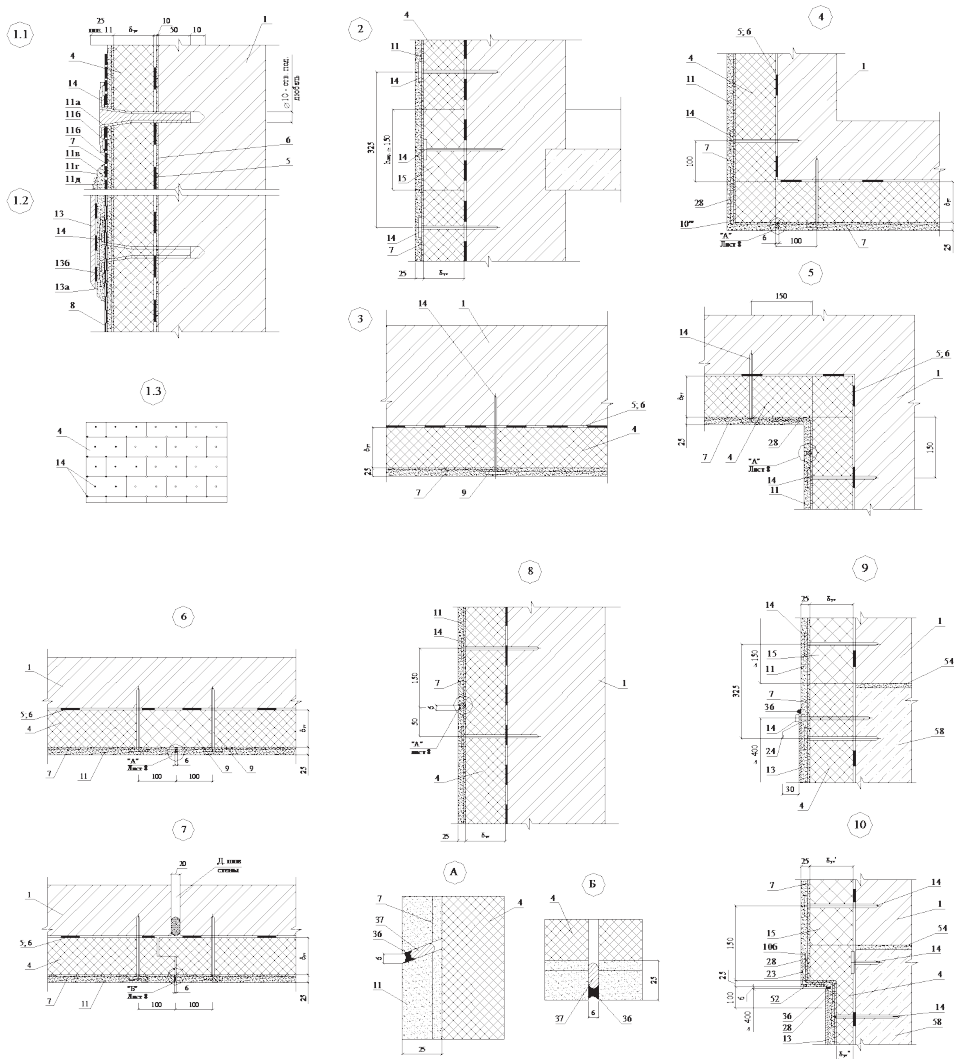
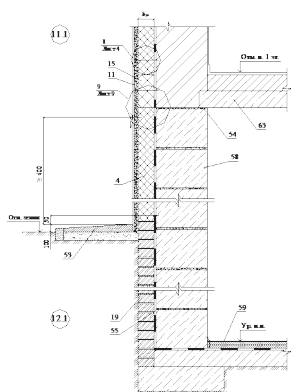
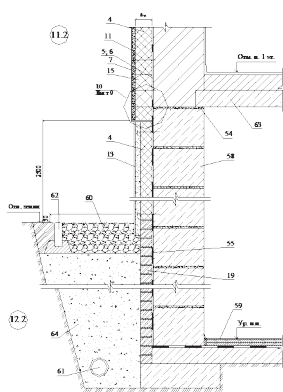


Рис. В.2. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опрядженням штукатуркою. Вузли 1.1. – 10



Варіант з поверхневим скиданням дощової води



Варіант з дренажем

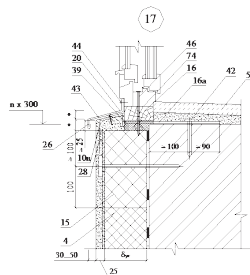
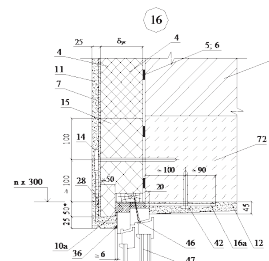
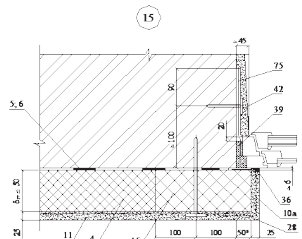
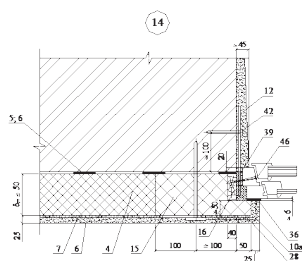
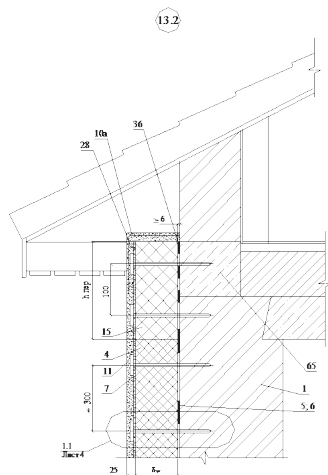
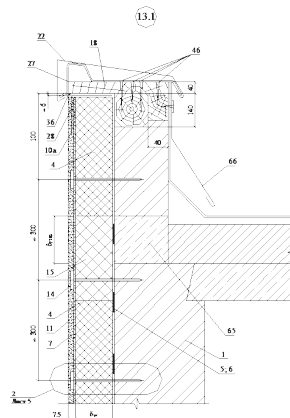


Рис. В.3. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опораженням штукатуркою. Вузли 11 – 17

**КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ  
РОЗТАШОВАНОЮ З БОКУ ПРИМІЩЕНЬ**

*(Поелементної збірки з облицюванням гіпсокартоном)*

Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіна (несуча частина)	16	Віконний блок
2	Зовнішня штукатурка	17	Підвіконня за проектом
3	Дюбельный комплект	18	В'язальний дріт
4	Теплоізоляція з пінополістирольних плит	19	Внутрішня штукатурка
5	Брусок 60x50 мм	20	Зварна оцинкована металева сітка
6	Шуруп	21	Злив
7	Мастика	22	Прокладка пенополиэтиленова ущільнююча
8	Гіпсокартонний лист		
9	Ущільнювальна стрічка	23	Рама та полотно розпашних складчастих воріт серії 1.435-28
10	Сталевий профіль каркасу,		
11	Кутовий захисний профіль ПУА	24	Металевий уголок 50x4
12	Армуюча стрічка	25	Смуга 4x40
13	Шпаклівка	26	Злив С2
14	Клей	27	Дюбель D 6 або 8 мм
15	Мастика	28	Костиць МС-1 з кроком 700 мм
		29	Сталева планка

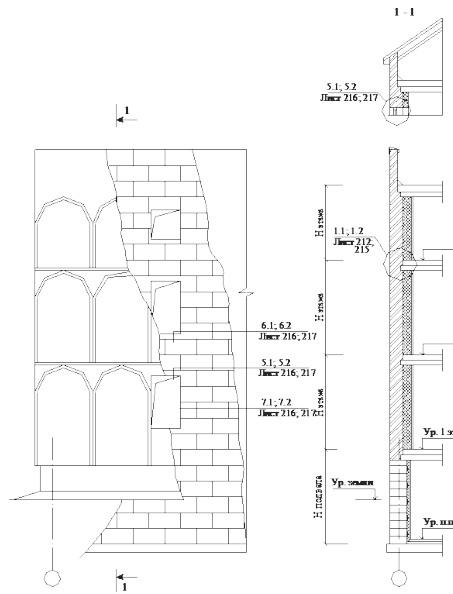


Рис. В.4. Розташування утеплювача і оздоблювальних шарів. Схема № 1

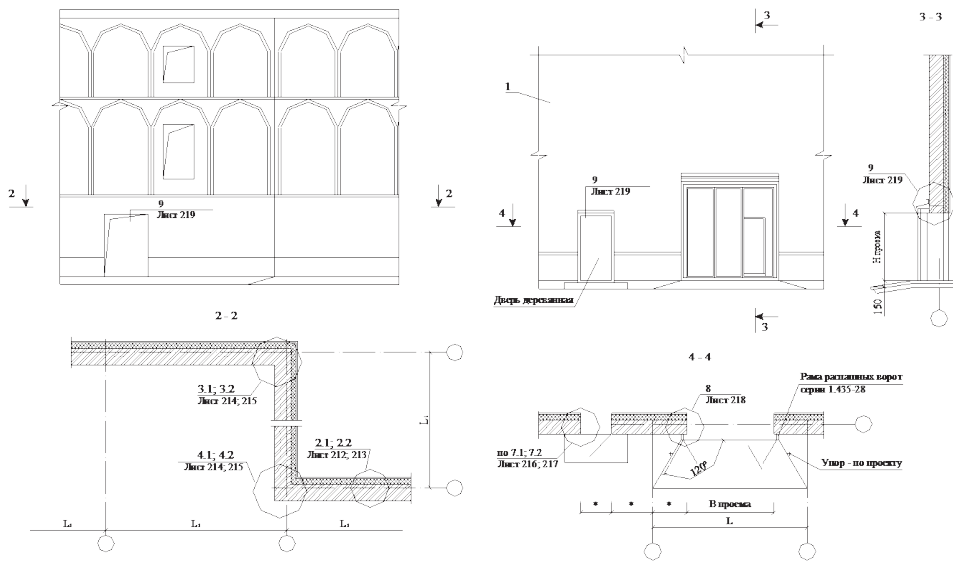


Схема №2

Схема №3

Рис. В.5. Схеми розташування конструкції зовнішніх стін із теплоізоляцією розташованою з боку приміщень

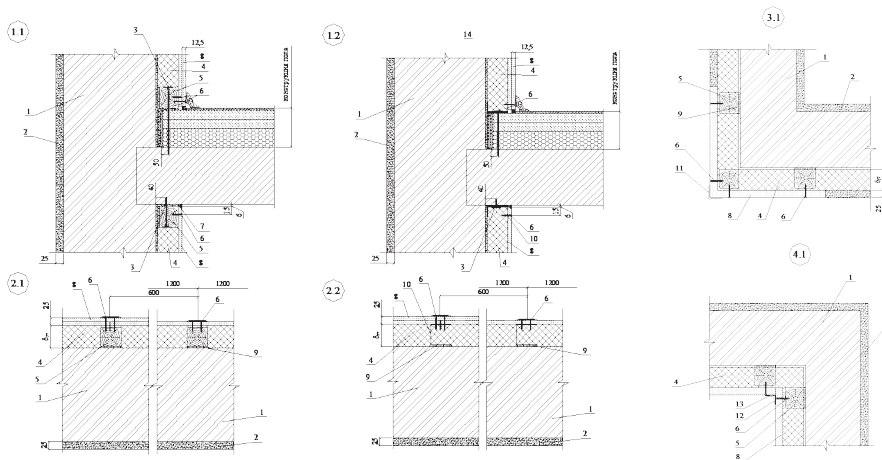


Рис. В.6. Вузли конструкції зовнішніх стін із теплоізоляцією розташованою з боку приміщень. Вузли 1.1 – 4.1

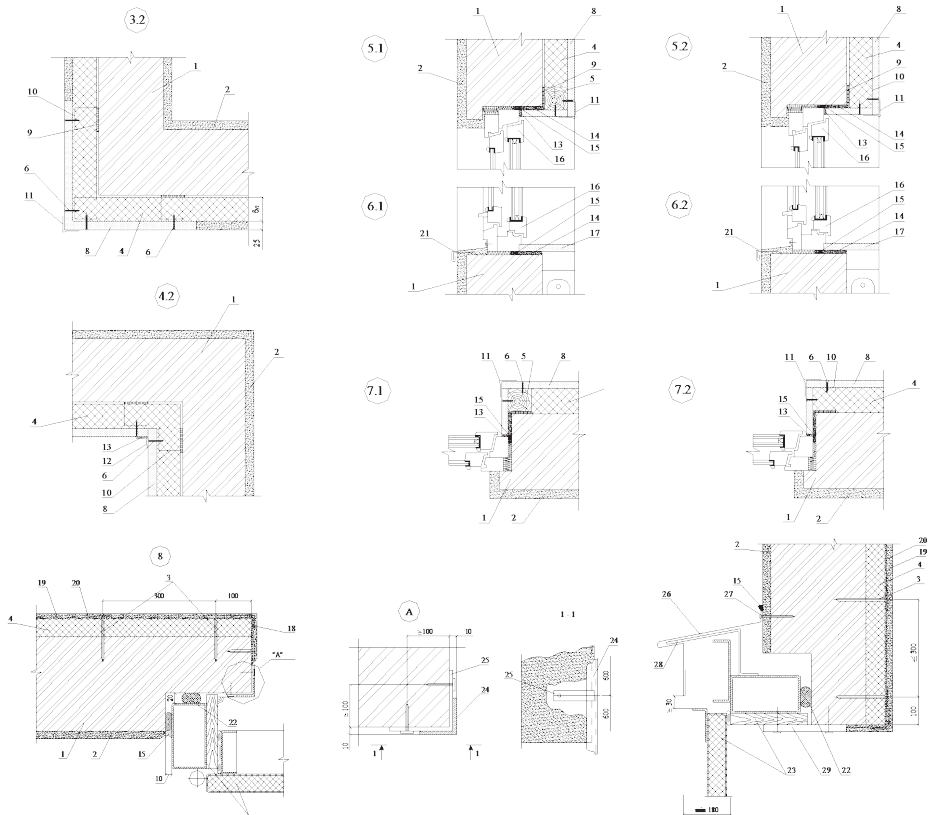


Рис. В.7. Вузли конструкції зовнішніх стін із теплоізоляцією розташованою з боку приміщень. Вузли 4.2. – 8

## КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ РОЗТАШОВАНОЮ З БОКУ ПРИМІЩЕНЬ

(Гіпсові комбіновані панелі «Кнауф – термопанель»)

Експлікація матеріалів і виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіна несуча частина)	13	Покриття підлоги
2	Гіпсова комбінована панель КНАУФ Термопанель	14	Міжповерхове перекриття
3	Пароізоляційний шар гіпсової комбінованої панелі	15	Цементно-піщана штукатурка
4	Шпаклівка «Фугенфюллер»	16	Підвіконня за проектом
5	Клей «Перлфікс»	17	Вікно дерев'яне
6	Армуюча стрічка паперова	18	Злив С1
7	Розділова стрічка	19	Вставка з пінополістиролу
8	Силіконовий герметик Еластосил 11-06 або Еластосіл 137-181	20	Вставка з ГКЛВ
9	Вставка з ГКЛ	21	Монтажна піна
10	Захисний профіль кутовий	22	Мастика
11	Ущільнювальна стрічка	23	Ущільнювальна стрічка
12	Збірна стяжка з ГВЛ	24	Цементно-піщаний розчин

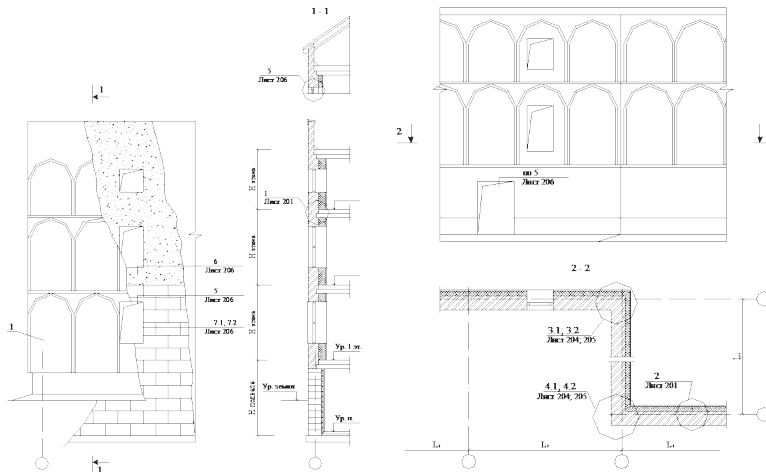


Рис. В.8. Схеми розташування утеплювача і оздоблювальних шарів



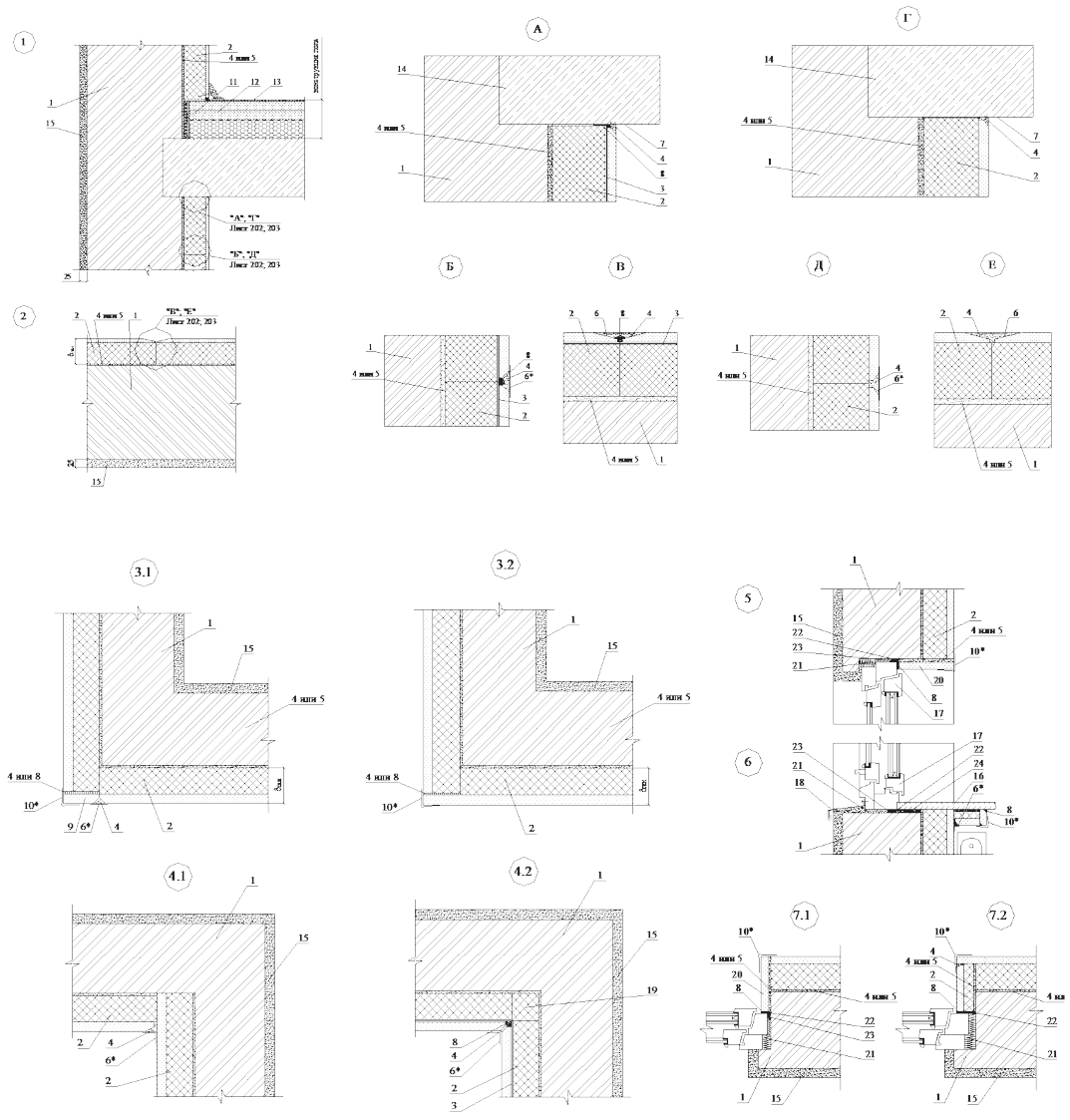


Рис. В.9. Узлы конструкції зовнішніх стін із теплоізоляцією розташованою з боку приміщень з гіпсокартонних комбінованих панелей.  
Узли 1 - 7.2

## КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ПІДВАЛУ ІЗ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ

### Експлікація матеріалів і виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіни підвалу	12	Підлога підвалу
2	Штукатурний шар	13	Опорний профіль
3	Теплоізоляція з пінополістирольних плит	14	Облицювання цоколя
4	Горизонтальна гідроізоляція	15	Щебінь
5	Клейовий шар для кріплення теплоізоляції	16	Крупний пісок
6	Перекриття над підвалом	17	Дренажна труба
7	Дюбелі для кріплення внутрішнього шару гідроізоляції	18	Теплоізоляція підлоги плитами пінополістиролу
8	Рулонна гідроізоляція	19	Бетонна підготовка
9	Захисна стінка із цегли товщиною 120 мм	20	Штукатурка або гіпсокартонні листи
10	Вимощення	21	Розсічка з мінераловатних плит
11	Бортовий камінь		Підлогу підвалу

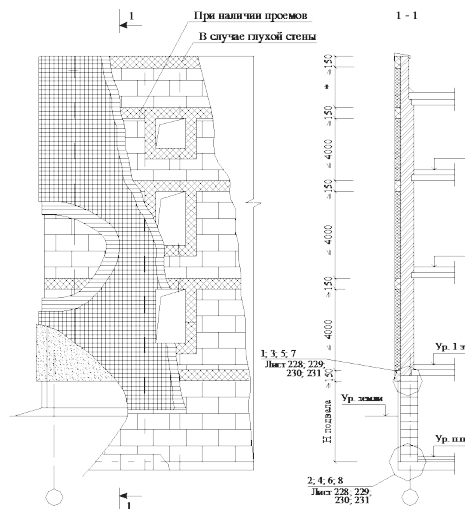
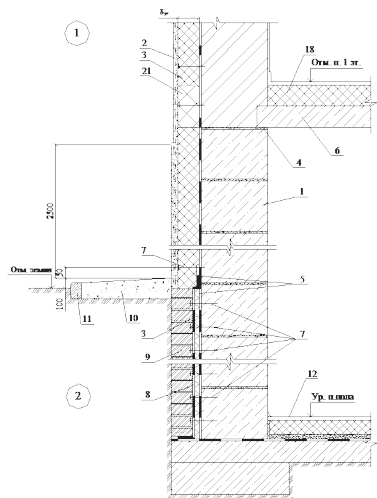
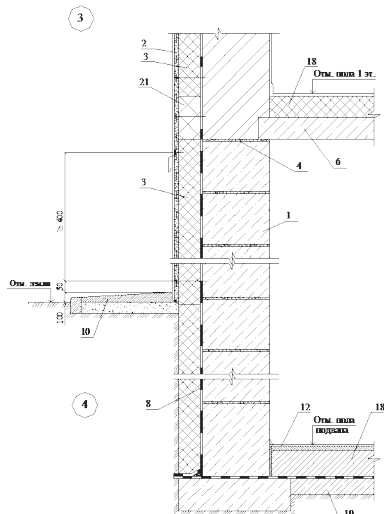


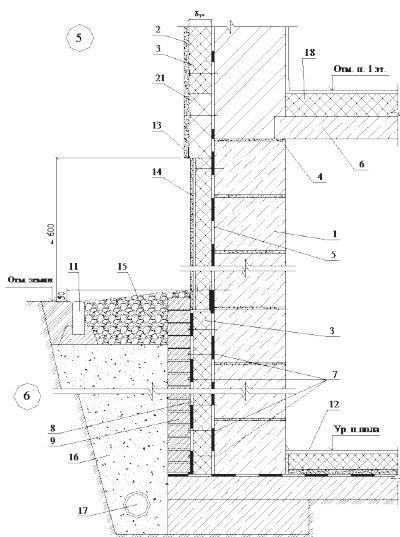
Рис. В.10. Схеми розташування утеплювача і оздоблювальних шарів



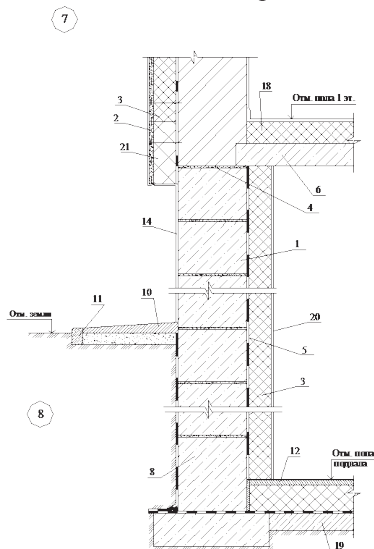
Варіант з поверхневим скидання дощової води з захистом гідроізоляції цегляною кладкою



Варіант з поверхневим скидання дощової води і теплоізоляцією стіни підвалу плитами з пінополістиролу з зовнішньої сторони



Варіант з дренажем і захистом гідроізоляції цегляною кладкою



Варіант теплоізоляції стіни підвалу плитами з пінополістиролу з боку приміщення

Рис. В.11. Конструкції стін підвалу із теплоізоляцією. Вузли 1 – 8

**КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ФАСАДНОЮ  
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ ТА ОПОРЯДЖЕННЯМ ЦЕГЛОЮ**  
(Нове будівництво)

Експлікація матеріалів і виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіна (несуча частина)	25	Дюбельний комплект
2	Захисна декоративна кладка	26	Плитка облицювальна глазурована
3	Рихтувальний зазор	27	Гідроізоляція – цементно-піщаний розчин
4	Теплоізоляція з пінополістирольних плит	28	Пол підвалу або 1-го поверху: - Лінолеум; - Стяжка з цементно-піщаного розчину - Плита теплоізоляції - Гідроізоляція; - Бетонна підготовка марки В7,5 – 80 мм.
5	Клей для приклеювання плит теплоізоляції	29	Вимощення по проекту
6	Вирівнююча штукатурка	30	Бортовий камінь
7	Внутрішня штукатурка	31	Крупний пісок
8	В'язальна проволока	32	Фундаментна балка
9	Заставна сітка М1	33	Костиль К3
10	Заставна петля ЗП1	34	Злив С3

11	2 $\phi$ 6	35	Цвях $\phi$ 6 через дерев'яну прокладку
12	Заставна петля ЗП1ЗП2	36	Дерев'яний брусок 140x140 мм
13	Заставна сітка М2	37	Дерев'яний брусок 140x140 мм
14	Склопластикова арматура	38	Фартух з оцинкованої сталі
15	Розсічка з мінераловатних плит	39	Рулонна покрівля
16	Декоративна плитка	40	Теплоізоляція покриття або горищного перекриття
17	Несуча балка – пояс	41	Термовставка з ніздрюватобетонних блоків
18	Мастика герметизуюча	42	Рулонна гідроізоляція
19	Прокладка пінополіетиленова ущільнююча	43	Крокви
20	Цементний розчин	44	Пластина 6x40
21	Цементно-піщаний розчин	45	Жолоб
22	Міжповерхове перекриття	46	Дюбель $\phi$ 6 или 8
23	Анкер А-3	47	Піна будівельна
24	Анкер А-4		

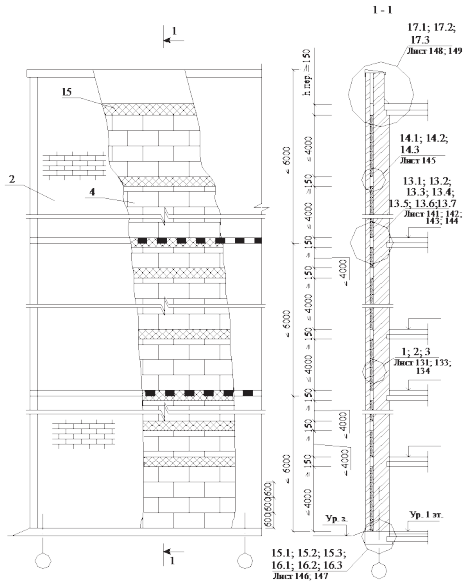


Схема № 1. Розташування плит утеплювача, захисної декоративної кладки, несучої балки-пояса

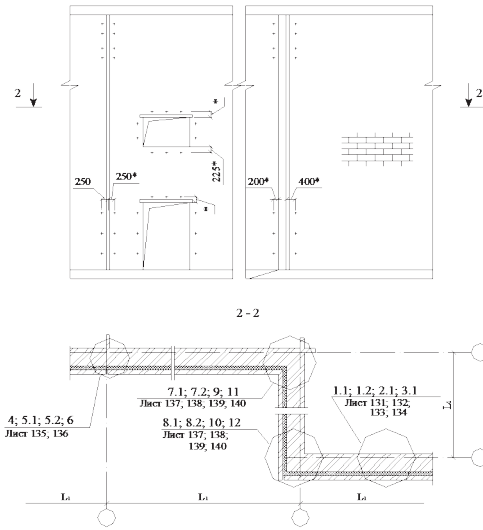


Схема № 2. Розташування дюбелів у кутах, температурних швах та у прорізах

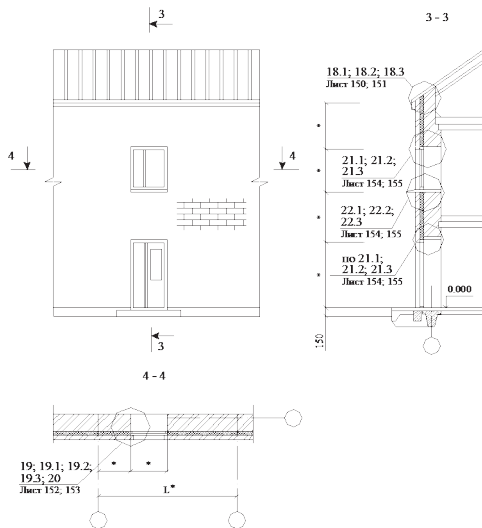


Схема № 3.

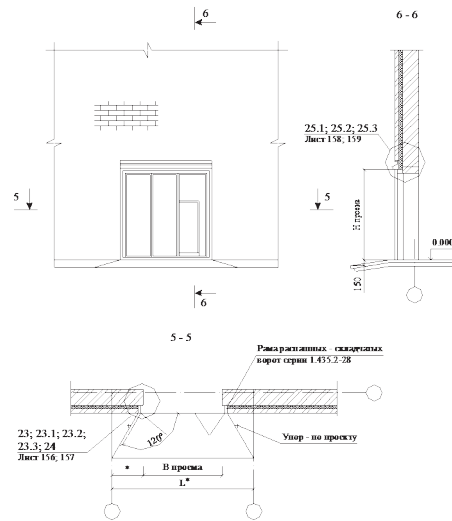
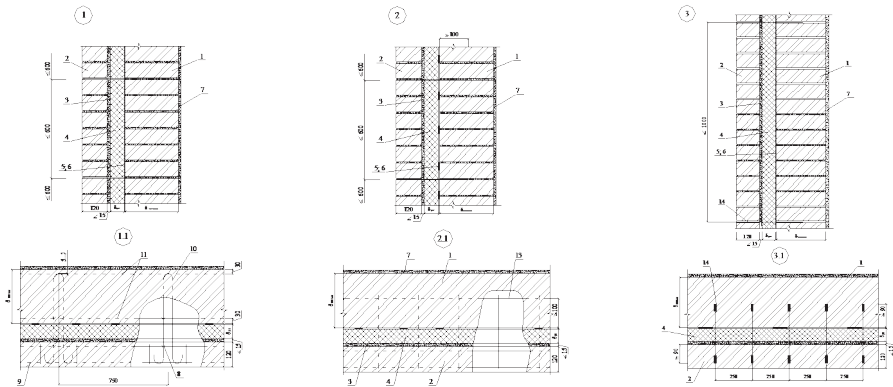


Схема № 4.

Рис. В.12. Схеми розташування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою



З'єднання шарів петлями

З'єднання шарів сіткою

З'єднання шарів скло-пластиковою арматурою

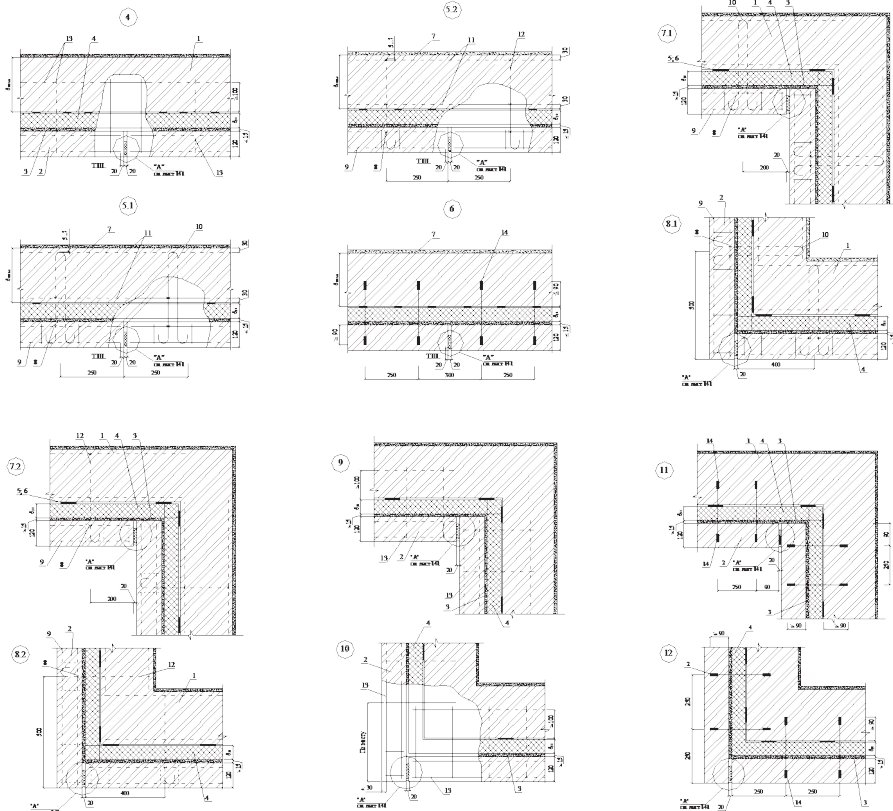


Рис. В.13. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою. Вузли 1 – 12

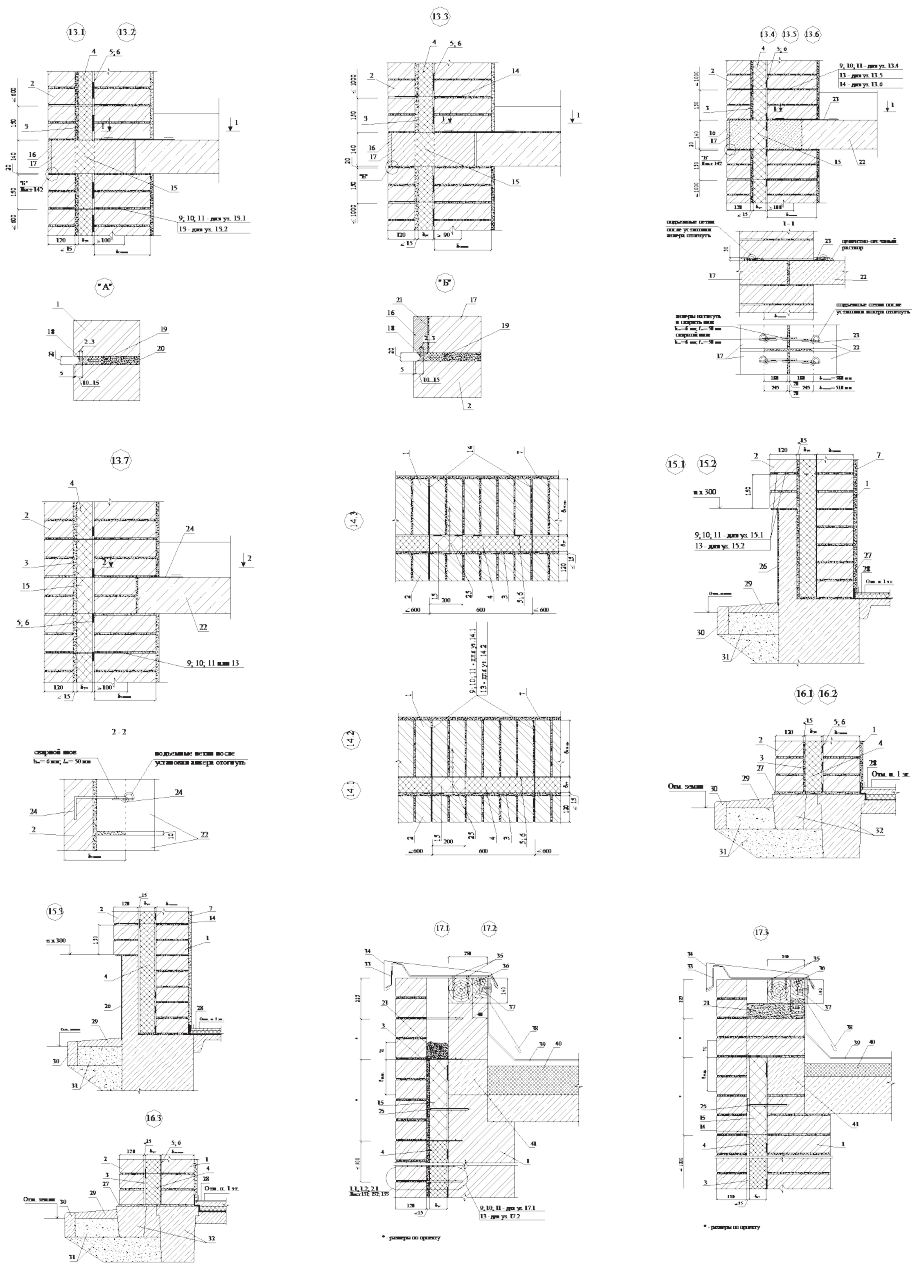


Рис. В.14. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою. Вузли 13.1. – 17.3



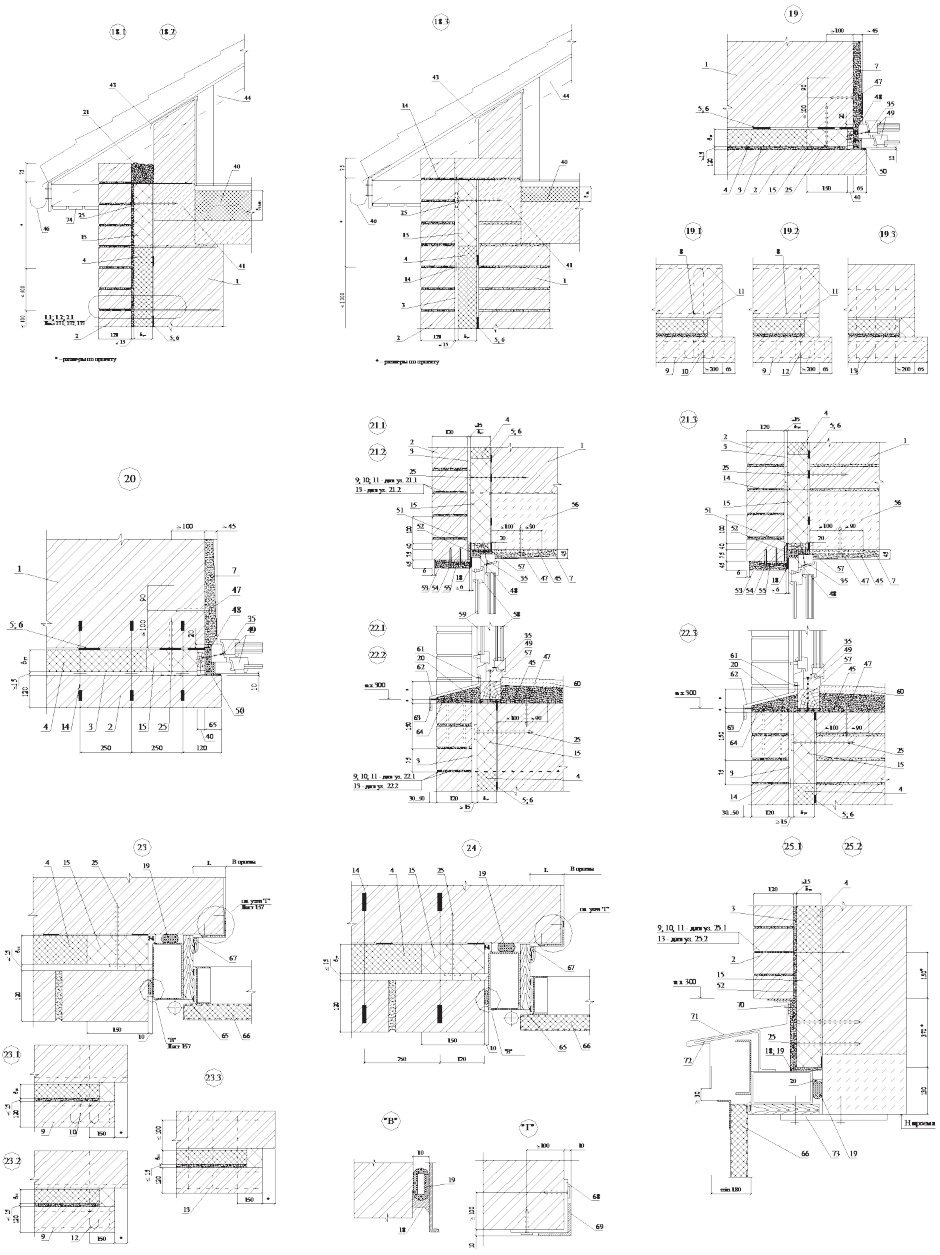


Рис. В.15. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою. Вузли 18.1. – 25.2

**КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ФАСАДНОЮ  
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ ТА ОПОРЯДЖЕННЯМ ЦЕГЛОЮ**  
(Реконструкція)

Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Стіна (несуча частина)	28	Уголок - перемичка
2	Захисна декоративна кладка	29	Зварна оцинкована металева сітка
3	Рихтувальний зазор	30	Мастика герметизуюча
4	Теплоізоляція з пінополістирольних плит	31	Залізобетонна перемичка
5	Клей для приклеювання плит теплоізоляції	32	Внутрішня штукатурка
6	Вирівнююча штукатурка	33	Пластина 6x40
7	Дюбель $\phi$ 6 или 8	34	Дошка
8	В'язальна проволока	35	Піна будівельна
9	Заставна сітка М1	36	Прокладка пінополіетиленова ущільнююча
10	Анкер А-1	37	Цементний розчин
11	Перекриття підвалу	38	Анкер А-2
12	Гідроізоляція - цементно-піщаний розчин	39	Костиль К1
13	Стіна підвалу	40	Злив С1
14	Вимощення згідно з проектом	41	Дюбель
15	Обмазувальна гідроізоляція	42	Шуруп
16	Костиль під фундаментну балку	43	Підвіконня згідно з проектом
17	Крупний пісок	44	Шуруп
18	Дюбельний комплект	45	Злив С2
19	Розсічка з мінераловатних плит	46	Костиль МС1
20	Цементно-піщаний розчин	47	Полотно розпашних воріт
21	Костиль К3	48	Сталева планка для кріплення рами воріт

22	Злив СЗ	49	Пол підвалу або 1-го поверху: - Лінолеум; - Стяжка з цементно-піщаного розчину - Плита теплоізоляції - Гідроізоляція; - Бетонна підготовка марки В7,5 -80мм.
23	Цвях Ж 6		
24	Фартух з оцинкованої сталі		
25	Рулонна покрівля		
26	Теплоізоляція покриття або горищного перекриття		
27	Термовставка з ніздрюватобетонних блоків		

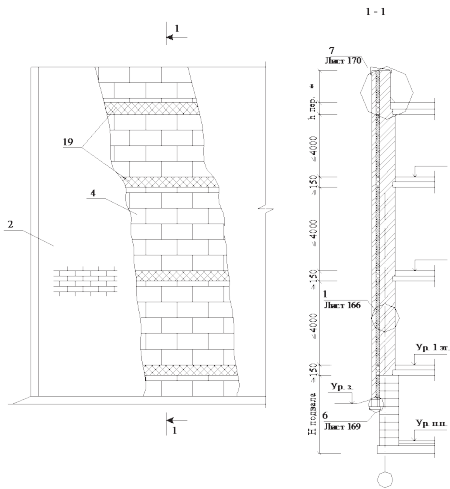


Схема № 1. Розташування плит утеплювача

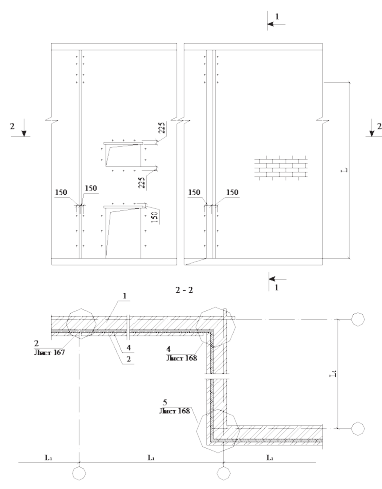


СХЕМА № 2. Розташування дюбелів у кутах, температурних швах та прорізах

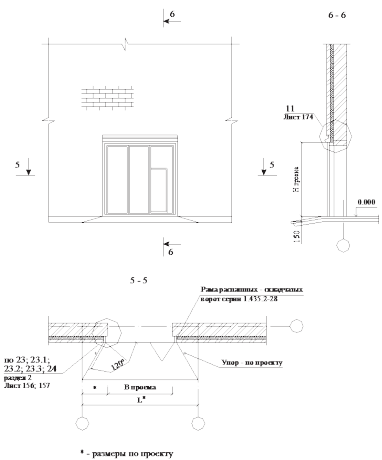
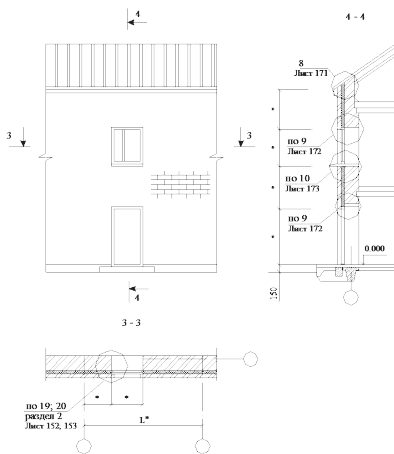


Рис. В.16. Схеми розташування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою


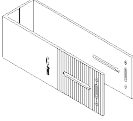
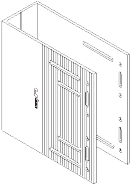

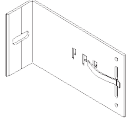
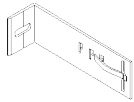
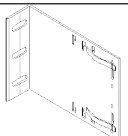


**КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ФАСАДНОЮ  
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЄЮ З ВЕНТИЛЬОВАНИМ ПОВІТРЯНИМ  
ПРОШАРКОМ ТА ОПОРЯДЖЕННЯМ ІНДУСТРІАЛЬНИМИ  
ЕЛЕМЕНТАМИ**

*(Нове будівництво та реконструкція)*

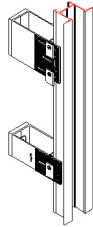
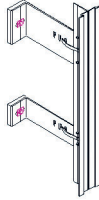
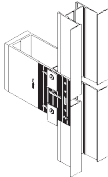
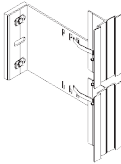
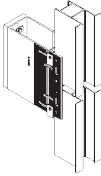
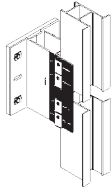
Таблиця В.1

Модифікації систем по типу перетину кронштейну (системи «U- KON»)

№	Позначення системи	Тип кронштейну	Вид кронштейну	Найменування кронштейну
1	АТС	АД-031/Л		несучий
2	АТС	АД-032/Л		
3	АТС	АД-033/Л		
4	АТС	АД-034/Л		
5	АТС	АД-061/Л		
6	АТС	АД-063/Л		
7	АТС	АД-063/Л		

Таблиця В.2

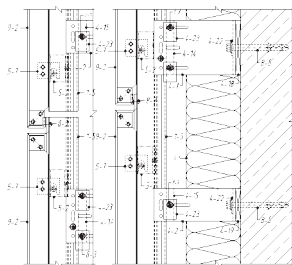
## Модифікації кріпильних блоків (системи «U- KON»)

№	Кріпильний блок	Варіанти кріплень	
1	Стандартний		
2	Універсальний		
3			

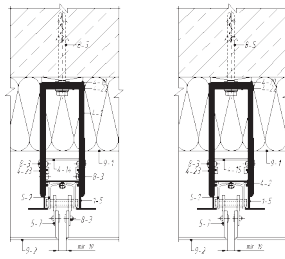
## Експлікація матеріалів та виробів (варіант 1)

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1-5	Направляюча	4-25	Елемент з'єднувальний АД-5902
3-2	Профіль допоміжний уголок 30*30*2	5-2	Салазка кріпильна АД-5901
3-3	Профіль допоміжний А-06	5-4	Підсилювач кутовий АД-301/1
4-1	Кронштейн несучий АД-031/L	5-7	Елемент кріплення «ікля» універсальний АД-2703

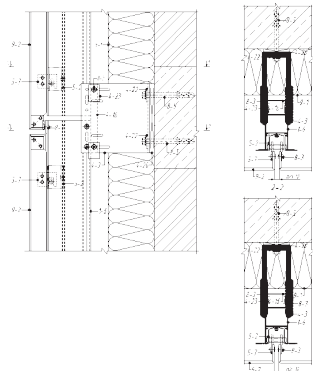
4-2	Кронштейн опорний	8-1	Гвинт
4-14	Салазка кріпильна АД-021	8-3	Заклепка витяжна А/А2 □5
4-15	Салазка кріпильна АД-022	8-4	Заклепка витяжна А/А2 □3
4-18	Терморозрив пластиковий	8-4*	Заклепка витяжна А2/А2 □5
4-19	Терморозрив пластиковий	8-5	Анкерний елемент
4-22	Шайба для фіксації кронштейна АД-053	9-1	Теплоізоляційний шар
4-23	Шайба для фіксації направляючої АД-0511	9-2	Касета з композитного матеріалу
4-24	Елемент парапетний АД-30.1		



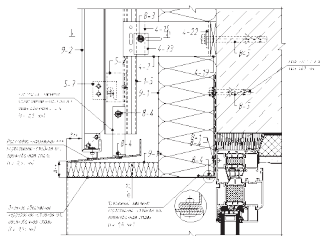
Вертикальний розріз по кріпильним кронштейнам



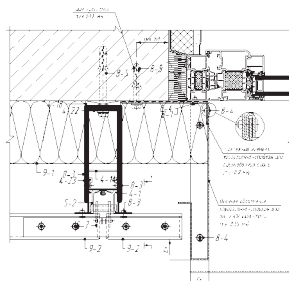
Горизонтальний розріз по кріпильним кронштейнам (у рівні несучого кронштейну; у рівні опорного кронштейну)



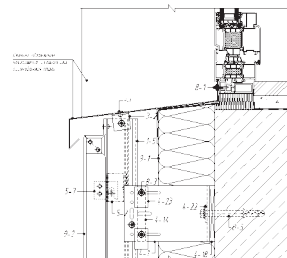
Вертикальний і горизонтальний розрізи по кріпильним кронштейнам



Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 1

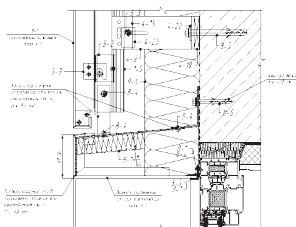


Горизонтальний розріз по боковому примиканню до віконного отвору. варіант 1

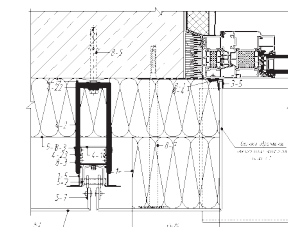


Вертикальний розріз по нижньому примиканню до віконного отвору. варіант 1

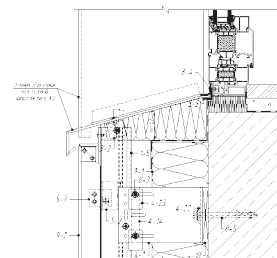
Рис. В.18. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорадженням індустріальними елементами.



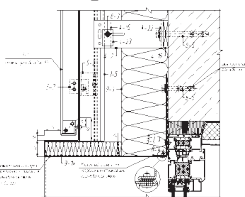
Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 2



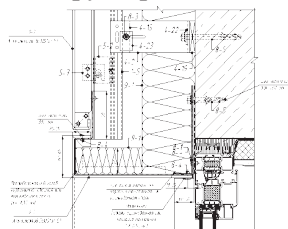
Горизонтальний розріз по боковому примиканню до віконного отвору. варіант 2



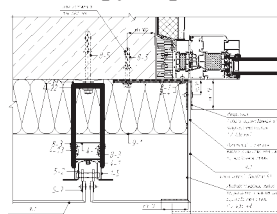
Вертикальний розріз по нижньому примиканню до віконного отвору. варіант 2



Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 3

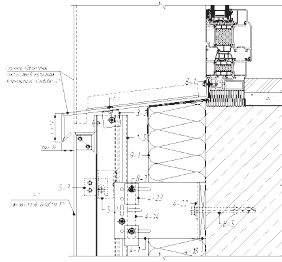


Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 4

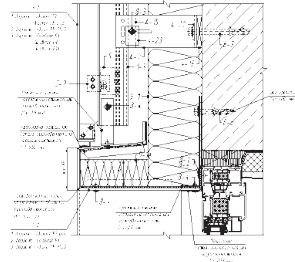


Горизонтальний розріз по боковому примиканню до віконного отвору. варіант 3

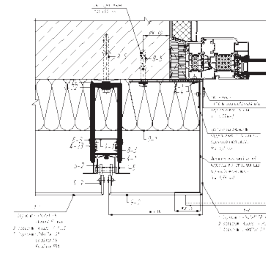




Вертикальний розріз по нижньому примиканню до віконного отвору. варіант 3

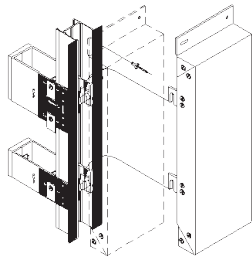


Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 5



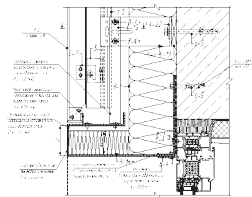
Горизонтальний розріз по боковому примиканню до віконного отвору. варіант 4

Рис. В.19. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорадженням індустріальними елементами.

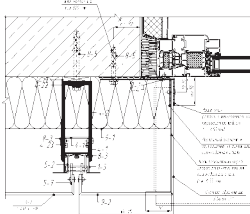


### Порядок монтажу

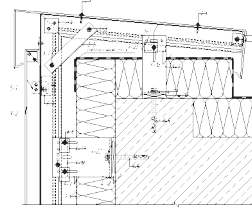
1. Установка салазки (повзунка) у проектне положення, закріплення за допомогою розпiрного гвинта.
2. Монтаж попередньо зібраної облицювальної панелі.
3. Вирівнювання облицювальної панелі.
4. Постійне закріплення облицювальної панелі у проектне положення за допомогою заклепок.
5. Зняття захисної плівки.



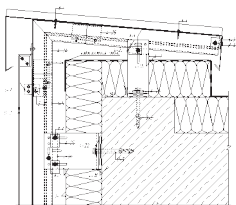
Вертикальний розріз по верхньому примиканню до віконного отвору. варіант 6



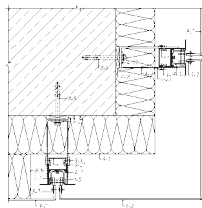
Горизонтальний розріз по боковому примиканню до віконного отвору. варіант 5



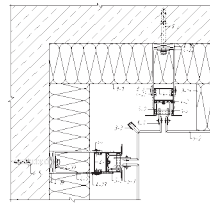
Вертикальний розріз по парапету. варіант 1.



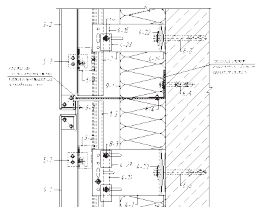
Вертикальний розріз по парапету. варіант 2



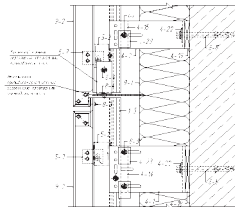
Горизонтальний розріз з оздоблення зовнішнього кута



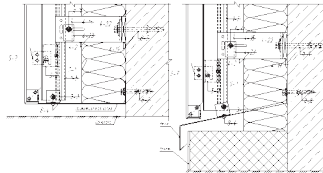
Горизонтальний розріз з оздоблення внутрішнього кута



Влаштування міжповерхових протипожежної відсічки. варіант 1



Влаштування міжповерхових протипожежної відсічки. варіант 2



Вертикальний розріз по цоколю

Рис.В.20. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами.

### Експлікація матеріалів та виробів (варіант 2)

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1-14	Направляюча А-39,1	4-22	Шайба для фіксацій кронштейна АД-053
1-15	Направляюча А-47	5-2	Салазка кріпильна АД-5901
2-10	Профіль допоміжний А-42	5-3	Салазка кріпильна АД-1306
2-11	Профіль допоміжний А-43	5-7	Елемент кріплення «ікля» універсальний АД-2703
3-8	Профіль допоміжний А-45	5-8	Адаптер АД-5701
4-9	Кронштейн несучий АД-061/L	7-1	Кліпса пластикова ПД-4201
4-10	Кронштейн опорний	8-3	Заклепка витяжна А/А2 □5

4-11	Кронштейн несучий АД-063/L	8-4	Заклепка витяжна А2/А2 □5
4-13	Лапка прижимна АД-6901	8-5	Анкерний елемент
4-18	Терморозрив пластиковий	9-1	Теплоізоляційний шар
4-19	Терморозрив пластиковий	9-2	Касета з композитного матеріалу
4-20	Терморозрив пластиковий		

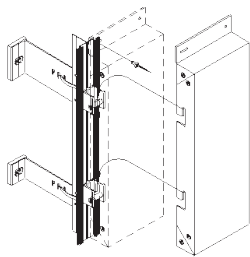
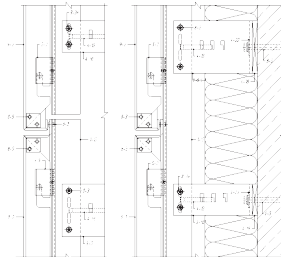
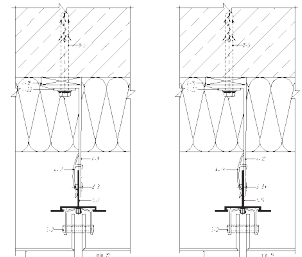


Схема монтажу облицовальної панелі.  
Варіант 1.

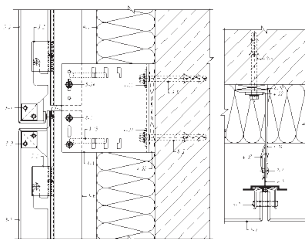


Вертикальний розріз по кріпильним кронштейнам.  
Варіант 1.



Горизонтальний розріз по кріпильним кронштейнам.  
Варіант 1.

Рис. В.21. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами



Вертикальний і горизонтальний розрізи кріпильним кронштейнам

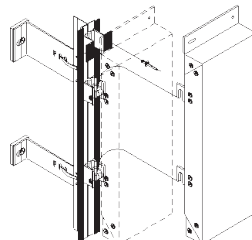
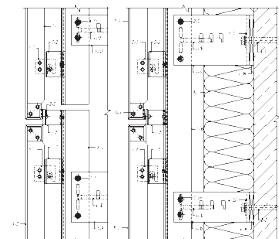
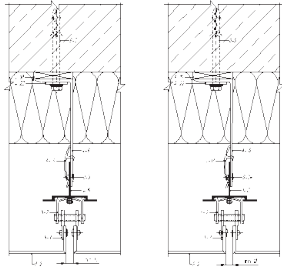


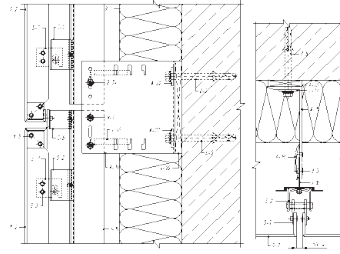
Схема монтажу облицовальної панелі.  
Варіант 2.



Вертикальний розріз по кріпильним кронштейнам.  
Варіант 2.



Горизонтальний розріз по кріпильним кронштейнам. Варіант 2.



Вертикальний і горизонтальний розрізи по кріпильним кронштейнам.

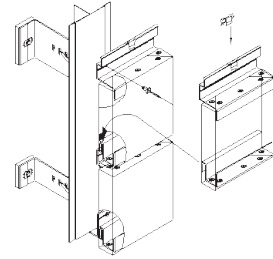
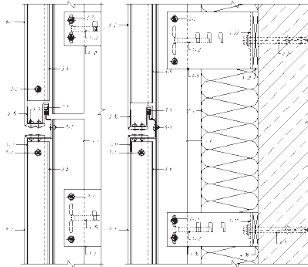
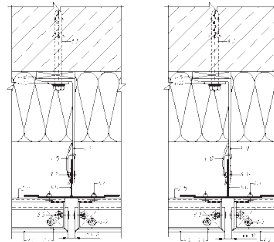


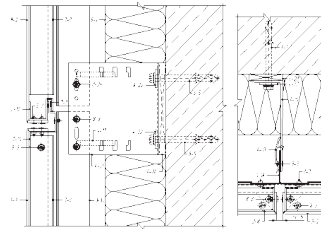
Схема монтажу облицовальної панелі. Варіант 3.



Вертикальний розріз по кріпильним кронштейнам. Варіант 3.



Горизонтальний розріз по кріпильним кронштейнам. Варіант 3.



Вертикальний і горизонтальний розрізи по кріпильним кронштейнам.

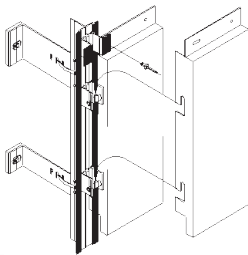
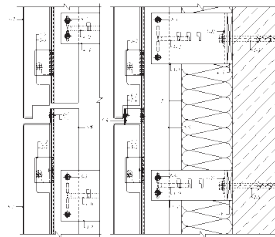
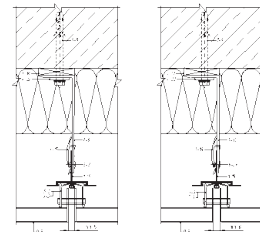


Схема монтажу облицовальної панелі. Варіант 4.



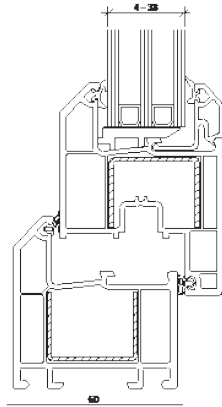
Вертикальний розріз по кріпильним кронштейнам. Варіант 4.



Горизонтальний розріз по кріпильним кронштейнам. Варіант 4.

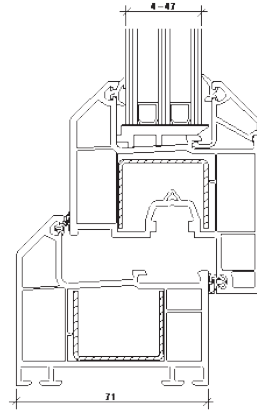
Рис. В.22. Конструкції із опорядженням індустриальними елементами

**СВІТЛОПРОЗОРІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ  
ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ**



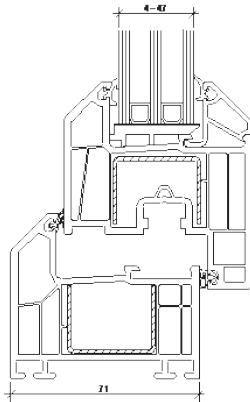
**3 камери**

$$R_{\Sigma np. cнв.} = 0,65 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$



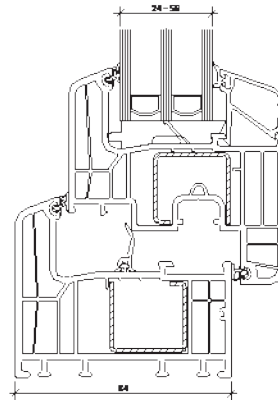
**3 камери**

$$R_{\Sigma np. cнв.} = 0,6 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$



**5 камер**

$$R_{\Sigma np. cнв.} = 0,77 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

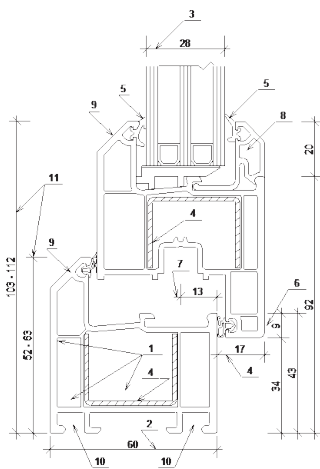


**6 камер**

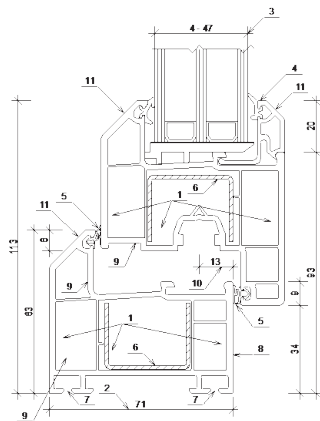
$$R_{\Sigma np. cнв.} = 1,05 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Рис. В.23. Конструкції ПВХ вікна

### Варіанти конфігурацій вікон з трьома камерами

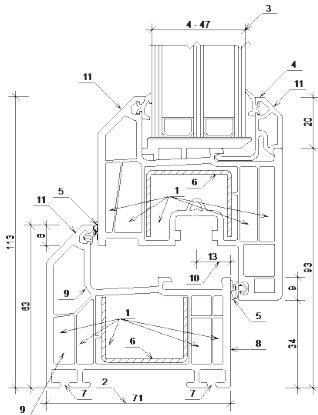


1. Три повітряні камери
2. Ширина профілю 60 мм
3. Можливість встановлення склопакетів шириною до 38 мм
4. Жорстке армування
5. Дві площини ущільнюючих прокладок з ТРЕ захищають від продування
6. Збільшення ширини притвору 9 мм
7. Осьовий розмір паза фурнітури 13 мм
8. Штапики з двома опорними ніжками
9. Нахил  $45^\circ$  служить для гарного стоку води і надає вікну елегантний дизайн
10. Ніжки для кріплення з'єднувачів
11. Можливість використання в системі низькою рами і вузького імпоста для кращого освітлення денним світлом приміщення

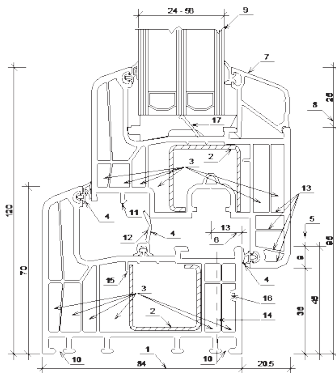


1. Три повітряні камери
2. Ширина 71 мм для оптимального розподілу температур
3. Можливість встановлення склопакетів шириною до 47 мм
4. Штапики з двома опорними ніжками
5. Дві площини ущільнюючих прокладок з ТРЕ захищають від продування
6. Надійні сталеві вкладиші
7. Ніжки для кріплення з'єднувачів
8. Кріплення петель проводиться через пластик і сталь
9. Відведення води і вентиляція фальцев склопакетів походить через зовнішню камеру
10. Осьовий розмір паза фурнітури 13 мм
11. Нахил  $45^\circ$  служить для гарного стоку води

### Конфігурація вікон з п'ятьма та шістьма камерами



1. П'ять повітряних камер
2. Ширина 71 мм для оптимального розподілу температур в профілях
3. Можливість встановлення склопакетів шириною до 47 мм
4. Штапики з двома опорними ніжками
5. Дві площини ущільнюючих прокладок
6. Надійні сталеві вкладиші
7. Ніжки для кріплення з'єднувачів
8. Кріплення петель проводиться через пластик і сталь
9. Відведення води і вентиляції фальцев склопакетів йдуть через зовнішню камеру
10. Осьовий розмір паза фурнітури 13 мм
11. Нахил 45 ° служить для гарного стоку води і надає вікну елегантний дизайн



1. Ширина профілю 84 мм.
3. Шість повітряних камер
5. Збільшена ширина внутрішнього притвору 9 мм.
6. Осьовий розмір паза фурнітури 13мм
7. Штапик з двома опорними «ніжками»
8. Глибина защемлення склопакета 25 мм знижує теплові потоки через дистанційну рамку.
9. Можлива установка склопакета товщиною до 56 мм.
11. Капельник
12. Середній контур ущільнення.
13. 4 стінки ПВХ
14. Вісь кріплення вікна
16. Канал для розташування шурупа
17. Ущільнювач стулки.

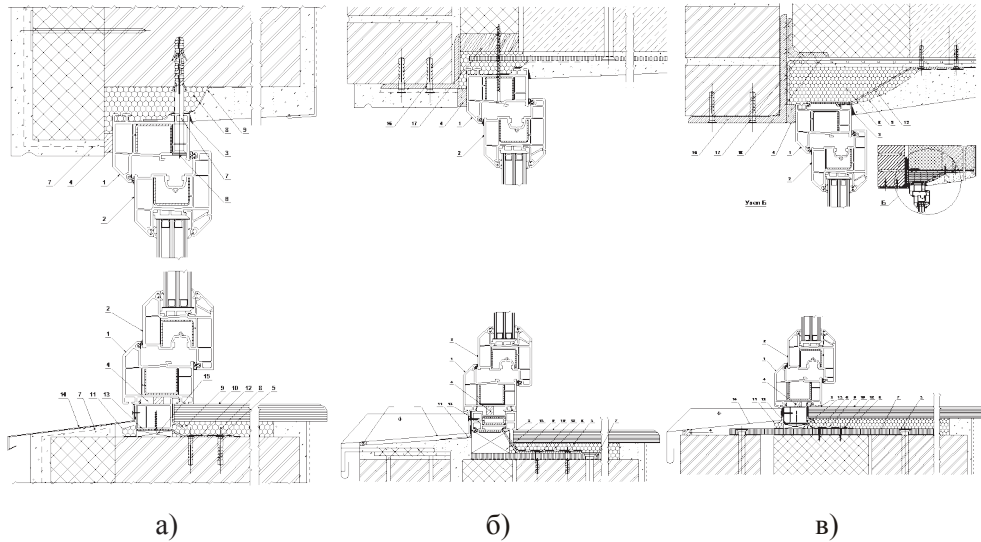


Рис. В.24. Вузли примикань СПК до огорожувальних конструкцій  
(верхнє примикання та нижнє примикання)

- а) стіни з захисно-декоративним шаром з штукатурки по сітці;  
 б) стіни з оздоблювальним шаром з цегли (реконструкція);  
 в) стіни з оздоблювальним шаром з цегли (нове будівництво)

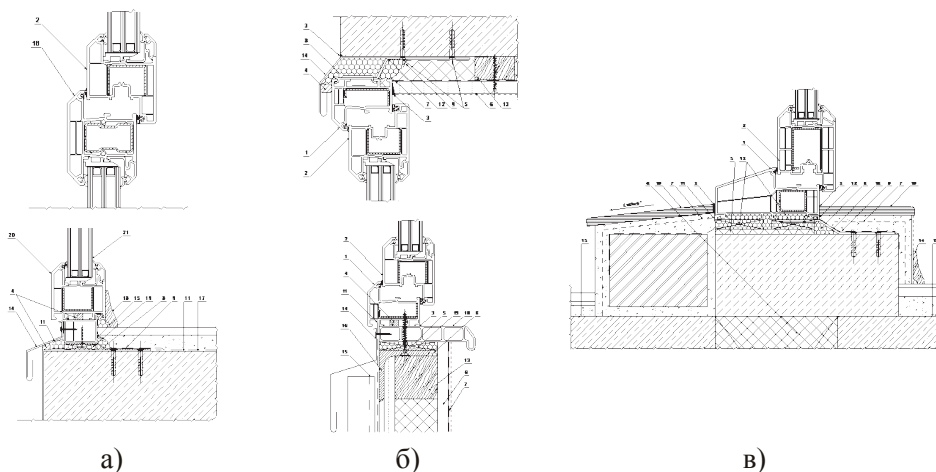
1. рама LR 743 / D; 2. стулка ZR 713 / D; 3. силіконовий герметик;  
 4. стрічка «ПСУЛ»; 5. монтажний дюбель; 8. ППУ (піноутеплювач);  
 9. стрічка пароізоляційна; 10. підвіконна дошка; 11. стрічка гідроізоляційна;  
 12. анкерна пластина; 14. злив; 15. несуча колодка

6. рамний дюбель  
(анкерний болт)  
 7. зварна металична  
 сітка 20x20 ?1.0  
 13. UST 725  
 підставочний профіль

6. будівельний шуруп  
 7. ламінована фанера  
 280x100x14  
 13. КР 12 розширювач  
 16. L 60x90x5  
 17. дошка, просочена  
 антипіреном

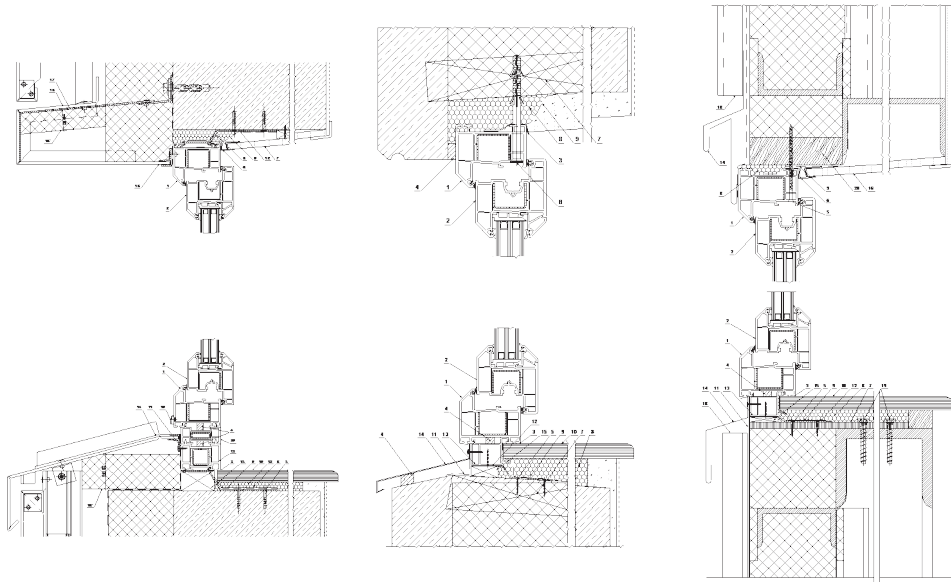
6. будівельний шуруп  
 7. ламінована фанера  
 280x100x14  
 13. UST 725  
 підставочний профіль  
 16. L 200x125x11  
 17. L 65x50x8  
 18. сітка ? 3мм ВР-I  
 20x20





- |                                    |                                   |  |                                  |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| 1. рама LR 743 / D;                | 2. стулка ZR 713 / D;             | 1. рама 741 L/D                                      | 2. стулка 740 H/D                |
| 3. силіконовий герметик;           | 4. стрічка «ПСУЛ»;                | 3. силіконовий герметик                              | 4. стрічка «ПСУЛ»                |
| 5. монтажний дюбель;               | 7. пінополіетилен (пароізоляція)  | 5. протипожежна прокладка 5мм з базальтового волокна | 6. перфорація в плиті перекриття |
| 8. ППУ (піноутеплювач);            | 9. стрічка пароізоляційна;        | 7. зварна мет. сітка 20x20                           | ?1.0                             |
| 11. гідроізоляція;                 | 12. анкерна пластина;             | 8. ППУ (пеноутеплитель)                              | 9. пароізоляційна стрічка        |
| 13. брус;                          | 14. злив;                         | 10. керамогранітна плитка                            | 10. керамогранітна плитка        |
| 17. конструкція підлоги;           | 18. плінтус;                      | 11. стрічка гідроізоляційна                          | 11. стрічка гідроізоляційна      |
| 19. несуча колодка                 |                                   | 12. з'єднувач NLR 700                                | 12. з'єднувач NLR 700            |
|                                    |                                   | 13. несуча колодка                                   | 13. несуча колодка               |
| 10. капельник з оцинкованої сталі  | 10. підвіконна дошка;             | 14. плінтус  | 14. плінтус                      |
| 15. UST 725 профіль                | 15. огороження балкона (профлист) | 15. конструкція підлоги                              | 15. конструкція підлоги          |
| 16. імпорт TR 23/D                 | 16. L 60x60x4 уголок              | 16. анкерна пластина                                 | 16. анкерна пластина             |
| 20. рама LR 63/D                   |                                   |  |                                  |
| 21. склопакет с триплексом (3/1/3) |                                   |  |                                  |

Рис.В.25. Вузли примикань СПК до огорожувальних конструкцій (верхнє примикання та нижнє примикання) а) скління балкона; б) скління балкона (реконструкція); в) вузол примикання СПК до огорожувальних конструкцій (виходи на балкони, тераси)



а)

б)

в)

Рис. В.26. Вузли примикань СПК до огороджувальних конструкцій  
(верхнє примикання та нижнє примикання)

а) стіни з оздоблювальним шаром з листових матеріалів вентиляованого типу (нове будівництво, реконструкція);

б) стіни із залізобетонних панелей з утеплювачем;

в) стіни з оцинкованого сталевго профлиста.

1. рама LR 743 / D; 2. стулка ZR 713 / D; 3. силіконовий герметик;  
4. стрічка «ПСУЛ»; 5. монтажний дюбель; 8. ППУ (піноутеплювач);  
9. стрічка пароізоляційна; 10. підвіконна дошка; 11. стрічка гідроізоляційна;  
12. анкерна пластина; 14. злив; 15. несуча колодка

6. KPR 10 стартовий профіль

7. ПВХ скіс

13. КР 40 розширювач

16. смуга-вкладиш \*

17. протипожежний короб

18. листовий композиційний матеріал

19. WAK 1 заглушка 5x25мм

20. КР 12 розширювач

6. рамний дюбель

7. закладений брусок

13. UST 725 підставочний профіль

6. KPR 10 стартовий профіль

7. ламінована фанера 280x100x14

13. UST 725 профіль

16. ГКЛ

17. болт М 16x5

18. оцинкований сталевий профлист

19. болт М 7,5 x5x50

20. брус

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕКРИТТЯ ТА ПОКРИТТЯ

(Збірні та монолітні залізобетонні покриття)

### Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Залізобетонна плита покриття	24	Геотекстиль
2	Вирівнююча затирка цементно-піщаним розчином марки 50 товщиною 5 ... 15 мм - Грунтовка - Пароізоляція	25	Патрубок
		25а	Корпус воронки
		26	Ковпак водоприймальної воронки
		27	Труба
		28	Зонт з оцинкованої сталі
		29	Патрубок з фланцем
3	Точкова приклейка теплоізоляції	30	Грунтовий шар
4	Теплоізоляція – плити пінополістирольні	31	Шар з покрівельного рулонного матеріалу
5	Стяжка з цементно-піщаного розчину	32	Противокорневий шар
5а	Збірна стяжка з двох шарів азбестоцементних листів	33	Дренажний шар з гравію
6	Покрівельний килим	34	Фільтруючий шар
7	Ущільнюючі прокладки	35	Рослинний шар
8	Закладання стику цементно-піщаним розчином	36	Тротуар з цементно-піщаного розчину або бетонних плиток

9	Додаткові шари покрівельного килима	37	Сталевий стакан з фланцем
10	Мінеральна вата	38	Парапетна плита
10a	Утеплення воронки (для виключення випадання на її поверхні конденсату)	39	Огорожа покрівлі
11	Компенсатор з оцинкованої сталі	40	Водоприймальна воронка
12	Викружки з оцинкованої сталі	41	Захисна решітка
13	Слотканина	42	Гравійна засипка
14	Рулонний бітумно-полімерний	43	Похилий бортик
15	Негорюча теплоізоляція	44	Кріпильний елемент
16	Дерев'яний брусок 40х40 – 4 шт.	45	Пароізоляція
17	Ущільнювач	46	Шар покрівельного матеріалу
18	Хомут	47	Костиль зі сталеві смуги 4х4
19	Опора з легкого бетону	48	Фланець
20	Захисний фартух з покрівельної сталі	49	Надставний елемент
21	Герметизуюча мастика	50	Закладення пінополіуретаном
22	Кожух вентилятора		
23	Пробка дерев'яна		

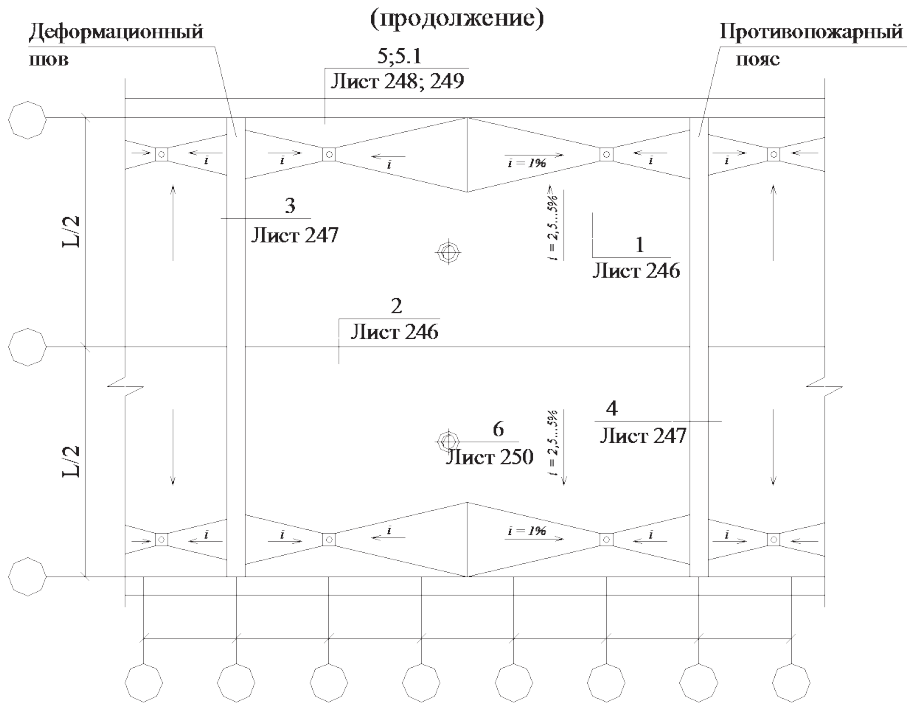
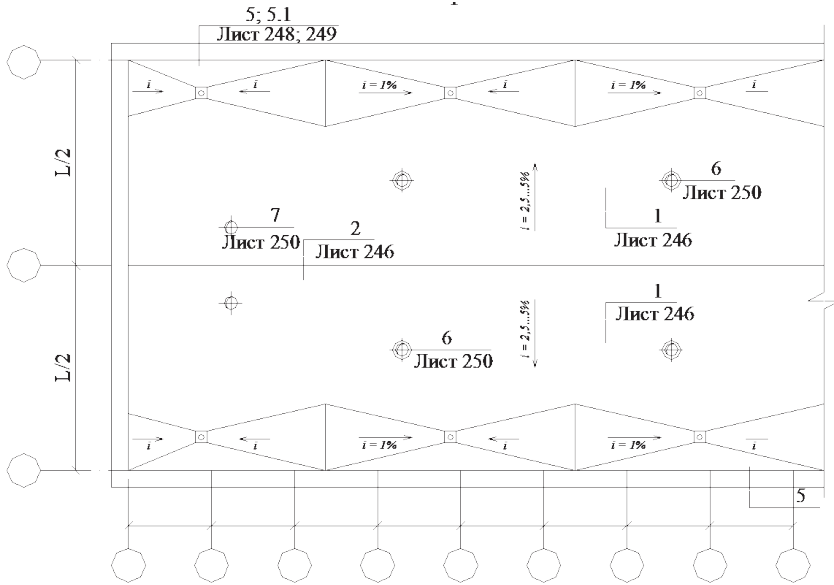


Рис. В.27. План покрівлі

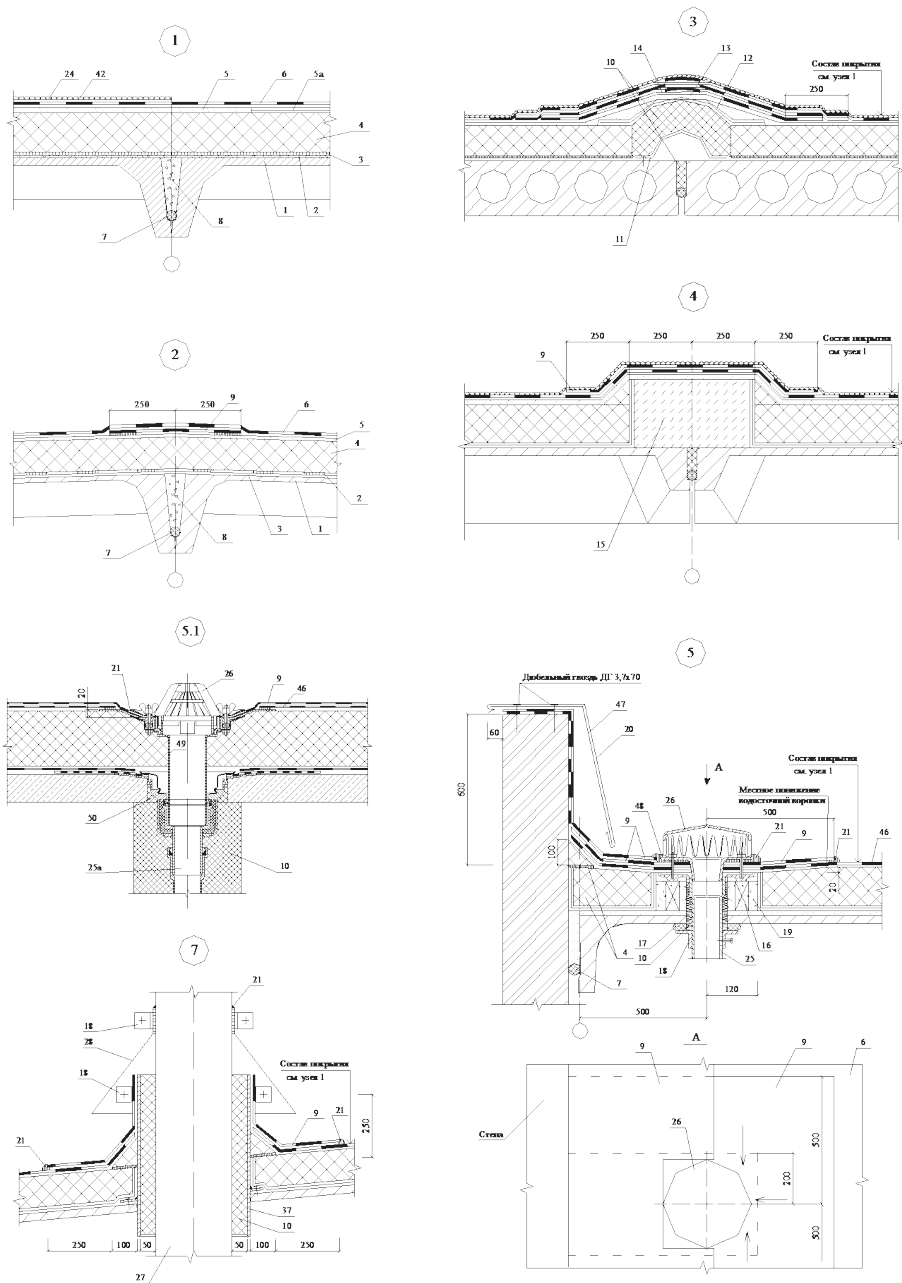


Рис. В.28. Энергоэффективні конструкції перекриття та покриття. Вузли 1-5

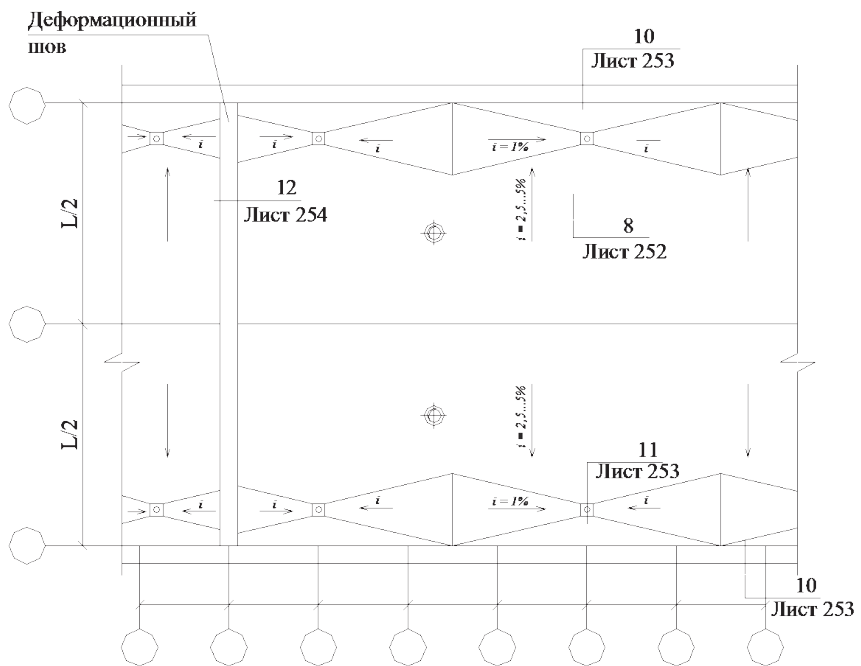
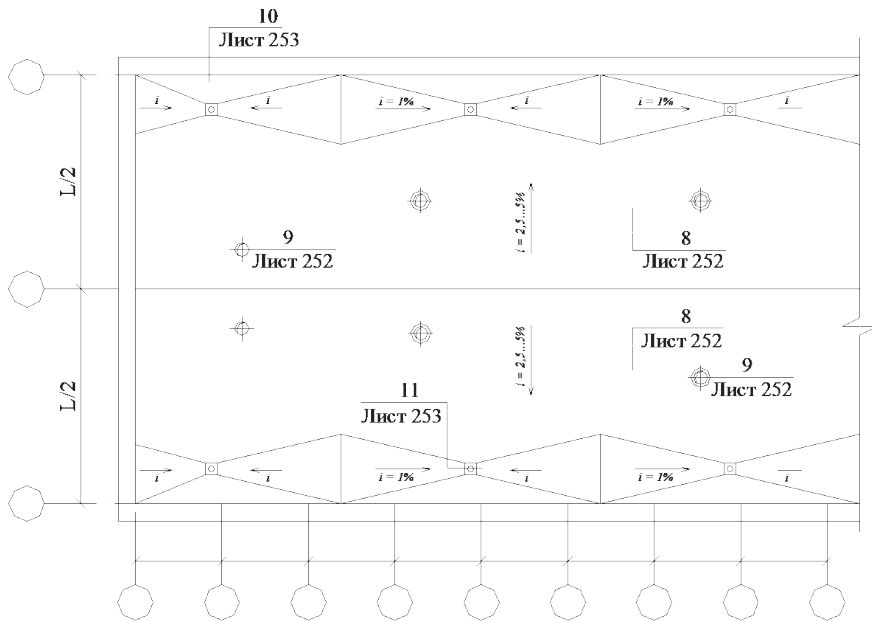


Рис. В.29. План покрівлі

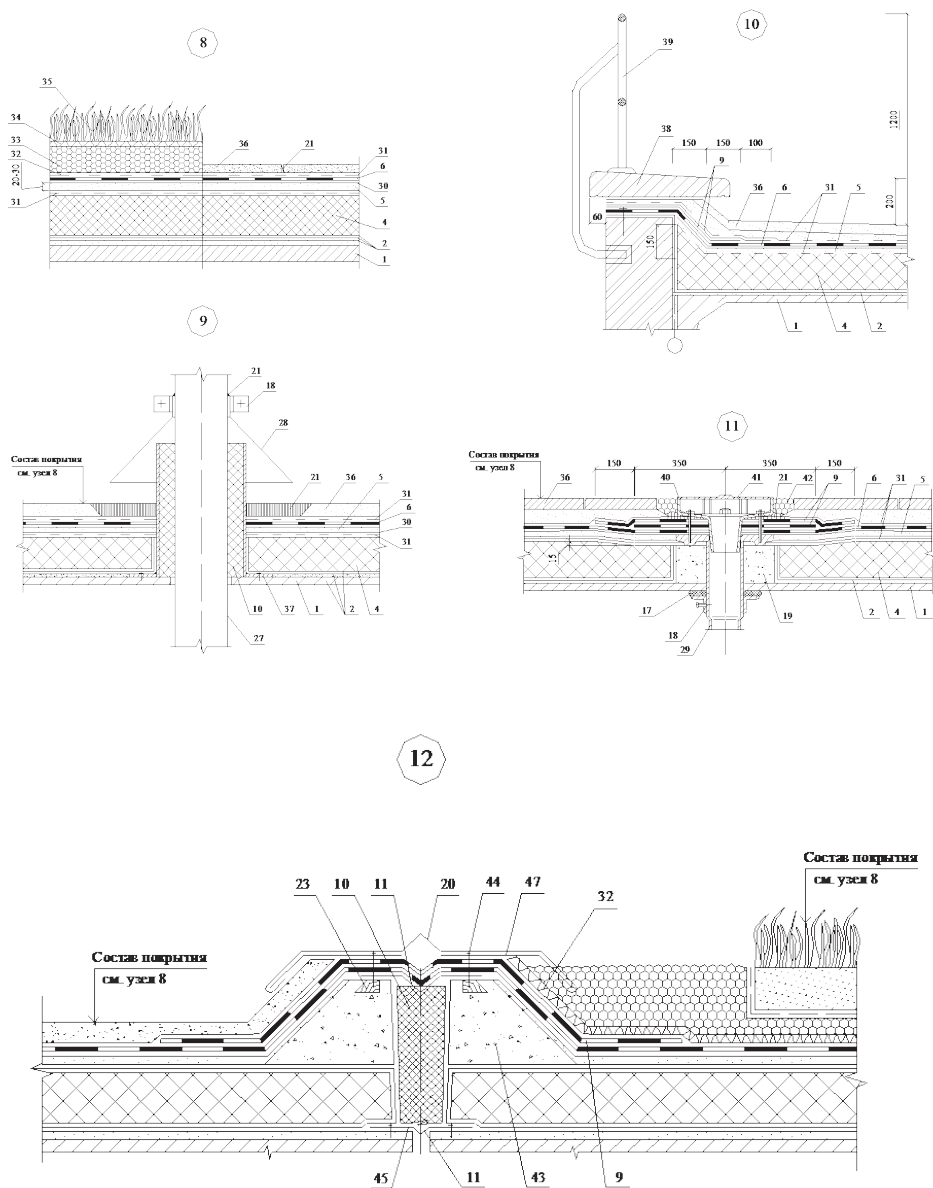


Рис. В.30. Энергоэффективні конструкції перекриття та покриття. Вузли 1-5



## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ПОКРИТТЯ ПО СТАЛЕВОМУ ПРОФІЛЬОВАНОМУ НАСТИЛУ З РУЛОННОЮ ПОКРІВЛЕЮ

Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Заглушка з мінераловатної плити групи НГ	28	Крипильний елемент
2	Сталева гребінка	29	Смуга сталевая 4x40 мм
3	Оцинкована сталь, $\delta = 0,8$ мм	30	Клейка двостороння стрічка
4	Мастика герметизуюча	31	Лоток для стікання води і скоба
5	Приклеювача суміш	32	Брусок
6	Бортник з плит пінополістиролу	33	Стіна будівлі підвищеного прольоту
7	Шар покрівельного матеріалу	34	Плити пінополістирольні
8	Додатковий шар водоізоляційного килима	35	Оцинкована сталь, $\delta = 0,8$ мм
9	Костиль зі сталевої смуги 4x40 мм	36	Болт М16x70-001 з шайбою
10	Захисний фартух з оцинкованої сталі, $\delta = 0,8$ мм	37	Уголок 125x80x7
		38	Прогін
11	Дюбель ДГ 3,7x70Ц6	39	Компенсатор з оцинкованої сталі, $d = 2$ мм
12	Огородження покрівлі	40	Заклепка комбінована ЗК-12
13	Парапет	41	Елемент механічного кріплення

14	Точкова приклейка рулонного матеріалу та теплоізоляційних плит	42	Плити або мати мінераловатні
15	Шар покрівельного матеріалу	43	Викругляння з оцинкованої сталі товщиною $d = 1,5$ мм
16	Заклепка комбінована ЗК-10	44	Шар покрівельного матеріалу
17	Сталевий піддон	45	Гвинт самонарізний В6х25
18	Патрубок з фланцем	46	Труба
19	Сталевий хомут	47	Сталевий стакан
20	Захисний ковпак	48	Хомут із сталеві смуги 4х40 мм
21	Притискної фланець	49	Основний водоізоляційний килим
22	Додаткові прогони	50	Сталевий профільований настил
23	Місцеве зниження навколо воронки	51	Пароізоляція
24	Опорний стовпчик	52	Захисний шар (привантажувач) з гравію
25	Додаткові шари покрівельного матеріалу навколо воронки	53	Фасадна обробка
		54	П-образний елемент з оцинкованої сталі
26	Бортик з гнutoго швелера	55	Мінераловатні плити групи НГ
27	Компенсатор з оцинкованої сталі, $d = 0,8$ мм, $\delta = 0,8$ мм		

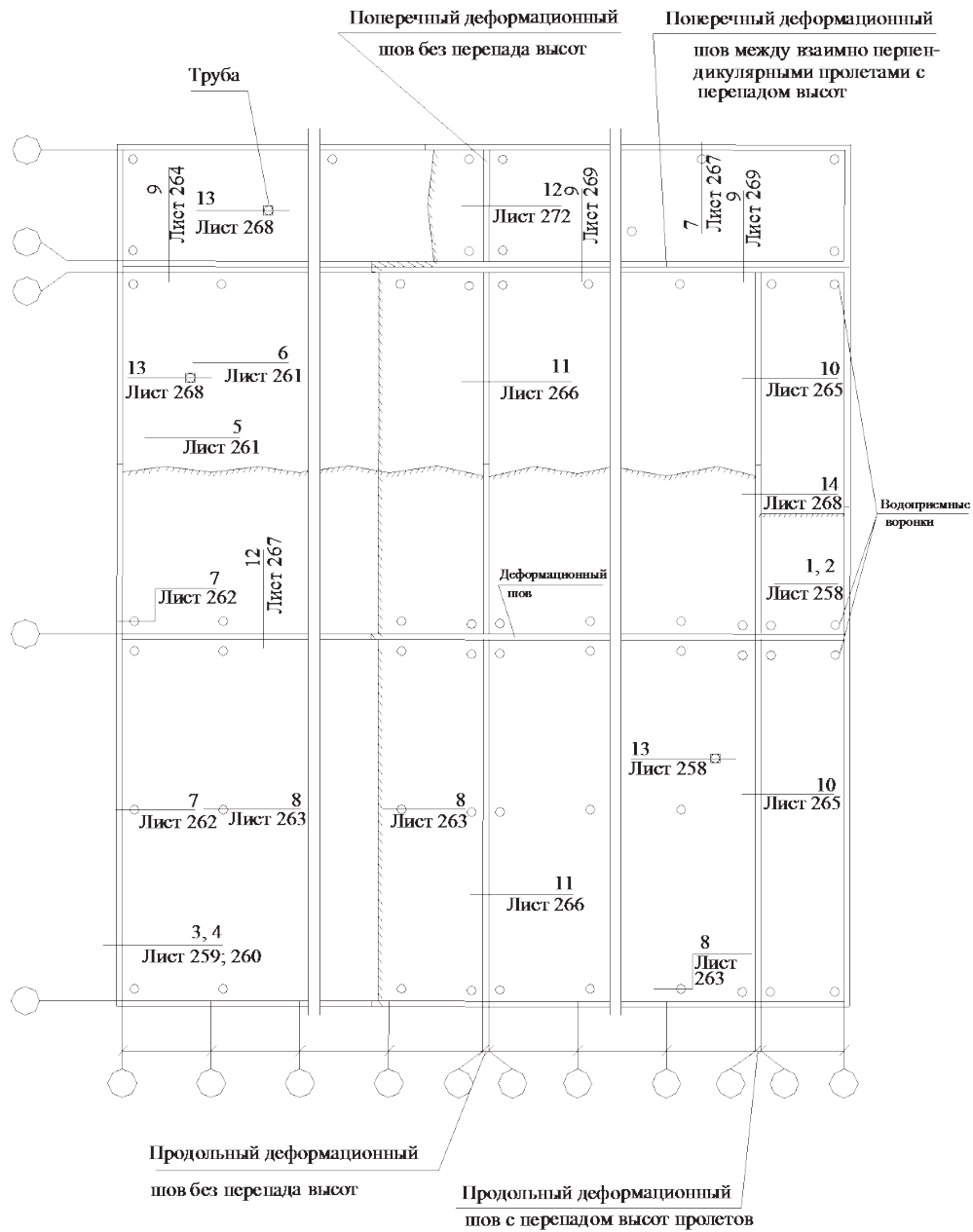


Рис. В.31. План покрівлі

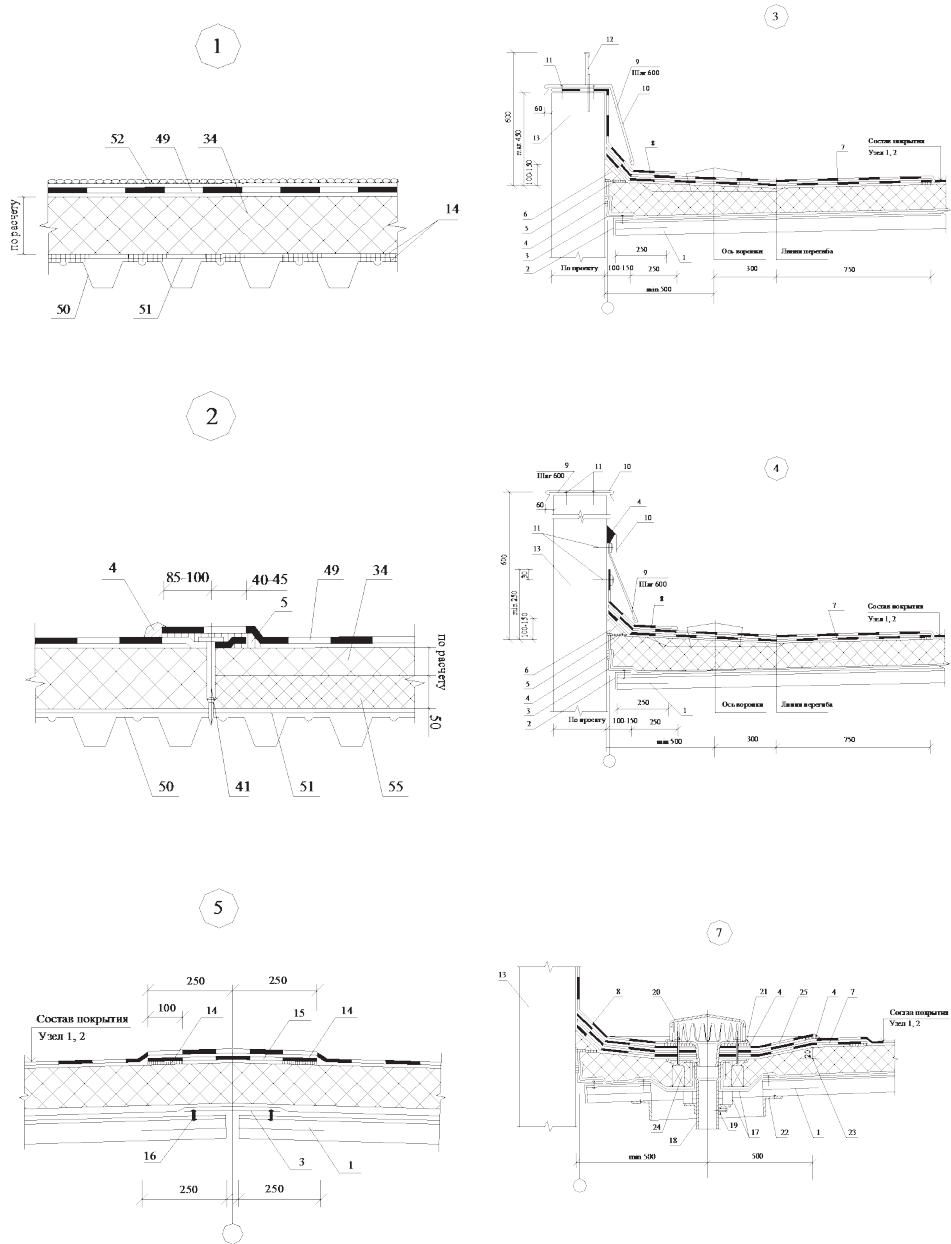
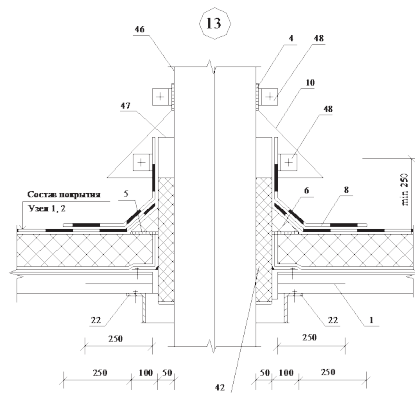
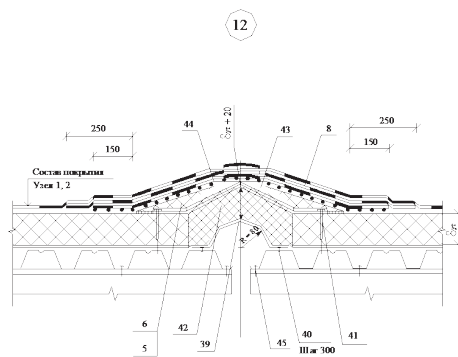
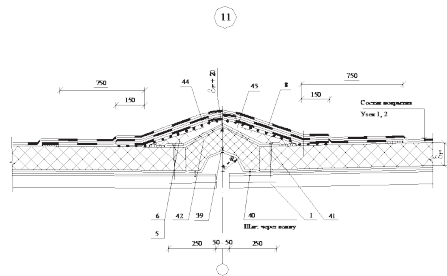
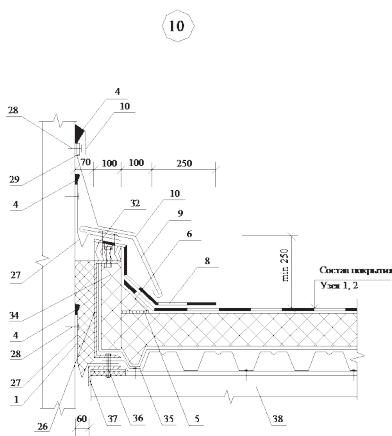
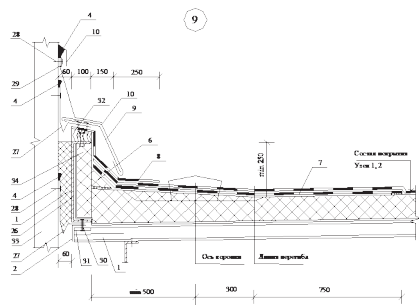
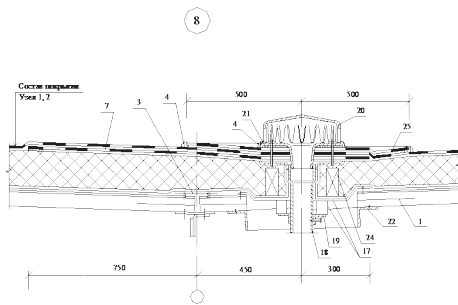


Рис.В.32. Енергоефективні конструкції покриття по сталевому профільованому настилу з рулонною покрівлею



В.33. Енергоефективні конструкції покриття по сталевому профільованому настилу з рулонною покрівлею

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ

### Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Залізобетонна плита перекриття	7	Дерев'яна балка перекриття
2	Пароізоляція	8	Дерев'яний щит
3	Шар рулонного наплавляемого матеріалу	9	Цементно-стружкова плита, $\delta = 20$ мм
4	Плита пінополістирольна	10	Штукатурка
5	Армована цементно-піщана стяжка	11	Плита пінополістирольна
6	Вирівнююча стяжка		

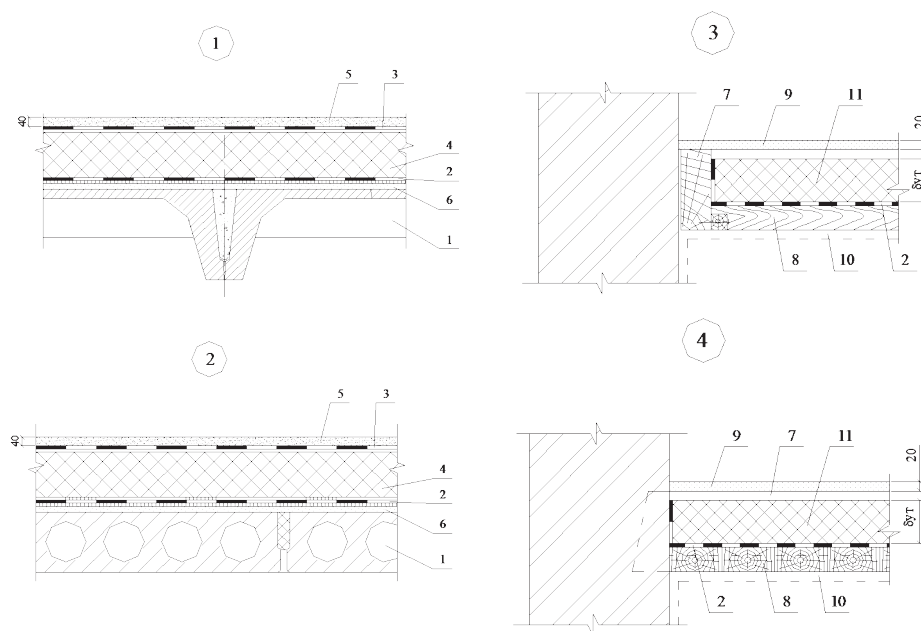


Рис. В.34. Конструкції горищного перекриття

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІДЛОГИ

Експлікація матеріалів та виробів

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Покриття підлоги	10	Поліетиленова плівка
2	Клейовий шар	11	Підстильний шар з піску
3	Збірна стяжка з гіпсоволокнистих листів	12	Покриття підлоги із залізобетону
4	Монолітна стяжка з розчину на основі цементу або гіпсу	13	Утрамбований щебінь
5	Плити пінополістирольні	14	Ґрунт
6	Перекриття	15	Система обігріву
7	Бетонний підстильний шар	16	Армована цементно-піщана стяжка
8	Гідроізоляція	17	Плити пінополістирольні
9	Пароізоляція		

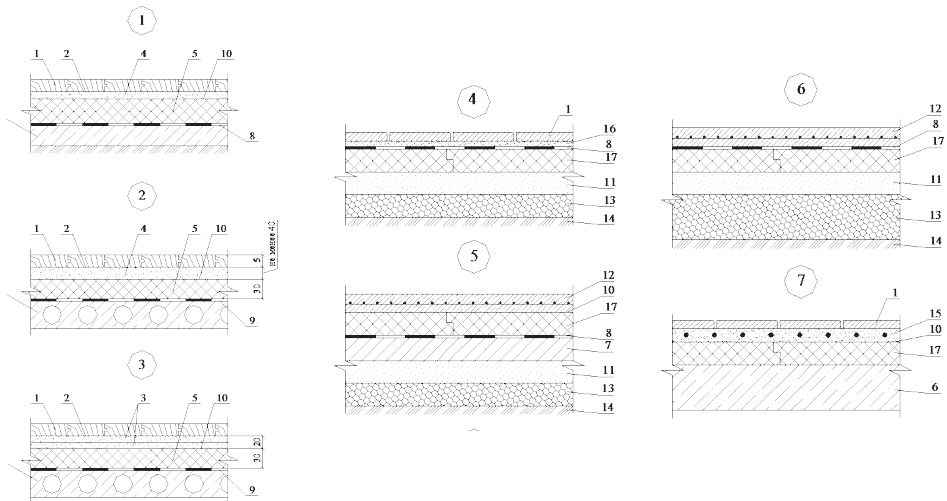


Рис. В.35. Енергоефективні конструкції підлоги

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ  
МАНСАРД  
(Скатні покрівлі)**

№ поз.	Найменування	№ поз.	Найменування
1	Покрівля, наприклад, ПВХ – мембрани, або з рулонних або штучних матеріалів, або металева	23	Додатковий шар покрівельного килима
2	Крокви	24	Звіс (капельник) з металопласту
3	Зварний шов	25	Т-подібний кистиль зі смуги 40x4 мм
4	Гіпсокартонний лист	26	Сітка металева оцинкована
5	Контробрешітка	27	Водостічний лоток і скоба
6	Суцільний настил з обрізної дошки або вологостійкої фанери (скатні покрівлі)	28	Кобилка
7	Сталевий профнастил	29	Прихована смуга
8	Дерев'яний брусок 40x30 мм	30	Підшивка вагонкою
9	Дерев'яний брусок 60x40 мм	31	Каркас з дощок
10	Вкладиш з гіпсокартону	32	Вентиляційний отвір (крок 500 мм)
11	Вітрозахисна дифузійна плівка	33	Цегляна кладка



12	Пароізоляція	34	Анкер крокви
13	Теплоізоляційні плити	35	Штукатурка
		36	Гнучкі зв'язки
14	Вентильована повітряна прошарок	37	Обрешітка
15	Захисна металізована стрічка перфорована	38	Фартух
16	Ліфтова шахта	39	Точковий коньковий аератор
17	Віконний блок	40	Затягування
18	Кріпильний елемент	41	Вікно
19	Снегозадерживающее пристрій	42	Суцільний коньковий аератор
20	Стіна	43	Покрівельний низький вентилятор скатної типу
21	Мауерлат	44	Покрівельний високий вентилятор покрівельного типу
22	Гідроізоляція		

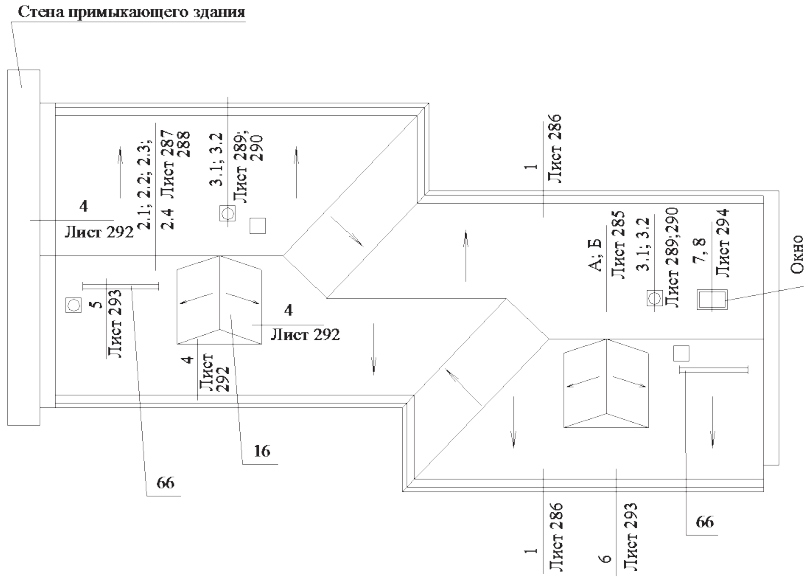


Рис. В.36. Схема маркування вузлів

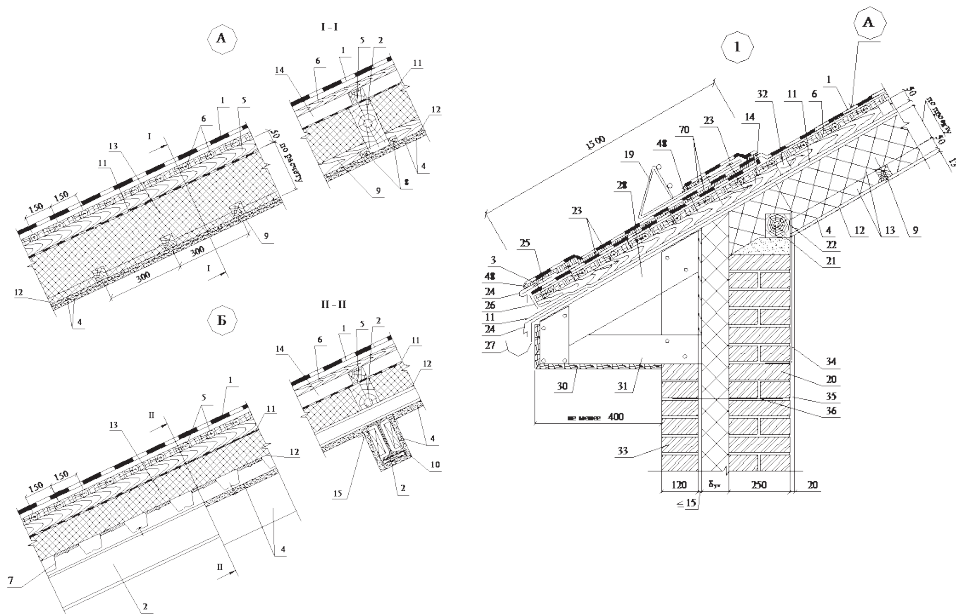


Рис. В.37. Енергоефективні огороджувальні конструкції мансард.  
Вузли А-Б

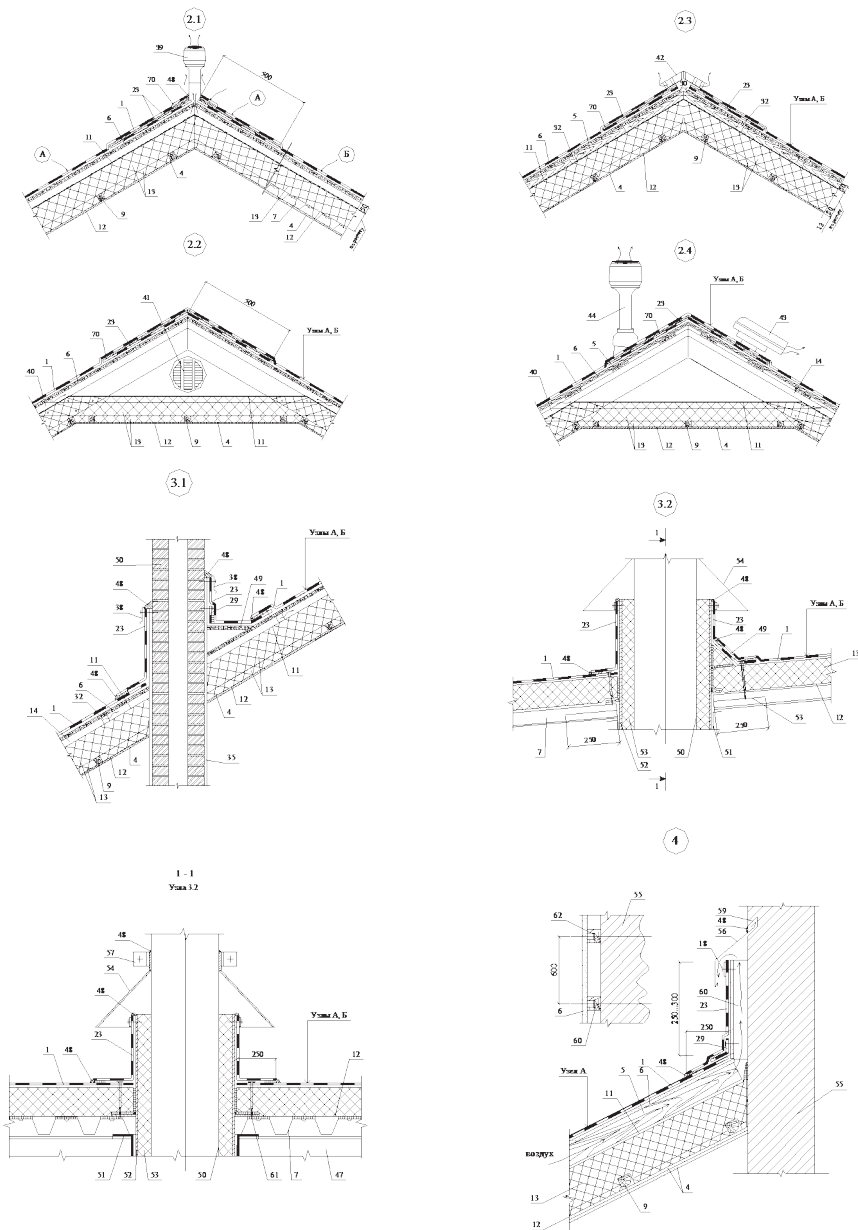


Рис. В.38. Енергоефективні огорожувальні конструкції мансард.  
Вузли 2.1.- 4

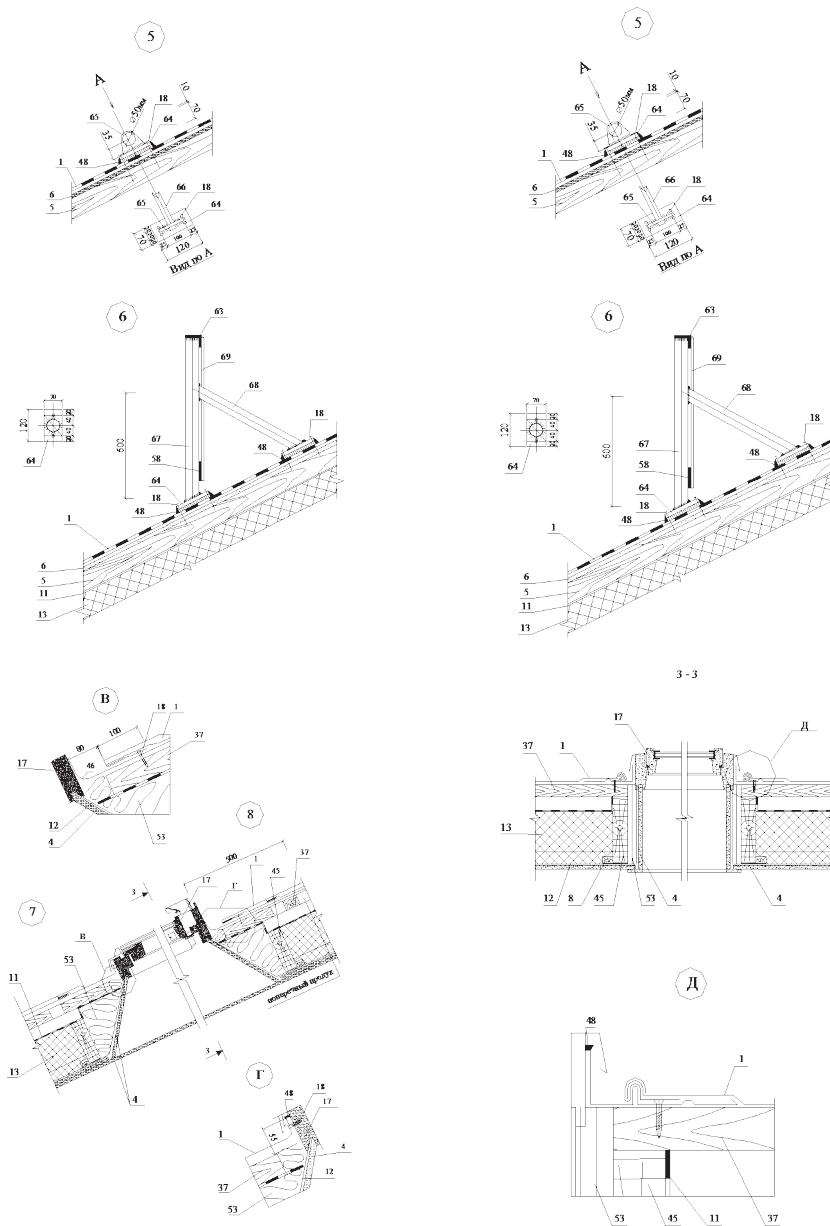
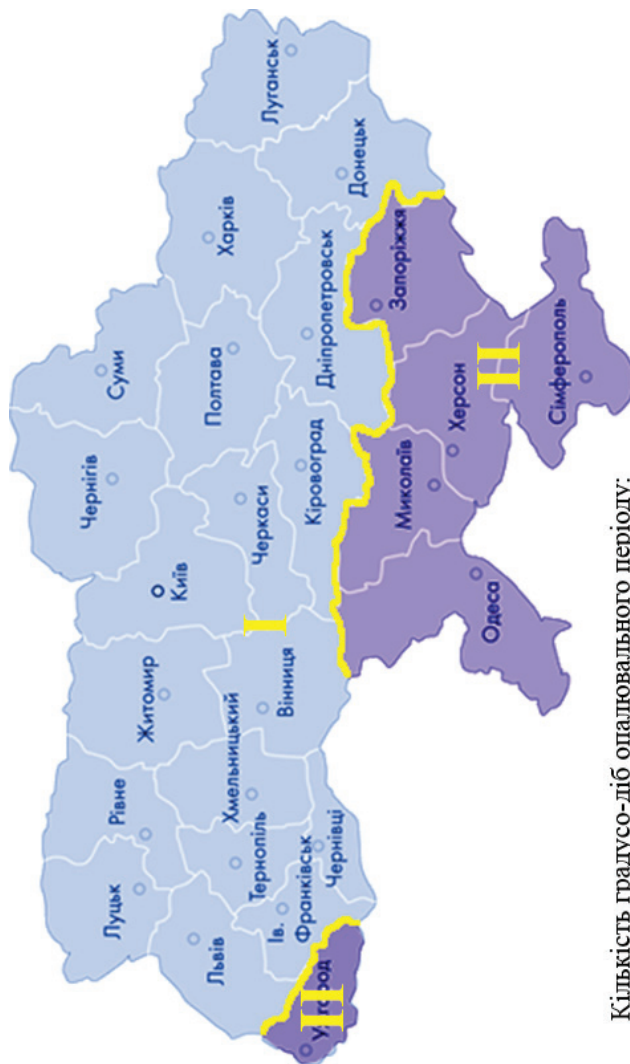


Рис. В.39. Энергоэффективные огоруживальні конструкції мансард.  
Вузлы 5-6

## ДОДАТОК Г

### КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Кількість градусо-днів опалювального періоду:

I зона більше ніж 3501 градусо-днів

I зона менше ніж 3500 градусо-днів

## ДОДАТОК Д

### ТЕПЛОВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ПРИМІЩЕНЬ БУДИНКІВ І СПОРУД В ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПЕРІОД

Таблиця Д.1

Градація вологісного режиму приміщень

Вологісний режим	Вологість внутрішнього повітря, $\varphi_{\text{в}}$ , %, при температурі $t_{\text{в}}$		
	$t_{\text{в}} \leq 12 \text{ } ^\circ\text{C}$	$12 < t_{\text{в}} \leq 24 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{\text{в}} > 24 \text{ } ^\circ\text{C}$
Сухий	$\varphi_{\text{в}} < 60$	$\varphi_{\text{в}} < 50$	$\varphi_{\text{в}} < 40$
Нормальний	$60 \leq \varphi_{\text{в}} \leq 75$	$50 \leq \varphi_{\text{в}} \leq 60$	$40 \leq \varphi_{\text{в}} \leq 50$
Вологий	$75 < \varphi_{\text{в}}$	$60 < \varphi_{\text{в}} \leq 75$	$50 < \varphi_{\text{в}} \leq 60$
Мокрий	-	$75 < \varphi_{\text{в}}$	$60 < \varphi_{\text{в}}$

Таблиця Д.2

Розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень

Призначення будинку	Розрахункова температура внутрішнього повітря, $t_{\text{в}}$ , $^{\circ}\text{C}$	Розрахункове значення відносної вологості, $\varphi_{\text{в}}$ , %
Житлові будинки	20	55
Громадські і адміністративні будинки	20	60
Лікувальні й дитячі навчальні установи	21	50
Дошкільні установи	22	50

Примітка: при проектуванні огорожувальних конструкцій окремих приміщень розрахункові параметри температури й вологості повітря уточнюються з урахуванням вимог інших чинних нормативних документів

## ДОДАТОК Е

### РОЗРАХУНКОВІ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ ВНУТРІШНЬОЇ, $\alpha_B$ , ТА ЗОВНІШНЬОЇ, $\alpha_3$ , ПОВЕРХОНЬ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> К)	
	$\alpha_B$	$\alpha_3$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра $h$ до відстані між гранями $b$ сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7 7,6	23 23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

## ДОДАТОК Ж

### РОЗРАХУНКОВІ ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ (для оцінки температурного режиму теплопровідних включень огороджувальних конструкцій, повітропроникності та теплостійкості)

Температурна зона	I	II	III	IV
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	мінус 22	мінус 20	мінус 18	мінус 12

## ДОДАТОК 3

### Таблиці теплотехнічних показників

Таблиця 3.1

#### Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100 \%$
<b>A</b>	Мінус 50 та менше
<b>B</b>	Від мінус 49 до мінус 10
<b>C</b>	Від мінус 9 до 0
<b>D</b>	Від 1 до 25
<b>E</b>	Від 26 до 75
<b>F</b>	76 та більше

Таблиця 3.2

#### Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції промислових будинків ( $R_{q \text{ min}}$ )

Вид огороджувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будинків	Значення $R_{q \text{ min}}$ , м <sup>2</sup> К/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будинків: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з:	$D > 1,5$	1,7
	$D \leq 1,5$	2,2
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з:	$D > 1,5$	1,5
	$D \leq 1,5$	2,0
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м <sup>3</sup> )	$D > 1,5$	1,8
	$D \leq 1,5$	2,4
	0,55	0,45



Покриття та перекриття неопалювальних горіщ будинків: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$ - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м <sup>3</sup> )	   1,7 2,2   1,7 1,9 0,55	   1,6 2,1   1,6 1,8 0,45
Перекриття над проїздами й неопалювальними підвалами з конструкціями з: $D > 1,5$ $D \leq 1,5$	  1,9 2,4	  1,8 2,2
Двері й ворота будинків: - з сухим і нормальним режимом - з вологим і мокрим режимом - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м <sup>3</sup> )	 0,6 0,75 0,2	 0,55 0,70 0,2
Вікна й zenітні ліхтарі будинків: - із сухим і нормальним режимом - з вологим і мокрим режимом - з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м <sup>3</sup> )	 0,45 0,5 0,18	 0,42 0,45 0,18

Таблиця 3.3

Нормативні максимальні теплові витрати житлових  
і громадських будинків, ( $E_{\max}$ )

Ч.ч.	Призначення будівлі	Призначення будівлі	Значення $E_{\max}$ , кВт·год/м <sup>2</sup> (кВт·год/м <sup>3</sup> ), для температурної зони України
		I	II
1	2	3	4
1	<b>Житлові будинки поверховістю:</b>		
	1	$600 \times F_h^{-1/4}$	$500 \times F_h^{-1/4}$
	від 2 до 3	$470 \times F_h^{-1/4}$	$400 \times F_h^{-1/4}$
	від 4 до 9	55	48
	від 10 до 16	48	42
	від 17 до 24	43	38
	25 і більше	40	35
2	<b>Громадські будівлі та споруди окрім груп будівель за позиціями 3-6-поверховістю:</b>		
	від 1 до 3	$\{230 \times V_h^{-1/3}\}$	$\{200 \times V_h^{-1/3}\}$
	від 4 до 9	{15}	{13}
	від 10 до 16	{14}	{12}
	від 17 до 24	{13}	{11}
	25 і більше	{12}	{11}
3	<b>Будинки та споруди навчальних закладів</b>	{31}	{28}
4	<b>Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів</b>	{36}	{33}
5	<b>Заклади охорони здоров'я</b>	{47}	{42}
6	<b>Підприємства торгівлі</b>	{15}	{12}
7	<b>Готелі</b>	51	44
<p><b>Примітка:</b> <math>F_h</math> – опалювана площа житлового будинку, м<sup>2</sup>;  <math>V_h</math> – опалюваний об'єм громадського будинку або споруди, м<sup>3</sup>.</p>			

Таблиця 3.4.

Значення коефіцієнтів затінення світлового прорізу  $\zeta_g$  і  $\zeta_{zl}$  та відносного проникання сонячної радіації  $\varepsilon_g$  і  $\varepsilon_{zl}$  відповідно вікон і зенітних ліхтарів

Заповнення світлового прорізу	Коефіцієнти			
	при дерев'яних або ПВХ плетіннях		при алюмінієвих плетіннях	
	$\zeta_g$ і $\zeta_{zl}$	$\varepsilon_g$ і $\varepsilon_{zl}$	$\zeta_g$ і $\zeta_{zl}$	$\varepsilon_g$ і $\varepsilon_{zl}$
Подвійне скління з 4M <sub>1</sub> скла в спарених плетіннях	0,75	0,62	0,70	0,62
Подвійне скління із селективним покриттям на внутрішньому склі в спарених плетіннях	0,75	0,65	0,70	0,65
Подвійне скління з 4M <sub>1</sub> скла в роздільних плетіннях	0,65	0,62	0,60	0,62
Подвійне скління із селективним покриттям на внутрішньому склі в роздільних плетіннях	0,65	0,60	0,60	0,60
Потрійне скління з 4M <sub>1</sub> скла в окремо спарених плетіннях	0,50	0,70	0,50	0,70
Потрійне скління із селективним покриттям в окремо спарених плетіннях	0,50	0,67	0,50	0,67
Однокамерні склопакети в одинарних плетіннях із:				
– 4M <sub>1</sub> скла	0,80	0,76	0,80	0,76
– 4К скла	0,80	0,75	0,80	0,75
– 4і скла	0,80	0,54	0,80	0,54
Двокамерні склопакети в одинарних плетіннях із:				
– 4M <sub>1</sub> скла	0,80	0,74	0,80	0,74
– 4К скла	0,80	0,68	0,80	0,68
– 4і скла	0,80	0,48	0,80	0,48
Одинарне скління з 4M <sub>1</sub> скла й однокамерні склопакети у роздільних плетіннях із:				
– 4M <sub>1</sub> скла	0,60	0,63	0,60	0,63
– 4К скла	0,60	0,58	0,60	0,58
– 4і скла	0,60	0,51	0,60	0,58

Одинарне скління з 4М <sub>1</sub> скла й двокамерні склопакети у роздільних плетіннях із:				
– 4М <sub>1</sub> скла	0,60	0,60	0,60	0,60
– 4К скла	0,60	0,56	0,58	0,56
– 4і скла	0,60	0,36	0,58	0,56
Подвійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,90	0,90	0,90	0,90
Потрійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,90	0,83	0,90	0,83

Таблиця 3.5

Середня величина сумарної сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну та горизонтальну поверхні, за умов хмарності, кВт·год/м<sup>2</sup>, залежно від орієнтації та кліматичного району

Кліматичний район	Середня величина сумарної сонячної радіації за опалювальний період								
	Місце розташування світлопрозорих конструкцій								
	вертикальна поверхня							горизонт. поверхня	
	$I_{Пн}$	$I_{ПнС}$	$I_C$	$I_{ПюС}$	$I_{Пю}$	$I_{ПюЗ}$	$I_З$	$I_{ПнЗ}$	$I_г$
Вінниця	147	159	207	282	325	288	211	159	335
Дніпропетровськ	116	127	172	248	293	257	179	127	296
Донецьк	151	165	217	299	346	307	223	165	325
Житомир	158	172	226	310	357	315	230	172	319
Запоріжжя	126	138	184	262	307	270	191	138	311
Івано-Франківськ	162	175	228	315	365	322	234	175	338
Київ	140	153	204	286	332	291	209	153	313

Кіровоград	136	149	201	283	329	296	207	149	326
Луганськ	159	175	234	330	386	339	242	175	319
Луцьк	147	159	207	283	325	288	211	160	298
Львів	155	167	212	281	319	285	216	167	340
Миколаїв	118	129	177	265	318	274	186	129	288
Одеса	120	131	175	254	300	259	183	130	287
Полтава	145	157	206	287	334	294	211	157	326
Рівне	144	156	198	276	315	280	207	156	319
Сімферополь	123	133	186	288	349	295	196	133	285
Суми	156	169	220	299	341	303	224	169	331
Тернопіль	165	179	235	326	377	333	241	179	338
Ужгород	119	128	175	258	309	267	183	129	280
Харків	147	159	212	298	348	304	217	159	333
Херсон	121	132	179	264	314	270	188	132	294
Хмельницький	165	180	236	327	379	334	242	179	337
Черкаси	157	169	217	292	335	298	221	169	339
Чернівці	133	145	193	271	317	279	199	145	325
Чернігів	177	188	235	310	350	313	238	188	317
Ялта	81	87	124	203	252	209	131	87	194

**Примітка.** Наведені значення інтенсивності сонячної радіації встановлені до набуття чинності нормативного документа з будівельної кліматології, де будуть приведені уточнені дані

ДОДАТОК К

РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Таблиця К.1.

Значення розрахункових теплофізичних характеристик

Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахункові характеристики в умовах експлуатації						Розрахункові характеристики в умовах експлуатації		
	Густина, $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність, $c_0$ , кДж/(кг К)	Теплопровідність, $\lambda_0$ , Вт/(м К)	Вологість за масою в умовах експлуатації, %			Густина, $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність, $c_0$ , кДж/(кг К)	Теплопровідність, $\lambda_0$ , Вт/(м К)	Густина, $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність, $c_0$ , кДж/(кг К)	Теплопровідність, $\lambda_0$ , Вт/(м К)
				А	І.	Б						
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	
<b>1. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ</b>												
<b>Волокнисті матеріали</b>												
1	Плити з мінеральної ваги на синтетичному зв'язуючому негорюваній структурі	75	0,84	0,047	2	5	0,055	0,062	0,55	0,61	0,55	
		125	0,84	0,049	2	5	0,060	0,070	0,73	0,82	0,49	
		150	0,84	0,044	2	5	0,055	0,066	0,75	0,87	0,45	
		175	0,84	0,046	2	5	0,058	0,072	0,83	0,98	0,41	
2	Плити з мінеральної ваги на синтетичному зв'язуючому гофрованої структурі	200	0,84	0,049	2	5	0,064	0,081	0,93	1,11	0,37	
		175	0,84	0,051	2	5	0,065	0,079	0,88	1,04	0,40	
2	200	0,84	0,053	2	5	0,071	0,087	0,98	1,16	0,36		

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
3	70	0,84	0,042	2	5	0,050	0,055	0,49	0,54	0,54
	100	0,84	0,043	2	5	0,053	0,060	0,60	0,68	0,48
	170	0,84	0,045	2	5	0,059	0,070	0,82	0,97	0,41
4	150	0,84	0,044	2	5	0,054	0,064	0,76	0,88	0,45
	170	0,84	0,045	2	5	0,055	0,065	0,82	0,97	0,42
5	180	0,84	0,046	2	5	0,056	0,066	0,86	1,02	0,40
	20	0,84	0,044	0,5	1,0	0,048	0,049	0,25	0,26	0,56
6	30	0,84	0,043	0,5	1,0	0,046	0,047	0,30	0,31	0,55
	50	0,84	0,042	0,5	1,0	0,045	0,046	0,39	0,40	0,54
	80	0,84	0,041	0,5	1,0	0,044	0,045	0,50	0,53	0,49
	110	0,84	0,042	0,5	1,0	0,045	0,047	0,56	0,57	0,45
7	190	0,84	0,043	0,5	1,0	0,047	0,052	0,78	0,82	0,32
	30	0,84	0,04	0,5	1,0	0,044	0,045	0,29	0,30	0,55
	50	0,84	0,039	0,5	1,0	0,041	0,042	0,36	0,37	0,52
	70	0,84	0,037	0,5	1,0	0,039	0,040	0,42	0,43	0,50
	110	0,84	0,038	0,5	1,0	0,043	0,044	0,55	0,56	0,45
	140	0,84	0,039	0,5	1,0	0,044	0,045	0,62	0,61	0,41
8	180	0,84	0,040	0,5	1,0	0,047	0,048	0,72	0,75	0,34
	220	0,84	0,041	0,5	1,0	0,048	0,050	0,81	0,84	0,32
9	40	0,84	0,045	2	5	0,053	0,059	0,58	0,66	0,53
	90	0,84	0,041	2	5	0,050	0,054	0,48	0,54	0,50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	75	0,84	0,048	2	5	0,060	0,064	0,55	0,61	0,49
	125	0,84	0,050	2	5	0,064	0,070	0,73	0,82	0,30
9	70	0,84	0,041	2	5	0,049	0,054	0,48	0,54	0,49
	95	0,84	0,043	2	5	0,053	0,059	0,58	0,66	0,40
10	50	0,84	0,038	2	5	0,045	0,048	0,39	0,43	0,59
11	30	0,84	0,047	2	5	0,061	0,065	0,35	0,39	0,61
	75	0,84	0,047	2	5	0,062	0,067	0,56	0,62	0,58
	160	0,84	0,052	2	5	0,064	0,070	0,83	0,93	0,53
	190	0,84	0,057	2	5	0,070	0,073	0,95	1,03	0,50
12	15	0,84	0,040	1	4	0,050	0,051	0,21	0,23	0,61
	55	0,84	0,038	1	4	0,045	0,048	0,38	0,42	0,49
13	140	0,84	0,040	1	4	0,049	0,051	0,66	0,73	0,41
	20	0,84	0,039	1	3	0,043	0,047	0,25	0,27	0,55
14	80	0,84	0,035	1	4	0,042	0,049	0,48	0,52	0,47
	10	0,84	0,043	1	4	0,050	0,053	0,18	0,19	0,55



1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Мати зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 4,0% до 4,5 %)	10	0,84	0,046	1	3	0,051	0,054	0,19	0,20	0,69
		15	0,84	0,043	1	3	0,047	0,052	0,23	0,24	0,60
16	Мати зі скляного штапельного волокна (вміст зв'язуючого за масою від 5,0% до 5,5 %)	25	0,84	0,047	2	5	0,061	0,065	0,32	0,35	0,62
		35	0,84	0,047	2	5	0,060	0,064	0,38	0,41	0,60
		50	0,84	0,047	2	5	0,061	0,065	0,45	0,49	0,60
17	Вироби теплоізоляційні скловолокнисті	45	0,84	0,037	2	5	0,044	0,046	0,36	0,40	0,60
18	Вата мінеральна	80	0,84	0,045	2	5	0,060	0,064	0,55	,61	0,40
		100	0,84	0,050	2	5	0,064	0,070	0,71	0,80	0,30
<b>1.2. Полімерні матеріали</b>											
19	Плити пінополістирольні	15	1,34	0,040	2	10	0,045	0,055	0,28	0,33	0,05
		25	1,34	0,038	2	10	0,043	0,053	0,34	0,40	0,05
		35	1,34	0,037	2	10	0,041	0,050	0,40	0,46	0,05
20	Плити пінополістирольні екструзійні	50	1,34	0,034	2	10	0,040	0,045	0,46	0,53	0,05
		80	1,34	0,033	2	10	0,038	0,043	0,47	0,54	0,02
21	Плити пінополістирольні екструзійні	20	1,34	0,037	2	10	0,039	0,041	0,29	0,32	0,02
		25	1,34	0,036	2	10	0,038	0,040	0,32	0,36	0,02
		30	1,34	0,035	2	10	0,037	0,039	0,34	0,39	0,02
22	Плити пінополістирольні екструзійні	39	1,45	0,034	1	2	0,037	0,037	0,40	0,40	0,025

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
23	Блоки пінополісти-рольні	20	1,45	0,038	2	10	0,044	0,045	0,24	0,35	0,04
		30	1,45	0,035	2	10	0,041	0,043	0,29	0,42	0,04
24	Вироби з жорсткого пінополіуретану	40	1,47	0,029	2	5	0,040	0,040	0,40	0,42	0,05
		60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
25	Плити з резольно-формальдегідного пінопласта	80	1,47	0,041	2	5	0,050	0,050	0,67	0,70	0,05
		40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,060	0,48	0,66	0,23
26	Вироби зі спіненої карбомідно-формальдегідної смоли	50	1,68	0,041	5	20	0,050	0,064	0,59	0,77	0,23
		100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
27	Вироби зі спінено-го пінополетілену	15	1,68	0,047	7	30	0,058	0,064	0,27	0,34	0,51
		25	1,68	0,043	7	30	0,063	0,074	0,36	0,47	0,42
28	Вироби зі спінено-го хімічно шитого пінополетілену	30	1,68	0,041	7	30	0,070	0,085	0,42	0,56	0,40
		30	1,34	0,043	2	5	0,044	0,047	0,30	0,33	0,02
28	Вироби зі спінено-го хімічно шитого пінополетілену	50	1,34	0,039	2	5	0,042	0,045	0,38	0,41	0,02
		30	1,34	0,038	2	5	0,042	0,043	0,38	0,40	0,02

### 1.3. Вироби з природної органічної та неорганічної сировини

29	Вироби перліто-фосфогельові	200	1,05	0,064	3	12	0,070	0,090	1,10	1,43	0,23
		300	1,05	0,076	3	12	0,080	0,120	1,43	2,02	0,20
30	Блоки полістирол-бетонні стінові	200	1,06	0,065	4	8	0,070	0,080	1,12	1,28	0,12
		300	1,06	0,085	4	8	0,090	0,110	1,55	1,83	0,10
		600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,200	3,07	3,49	0,068

<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
31	Вироби теплоізоляційні перлітоцементні та перлітогипсові	300	0,84	0,075	10	15	0,098	0,108	0,92	1,26	0,198
		450	0,84	0,086	10	15	0,118	0,202	1,89	2,63	0,18
32	Вироби перлітобетонні теплоізоляційні	250	0,84	0,072	10	15	0,083	0,091	1,38	1,55	0,20
		300	0,84	0,082	10	15	0,098	0,110	1,64	1,85	0,15
33	Блоки перлітобетонні стінові	400	0,84	0,110	10	15	0,140	0,160	2,26	2,59	0,10
		500	0,84	0,084	10	15	0,110	0,130	2,24	2,63	0,33
		600	0,84	0,090	10	15	0,120	0,140	2,57	3,01	0,30
		650	0,84	0,093	10	15	0,130	0,150	2,78	3,22	0,29
34	Вироби цементно-лістирільні	250	0,84	0,066	4	8	0,09	0,1	1,29	1,45	0,1
		300	0,84	0,076	4	8	0,10	0,11	1,53	1,74	0,095
		400	0,84	0,096	4	8	0,12	0,15	2,02	2,33	0,08
		500	0,84	0,116	4	8	0,14	0,19	2,53	2,95	0,070
35	Піноскло	550	0,84	0,126	4	8	0,15	0,21	2,78	3,28	0,068
		160	0,84	0,059	0,5	1	0,060	0,061	0,80	0,81	0
36	Блоки кременезитоцементні	300	0,84	0,073	3	6	0,08	0,086	1,30	1,43	0,29
		400	0,84	0,083	3	6	0,09	0,096	1,59	1,75	0,23
		500	0,84	0,093	3	6	0,10	0,11	1,87	2,1	0,17
37	Вироби з арболіту на порцландцементі	300	2,30	0,07	10	15	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
		400	2,30	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
		600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
		800	2,30	0,16	10	15	0,24	0,3	6,17	7,16	0,11
38	Плити теплоізоляційні очеретяні	200	2,30	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
		300	2,30	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
39	Вироби перлітобумні теплоізоляційні	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
	400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04	
40	Плити деревноволокнисті та деревно-стружечні	200	2,30	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
		400	2,30	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
		600	2,30	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
		800	2,30	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
			2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12

#### 1.4. Бетони теплоізоляційні

41	Бетони ніздрюваті	200	0,84	0,065	4	6	0,069	0,074	1,01	1,08	0,28
		300	0,84	0,08	4	6	0,09	0,10	1,41	1,48	0,26
		400	0,84	0,10	4	6	0,11	0,13	1,84	2,1	0,23
		500	0,84	0,12	4	6	0,15	0,16	2,38	2,48	0,20
42	Вермікулітобетон	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
		600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
		800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	0,12

#### 1.5. Матеріали теплоізоляційні засипні

43	Щебінь перлітовий	300	0,84	0,112	1	2	0,115	0,12	1,42	1,51	0,26
44	Гравій шлаковий	300	0,84	0,112	1	3	0,12	0,13	1,56	1,65	0,22
45	Щебінь шлаковий	350	0,84	0,162	1	3	0,17	0,19	2,00	2,16	0,21
46	Щебінь вермікулітовий	250	0,84	0,112	2	3	0,13	0,15	1,48	1,62	0,26

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
47 Гравій керамзитовий	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
	300	0,84	0,14	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
	400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
	600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,2	2,62	2,91	0,23
	800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,6	0,21
48 Щебень шлакопемзовий	400	0,84	0,17	2	3	0,21	0,23	2,35	2,52	0,24
49 Пісок вермікулітовий	100	0,84	0,064	1	3	0,076	0,08	0,7	0,75	0,3
	200	0,84	0,076	1	3	0,09	0,11	1,08	1,24	0,23
50 Пісок для будівельних робіт	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
<b>1.6. Розчини теплоізоляційні</b>										
51 Розчини цементноперлітові	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
	800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
	1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
52 Розчини гіпсоперлітові	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
	500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
53 Розчини цементно- кремнезитові	200	0,84	0,063	4	8	0,072	0,08	1,03	1,17	0,35
	300	0,84	0,073	4	8	0,082	0,09	1,34	1,52	0,29
54 Розчини цементно-шлакові	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
	1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
55 Розчини цементно- пінополістирольні	600	0,84	0,10	4	10	0,12	0,17	2,33	3,06	0,07

## 2. КОНСТРУКЦІЙНО – ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

### 2.1. Бетони ніздрюваті

56	Бетони ніздрюваті	500	0,84	0,12	4	6	0,15	0,16	2,38	2,48	0,20
		600	0,84	0,13	4	6	0,16	0,18	2,65	2,9	0,17
		700	0,84	0,18	6	8	0,24	0,27	3,66	3,98	0,16
		800	0,84	0,21	6	8	0,27	0,30	4,16	4,51	0,14
		900	0,84	0,24	6	8	0,33	0,36	4,82	5,23	0,12
		1000	0,84	0,29	8	12	0,38	0,44	5,72	6,59	0,11
		1100	0,84	0,34	10	15	0,45	0,51	6,74	7,74	0,1
		1200	0,84	0,38	10	15	0,49	0,55	7,37	8,48	0,09
		1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
		1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075

### 2.2. Бетони легкі

58	Керамзитобетон на керамзитовому піску	500	0,84	0,14	5	10	0,17	0,23	2,55	3,25	0,3
		600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
		800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
		1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
		1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
		1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
		1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
		1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
		800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
		1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075		

60	Керамзитобетон на перлітовому піску	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
		1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
61	Керамзитопшлакобетон	1000	0,84	0,25	4	8	0,33	0,41	5,06	5,91	0,15
		600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
62	Перлітобетон	800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
		1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
		1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
63	Шлакопемзобетон	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
		1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
		1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
		1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
64	Бетон на доменних гранульованих шлаках	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
		1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
		1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
65	Бетон на зольному гравії	1000	0,84	0,24	5	8	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
		1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
		1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
<b>2.3. Вироби гіпсові</b>											
66	Плити з гіпсу	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
		1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,7	0,1
67	Листи гіпсокартонні	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075

<b>2.4. Вироби бетонні</b>											
68	Блоки кременезито-цементні	700	0,84	0,2	4	8	0,21	0,23	3,28	3,63	0,19
		800	0,84	0,21	4	8	0,22	0,24	3,59	4,05	0,17
		1000	0,84	0,23	4	8	0,23	0,27	4,28	4,81	0,13
		1200	0,84	0,25	4	8	0,27	0,29	4,87	5,45	0,11

#### **2.5. Деревина та вироби з неї**

69	Сосна та ялина поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
70	Сосна та ялина уздовж волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
71	Дуб поперек волокон	700	2,3	0,10	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
72	Дуб уздовж волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
73	Фанера клеєна	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
74	Картон облицювальний	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
75	Картон будівельний багатощаровий	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083

#### **2.6. Цегляна кладка з порожнистої цегли**

76	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
----	--	------	------	------	---	---	------	------	------	------	------



77	Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
78	Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
<b>2.7. Кладка з виробів бетонних</b>											
79	З блоків керамзитово-шлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м <sup>3</sup> (брутто) густиною 800 кг/м <sup>3</sup> (брутто)	1350	0,88	0,34	1	2	0,46	0,51	5,95	6,41	0,15
		1400	0,88	0,31	1	2	0,37	0,43	5,06	5,91	0,15
80	З блоків кремнезито-цементних на вапняному розчині із сіпорового та кварцового піску	400	0,88	0,085	3	6	0,09	0,092	1,62	1,74	0,22

<b>3. Матеріали конструкції</b>											
<b>3.1. Бетони конструкції</b>											
81	Залізобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
82	Бетон на гравію або щебені з природного каменю	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
<b>3.2. Розчини будівельні</b>											
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
84	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
85	Розчин вапняно-піщаний	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
<b>3.3. Облицювання природним каменем та керамічною плиткою</b>											
86	Плити та вироби з природного каменю: - граніт, гнейс та базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
87	- мармур	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
88	-вапняк	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
		1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
		2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06

89	-туф	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
		1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
		1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
		1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
		1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
		2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
90	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,89	3	5	0,96	1,1	11,63	12,55	0,06

#### 3.4. Кладка цегляна з повнотілої цегли

91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11
		1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
92	Глиняної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12

## ДОДАТОК Л

### БУДІВЛІ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ М. ОДЕСИ, В ЯКИХ ДОЦІЛЬНЕ ПРОВЕДЕННЯ ТЕРМОРЕКОНСТРУКЦІЇ (приклад)



**Адреса:** Велика Арнаутська, 45  
**Тип будівлі:** прибутковий будинок  
**Стиль:** ренесанс, цегляний стиль  
**Архітектор:** невідомий  
**Дата будівництва:** кін. XIX - поч. XX ст.  
**Статус:** невизначений.



**Адреса:** Софіївська, 23.  
**Тип будівлі:** прибутковий будинок  
**Стиль:** ренесанс, еkleктика  
**Архітектори:** Д. Є. Мазира  
**Дата будівництва:** 1901  
**Статус:** пам'ятка архітектури місцевого значення.



**Адреса:** Грецька, 50.  
**Тип будівлі:** прибутковий будинок  
**Стиль:** еkleктика, ренесанс  
**Архітектор:**  
Д. Е. Мазира (перебудова)  
А. О. Бернардацці (реконструкція, будівництво дворового флігеля)  
**Дата будівництва:** 1883 (перебудова)  
~ 1890 (реконструкція, будівництво дворового флігеля)  
**Статус:** пам'ятка архітектури та історії місцевого значення



**Адреса:** Канатна, 7.

Тип будівлі: прибутковий будинок

Стиль: ренесанс, бароко, модернізована еkleктика

Архітектори: М. І. Лінецький,  
Г. Ф. Лонський

Дата будівництва: 1900, 1903 (флігель)

Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення.



**Адреса:** Канатна, 81/6.

Тип будівлі: адміністративна будівля,  
навчальний корпус

Стиль: геометричний модерн

Архітектори: Л. М. Чернігів (?)

Дата будівництва: 1910-ті

Статус: об'єкт фонові за будови.



**Адреса:** Ніжинська, 8.

Будинок А. Берлунда

Тип будівлі: міський особняк

Стиль: еkleктика

Архітектор: С. А. Ландесман

Інженер: Л. І. Веселлі

Дата будівництва: 1891

Статус: об'єкт фонові за будови.



**Адреса:** Велика Арнаутська, 47.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: ренесанс, еkleктика  
Архітектор (інженер): П. Д. Токарев  
Дата будівництва: 1901  
Статус: невизначений.



**Адреса:** Ніжинська, 39.  
Тип будівлі: прибутковий будинок,  
міський особняк  
Стиль: «цегляний стиль», еkleктика  
Архітектор: невідомий  
Дата будівництва: кін. ХІХ століття  
Статус: об'єкт фонові забудови



**Адреса:** Військовий узвіз, 1  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: цегельний, еkleктика, модерн  
Архітектор: Д. Я. Климов  
Дата будівництва: 1888 (?), 1900-е рр.  
(реконструкція ?)  
Статус: невизначений



**Адреса:** Мала Арнаутська, 46а  
Тип будівлі: синагога  
Стиль: цегляний, неороманський, мавританські стилізації  
Архітектор: С. А. Ландесман (?)  
Дата будівництва: 1909  
Статус: пам'ятка архітектури та історії місцевого значення



**Адреса:** Велика Арнаутська, 9  
Тип будівлі: будівля освітнього призначення  
Стиль: модернізований неокласицизм, ретроспективний модерн  
Архітектор: К. К. Абт  
Інженер: К. М. Добровольський  
Дата будівництва: 1911-1914 рр.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення  
Друга адреса: Канатний провулок, 1  
Сучасна функція: середня загальноосвітня школа № 101



**Адреса:** Базарна, 35.  
Тип будівлі: адміністративна будівля  
Стиль: класицизм, еkleктика  
Архітектор: невідомий  
Дата будівництва: 1830-і рр.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення.













**Адреса:** Белінського, 16  
Тип будівлі: житловий будинок  
Стиль: еклектика, ренесанс.  
Архітектор: Невідомий (будівництво)  
Д. В. Тележинський (реконструкція)  
Дата будівництва:  
I пол. – сер. XIX ст. (будівництво)  
1893 (реконструкція)  
Статус: Пам'ятка архітектури місцевого значення (будова по Белінського; виключено з реєстру в 2008 р)  
Об'єкт фонові за будови, знесений (2014)



**Адреса:** Пушкінська, 18.  
Тип будівлі: житлова, виробнича, адміністративна, навчальна  
Стиль: еклектика, ренесанс  
Архітектор: І. О. Даллакка  
Дата будівництва: ~ 1850, 1869  
Статус: пам'ятка архітектури та історії місцевого значення



**Адреса:** Успенська, 45.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: ретроспективний модерн, модернізований неоренесанс, неокласицизм  
Архітектор: С. С. Гальперсон  
Дата будівництва: 1912  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ясна, 6.  
Тип будівлі: адміністративна  
Стиль: цегляний стиль, неоготика  
Архітектор: А. Б. Мінкус  
Дата будівництва: кінець 1890-х р.р.  
Статус: пам'ятка архітектури та історії місцевого значення



**Адреса:** Ясна, 10.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: модернізований ретроспективізм, неокласицизм  
Архітектор: А. Б. Мінкус, М. І. Лінецький  
Дата будівництва: 1912 р.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Жуковського, 32.  
Тип будівлі: особняк, садиба  
Стиль: еkleктика, бароко, ренесанс  
Архітектор: І. О. Даллаква  
Дата будівництва: ~ 1850, друга половина XIX ст.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення  
Склад ансамблю: головний будинок, службовий флігель лівобічний, службовий флігель правобічний, огорожа



**Адреса:** Успенська, 7.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: модернізована еклектика, модерн,  
ренесанс  
Архітектор: В. І. Прохаска  
Дата будівництва: до 1910 р  
Статус: пам'ятка архітектури та історії  
місцевого значення



**Адреса:** Велика Арнаутська, 99.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: північний модерн  
Архітектори: А. І. Гольцвурм,  
Ф. Е. Кюнер  
Дата будівництва: 1913  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого  
значення



**Адреса:** Гоголя, 12.  
Тип будівлі: адміністративна будівля,  
громадська споруда  
Стиль: еклектика, ренесанс  
Архітектор: А. Г. Люїкс  
Дата будівництва: 1881 р.  
Статус: пам'ятка архітектури та історії  
місцевого значення



**Адреса:** Маразлієвська, 54.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: модернізована еkleктика  
Архітектор: Л. Л. Влодек  
Дата будівництва: 1900 р.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Катерининська, 12.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: модерн  
Архітектор: М. Г. Рейнгерц  
Дата будівництва: 1904-1910 рр.  
Статус: пам'ятка історії та архітектури місцевого значення



**Адреса:** Софіївська, 34.  
Тип будівлі: міський особняк  
Стиль: ренесанс, неоготика, еkleктика  
Архітектори: Ф. О. Моранді,  
Л. Ц. Отгон  
Дата будівництва: 1850, кін. XIX ст.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Катерининська, 1.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: північноєвропейський ренесанс,  
модерн, еkleктика  
Архітектор: В. М. Кабіольскій  
Дата будівництва: 1901-1903 рр.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого  
значення



**Адреса:** Катерининська, 7.  
Тип будівлі: торговельна споруда, житловий будинок  
Стиль: еkleктика, ренесанс  
Архітектори: Г. І. Торічеллі  
К. І. Даллакві (будівництво)  
Ф. В. Гонсіоровскій, П. В. Йодка (реконструкція та перебудова),  
Г. К. Шеврембрандт (реконструкція та перебудова)  
Дата будівництва: 1840-1843 (будівництво)  
1888-1889 (реконструкція та перебудова)  
1899-1900 (реконструкція та перебудова)  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого  
значення.



**Адреса:** Пушкінська, 9.  
Тип будівлі: палац, міський особняк  
Стиль: еkleктика, французьке бароко  
Архітектор: Л. Ц. Оттон  
Дата будівництва: 1856-1858 рр.  
Статус: пам'ятка історії та архітектури  
національного значення





**Адреса:** Ніжинська, 66.

Тип будівлі: прибутковий будинок

Стиль: орнаментальний модерн, декоративний модерн, «єгипетський стиль»

Архітектор: М. І. Лінецький або  
М. Г. Рейнгерц

Дата будівництва: до 1905 р.

Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 65.

Тип будівлі: прибутковий будинок

Стиль: ренесанс, еkleктика

Архітектор: Ю. І. Серадзький

Дата будівництва: 1892

Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 64.

Тип будівлі: прибутковий будинок

Стиль: югендстиль, геометричний модерн

Архітектор: В. І. Кундерт

Дата будівництва: 1911

Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 62.

Тип будівлі: дохідний будинок, готель

Стиль: неоготика, еkleктика

Архітектор: Е. Я. Меснер

Дата будівництва: 1899

Статус: невизначено



**Адреса:** Ніжинська, 58.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: неокласицизм, еkleктика  
Архітектор: Н. І. Грушевський  
Дата будівництва: 1899  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 56.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: орнаментальний модерн,  
югендстиль  
Архітектор: Ф. Е. Кюннер, М. Г. Рейнгерц  
Дата будівництва: друга половина  
1900-х р.р.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 52.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: орнаментальний модерн (пізній)  
Архітектор: А. Б. Мінкус  
Дата будівництва: 1910-1912  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 30.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: еклектика, ренесанс, бароко  
Архітектор: Л. Л. Влодек, А. Б. Мінкус  
Дата будівництва: 1890 (?)  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 5.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: еклектика, ренесанс, бароко  
Архітектори: Л. Л. Влодек, А. Б. Мінкус  
Дата будівництва: ок. 1905  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Ніжинська, 1.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: еклектика  
Архітектор: невідомий  
Дата будівництва: ~ 1890  
Статус: об'єкт фонові забудови



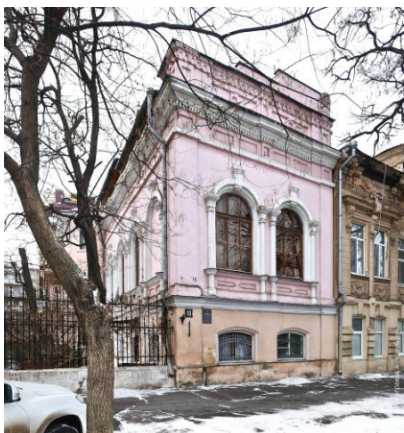
**Адреса:** Маразлієвська 30.  
Тип будівлі: особняк  
Стиль: неокласицизм  
Архітектор: Д. Є. Мазира (?)  
Дата будівництва: невідома, ймовірно, початок ХХ ст.  
Статус: об'єкт фонові забудови



**Адреса:** Катерининська, 9.  
Тип будівлі: багатофункціональний будинок, торгова споруда, прибутковий будинок  
Стиль: югендстиль, еkleктика, неоготика  
Архітектори: Г. І. Торічеллі  
К. І. Даллаква (будівництво)  
Г. К. Шеврембрандт (реконструкція та перебудова)  
Дата будівництва: 1840-1843 (будівництво)  
1903 (реконструкція та перебудова)  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення. Попередня забудова ділянки: секція торгових рядів Пале-Рояль



**Адреса:** Маразлієвська, 4.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: неоренесанс, бароко  
Архітектор: Ю. М. Дмитренко (проект), Ф. А. Троупянський  
Дата будівництва: 1899  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Маразлієвська, 10.  
Тип будівлі: садиба  
Стиль: еклектика, ренесанс  
Архітектор: невідомий  
Дата будівництва: кінець ХІХ століття.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Маразлієвська, 12.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: еклектика, ренесанс, бароко  
Архітектор: А. О. Бернардацці  
Дата будівництва: 1896  
Статус: пам'ятка історії та архітектури місцевого значення



**Адреса:** Гоголя, 21.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: модерн, модернізований неоренесанс  
Архітектор: В. І. Прохаска  
Підрядник: Ф. О. Гайдуков  
Дата будівництва: 1908-1909  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Троїцька, 8.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: декоративний модерн  
Архітектор: М. Г. Рейнгерц (?)  
Дата будівництва: поч. XX ст.  
Статус: об'єкт фонові забудови



**Адреса:** Маразлієвська, 146.  
Тип будівлі: прибутковий будинок  
Стиль: югендстиль, модернізований  
неоампір, ретроспективний модерн  
Архітектор: Я. С. Гольденберг  
Дата будівництва: 1912-1913  
Статус: пам'ятка історії та архітектури  
місцевого значення  
Попередня забудова ділянки: садиба  
М. Менделевич



**Адреса:** Маразлієвська, 18.  
Тип будівлі: особняк  
Стиль: еkleктика, неокласицизм,  
ренесанс  
Архітектори: Л. Л. Влодек  
Дата будівництва: ~ 1880  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого  
значення



**Адреса:** Канатна, 9.  
Тип будівлі: особняк  
Стиль: модернізована еkleктика, рене-  
санс  
Архітектор: М. І. Лінецький  
Дата будівництва: поч. XX ст.  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого  
значення



**Адреса:** Канатна, 81/3.  
Тип будівлі: житловий будинок, корпус житлового комплексу  
Стиль: еклектика, ренесанс  
Архітектори: Н. К. Толвінський і інж. К. В. Ходецький  
Дата будівництва: 1891  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення



**Адреса:** Лермонтовський провулок, 5.  
Тип будівлі: особняк  
Стиль: модерн, цегельний стиль, псевдоготика  
Архітектор: Є. Я. Меснер  
Дата будівництва: 1913 (?)  
Статус: невизначений



**Адреса:** Маразлієвська, 16.  
Тип будівлі: особняк, прибутковий будинок  
Стиль: еклектика, змішання мотивів бароко і ренесансу  
Архітектор: Д. Є. Мазира  
Дата будівництва: 1886  
Статус: пам'ятка архітектури місцевого значення

Видавництво «Оптімум»  
(українською мовою), 2015

Наукове видання

**В. А. Лісенко, В. Г. Суханов,  
Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна**

**АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБОЛОНКИ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

Учбовий посібник

Видаєць Борис О. Ейдельман  
Головний редактор О. А. Таубеншлак.  
Редактор І. Р. Харитонкіна

Підписано до друку 02.02.2015. Формат 70х90/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. л. 15,88.  
Наклад 50 прим. Замов. № 0102

Видавництво «Optimum»,  
65045, г. Одеса, ул. Спірідонівська, 9.  
Тел/факс: (048) 726-48-98; Тел: (048) 794-12-42;  
(094) 950-42-42; e-mail: optimum1@ukr.net

**Ліцензія ДК № 927 от 23.05.2002 р.**

Надруковано в друкарні ООО «Плутон»,  
65023, м. Одеса, вул. Ніжинська, 56.