МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **влаштування**
зовнішніх стін малоповерхової будівлі з урахуванням вимог

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)
Вовк О.В.
(призвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н. Юхименко А.І.
(посада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.
осада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціал

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра **Промислового та цивільного будівництва**
Рівень вищої освіти **другий магістрський рівень**
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**
(шифр і назва)
Освітньо-професійна пограма **"Промислове і цивільне будівництво"**
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
"01" 09 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Вовк Олена Володимирівна
(прізвище, ім`я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Обгрунтування конструктивних та технологічних рішень влаштування зовнішніх стін малоповерхової будівлі з урахуванням вимог енергоефективності

керівник роботи Данкевич Н.О., доцент кафедри ПЦБ, к.т.н.
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "_30_"_09__2024 року №_1486 - с

2. Строк подання студентом роботи 01 лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи сучасні технології зведення зовнішніх стін властивості енергоефективних матеріалів, методи обгрунтування проєктних рішень, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Аналіз сучасних енергоефективних матеріалів
Дослідження енергоефективних огороджувальних конструкцій і технолоігї їїх зведення.
Техніко-економічне оцінка обрунтування зовнішніх стін з енергоефективних матеріалів .

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)
вступ, основні питання дослідження, технологічні карти варіантів дослідження, варіантне порівняння та техніко-економічне обгрунтування.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдан прийн
Розділ 1	Юхименко А.І., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Юхименко А.І., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Юхименко А.І., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 02 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1.	АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ	10.10.2024	
	ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ		
2.	ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ		
	ШВИДКІСНОГО БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВИ	20.11.2024	
	БУДІВЕЛЬ		
3.	НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ		
	БУДИНКІВ І КОТЕДЖІВ	20.01.2025	
4.	ОФОРМЛЕННЯ ТА ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ	15.02.2025	

Студент _____ Вовк О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту _____ Юхименко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Вовк О.В. Обґрунтування конструктивних та технологічних рішень влаштування зовнішніх стін малоповерхової будівлі з урахуванням вимог енергоефективності.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.І. Юхименко. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2024.

В роботі представлено детальний аналіз умов та проблем енергозбереження будівельного комплексу України в порівнянні зі світовим досвідом проєктування. Наведено основні чинники, які випливають на вибір інноваційних технологій у проєктуванні та будівництві малоповерхових будівель. Проаналізовано сучасні технології швидкісного будівництва малоповерхових будівель. Виконано порівняння техніко-економічних показників сучасних технологій із традиційними системами будівництва.

Ключові слова: енергоефективність, каркасно-панельна технологія, SIP-панель, термоблоки, легкі сталеві тонкостінні конструкції, 3D панелі

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Вовк О.В. Підвищення енергоефективності захисних конструкцій на підставі обґрунтування вибору конструктивно-технологічних рішень . «Scientific achievements of contemporary society»,: зб. тез міжн. наук.-практ. конф., м. Лондон, 10-12 січ. 2025р. Лондон, 2025. С212-218.

ABSTRAKT

Vovk O.V. Justification of Constructive and Technological Solutions for Arranging the External Walls of a Low-Rise Building, Taking into Account Energy Efficiency Requirements.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor A.I. Yukhymenko. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2024.

The paper presents a detailed analysis of the conditions and problems of energy saving in the Ukrainian construction sector in comparison with global design experience. The main factors that influence the choice of innovative technologies in the design and construction of low-rise buildings are presented. Modern technologies for high-speed construction of low-rise buildings are analyzed. The technical and economic indicators of modern technologies are compared with traditional construction systems.

Keywords: energy efficiency, frame-panel technology, SIP-panel, thermoblocks, light steel thin-walled structures, 3D panels.

List of postgraduate publications

1. Данкевич Н.О., Вовк О.В. Підвищення енергоефективності захисних конструкцій на підставі обґрунтування вибору конструктивно-технологічних рішень . «Scientific achievements of contemporary society»*,:* зб. тез міжн. наук.-практ. конф., м. Лондон, 10-12 січ. 2025р. Лондон, 2025. С212-218.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
1 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ…… 11
1.1 Загальна характеристика енергоефективних будівель. Історія їх розвитку…….. 11
1.2 Світовий досвід проєктування та будівництва енергоефективних будівель…….. 15
1.3 Визначальні напрямки з підвищення енергоефективності будівель…… 22
2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ШВИДКІСНОГО БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ.. 25
2.1 Канадська каркасно-панельна технологія «EcoPan»…….. 25
2.1.1 Суть, можливості та розвиток технології в Україні……. 25
2.1.2 Конструктивні та теплоізоляційні особливості панелі (Structural Insulated Panel – SIP) ……... 28
2.1.3 Технологія монтажу комплекту панелей для будинку…… 32
2.2 Сучасна технологія ТЕРМОДІМ…….. 38
2.2.1 Історичний розвиток застосування технології……. 39
2.2.2 Основні переваги при зведенні будинку за технологією «ТЕРМОДІМ»…… 42
2.2.3 Основні етапи технологічних процесів при зведенні будинку за технологією ТЕРМОДІМ…….. 47
2.2.4 Порівняння техніко-економічних показників будівельної системи «ТЕРМОДІМ» із традиційними системами будівництва……. 54
3 ТЕХНОЛОГІЇ XXI СТОЛІТТЯ В БУДІВНИЦТВІ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ……. 58
3.1 Сучасна технологія альтернативного легко збірного домобудівництва «Сталдом»……. 59
3.2 Найсучасніша технологія будівництва 3D-панелі…….. 68
ВИСНОВКИ……... 75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 77

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: У сучасному світі, де екологічні проблеми стають дедалі гострішими, енергоефективність у будівництві відіграє ключову роль. Енергоефективні будівлі потребують менше енергоресурсів, що сприяє збереженню природних багатств, таких як паливо та вода. Це знижує навантаження на екосистеми та забезпечує раціональне використання енергії для майбутніх поколінь. Окрім того, скорочення енергоспоживання сприяє зменшенню викидів парникових газів, які впливають на кліматичні зміни. Застосування сучасних енергоефективних технологій і матеріалів також допомагає берегти водні ресурси.

Ми живемо в бурхливу епоху, коли постійно щось змінюється, коли люди весь час кудись поспішають. І дуже важливо, щоб у цьому світі було щось стабільне та стійке. Кожному хочеться мати місце, де можна відчути себе захищеним, де було б комфортне, тепло і затишно. Кожному хочеться мати свій Дім. А ось будинки, як відомо, бувають найрізноманітнішими. І, як правило, під час вибору житла доводиться керуватися як власними вподобаннями та потребами, так і коштами, які ви маєте у своєму розпорядженні.

Сектор малоповерхового житла вважається сегментом будівельного ринку, що найшвидше зростає. Бурхливі темпи малоповерхового житлового будівництва в Україні супроводжуються стихійною і, як правило, безладною забудовою в містах і селах коробками найрізноманітніших габаритів із найрізноманітніших будівельних матеріалів, які мають вельми віддалене відношення до архітектури та індивідуального житла в цивілізованому розумінні зокрема. Однак відсутність обґрунтованої класифікації, загальноприйнятих понять і термінів не дає змоги визначити, що саме динамічне розвивається. Досі не створено єдиної концепції малоповерхової забудови.

Сучасні вимоги щодо енергозбереження, архітектурної виразності, капітальності малоповерхового житла вимагають абсолютно нових підходів у конструюванні, технології виготовлення і монтажу огороджувальних конструкцій та інженерних систем житла. Наявна база промисловості будівельних матеріалів не підготовлена до нових вимог і потребує структурної перебудови галузі, спрямованої на створення домобудівних комбінатів невеликої потужності, орієнтованих на індустріальне будівництво доступного високоякісного малоповерхового житла «під ключ» і максимально наближених до об'єктів будівництва.

Багато хто прагне жити в цегляних будинках. Це пояснюється тим, що цегляні стіни утримують тепло, а також мають такі корисні властивості, як звукоізоляція і вогнетривкість. Крім того, цегляні будинки, як правило, зовні привабливі.

Однак із часом зношуються будь-які будинки. І навіть цегла втрачає свої властивості: вона починає кришитися і перестає утримувати тепло.

Нині цегла використовується переважно для будівництва малоповерхового житла і для облицювання фасадів. Адже для дотримання нових теплотехнічних вимог необхідно, щоб цегляна стіна мала товщину не менше метра. Таким чином, будувати малоповерхові цегляні будинки просто невигідно. Тому дедалі більшої популярності набувають новітні технології будівництва, що вимагають менше часу і коштів.

Досліджуючи ринок нових технологій для зведення малоповерхових будівель, слід враховувати переваги та недоліки будь-яких матеріалів для огороджувальних конструкцій, адже на даний момент однозначний вибір зробити досить складно. У цій роботі проведено дослідження, що дають змогу полегшити вибір.

Метою роботи*:* є визначення та обґрунтування сучасних матеріалів та технологій зведення малоповерхових будівель з урахуванням вимог енергозбереження.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені

наступні завдання:

- розглянути загальні характеристики енергоефективних будівель та дослідити умови і сучасні проблеми енергозбереження в будівельному комплексі України;

- проаналізувати світовий досвід проєктування та будівництва енергоефективних будівель та визначити напрями з підвищення енергоефективності;

- проаналізувати сучасні технології швидкісного будівництва малоповерхових будівель;

- виконати порівняння техніко-економічних показників сучасних технологій із традиційними системами будівництва.

Об'єкт дослідження – енергоефективні будівельні матеріали та сучасні технології зведення малоповерхових будівель, які враховують усі аспекти вирішень багатогранної проблеми формування комфортного і економічного місця існування людини.

Предмет дослідження – чинники, тенденції, сучасні технологічні і конструкційні рішення, що забезпечують значне підвищення енергоефективності захисних конструкцій.

Методами дослідження послужили: бібліографічний пошук, системно-структурний аналіз, виробничі спостереження, порівняльний аналіз, визначення основних техніко-економічних показників.

Наукова новизна: комплексний підхід до аналізу та обґрунтування необхідності використання інноваційних технологій у проєктуванні та будівництві малоповерхових будівель, що набув подальшого розвитку через вивчення та врахування факторів, що впливають на їх застосування.

Практична цінність: полягає в оцінці існуючої ситуації енергозбереження в Україні і обґрунтуванні необхідності застосування сучасних технологій зведення малоповерхових будівель із використанням енергоощадних матеріалів, що забезпечує зменшення загального електроспоживання та підвищить комфортні умови проживання у будинку.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2025 році на VI Міжнародної науково-практичної конференції «SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF CONTEMPORARY SOCIETY», (Лондон, 2025р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 79 сторінок тексту, у тому числі 36 рисунки, 8 таблиць. Список використаних джерел містить 29 найменування.

1 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Загальна характеристика енергоефективних будівель. Історія їх розвитку

«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 XX 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).

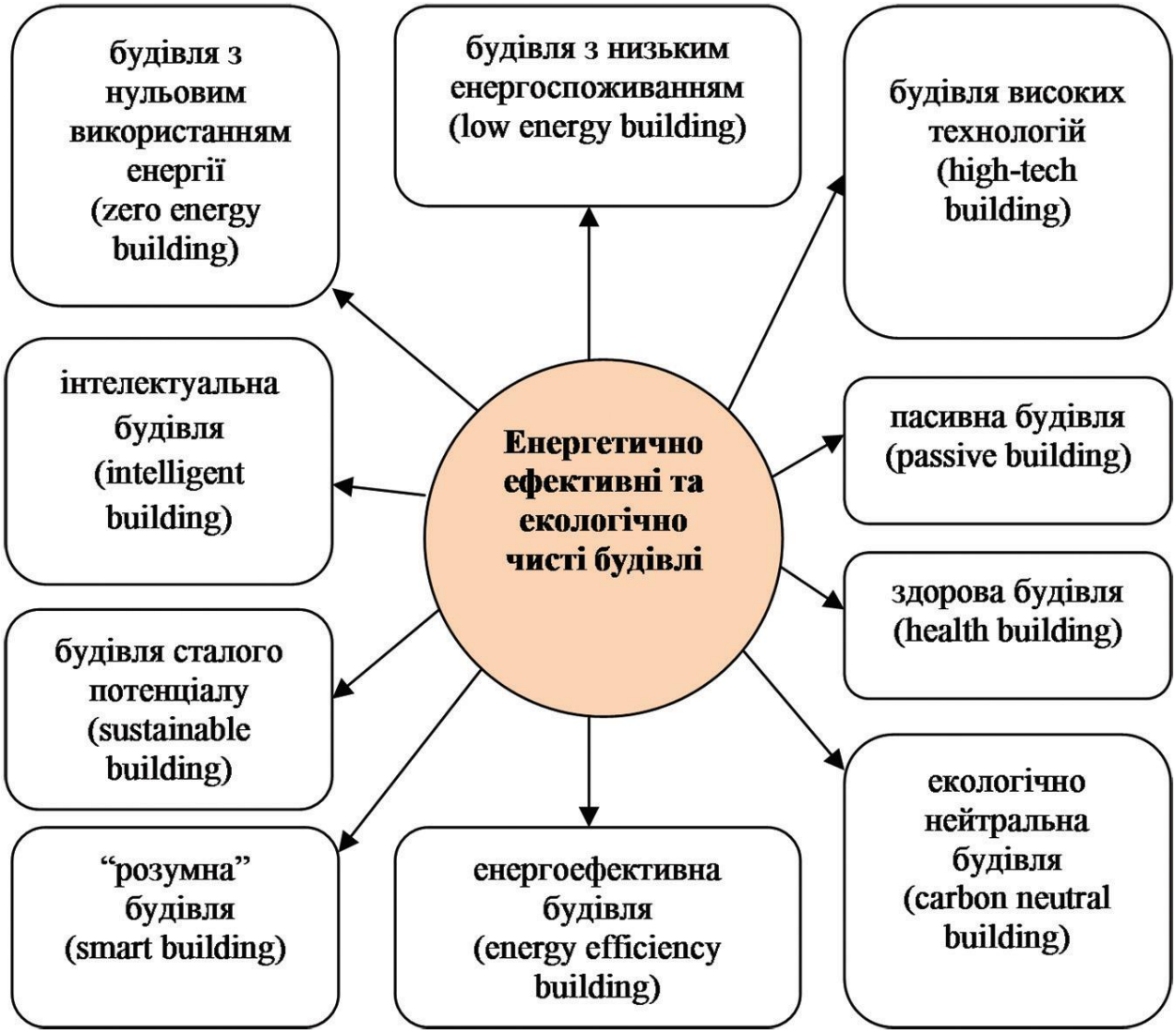


Рисунок 1.1 - Класифікація енергетично ефективних та екологічно чистих будівель[16]

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^2.

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 батареї на основі фото-електричних перетворювачів.



Енергоефективна будівля «Pearl River Tower», Китай



Green building «SOLARIS», Сінгапур



Будівля високих технологій «City hall», Лондон

Рисунок 1.2 - Енергетичноефективні будівлі

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[16].

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 огороджувальних 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 огороджувальної конструкції «U» не повинен перевищувати значення 0,15 Вт/м^2·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.

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 огороджувальних 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 [16,20]:

- 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 проєктування та будівництва енергоефективних будівель

Енергоефективне будівництво є ключовим напрямом у розвитку сучасної архітектури та інженерії, оскільки воно сприяє зменшенню споживання енергії, екологічного впливу та економії ресурсів. Західні забудовники зацікавлені у впровадженні принципів сталого розвитку міст у житлові й комерційні проекти, оскільки, незважаючи на більшу вартість, це залишається вигідним з економічного погляду.

Квартал BEDZED в Лондоні (Beddington Zero Energy Development) (рис. 1.3) – 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.[16]



Рисунок 1.3 - Квартал BEDZED у Лондоні

BEDZED позиціонується як проект з мінімальним викидом CO_2 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. Частину гарячої води для потреб опалення та водопостачання тут отримують від сонячних колекторів на дахах будівель [16].

Німецький квартал Вобан (Vauban) у Фрайбурзі(рис. 1.4), 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 [16].

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 РольфДіш 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.



Рисунок 1.4 - Німецький квартал Вобан (VAUBAN) у Фрайбурзі

Район Еко-Вііккі (Eco-Viikki) в Фінляндії (рис.1.5)– 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^2, район частково виробляє енергію сам. Відповідно з підвищеними вимогами до теплозахисту огороджувальні 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 [16].



Рисунок 1.5 - Район ЕКО-ВІІККІ (ECO-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.1.6.-1.8.)

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[16].

Завдяки рясному природному освітленню, вежа споживає вдвічі менше електроенергії, порівняно з іншими будівлями такого типу. Крім того, фасадні панелі пропускають свіже повітря всередину будівлі і природним чином його вентилюють.

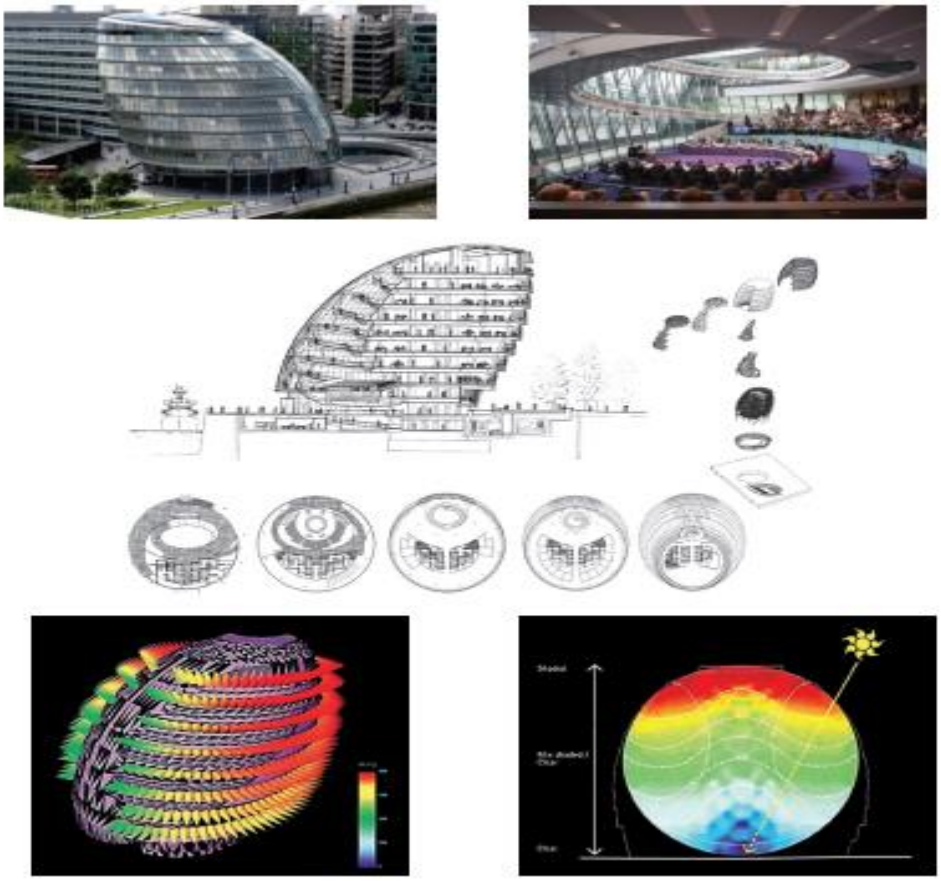
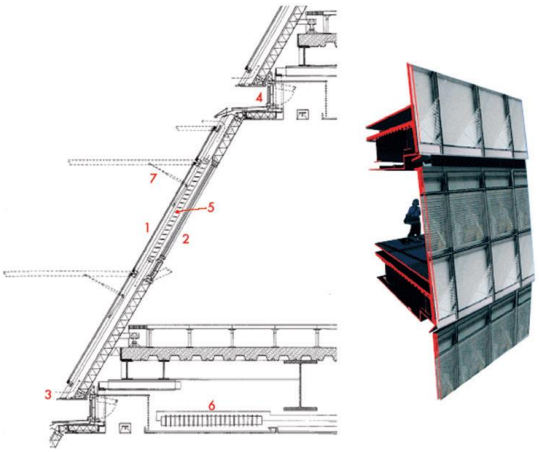
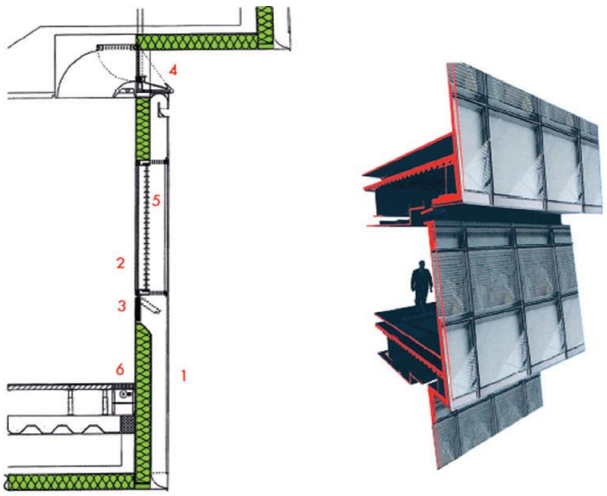


Рисунок 1.6 - Будівля мерії Лондону та комп’ютерне моделювання тепловитрат і теплонадходжень через оболонку будівлі



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

Рисунок 1.7 - 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 – конвектор

Рисунок 1.8 - Схема конструкції південного фасаду будівлі мерії Лондону

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 огороджувальних конструкцій в літній період. Розрахунки дозволили вибрати форму, орієнтацію і розмір будівлі, площу і розташування світлопрозорих огороджувальних 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 [16,20].

«Сонячний будинок» м. Каппельродек, Німеччина (рис.1.9) Односімейний сонячний будинок розташований в м. Каппельродек, графство

Ортенау, Баден-Вюртемберг, Німеччина. Будинок цікавий тим, що знаходиться на широті 48035’, приблизно на цій самій широті знаходиться м. Дніпропетровськ – 48027’, це дозволяє застосувати аналогічні підходи та технології для будівництва енергоефективних будівель, які знаходяться у I кліматичній зоні України.

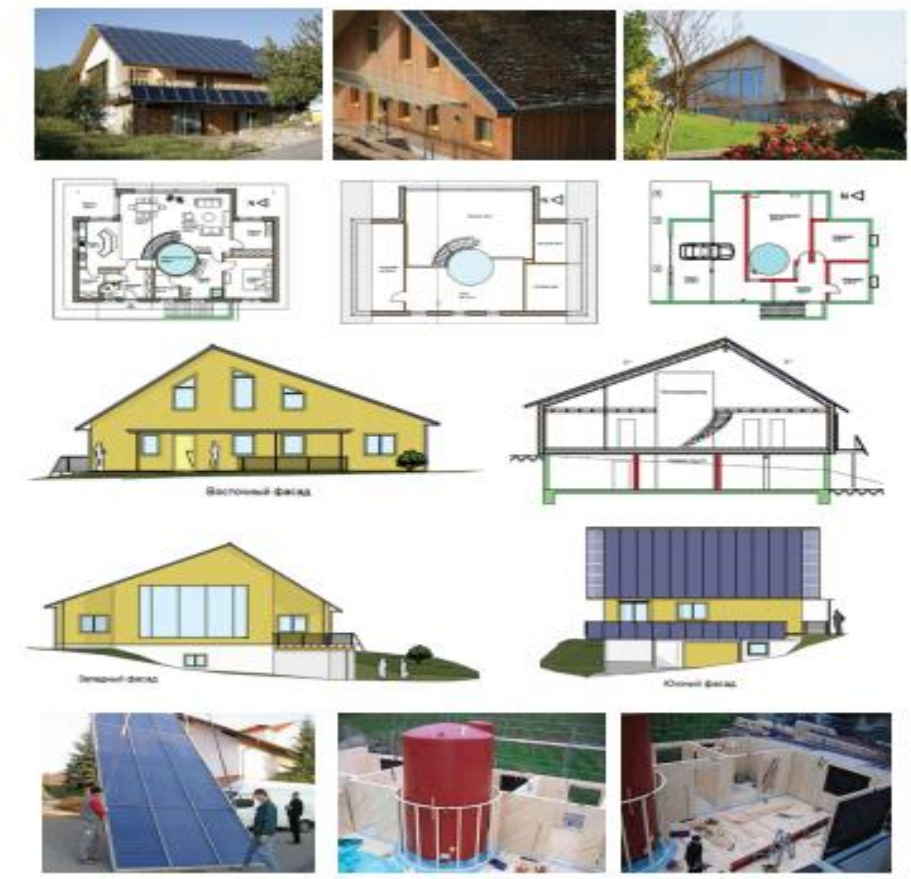


Рисунок 1.9 - Односімейний сонячний будинок розташований в м. Каппельродек, графство Ортенау, Баден-Вюртемберг, Німеччина [16]

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 W / m2 K ; Підвал: U = 0,12 W / m2 K ; Стіни U = 0,11 W / m2 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): 11см; ізоляція деревним волокном 30см; деревоволокнисті плити: 2см; зовнішня дерев'яна обшивка: 7см. Вікна: дерев'яні рами з потрійним склінням, U = 0,75 W / m^2 K. Система вентиляції з рекуперацією тепла та енергозберігаючими вентиляторами DC. Ґрунтовий теплообмінник [16].

Світовий досвід показує, що ключ до енергоефективного будівництва лежить у комплексному підході, який включає сучасні технології, використання місцевих ресурсів та врахування кліматичних умов. Україна також має потенціал для розвитку цієї сфери, спираючись на міжнародний досвід і адаптуючи його до національних умов.

1.3 Визначальні напрямки з підвищення енергоефективності будівель

На сучасному етапі розвитку технологій підвищення ефективності використання енергоносіїв ключовим фактором у сфері енергозбереження будівель є здатність утримувати теплову енергію. Це пов'язано з тим, що витрати на теплозабезпечення значно перевищують витрати на освітлення, електропостачання та вентиляцію. Саме забезпечення теплової ефективності є пріоритетним завданням, від вирішення якого залежить ефективність функціонування інших пов'язаних енергетичних систем.

Для досягнення ефективного використання енергоносіїв у будівлях існує широкий спектр інженерних рішень, матеріалів і технологій. Важливим є ознайомлення з теоретичною базою, що надає фундаментальну інформацію та

дозволяє самостійно визначити оптимальні методи енергозбереження для конкретних умов експлуатації будівель[20].

Системи теплопостачання є одними з найбільш енергоємних у житлово-комунальному господарстві. У зв’язку з цим усе більше уваги приділяється програмам енергозбереження, реалізації енергоефективних проєктів та впровадженню сучасних технологій для зниження енергоємності теплопостачання та підвищення його ефективності.

Серед основних заходів для зменшення витрат на теплопостачання будівель можна виділити: утеплення огороджувальних конструкцій, горищ, дахів та підвалів; заміну, модернізацію або ущільнення вікон і дверей; скорочення площі скління; встановлення тепловідбивних екранів за опалювальними приладами; впровадження технологій регулювання внутрішньої температури приміщень у нічний та неробочий час, що дозволяє знизити споживання теплової енергії на 5–10 %; монтаж ефективного теплообмінного обладнання в теплопунктах; а також запровадження систем моніторингу обсягів споживання тепла.

Необхідно зазначити, що першочерговим заходом із модернізації систем теплопостачання повинно бути встановлення приладів обліку теплової енергії. Зазначена технологія є базовою щодо подальшого обґрунтування запровадження можливих проєктів з енергозбереження, дає технічну можливість для моніторингу споживання енергоресурсів та можливість виявити факти з їх понаднормативної витрати.

Стратегічним напрямком розвитку сучасних технологій у державі, зокрема й у сфері будівництва, є зменшення споживання енергоресурсів. У напрямку енергозбереження будівель велике значення приділяється підвищенню теплозахисту їх огороджувальних конструкцій[20].

Із загального обсягу споживаної теплової енергії у житлово-будівельній сфері найбільша частка витрачається на опалення, все інше – на виробництво будівельних матеріалів та на саме будівництво. Для зменшення надвеликих обсягів енергоспоживання будинків державними органами введені нові

нормативи щодо теплозахисту будівель, які передбачають послідовне зниження енергоспоживання шляхом збільшення в середньому вдвічі величини опору теплопередачі стінових конструкцій і скорочення тепловтрат різних конструктивних елементів.

Найбільшу увагу у вирішенні цієї проблеми приділяють не лише новому будівництву, а й існуючому фонду житлових і громадських будинків, що експлуатуються, теплотехнічні характеристики яких не задовольняють сучасні вимоги з енергозбереження. Зниження величин в енергоспоживанні будинків, що експлуатуються, може бути досягнуте підвищенням вимог щодо теплотехнічних характеристик матеріалів огороджувальних конструкцій, а також улаштуванням опалювальних систем із керованими тепловими режимами.

Не менш важливі архітектурні аспекти в разі модернізації розмаїтості фасадів відновлюваних будинків.

Підвищення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій вимагає істотної витрати фінансових, матеріальних і трудових ресурсів. Тому виконання робіт з улаштування теплозахисту повинно виконуватися після розроблення відповідного проєкту.

У закордонній будівельній галузі практика модернізації будівель й особливо підвищення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій широко поширене. Це пов’язане з постійним оновленням нормативних показників убік жорсткості вимог і прискореною їх реалізацією. Розроблені технології спрямовані на відновлення втрачених під час експлуатації будівель теплозахисних властивостей їх огороджувальних конструкцій, а також на удосконалення методів підвищення теплозахисту будівельних елементів і з’єднань, які були закладені в застарілих за технічними вимогами проєктах будівель

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ШВИДКІСНОГО БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Канадська каркасно-панельна технологія «EcoPan»

2.1.1 Суть, можливості та розвиток технології в Україні

Канадська каркасно-панельна технологія «Екопан» оптимальне рішення для малоповерхового домобудування. Технологія будівництва з SIP-панелей (Struktural Insulation Panel – структурна теплоізоляційна панель) прийшла в Україну порівняно недавно. Ця технологія відома зараз під різними іменами, перше її ім'я пов'язане з виникненням технології каркасно-панельного будівництва ще в 1947 році. Але в той час через різні причини вона не набула популярності. Будинки за такою технологією зводилися і в СРСР і мали назву «фінські будинки». Ще одна назва – «канадський будинок», оскільки вважається, що ця технологія, значно модифікована та вдосконалена, прийшла до нас саме з цієї країни[15]. Нині найбільш відомою та популярною в Україні є канадська технологія будівництва з SIP-панелей, що мають назву «Екопан» (EcoPan)(рис.2.1).

Коцепція конструкційної теплоізоляційної панелі з'явилась у 1935 році в США – тоді ж були побудовані перші експериментальні будинки. Починаючи з 1960 року розпочалося масове виробництво панелей, які були доступним будівельним матеріалом і набули неабиякої популярності. Зважаючи на жорсткі норми з екологічності та енергозбереженню, ця технологія є найбільш популярною для зведення приватних малоповерхових будинків у США, Канаді та Скандинавських країнах. Крім будівництва малоповерхових будинків, SIP-панелі можуть застосовуватися при надбудові мансардних

поверхів та при реконструкції. Сьогодні будинки з SIP-панелей можна зустріти в будь-якому куточку земної кулі. Варто відзначити, що за цією технологією було побудовано полярну станцію на Південному полюсі.



Рисунок 2.1 – Сучасна технологія Екопан

Панель «Екопан» являє собою трьохшаровий будівельний матеріал, що складається з двох вологостійких плит OSB (Orient Strand Board – орієнтована стружкова плита) (рис. 2.2), між якими знаходиться шар утеплювача – екструдованого пінополістиролу товщиною від 100 до 200 мм. Пінополістирол у цих панелях слугує як утеплювачем, так і звукоізоляцією. Пінополістирол та плити OSB з'єднуються між собою за допомогою клею. Ця операція відбувається під пресом, під високим тиском. З торців панелі встановлюється дерев'яний брус – для можливості стикування панелей між собою, також ці бруси виконують роль каркасу будинку[15,21].



Рисунок 2.2 - SIP ПАНЕЛІ для будівництва канадських будинків

Плити OSB складаються з декількох шарів тріcок довжиною до 14 см, кожен шар укладається перпендикулярно попередньому, що в поєднанні з якісним зв'язуючим надає плитам високі показники міцності та еластичності. Панель «Екопан» має невелику вагу – 1 квадратний метр важить від 18 до 30 кг, стандартний розмір панелі становить 2,5х1,25 м. З таких панелей різної товщини виготовляються майже всі конструктивні елементи будинку – стіни, перекриття та дах. Фундаменти під будинок проєктуються в залежності від ґрунтових умов і можуть бути як стрічковими, так і стовпчастими. Також можливе застосування пальових фундаментів. Зважаючи на невелику вагу будинку, можливе влаштовування малозаглиблених залізобетонних фундаментів, що дозволяє значно заощадити на матеріалах і трудовитратах. Досить цікавими з точки зору витрат часу на влаштування є фундаменти з коротких гвинтових металевих паль – такий фундамент може бути зведений за декілька днів, і на відміну від монолітного залізобетонного дозволяє відразу розпочати монтаж над фундаментних конструкцій. Як правило, будинки з панелей «Екопан» зводяться без улаштування підвалу, але за бажанням замовника, його можна зробити.

Принцип проєктування будинків з панелей «Екопан» простий – після узгодження планування та зовнішнього вигляду будинку робиться «розкрій» усіх стін, перекриттів і даху на окремі панелі з урахуванням всіх необхідних отворів і конструктивних особливостей. Варто зазначити, що незважаючи на стандартні розміри панелей, ніяких обмежень для архітектора при розробленні проекту немає, ці будинки не є модульними.

Потім у заводських умовах за кресленнями виготовляється повний комплект панелей для будинку, після чого він доставляється на будмайданчик. Зважаючи на невелику вагу панелей, доставлення може виконуватись автотранспортом з невеликою вантажопідйомністю. Після цього з окремих панелей збирається будинок. Цей процес у залежності від площі будинку та складності монтажу може займати від одного до декількох тижнів[21].

2.1.2 Конструктивні та теплоізоляційні особливості панелі (Structural Insulated Panel – SIP)

Конструкційна теплоізоляційна сендвіч-панель складається з двох орієнтованих стружкових плит (OSB), між якими під тиском приклеюється шар твердого пінополістиролу в якості утеплювача. Товщина панелей в готовому виді складає від 120 мм до 224 мм. Максимальний розмір панелі 2,4 метри на 7,0 метра. Така панель має виняткові енергозберігаючі властивості і має високу міцність. Стіни і кути будинків, зібраних за цією технологією, ідеально рівні і прямі. Крім того, монтаж будинків робиться у будь-яку пору року, побудовані будинки мають відмінні експлуатаційні характеристики і довговічні.

Торці панелей закриваються брусками, які служать для з'єднання за принципом «шпилька-паз».

При будівництві не використовується каркас будівлі, що окремо зводиться. Його роль виконують верхній і нижній обв'язувальний брус і окремі бруски, вклеєні в панель на заводі. Жорсткість конструкції досягається завдяки винятковим властивостям плит OSB. Самі панелі є основним елементом несучих конструкціїх[15].

Удома, виготовлені за цією технологією, можуть експлуатуватися в температурному діапазоні від - 50°С до +50°С і забезпечують комфортабельне проживання навіть в найсуворіших кліматичних умовах.

для мешканців граничний рівень шуму 50 дБ

для кімнат гуртожитків, готелів 1ой категорії 48 дБ

перекриття між кімнатами в двоповерховому будинку 41 дБ.

Таблиця 2.1 - Граничне навантаження на зовнішню стіну залежно від сили вітру (кг/м^2)

Висота, L, мм	Вітрове навантаження, w [кг/м^2]											
	24,4			48,83			73,25			97,66		
Прогін	L/180	L/240	L/360	L/180	L/240	L/360	L/180	L/240	L/360	L/180	L/240	L/360
2500	4082	4082	4082	2506	2506	2506	3452	3452	3452	3156	3156	3156

Таблиця 2.2 - Розрахункове навантаження на панель перекриття (кг/м^3)

Прогін	Проліт				
	3050	3660	4270	4880	5490
L/360	340	236	172	122	95
L/240	454	358	259	186	141

Таблиця 2.3 - Розрахункові характеристики SIP панелей за звукоізоляцією

Загальна товщина, мм	Звукопоглинаючий шар		Розрахункове значення ізоляції	Галузь застосування
	щільність кг/м^3	товщина, мм		
148	25	100	44	Зовнішні й внутрішні стіни й перегородки
188	25	140	56	Зовнішні й внутрішні стіни й перегородки
248	25	200	74	Перекриття, покриття, покрівля

Пінополістирол - біла однорідна речовина, що має структуру із склеєних між собою кульок, пружне на дотик, не має запаху.

Пінополістирол - екологічно чистий, нетоксичний, тепло- і звукоізоляційний матеріал, вживаний у будівництві на протязі вже більше 40 років.

Важливою фізичною властивістю пінополістиролу є його висока теплоізоляційна здатність.

Згідно досліджень і випробувань пінополістирол завтовшки всього в 12 см за своїми теплозберегаючими властивостями еквівалентний:

– 0,5 м стіні з дерев'яного бруса;

– 2х-метровой стіні з цеглини;

– 4х-метровой стіні із залізобетону.

Ця властивість пінополістиролу обумовлена особливостями його структури. Пінополістирол на 98% складається з повітря, замкнутого в окремих осередках розміром 2-8 мм.

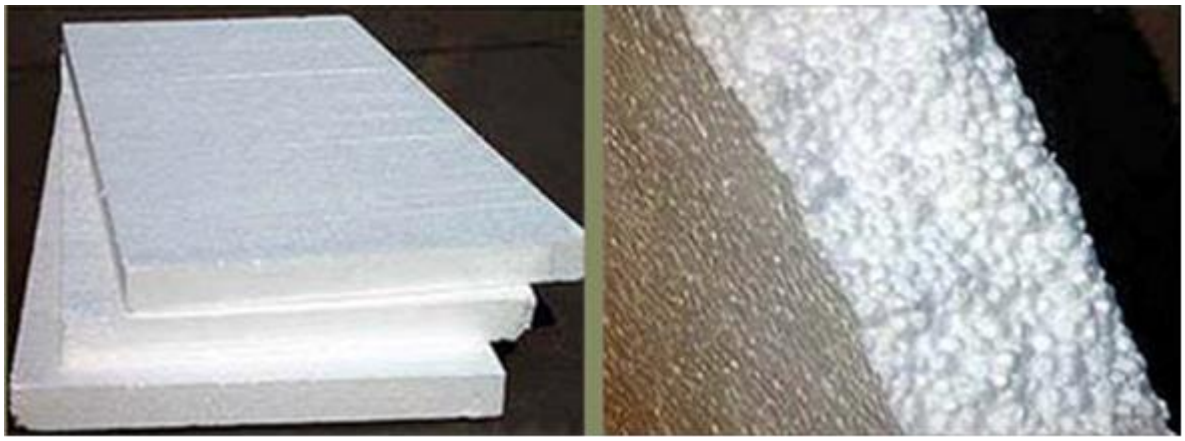


Рисунок 2.3 – Пінополістирол

Таблиця 2.4 - Фізико-механічні властивості

Показники	Норма для плит марок (по ДСТУ Б EN 13163:2012)			
	ПСБ С-15	ПСБ С-25	ПСБ С-35	ПСБ С-50
Щільність кг/м^3	До 15,0	15,0-25,0	25,1-35	35,1-50,0
Щільність на тиск при 10% лінійної деформації, МПа, не менше	0,07-0,15	0,15-0,18	0,18-0,26	0,26-0,38
Границя міцності при згинанні, МПа, не менше	0,15-0,23	0,32	0,30-0,38	0,38-0,42
Теплопровідність в сухому стані при температурі (25±5)^{o}С, Вт/(мК), не більше	0,032-0,036	0,029-0,033	0,029-0,033	0,029-0,033
Вологість плит, %, не більш	2	2	2	2
за 24 години, % по об’єму, не більше	1-3	0,8-2,1	0,5-2,0	0,5-2,0

Низька динамічна жорсткість матеріалу забезпечує високу звукоізоляцію від ударного шуму.

Пінополістирол є нейтральним матеріалом, що не виділяє ніяких шкідливих для людини і його оточення речовин і не має обмеженого терміну придатності. Він екологічний в процесі роботи з ним, а також увесь період подальшої експлуатації. Пінополістирол довговічний, не дає тріщин, не є поживним середовищем для мікроорганізмів, гризунів і іншої живності, не загниває, не пліснявіє і не розкладається. Повітропроникність дозволяє будівлі дихати[18,21,22].

Пінополістирол відноситься до тієї групи пластмас, які при горінні виділяють такі самі гази, як і при спалюванні деревини або пробки. Сучасні пінопласт роблять у вогнетривкому(самозатухающем) виконанні.

Волога не впливає на теплоізолюючі властивості цього матеріалу і не викликає освіту в нім бактерій і плісняви, що дозволяє широко використати пінополістирол навіть в харчовій промисловості.

Пінополістирол стійкий до дії хімічних і біологічних середовищ. Він відмінно переносить присутність асфальтових емульсій, руберойду з асфальтовим покриттям, штучних добрив, каустичної соди, амонію, рідких добрив, спінених фарб, мила і пом'якшувальних розчинів, цементу, гіпсу, вапна, розчинів солі(у тому числі морської води) і всякого роду ґрунтових вод.

Температура довкілля не робить негативного впливу на фізичні і хімічні властивості пінополістиролу. Проте при тривалій ультрафіолетовій дії зростає крихкість і схильність ерозії від вітру, дощу і інших чинників. Тому при зберіганні необхідно укривати плити від дії прямих сонячних променів.

Використовуючи пінополістирол як будівельний матеріал, необхідно не допускати його контакту з наступними хімічними сполуками: органічними розчинниками(ацетон, оцтово-етиловий ефір, розчинник фарб, скипидар); насиченими вуглеводнями(спирт) і нафтопродуктами(бензин, гас, смоли і ін.), оскільки комірчаста структура пінополістиролу при контакті з вищеназваними з'єднаннями може ушкодитися або повністю розчинитися.

2.1.3 Технологія монтажу комплекту панелей для будинку

Надійний фундамент - основа міцного будинку. Глибина заставляння і тип фундаменту залежать від здатності ґрунтів, рельєфу місцевості, рівня ґрунтових вод, що несе, і, звичайно, передбачуваного навантаження на нього. Прийнято вважати, що вартість зведення фундаменту складає приблизно 20% від вартості будинку. Проте при створенні проектів і будівництві легких каркасних будинків з SIP- панелей найдоцільніше використати малозаглиблені фундаменти, які разом з надійністю дозволяють значно скоротити витрату матеріалів і понизити трудовитрати. Для кожного конкретного випадку розраховують необхідний фундамент, керуючись нормативними документами в розрізі проєктування, розрахуноку і облаштування малозаглиблених фундаментів житлових малоповерхових будинків. Одночасно з процесом будівництва фундаменту на лінії по виробництву панелей створюється комплект майбутнього будинку[21].



Рисунок 2.4 – Улаштування фундаменту майбутнього будинку

SIP- панелі мають малу масу, що дає можливість двом робітникам без особливих зусиль їх переносити і монтувати. Здійснити доставку панелей на будівельний майданчик можливо транспортом з невеликою вантажопідйомністю.

Передмонтажна розкладка панелей здійснюється по периметру будівельного майданчика, згідно з робочими кресленнями збираного будинку.

Монтаж будинку розпочинається з кріплення на готовий фундамент бруса, що обробленого антисептиком, є обв'язувальним контуром для монтажу панелей. Кріплення бруса до фундаменту здійснюється анкерними болтами через гідроізолюючий матеріал з використанням рухливого шаблону.

SIP- панелі щільно з'єднуються між собою за допомогою замків типу «шпилька-паз», виконаних з високою точністю в заводських умовах. Щоб уникнути утворення «містків холоду» в місцях з'єднання усі незначні порожнечі заповнюються монтажним пінополіуретановим герметиком.



Рисунок 2.5 – Раскладка і монтаж SIP панелей

Плити перекриття укладаються на фундамент, утворюючи рівний міцний щит. Між стінними панелями і панелями перекриття для компенсації температурного розширення оставляется проміжок 3мм. З'єднання «шпилька-

паз» також, як і в стінних панелях, забезпечує щільне з'єднання окремих елементів.

Для поліпшення гідроізолюючої властивості плити перекриття в заводських умовах нижня сторона плит покривається шаром бітумної мастики.

Монтаж стінних SIP- панелей розпочинають з кута збірного будинку. Перша стінна панель виставляється по рівню з максимально допустимим відхиленням не більше 1-1,5 мм.



Рисунок 2.6 – Монтаж кутових SIP панелей

Другу кутову панель, торець якої закритий дошкою або ВІСПИ, сполучають під прямим кутом з першою панеллю за допомогою анодованих шурупів-саморізів, герметизуючи стик пінополіуретановим герметиком.

Для складання кутових панелей потрібна участь не більше двох монтажників. Нижній паз стінної SIP- панелі надівається на обв'язувальний брус і кріпиться до нього шурупами-саморізами. Точні лінійні розміри стінної SIP- панелі дозволяють вести складання будинку з допуском не більше 1-2 мм.

Стінні SIP- панелі з віконними і дверними отворами монтуються і кріпляться до обв'язувального бруса і між собою так само, як і суцільні стінні панелі.

Внутрішні перегородки у будинку можуть бути виконані стінними SIP-панелями завтовшки 120 мм або стандартними дерев'яно-каркасними конструкціями із заповненням порожнеч звукоізолюючим матеріалом.

Правильність монтажу по вертикалі перевіряється вимірювальним рівнем.

Плити перекриття, торці яких зашиті ВІСПИ, укладаються на ті, що обв'язали брусом стінні панелі першого поверху і кріпляться до нього шурупами-саморезами. Після цього по сторонах, на які спиратимуться кроквяні конструкції, кріпиться брус «мауэрлат».

Нестандартні вузли, наприклад фронтони, виготовляються в заводських умовах, із заздалегідь виконаними отворами дверей і вікон.

Складання конструкції покрівлі виконується традиційними методами (рис. 2.7). При використанні горищного приміщення під мансарду, поверхня покрівлі виконується також SIP- панелями, з корекцією конструкції покрівлі по розрахункових навантаженнях.

Після завершення монтажу покрівельних панелей, на зовнішню поверхню покрівлі укладають гідроізолюючий матеріал. Завдяки рівній поверхні плит ВІСПИ, укладання будь-якого з покрівельних матеріалів виконується швидко і якісно. Основними використовуваними матеріалами є: Icopal(м'яка черепиця) і металлочерепица[21].

В цілях зниження собівартості можливо використання Ондулина і оцинкованого гофролиста.

Після завершення монтажних робіт конструктиву будинку виконується установка пластикових вікон з подвійним склопакетом.



Рисунок 2.7 – Монтаж конструкції покрівлі

Наступні етапи робіт виконуються паралельно, незалежно один від одного.

Поверхня зовнішніх стін ґрунтується, стикувальні шви проклеюються армуючою сіткою, і виконується фарбування фасаду акриловою фактурною фарбою(акриловою шубою) або за бажанням Замовника оббивається вініловим сайдингом. Після забарвлення фасаду виконуються роботи по облицюванню цоколя будинку декоративною плиткою, мозаїкою з дикого каменю або штукатуркою під «шубу».

Після виконання цих робіт на вікна встановлюються відливи і монтується водостічна система.

Поширений спосіб монтажу дротів і кабелів - їх укладання в порожнині каркасних перегородок. Для цього в стінах передбачаються монтажні, відгалужувальні і розподільні коробки і вставляються спеціальні канали для рукавів з дротами. Можливе і зовнішнє прокладення комунікацій усіх видів.

За тим же принципом, що і електрика, у будинку монтується сантехніка. Комунікації першого поверху прокладаються залежно від облаштування підлоги. За відсутності цокольного поверху вони поміщаються в грунт. При утепленому цоколі каналізаційні і водопровідні труби можуть також кріпитися до балок підлоги. Траса труб усередині будинку проходить в міжкімнатних перегородках. У південних районах комунікації нерідко монтуються зовні будівлі і заводяться всередину по стіні. Можливе облаштування теплих підлог, як електричних, так і водяних.

Водопровід, каналізація і вентиляція монтується в спеціально відведених для цих цілей шахтах.



Рисунок 2.8 – Монтаж комунікацій

Конструкція стін дозволяє реалізувати будь-які традиційні і сучасні технології обробки. Міжкімнатні перегородки облицьовувалися

гіпсокартоном, цементно-стружковою або OSB- плитою. Поверх панельної підлоги настеляються чистові покриття будь-якого типу. Стіни і стелі можуть не лише забарвлюватися, але і обклеюватися шпалерами, обшиватися дошкою.

Після монтажу інженерних комунікацій по перекриттях заливається двошарове стягування.

Перший шар(20-40мм) - пінополістирол-бетон щільністю 30-40. Другий шар - армована дорожньою сіткою піщано-цементне стягування марки 150, з додаванням пластифікатора, завтовшки 40-50 мм.

У приміщеннях санвузлів перед початком заливки стягування і прокладення комунікацій робиться гідроізоляція, потім монтуються труби каналізації і водопроводу, і після цього заливається така ж, як і скрізь, стягування, але з додаванням в розчин складу, що не пропускає вологу.

Приміщення санвузлів облицьовувалися керамічною плиткою. При цьому стіни заздалегідь ґрунтуються, армуються стекло-сіткою і шпаклюють спеціальним складом.

2.2 Сучасна технологія ТЕРМОДІМ

Європейська мода на здоровий спосіб життя поступово завойовує популярність і серед наших співгромадян - з кожним роком все більше людей вважають за краще жити в екологічно чистому передмісті, а не в загазованому мегаполісі. Недивно, що котеджне будівництво в Україні розвивається прискореними темпами. За оцінкою фахівців, доля малоповерхових будинків в загальному об'ємі житлових новобудов сьогодні складає 40-50%. Тобто щорічно в Україні зводиться близько 22-23 тис. котеджів(це майже 4 млн.кв. м). І, судячи з усього, в найближчі 5-10 років темпи зведення «малоповерхівок» тільки зростатимуть. Однією з перспективних технологій будівництва є технологія «ТЕРМОДІМ»[18].

2.2.1 Історичний розвиток застосування технології

Родоначальником сьогоднішньої технології Термодім була технологія «PLASTBAU», яка з'явилася в Італії в 70-х роках минулого століття. 1976 року вже в Німеччині компанія «Renova-termodom» налагодила виробництво термоблоків. Технологія прекрасно зарекомендувала себе в Німеччині і почала поширюватися по всьому світу, згодом вона дійшла і до України.

Україна перша із країн СНД в січні 1995 року прийняла державні будівельні норми, що регламентують усі питання зведення будинків з пінополістирольних блоків незнімної опалубки. За нормами, що діють на сьогодні в Україні, дозволено будівництво термодомів заввишки до 5 поверхів.

У Німеччині будівельні норми дозволяють будувати, застосовуючи дану технологію, до 22-х поверхів, а в Грузії – до 9-ти поверхів. Окрім зазначених вище країн, технологія Термодім популярна у США, Канаді, Ізраїлі, Голландії, Фінляндії та багато інших. У Болгарії, наприклад, господарі будинків, побудованих з використанням енергоощадної технології Термодім, звільняються від сплати податку на землю строком до 15 років.

Сьогодні одній з найбільш перспективних технологій швидкого зведення енергоефективних будівель багато фахівців рахують будівництво будинків за технологією «Термодім», заснованою на використанні блоків незнімної опалубки з пінополістиролу(термоблоков)[19].

У загальних рисах технологія зведення будівель з використанням незнімної опалубки нагадує метод монолітного будівництва. У обох випадках на місці будівництва бетонна суміш заливається в спеціальну форму(опалубку), що надає потрібної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям. Проте після того, як бетонна суміш придбає необхідну міцність, незнімну опалубку(на відміну від збірно-розбірної) не демонтують і згодом вона служить повноцінною частиною стіни. Іншими

словами, незнімна опалубка - це одноразова опалубка, яка після застигання бетону стає складником стіни і виконує функції тепло-, звуко-, гідроізоляції і тому подібне.



Рисунок 2.9 – Будинок за технологією ТЕРМОДІМ

Як відмічають будівельники, будівлі, побудовані із застосуванням незнімної опалубки, мають ряд переваг, в порівнянні зі своїми побратимами, зведеними за допомогою традиційних технологій. Основна перевага застосування такої опалубки полягає в можливості звести багатошарову конструкцію, що захищає, з необхідним опором теплопередачі за один технологічний цикл. Тобто стіна вже в процесі будівництва виходить теплою: конструкція, що захищає, є "сандвічем" - залізобетон, з двох сторін покритий шарами теплоізоляційного матеріалу. Іншими словами, будівництво «термодома» вигідне з точки зору зниження витрат на обігрів і охолодження будинку в процесі його експлуатації. А це в умовах подорожчання теплоносіїв стає одним з найважливіших чинників, що впливають на вибір забудовником тієї або іншої технології будівництва[18,19].

Крім того, використання технології «Термодім» дозволяє значно скоротити терміни будівництва. Так, за даними фахівців, коробці 2-поверхової будівлі бригада робітників здатна звести за 3-5 тижнів, в той час, як будівництво за традиційною технологією розтягується, як правило, не менше чим на 5-6 місяців. Слід також відмітити, що в «Термодомі» прокладення

електропроводки, вентиляційних блоків і каналізаційних труб може робитися одночасно з укладанням термоблоков(до заповнення їх бетоном). Що не лише допомагає скоротити термін будівництва, але і дозволяє захистити усі інженерні комунікації за допомогою монолітного бетону, а значить - продовжити термін їх безаварійної експлуатації.

Ще один досить вагомий аргумент на користь технології «Термодім» - скорочення витрат на будівництво. Так, за словами представників компаній, що займаються спорудженням будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки, витрати на будівництво «Термодому» як мінімум на 20-35% нижче, ніж на зведення будівлі з цеглини. Вартість 1 кв. м будівлі, побудованої за цією технологією в середньому складає 350 у.о.

Говорячи про достоїнства системи «Термодім», не можна не згадати і про широкі можливості обробки стін. Наприклад, зовні будівлю можна облицьовувати цеглиною, обшити віниловим сайдингом, обштукатурити або пофарбувати. Внутрішня обробка також ніяких обмежень не має - "опалублені" стіни можна ушляхетнити гіпсокартоном, штукатуркою, керамічною плиткою і тому подібне[25].

Високі експлуатаційні і економічні характеристики «термодомів» викликали стабільно зростаючий інтерес інвесторів до цього методу будівництва. Більшість компаній, що займаються виробництвом незнімної опалубки і будівництвом будинків за технологією «Термодім», в минулому році зафіксували збільшення числа замовлень, як мінімум, на 50%.

Активне впровадження цієї технології, у свою чергу, зумовило зростання кількості компаній, що займаються виробництвом термоблоків і будівництвом будинків за цією технологією. Число вітчизняних компаній, що випускають пінополістирольні блоки, вже давно перевалило за десяток. Слід зазначити, що технологію зведення будівель "Термодім" окрім виробників і імпортерів ППС-блоків освоїла значна кількість будівельних компаній.

Як відмічають виробники пінополістирольних блоків, в нинішньому році(як і в минулому) основними замовниками таких будівель є приватні

забудовники. З кожним роком росте і інтерес девелоперів до цієї технології. Приміром компанія «Валькірія» виконує будівельні роботи по зведенню котеджного містечка, в якому усі будинки будуть побудовані за технологією «Термодім».

2.2.2 Основні переваги при зведенні будинку за технологією «ТЕРМОДІМ»

Термодім - це будинок, стіни якого зведені з легких пінополістирольних блоків. Такі блоки називаються термоблоками і являються, по суті, незнімною опалубкою. Заповнені бетоном, вони утворюють монолітну стіну завтовшки 150 мм., утеплену з двох сторін пінополістирольною плитою по 50 мм. з кожною[25].

Термоблок - основа технології будівництва. Складається з двох пінополістирольних плит, сполучених один з одним пластикової або такою ж пінополістирольною перемичкою.

Він виконує декілька важливих функцій:

- служить незнімною опалубкою для бетону, чим значно спрощує процес будівництва. - є утеплювачем стіни з двох сторін і надає їй унікальні теплоізоляційні властивості.

- дозволяє значно понизити витрати на будівництво.

Використання технології термобудинок це:

- Зниження термінів будівництва.
- Економія при зведенні фундаменту.
- Економія при зведенні стінних конструкцій.
- Міцність конструкції.
- Зниження трудовитрат при монтажі стін.
- Високі теплотехнічні характеристики стін.

Індивідуальні житлові будинки, котеджі, багатоповерхові будівлі, каскадні багатоквартирні будинки, адміністративні і громадські будівлі, промислові цехи і склади, басейни і холодильники - це неповний список об'єктів, які можуть бути побудовані з використанням технології Термодім.

У надійності і довговічності монолітного залізобетону або цегляного будинку навряд чи хто-небудь засумніватися. Так само добре зарекомендував себе і пінополістирол. Він є абсолютно нешкідливим, екологічно чистим матеріалом, не розкладається під впливом зовнішнього середовища, не міняє своїх властивостей і має необмежений термін придатності. Може застосовуватися у будь-яких кліматичних умовах і у будь-яку пору року. Вживаний у будівництві пінополістирол не горить і не підтримує горіння.

Термодім екологічно безпечний, оскільки при виготовленні застосовуються речовини і гази безпечні для довкілля і здоров'я людини; вироби не містять хімічних з’єднань фреонового ряду, шкідливих для озонової оболонки. Неотруйний, нерадіоактивний будівельний матеріал. Цей матеріал практично інертний, тому використовується навіть при упаковці харчових продуктів(м'ясо, риба.). Абсолютна стійкість вологості, плісняві, комахам і гризунам. Добре переносить пінополістирол присутність цементу, гіпсу, вапна, розчинів солі, асфальтових емульсій, ґрунтових вод та ін[18,25].

Бетон, ізольований пінополістиролом, не піддається руйнуванню сезонними циклами заморожування-розморожування.

Надійність технології будівництва підтверджує і те, що термін страховки будівель, виконаних за цією технологією, в Німеччині складає сто років.

Комфортність. За рахунок прекрасної теплоізоляції у будинку круглий рік зберігається комфортна температура: прохолодно влітку в жару і тепло взимку в мороз. Шумопоглинаючі властивості пінополістиролу принесуть у Ваш будинок спокій і тишу. Монолітний залізобетон ослабить шкідливий вплив електромагнітних хвиль, так званих магнітних бурь. Пінополістирольна стіна, також як і дерев'яна має здатність «дихати», тобто повільно пропускати через себе повітря. Пінополістирол практично не вбирає вологу, що гарантує

його стабільно високі теплоізоляційні властивості, на відміну від традиційних будівельних матеріалів, які з часом втрачають свої теплотехнічні властивості.

Зниження термінів будівництва. Процес будівництва нагадує складання іграшкового будинку з кубиків «ЛЕГО» Порожнисті термоблоки мають спеціальні пази, за допомогою яких легко і міцно з'єднуються один з одним. Завдяки заводській якості виготовлення термоблоків досягається висока геометрія стіни. Працювати термоблоками легко і зручно. Заливка бетону всередину, також не віднімає багато часу. Усе це дозволяє значно понизити терміни будівництва[18].

Економічність експлуатації. Витрати на опалювання термобудинку порівняно з цегляним в 2,5-3 рази менше. За теплоізоляційними властивостями 10см пінополістиролу відповідають 1,8м цегляної кладки. Із зростанням цін на енергоносії, економія на опалюванні відповідно ростиме. Відповідно менше витрат на кондиціонування повітря приміщень в жарку погоду.

Економія на стінних матеріалах. Товщина стіни 25см, з них 10см пінополістирол і 15см монолітний залізобетон. На 1м^2 стіни витрачається 125л бетону, тобто 312кг, тоді як на цегляну кладку витрачається 960кг. При значних транспортних витратах на доставку будматеріалів економія значніша.

Економія на фундаменті. Маса 1м^3 стіни з використанням термоблоків в три рази менше за цегляну. Відповідно і навантаження на фундамент значно менше, що дозволяє будувати фундамент меншої товщини(меншій вартості).

Простота виконання робіт. Технологія не вимагає фахівців високої кваліфікації. Ви самі можете побудувати собі будинок, або зменшити витрати на оплату робочої сили.

Просторість. Тонші стіни, при однакових зовнішніх розмірах будови, дозволяють збільшити корисну площу вашого будинку на 8-10%. Кожен погонний метр зовнішньої стіни без перегородок збільшує площу на ~0,25м^2.

Стіни. Монтаж стінних блоків опалубки здійснюється за принципом дитячого конструктора(складання кубиків). Перший ряд стінних блоків на кожному поверсі заливається бетоном вручну і встановлюється згідно

будівельного креслення. Віконні і дверні отвори випилюються ручною ножівкою. Після контролю правильності встановлення стінних блоків опалубки стіна заливається бетоном за допомогою насоса в один прийом. Таким чином, створюється монолітний бетонний каркас, що забезпечує будівлі статичну міцність.

Вікна і зовнішні двері мають бути забезпечені теплоізоляційним склінням(склопакетом).

Сантехнічне устаткування. Введення сантехнічних систем виконуються в ході будівництва нульового циклу будинку, внутрішні трубопроводи водопостачання, опалювання і каналізації монтуються перед установкою внутрішніх перегородок і укладаються по внутрішній оболонці термоблоков.

Зовнішня і внутрішня обробка**.** Зовнішньою обробкою стін може служити облицювання з цеглини, декоративна штукатурка із застосуванням акрилових сумішей, облицювання по армованій ПХВ сітці керамічними плитками, жорстким сайдингом і іншими матеріалами. Найбільш поширеним і економічним способом обробки внутрішніх стін є «мокра» штукатурка(шпаклівка) в 2 шари по каркасній полімерній сітці, або облицювання сухими гіпсовими листами з подальшим забарвленням.

Електроустаткування**.** Будівництво термобудинку дає перевагу і при прокладенні основних ліній електропроводки і при установці електроприладів. Необхідні поглиблення для допоміжної проводки і розеток проробляються в опалубці за допомогою різака або дриля.

Будівництво будинку з термоблоків крім інших вигод має також і економічну. Зведення стін обійдеться десь приблизно на 33% дешевше, якщо порівнювати нашу стіну з цегляною стіною в 2 цегли товщиною. Порівняльна вартість 1 м.кв. стіни, з різних стінових матеріалів представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Порівняльна вартість 1 м.кв. стіни, з різних стінових матеріалів

	Стіна за технологією Термодім				
№	Матеріали	Од. вим.	Кількість на 1 м.кв.	Ціна за од	Ціна 1 м.кв.
1	Термоблок М25 EPS-90	шт.	4	145.00	580.00
2	Бетон, В20 Р3	м.куб.	0.128	2505.00	320.64
3	Арматура, d-10	тн.	0.005	36500.00	182.50
4	Робота за залитий бетон (з урахуванням армування і в'язки каркасів)	м.куб.	0.128	3500.00	448.00
Разом					1 531.14 грн.
Цегляна стіна – 380 мм з утепленням 100мм EPS-80					
№	Матеріали	Од. вим.	Кількість на 1 м.кв.	Ціна за од	Ціна 1 м.кв.
1	Цегла, рядова М-100	шт.	156	7.50	1170.00
2	Розчин, РК М150 П-8	м.куб.	0.137	3100.00	424.70
3	Арматурна сітка для цегл. кладки, 50х50, ВР-1, 4 мм.	тн.	0.0038	36500.00	138.70
4	Робота (кладка рядової цегли)	м.куб.	0.38	2000.00	760.00
5	Монтаж утеплювача 100мм EPS-80	м.кв.	1	175.00	175.00
6	Утеплювач 100мм EPS-80	м.кв.	1	200.00	200.00
7	Клей для приклеювання утеплювача	кг	5	6.40	32.00
8	Дюбель для термоізоляції з металевим стрижнем та термозаглушкою К1-180х10	шт.	6	3.78	22.68
Разом					2 923.08 грн.
Стіна з газобетонних блоків (300 мм.) з утепленням 100мм EPS-80					
№	Матеріали	Од. вим.	Кількість на 1 м.кв.	Ціна за од	Ціна 1 м.кв.
1	Газобетонні блоки (300х200х610)	м3	0.3	3200.00	960.00
2	Клей для газобетона	кг	7.5	6.75	50.63
3	Робота (кладка блоків)	м.куб.	0.3	1200.00	360.00
4	Монтаж утеплювача 100мм EPS-80	м.кв.	1	175.00	175.00
5	Утеплювач 100мм EPS-80	м.кв.	1	200.00	200.00
6	Клей для приклеювання утеплювача	кг	5	6.40	32.00
7	Дюбель для термоізоляції з металевим стрижнем та термозаглушкою К1-180х10	шт.	6	3.78	22.68
Разом					1 800.31 грн.

2.2.3 Основні етапи технологічних процесів при зведенні будинку за технологією ТЕРМОДІМ

Фундамент– найважливіша частина будівлі. Це основа Вашого будинку. Він має бути виконаний правильно та якісно для того, щоб надалі уникнути багатьох труднощів і проблем, які можуть виникнути як на етапі будівництва, так і під час експлуатації будівлі.

Тип фундаменту визначається відповідно до рекомендацій геодезичних досліджень у «плямі» забудови, а також зважаючи на специфіку проекту та розробки конструктора.

Глибина закладання фундаменту повинна досягати глибини промерзання ґрунту в даному регіоні, для Київської області цей показник дорівнює 100-120 см. Перед заливкою бетону, необхідно засипати всю площу під фундаментом прошарком з річкового піску і щебню, згідно з конструкторським рішенням. Це робиться для відведення дощових вод з-під фундаменту. Є також низка операцій, необхідних для правильного закладання фундаменту, але ми детально не будемо описувати їх, оскільки вони є аналогічними до традиційних технологій будівництва.

Єдиною важливою відмінністю є те, що стіна з термоблоків (якщо порівнювати її з цегляною стіною в 2 цеглини) має не 50 см товщини, а 25 і вага не 980 кг, а 360 кг, відповідно фундамент може бути значно тоншим.

Для стіни Термодому цілком достатньо, щоб фундамент був завтовшки 30 см, а не 60 см, як це було б у цегляному будинку. Цього достатньо для того, щоб витримати необхідне навантаження плюс чимала економія на матеріалах і земляних роботах. Перед зведенням стін необхідно вирівняти фундамент розчином і виконати гідроізоляцію всієї площі[21,25].




Рисунок 2.10 -Фундамент під стіни з термоблоків

Стіни. Після того, як всі фундаментні роботи завершені, можна приступати до зведення стін.

Важливим моментом є той факт, що в перший день по периметру фундаменту встановлюється лише один ряд термоблоків, тобто 25 см заввишки

Потім потрібно ретельно виміряти відстані (довжину стін, діагоналі, кути) виставленого ряду. За допомогою рівня необхідно переконатися, що всі блоки виставлені рівно, як вертикально, так і горизонтально.

Це потрібно для того, що б у подальшому будівництві стіни не вело вбік і не було жодних відхилень від проекту.




Рисунок 2.11 – Монтаж стін з термоблоків

Під час монтажу першого ряду формується архітектура цілого поверху, тому важливо врахувати у потрібних місцях укоси дверних і віконних отворів,

місця примикання внутрішніх стін, встановити каналізаційні та вентиляційні труби усередині термоблоків (якщо це передбачено проектом), а також укласти арматуру.

Армувати стіни слід на основі проектних розрахунків, враховуючи ті навантаження, які впливатимуть на стіну, тому дати однозначну відповідь про те, яким буде крок армування і діаметр арматури, може лише конструктор, що бере участь у розробці проекту.

По периметру всієї будівлі в перший ряд блоків, горизонтально, закладається арматурний каркас. Він складається з 4-х прутів арматури, зв'язаних між собою (відстань між прутами становить 10 см). Такий само каркас, тільки вертикально, повинен закладатися в кожен кут будівлі, в місцях віконних і дверних отворів і в останньому ряду блоків, перед укладанням панелі перекриття (інколи і у двох останніх рядах).

Після виконання всіх описаних вище операцій можна приступати до бетонування. Бетон слід заливати до рівня верхнього краю перемички термоблока. Поки бетон не застиг остаточно, потрібно ще раз перевірити чи правильно стоять блоки по горизонталі та вертикалі і за необхідності поправити їх. Після того, як у перший ряд блоків був залитий бетон, конструкцію потрібно залишити до наступного дня, щоб бетон набрався достатньої міцності для подальшого будівництва[21].

Наступного дня можна виставити ще 4-6 рядів термоблоків (висота 1-1,5 м) і пролити бетоном. Часто в індивідуальному будівництві (якщо беруть участь двоє-троє робітників) при виготовленні бетону безпосередньо на будмайданчику, робітники не встигають приготувати необхідну кількість бетону і заливають 2-3 ряди блоків (50-75 см.) в день, це не є порушенням технології будівництва. Просто швидкість зведення стін знизиться.

Ряд за рядом укладаються і бетонуються блоки до того моменту, коли потрібно буде вмонтовувати плити перекриття. Перш ніж накривати поверх панеллю перекриття, стіна повинна вистоятися 7-10 днів. Це необхідно для того, щоб бетон набрав міцність.

Формування кута. Кут формується шляхом складання термоблоків. Спеціальної форми блока для формування кута не потрібно, цілком можна обійтися стандартними рядовим і торцевим термоблоками. Для того, щоб бетон розподілявся по всьому периметру стін, зайві частини стінки термоблоку вирізають. Таким чином, бетон заповнює весь внутрішній простір і утворює моноліт. Кут необхідно армувати.

Для цього в кутове вічко закладають арматурний каркас з 4-х прутів, зв'язаних між собою в'язальним дротом (відстань між прутами становить 10 см). Крім того, у два прилеглі до кута вічка необхідно також закласти вертикально по пруту арматури, як це показано на малюнку. Як уже говорилося, діаметр арматури і крок армування повинен розраховувати конструктор при створенні проекту. Якщо необхідно зробити кут певного градуса, термоблок відрізається звичайною ножівкою під необхідним кутом.



Рисунок 2.12 – Приклад формування кута при зведенні стін

Віконні та дверні отвори. Знаючи спочатку, де розташовуватимуться віконні та дверні отвори будинку, необхідно провести додаткове армування. Для цього, в крайні до отвору комірки термоблоків, слід закласти по одному арматурному каркасу. Також необхідно проармувати верхню частину отвору.

Вся арматура й арматурні каркаси в'яжуться одне з одним в'язальним дротом. У деяких випадках доцільніше використовувати розбірні блоки над віконними отворами. Враховуючи малий поперечний розріз пластикових

перемичок, балка, яку ми отримуємо, буде більш бетоноємкою, а отже, міцнішою.



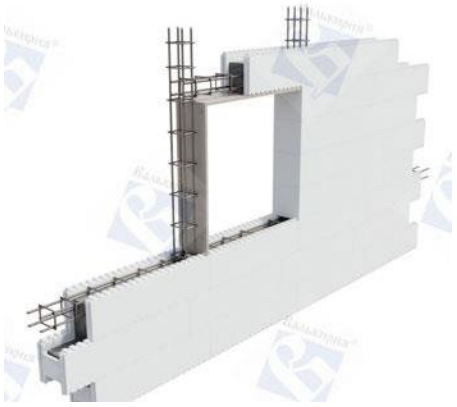


Рисунок 2.13 – Армування стіни

Армування потрібне для рівномірного розподілу навантажень на стіну будинку. Навантаження в кожному окремому випадку різні, тому діаметр арматури повинен призначити конструктор[25].

Панелі перекриття. Для монтажу міжповерхових перекриття можна використовувати дерев'яні перекриття, монолітні або ж з/б плити, але в процесі будівництва та підготовки стіни для певного типу перекриття, існують деякі особливості.

Дерев'яні балки укладають таким чином (рис 2.14):





Рисунок 2.14- Монтаж перекриття

Перш ніж заливати бетон в останній перед перекриттям ряд блоків, необхідно закласти арматурний каркас по всьому периметру будинку.
Бетон заливають до верхнього рівня перемичок останнього ряду блоків.

Після заливки бетону стіна повинна постояти 7-10 днів, за цей час бетон набирає необхідної міцності.

Потім потрібно вирізувати у верхній частині стінки блока, з внутрішньої сторони стіни, невеликий отвір (розмір залежить від перетину балки), для того, щоб надалі дерев'яні балки лягали на бетон. Якщо використовують рядові блоки, то отвори слід вирізувати в місцях комірок блока (не над перемичками), щоб балки лягали безпосередньо на бетон.

Після того, як дерев'яні балки були змонтовані на свої місця, необхідно укласти наступний ряд термоблоків. Для цього вирізують отвори потрібних розмірів у нижній частині стінки термоблока з внутрішньої сторони стіни.

Перед заливкою бетону необхідно зробити гідроізоляцію тієї частини блока, яка буде знаходитися в бетоні.

Знову заливаємо бетон в останній ряд блоків. Дуже часто, доцільніше використовувати в останньому ряду розбірні блоки. Монолітний пояс, який ми отримуємо, буде в такому разі міцніший. Це необхідно, коли поверховість будівлі становить вище за 2 поверхи.

Далі будівництво продовжується за звичайною технологією.

При використанні залізобетонного перекриття потрібне додаткове армування із-за великих навантажень на стіни. Тоді схема виконання робіт буде наступна:

По всьому периметру будинку закладається арматурний каркас в останній ряд блоків (як це показано на рис. 2.15).

Частина внутрішньої перегородки зрізається до перемички та підставляється знімна опалубка так, щоб монолітний пояс під перекриття був ширшим за товщину стінки блока.

Після заливки бетону стіна повинна постояти 7-10 днів, перш ніж на неї вмонтувати панель перекриття.

Після того, як була змонтована панель перекриття, потрібно відрізувати від блока одну стінку і поставити її з зовнішнього боку стіни. Стандартна

панель перекриття має висоту 22 см, а стінка блока 25 см, 3 см, що залишилися, зазвичай використовують під стягування.

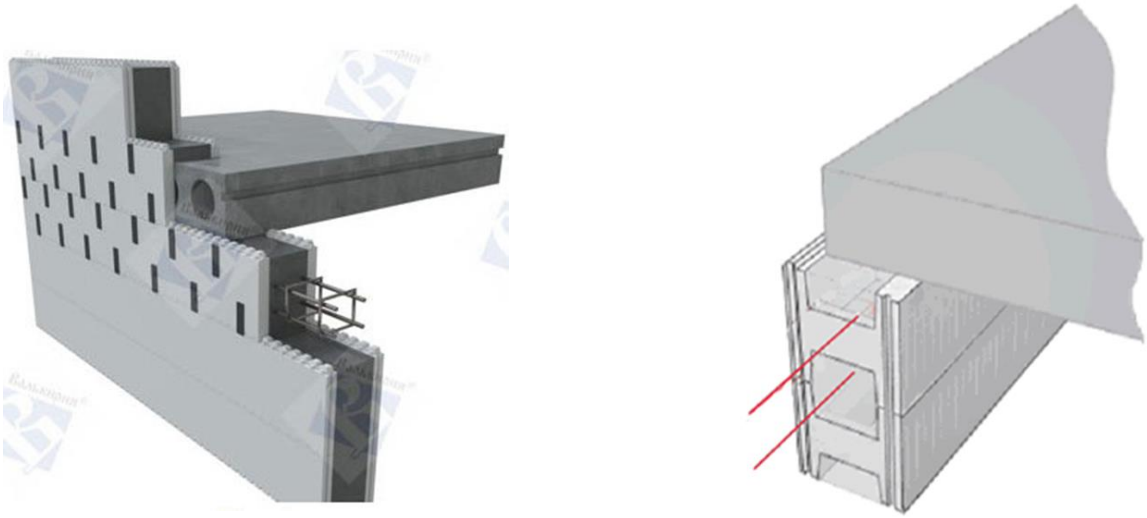


Рисунок 2.15 – Монтаж залізобетонного перекриття

При використанні залізобетонного перекриття доцільніше використовувати в останньому ряду розбірні блоки. Рідше у двох останніх рядах. Монолітний пояс, який ми отримуємо, буде в такому разі міцніший. Це необхідно, коли поверховість будинку становить вище за 2 поверхи. Подальше будівництво відбувається за звичайною технологією.

Округлення. Щоб отримати округлені форми стін, використовують блоки стандартної форми та розмірів. З внутрішньої сторони блоків потрібно зробити вертикальні вирізи шириною 1-5 см (залежно від необхідного радіуса) навпроти кожного вічка. Потім блок згинають, і для того, щоб зафіксувати необхідну форму, внутрішню стінку блока скріплюють звичайним скотчем або склеювальною стрічкою. Після того, як із таких блоків була збудована стіна і залита бетоном, скотч можна видалити (коли вже бетон застигне).

Каналізаційні і вентиляційні труби. Що стосується вентиляції та каналізації, то це питання було враховане і вирішене при створенні термоблока, труби легко закладаються всередину і виводяться назовні там, де це необхідно. При закладанні вентиляційних і каналізаційних комунікацій, ми рекомендуємо використовувати ПВХ труби, оскільки вони надійніші і

дешевші за свої чавунні аналоги. Труби треба вмонтовувати усередині стіни з термоблоків перед заливкою бетону. У результаті, ми отримуємо забетоновані труби, захищені з двох сторін по 5 см пінополістиролом. Використовуючи такі технології, ми максимально захищаємо труби від можливого псування.

2.2.4 Порівняння техніко-економічних показників будівельної системи «ТЕРМОДІМ» із традиційними системами будівництва

Трудомісткість розрахована на будівництво котеджу загальної площі 120 м^2. Загальна тривалість будівництва «під ключ» котеджу 86 м^2 склала 12 тижнів.

Таблиця 2.6 - Вартість будівництва 1 м^2 стіни коробки будівлі за технологією «Термодім»

Опалубка с доставкою	-	19$
Бетон М300 (з доставкою)	(140*0,122)/курс $	3$
Витрати на оплату праці	23 хв (3 грн./год)	0.18$
Штукатурка захисна	-	1.5$
Всього	-	23,5$

Таблиця 2.7 - Вартість будівництва 1 м^2 перекриття будівлі за технологією «Термодім»

Опалубка с доставкою	-	14$
Бетон М300 (з доставкою)	(140*0,085)/курс $	2,2$
Армобалка	1,8 м * 4$	7.2$
Витрати на оплату праці	29 хв	0.2$
Всього	-	23,6$

У розрахунку не враховувалося використання кондиціонера в літній період. У разі використання кондиціонера можна, грубо кажучи, вважати опалювальний сезон не 7, а 9 місяців. Тоді економія складе ще додатково

Таблиця 2.8 - Розрахунок економії коштів на опалення залежно від коефіцієнта опору тепловіддачі стіни

Показники	Термодім товщина 250 мм.	Дрібні блоки товщина 400 мм.	Цегла силікатна товщина 510 мм.
Коефіцієнт опору К=($м^2$*С)/Вт	4.34	2.82	0.67
Формула для розрахунку втрат енергії через 1$м^2$ стіни кВт*ч=(м2*(t1-t2)*ч)/К	t1- температура підтримувана в приміщенні в опалювальний період (+25^oC) t2- середня вулична температура в опалювальний період (-8^{0}C)- кількість годин в опалювальний період (174 дня*24 год=4176 год) $м^2$ - квадратний метр стіни		
Втрати енергії за опалювальний період с $м^2$ (4176 діб)	(33*4176)/3.34=41.3 кВт*ч	(33*4176)/1.82=75.7 кВт*ч	(33*4176)/0.67=205.7 кВт*ч
Різниця втрат енергії с 1 $м^2$	0	75.7-41.3=34.4 кВт*ч	205.7-41.3=164.6 кВт*ч
Вартість кВт*ч при опаленні електроприладами	4.32 грн (0.1$)	4.32 грн (0.1$)	4.32 грн (0.1$)
Втрати коштів при використанні інших будівельних технологій за опалювальний період с 1 $м^2$		34.4*0.1$=3.44$	164.4*0.1$=16.44$
Вартість будівництва 1 $м^2$ стіни	23.5$	21.6$	Не приводиться
Висновки		Різниця в ціні компенсується за два опалювальних сезони	За 6 сезонів на зекономлені гроші можна побудувати новий будинок

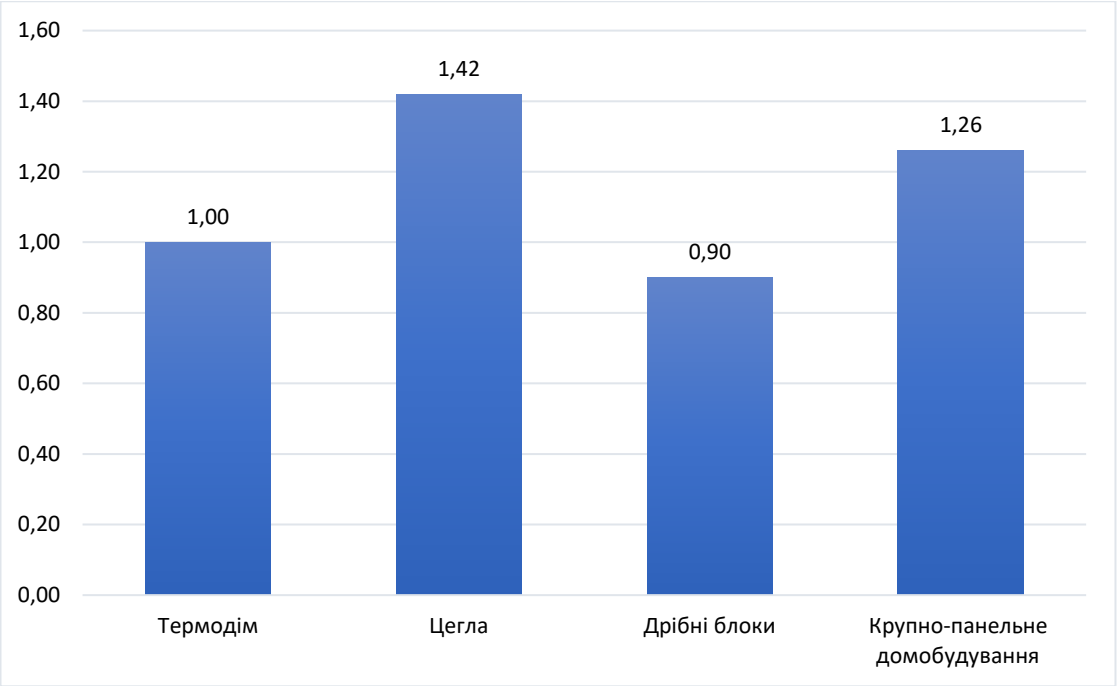


Рисунок 2.16 – Порівняння вартості будівництва

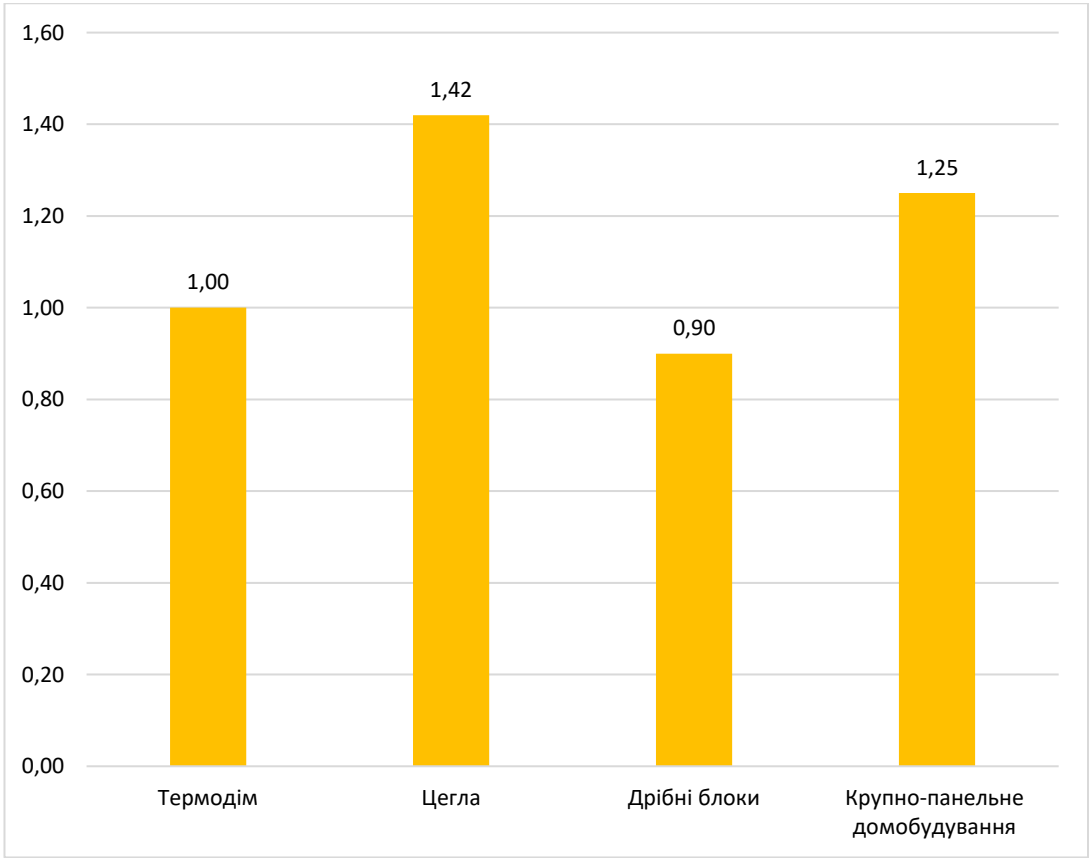


Рисунок 2.17 – Експлуатаційні витрати тепла на опалення при експлуатації

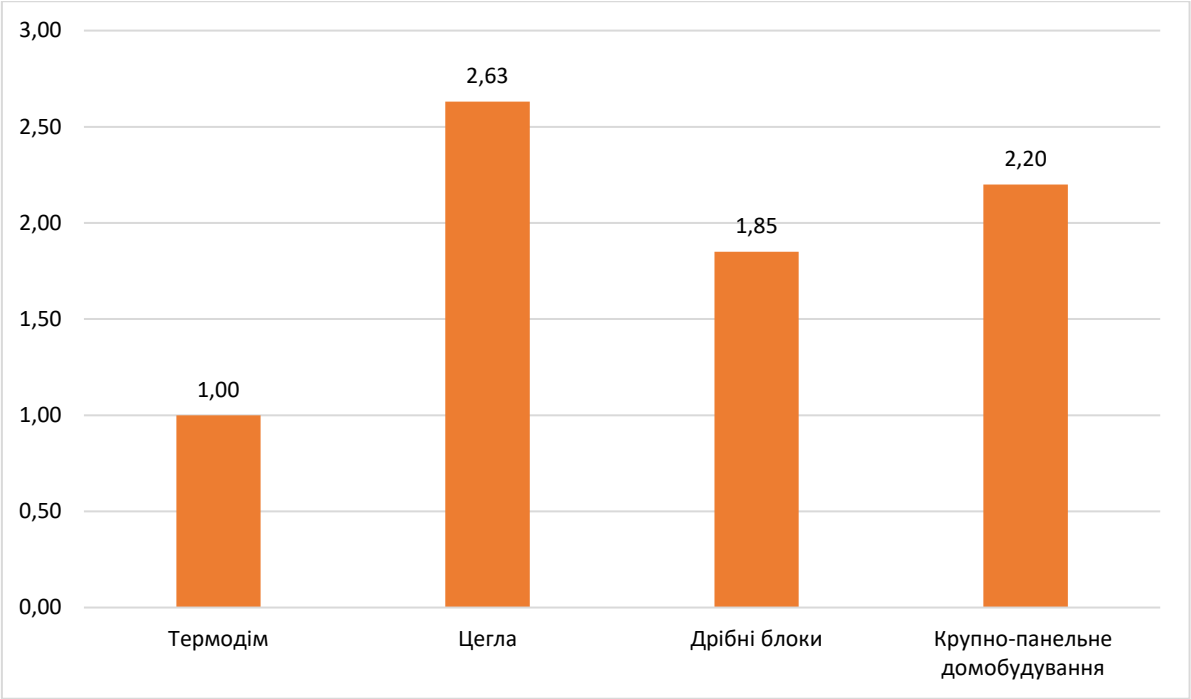


Рисунок 2.18 – Приведена трудомісткість будівництва будинків

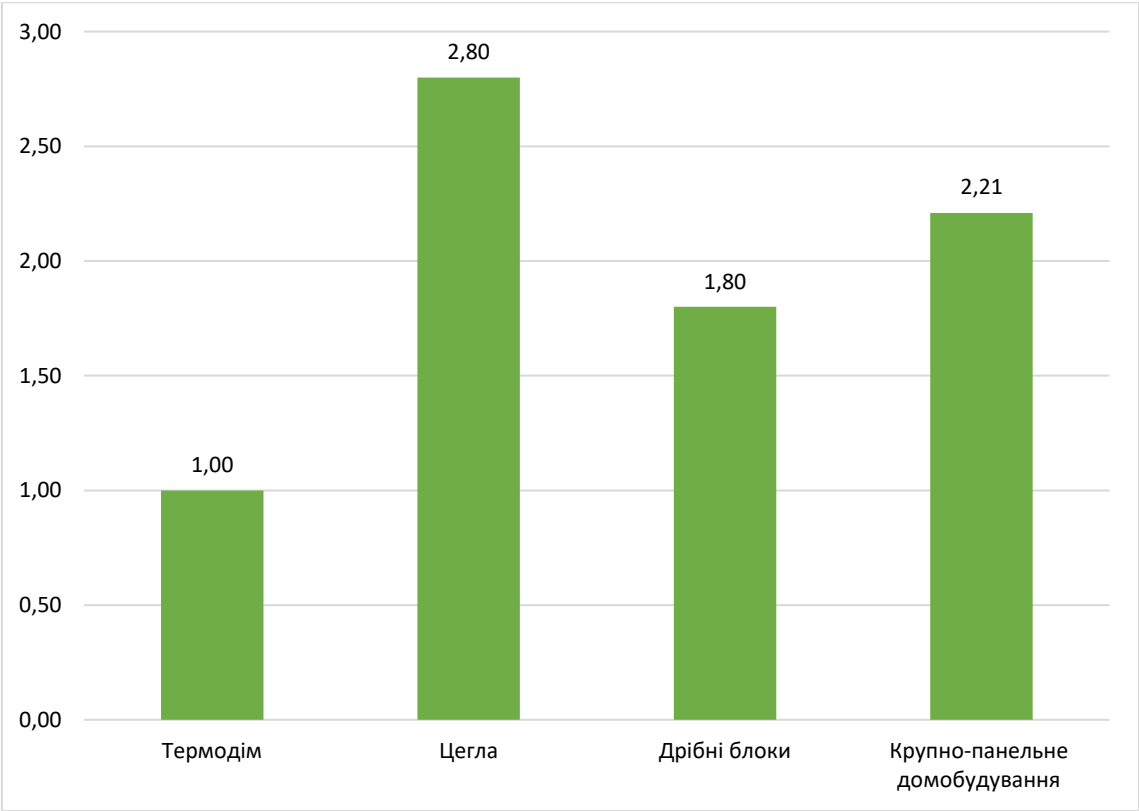


Рисунок 2.19 – Порівняльна тривалість будівництва умовного котеджу загальної площі 120 м^2

3 ТЕХНОЛОГІЇ XXI СТОЛІТТЯ В БУДІВНИЦТВІ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ

Як було сказано вище, останні 15 років ознаменувалися багатократним збільшенням об'ємів індивідуального житлового будівництва. Сьогодні доля приватного житлового будівництва наближається до половини житлофонду, що знову вводиться, досягаючи 75 відсотків в окремих регіонах країни.

Сектор малоповерхового житла вважається самим швидкорослим сегментом будівельного ринку. Бурхливі темпи малоповерхового житлового будівництва супроводжуються стихійною і, як правило, безладною забудовою в містах і селах коробками найрізноманітніших габаритів з найрізноманітніших будівельних матеріалів що мають дуже віддалене відношення до архітектури і до індивідуального житла в цивілізованому розумінні зокрема. Проте відсутність обґрунтованої класифікації, загальноприйнятих понять і термінів не дозволяє визначити, що саме динамічне розвивається. Досі не створена єдина концепція малоповерхової забудови.

Численні державні постанови і нормативні будівельні документи вирішують тільки приватні проблеми житлового питання без єдиної системної політики в області малоповерхового містобудування і дозволу демографічних проблем регіонів.

Сучасні вимоги по енергозбереженню, архітектурній виразності, капітальній малоповерхового житла вимагають абсолютно нових підходів в конструюванні, технології виготовлення і монтажу конструкцій, що захищають, і інженерних систем житла. Існуюча база промисловості будівельних матеріалів не підготовлена до нових вимог і потребує структурної перебудови галузі спрямованою на створення домобудівних комбінатів невеликої потужності орієнтованих на індустріальне будівництво доступного

високоякісного малоповерхового житла «під ключ» і максимально наближених до об'єктів будівництва.

Енерго- і ресурсозберігання є завданням світового масштабу, рішенням якого учені, проектувальники і експлуатаційники займаються упродовж багатьох років. Зміна в нормуванні теплозахисних якостей конструкцій, що захищають, повинна дати значний ефект в економії енергетичних ресурсів, що йдуть на опалювання будівель. Але це буде досягнуто лише у тому випадку, якщо з'являться абсолютно нові конструктивні і технологічні рішення конструкцій, що захищають, пристосовані не лише до кліматичних умов, але і до будівельної бази.

Окрім вищеописаних технологій слід зазначити ще декілька перспективних технологій.

3.1 Сучасна технологія альтернативного легко збірного домобудівництва «Сталдом»

«Сталдом» - принципово нова в Україні система будівництва. «Сталдом»- це сучасна технологія альтернативного легко збірного домобудівництва. В основі даної технології застосовуються Легкі Сталеві Тонкостінні Конструкції (ЛСТК). Будівлі, зведені з подібних матеріалів, відносять до швидко монтованих будівель (БМЗ). Їх відмінна риса полягає в тому, що побудовані вони за принципом швидко, якісно, доступно[29].

Використання даного принципу в будівництві дає можливість замовнику такої будівлі знати точну вартість будівництва ще на стадії перед проектної підготовки, отримати готовий будинок в максимально стислі терміни, не використовувати важку техніку при будівництві і не забруднювати будівельний майданчик будівельними матеріалами, будувати на проблемних ґрунтах, в сейсмонебезпечних районах. При необхідності будівлю, збудовану

за даною технологією, можна розібрати і зібрати в іншому місці з мінімальними витратами.



Рисунок 3.1 – Будівництво за технологією «Сталдом»

Також технологія «Сталдом» підходить для реконструкції будівель, надбудови додаткових поверхів. Особливо це актуально в старовинних районах міста, де ускладнене використання важкої техніки, а старі будинки не можна «навантажувати» важкими матеріалами. Система «Сталдом» дозволяє будувати будівлі житлового, комерційного та промислового призначення[18].

Система "СТАПДОМ" складається з наступних підсистем:

– стіни, що несуть, з каркасом з термопрофілей і теплоізоляцією з мінераловатних плит;

– конструкції міжповерхових і горищних перекриття з тонкостінних профілів;

– несучі кроквяні конструкції з легких сталевих оцинкованих профілів.

Зовнішні несучі стіни будівель, складаються з:

– перфорованих(просічень) металевих оцинкованих профілів, виготовлених із смуги тонколистової сталі завтовшки 0,7 1,5 мм, сполучених між собою вінтами-саморізами в площині панелі. Вертикальні стійкі, горизонтальні лежні і сполучні елементи створюють каркас будівлі;

– ефективного утеплювача(мінераловатні базальтові плити), щільно укладеного між стойками. Утеплювач негорючий, екологічно безпечний і забезпечує високі теплофізичні параметри стіни;

– гіпсо-волокнистих листів обшивки з внутрішнього і зовнішнього боку стіни;

– пароізоляційних плівок.

Застосування легких сталевих тонкостінних конструкцій(ЛСТК) з профілю просічення значно знижує масу конструкції і скорочує втрати тепла через стіни із-за подовження шляху холодного потоку. Товщина матеріалу профілю також впливає на зниження тепловтрат, які порівнянні з тепловтратами будов з дерев'яним каркасом. Перфоровані сталеві профілі виготовляються заввишки перерізи 100, 120, 145. 150, 170, 195, 200 мм. Перфоровані профілі, а так само суцільні профілі для перекриття і покриттів робляться із смуг тонколистової гарячеоцинкованої сталі з межею плинності не менше 350 МПа. Маса цинкового покриття складає не менше 275 г/м^2, що відповідає товщині шару цинку 20 мкм з обох боків. Після виконання резов і просічень в таких профілях немає необхідності в якій або додатковій обробці, оскільки шар цинку при просіченні або торцевому різанні профілю має ефект", що "заліковує, тобто він переходить на незахищені поверхні. Зовнішнє облицювання стін виконується за принципом вентильованого фасаду, що забезпечує провітрювання утеплювача. Приплив повітря здійснюється через спеціальні продухи, розташовані у вікон, дверей, в парапетах і у цоколя зовнішніх стін. Конструкція стіни дозволяє використати для зовнішньої обробки будь-які матеріали: цеглина, сайдинг, дерев'яні панелі, скло, сталеві касети

Висота поверху може досягати 4,2 м, а вільний проліт покриття між стінами, що несуть, до 15 м. Товщина стіни коливається від 150 до 250 мм, при цьому забезпечуються високі теплофізичні параметри стіни, приведений опір теплопередачі якої складає від 3,23 до 5,04 м$^{2\cdot}$°С/Вт (експериментально підтверджено сертифікаційними випробуваннями, проведеними в НДІ

Будівельної Фізики). Обшивка двома шарами гіпсокартонних листів забезпечує межа вогнестійкості конструкцій EI75.



Рисунок 3.2 – Утеплення та облицювання зовнішніх стін

Маса 1 кв. м. стіни, що складається із сталевого каркаса, утеплювача, пароізоляції і обшивки гіпсокартонними листами, складає приблизно 53 кг (параметри ваги стіни дані для товщини стіни 200 мм без урахування зовнішньої обробки).

Внутрішні несучі стіни, виконуються з використанням гнутих тонкостінних профілів з товщиною стінки від 1,0 до 1,5 мм. У разі кріплення на стіну будь-якого дуже важкого об'єкту потрібна установка посилення на стіни. Для посилення використовуються сталеві пластини або листи фанери. Сталеві пластини прикріпляються до стойок при допомозі як мінімум двох вінтів-саморізів на кожну стійку. Посилюючі сталеві пластини поставляються завтовшки 1 або 2 мм.

Перегородки повинні відповідати категорії вогнестійкості EI60. У загальному випадку для досягнення такої категорії вогнестійкості потрібно два шари 13 мм стандартного листа ГКЛ або 15 мм шар вогнетривкого гіпсового листа ГКЛО з кожного боку. Мінераловатні плити повинні мати припуск 5-10 мм для того, що вони залишалися на місці при вигоранні гіпсового покриття. Стіни, що несуть, між квартирами повинні відповідати категорії REI 60. Стіна між квартирами, що задовольняє вимогам по пожежній

безпеці для тієї, що несе і розділової функцій, конструюється з двох 15-мм вогнетривких гіпсових листів ГКЛО. Гіпсові листи починають обрушуватися після 60 мін вогневої дії, тому стійкі розраховуються на вертикальне навантаження від перекриття з урахуванням роботи без розкріплювання листами ГКЛ, принаймні, з одного боку[21].

Конструкції стін, дверей і інших отворів із застосуванням гнутих профілів дозволяють організувати різні антивандальні заходи.

Конструкції міжповерхових і горищних перекриття виконуються із сталевих тонкостінних профілів(ЛСТК).

Несучі конструкції міжповерхового перекриття виготовляються з легких сталевих З або Z образних профілів завтовшки 2-3 мм і заввишки 150 - 300 мм, встановлених з кроком 600 мм. Перекриття із З образними 200/2,0 балками перекривають проліт до 4,2 м. При збільшенні перерізу балки проліт, що перекривається, збільшується до 6 м.



Рисунок 3.3 - Конструкція міжповерхового несучого настилу перекриття

Отвори для інженерних комунікацій мають бути виконані в несучих профілях, перед складанням конструкцій.

По верху балок укладаються профільований сталевий настил, який розв'язує верхній пояс балок з їх площини, служить підставою під підлогу. Настил прикріпляється до бортових балок і до балок перекриття самонарізаючими гвинтами. Основу підлоги утворюють 2 шари вологостійких гіпсоволокнистих листів(ГВЛВ). Кріплення листів виконується шурупами.

При підлоги з паркетного ламінату обов'язкове пружне прокладення з пінополіетилену «Ізолон».

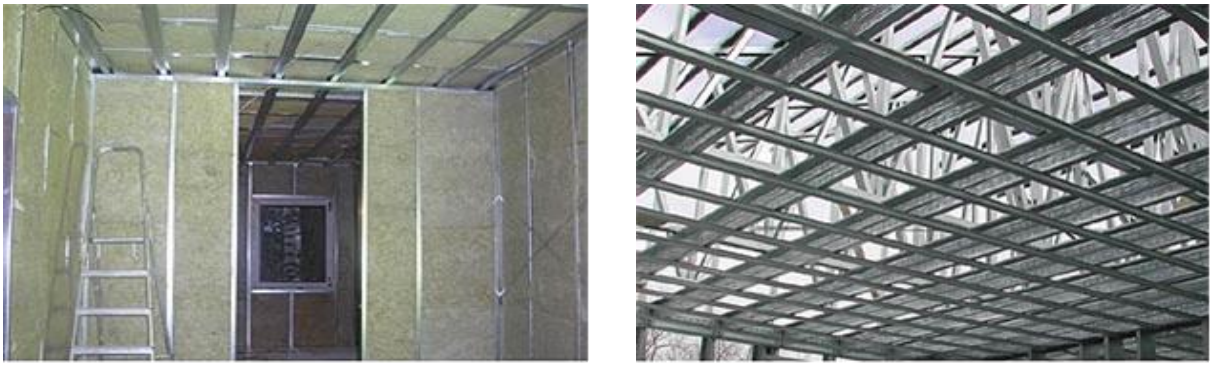


Рисунок 3.4 - Звукоізоляція з мінераловатних плит та конструкція горищного перекриття

Підлогу переважно виконувати з рулонних або великорозмірних виробів, наприклад, з лінолеуму, паркетного ламінату і т. п.

Підвісна стеля включає металеве обрешетування з капелюшного профілю, закріплене до нижнього поясу балок за допомогою акустичних клямер, обшивку з двох шарів гіпсокартонних листів і шар звукоізоляції з мінераловатних плит

Описана конструкція перекриття по укладенню НДІ Будівельної Фізики забезпечує величину індексу звукоізоляції повітряного шуму RW = 52...53 дБ і може застосовуватися в житлових будівлях категорій Б і В, в гуртожитках, готелях і Горищне перекриття включає сталевий каркас, діагональні зв'язки, стелю підшивки з гіпсокартонних листів, теплоізоляційний шар з мінераловатних плит. Каркас перекриття включає бортові балки з термопрофіля(150х0,7 або 200х0,7 мм), закріплені до стін, прогони з термопрофілей(150х0,7 або 200х0,7 мм), що йдуть з кроком 600 мм, і обрешетування по нижніх поясах прогонів з капелюшного профілю

Горищне перекриття завжди розташоване нижче несучих конструкцій, будь то кроквяні ферми або балки покриття.

Товщина утеплювача приймається виходячи з необхідного опору теплопередачі горищного перекриття.

Покриття, несучих конструкцій, складаються з кроквяних ферм або балок, що виготовляються з тонкостінної оцинкованої сталі. Застосування гнутих профілів з тонкого листового металу в кроквяних системах прольотом 6-15 м дозволяє понизити витрату стали до мінімуму.

Легкі кроквяні системи застосовуються наступних систем:

– одне або двоскатні ферми з гратами з розкосів або з розкосів і стойок;

– трьохшарнірні гратчасті із затягуваннями;

– висячі крокви із затягуванням, причому зазвичай є одна підвіска, рідше дві або більше;

– прості крокви із затягуваннями.

Перерізи стержнів сталевих ферм і балок з ЛСТК мають З, U або Z-образний переріз.

За цією технологією проєктуються і виготовляються конструкції мансардного типу, що дозволяє корисно використати горищний простір. Кроквяні ферми покриття прийнятне виготовляти в заводських умовах у вигляді окремих відправних марок, які збираються на будівельному майданчику, перед підйомом на місце. Це дає можливість швидко змонтувати конструкцію, якщо дах зводиться одночасно з монтажем каркаса стін і перекриття. Те, що спирається кроквяних ферм або балок покриття, розташованих з кроком 1,2 м, повинне завжди робитися на вертикальні стійкі стін.



Рисунок 3.5 – Стальні ферми покриття і балки перекриття



Рисунок 3.6 – Влаштування каркасу з термопрофілей та вентильованої обрешітки

По кроквяних несучих конструкціях влаштовується обрешетування з П образних профілів для того, що спирається і кріплення покрівельних листів з металочерепиці або профільованого настилу. Несуча конструкція покриття розташовується в холодній зоні над утепленим горищним перекриттям.

Рішення вузлів з'єднання несучих конструкцій і горищного перекриття виключають появу «містків холоду». При облаштуванні мансард теплоізоляція і внутрішнє облицювання також виконується за типом горищного перекриття і включає сталевий каркас з термопрофілей, діагональні зв'язки, стеля підшивки з 2-х шарів гіпсокартонних листів завтовшки 9,5 мм, теплоізоляційний шар з мінераловатних плит.

Вибір систем життєзабезпечення будівлі(електрика, сантехніка, тепло- і водопостачання і ін.) визначається в основному запитами майбутніх

користувачів цієї будівлі. Витрати ж на внутрішні комунікації із складають 20-40% контрактної вартості будівлі, а доля монтажу цих комунікацій 20-45% їх вартості. Арматура для електроживлення, телефону, комп'ютерної мережі і TV може розміщуватися усередині трубопроводів в стінах і підлозі; у коробах поза стінами і підлогами, в каналах(коробах, трубах) усередині стін і підлог. Рекомендується по можливості уникати розміщення проводки по зовнішніх стінах, в порожнинах здвоєних рам в міжквартирних стін. Стояки труб для водопроводу і каналізації розміщуються у вертикальних колодязях для кожної квартири, наприклад, поряд зі сходовими блоками. Кухні і ванні кімнати рекомендує розташовувати поруч для використання єдиної вентиляційної шахти. Для опалювання може використовуватися пола, що підігрівається, тепловентиляція, але традиційною і основною залишається система водяного опалювання з радіаторами. Трубопроводи опалювання прокладаються вертикально у відкритому виді в кутах і поблизу вікон. Горизонтальні з'єднання проводять уздовж стін до радіаторів. Технологія будівництва будівель на підготовлений фундамент припускає монтаж конструкцій у будь-яких погодних умовах. Бригада з 3 4 чоловік може зібрати каркас будинку загальною площею 150 200 кв. м. за 2 3 тижні.

Для ведення робіт не потрібно застосування вантажопідіймальних механізмів із-за малої ваги конструкцій. Ферма з робочим прольотом 9 метрів важить всього 70 кг

Проектування і процес виробництва несучих конструкцій повністю автоматизований, що забезпечує оптимізацію і мінімізацію термінів виконання кожного замовлення.

Висока точність розмірів, високий відсоток використання виготовлених заздалегідь готових елементів і швидкий монтаж роблять будівництво з легких сталевих конструкцій і у тому числі на основі легких сталевих тонкостінних конструкцій(ЛСТК) вигідною альтернативою традиційним методам будівництва.

З точки зору захисту довкілля від шкідливих дій, ЛСТК мають ряд очевидних переваг. По-перше, ЛСТК - це суха конструкція, що не містить органічних матеріалів, що знижує риски проблем з вологою і синдрому "хворої будівлі". По-друге, сталь, гіпс, мінераловолокністи плити є матеріалами закритого циклу і можуть бути рециркулировані на 100%. По-третє, ЛСТК має на увазі менше енергоспоживання в процесі виробництва в порівнянні з каркасом з монолітного бетону. По-четверте, технологія ведення робіт передбачає меншу кількість відходів при монтажі і збереження можливості розбирання компонентів будівлі для повторного використання. По-п'яте менша вага конструктивних елементів будівлі полегшує умови праці і сприяє зниженню транспортних витрат.

Для системи «СТАЛДОМ» застосовують фундамент дрібного закладання. Немає необхідності влаштовувати фундаменти глибиною 1,5-2, Ом.

Тип і конструкція фундаменту, спосіб підготовки його основи залежать від властивостей ґрунту майданчика будівництва, і передусім, від міри його пучинистости.

Основний принцип конструювання дрібно закладених фундаментів будівель із стінами, що несуть, на пучинистых ґрунтах полягає в тому, що стрічкові фундаменти усіх стін будівлі об'єднуються в єдину систему і утворюють досить жорстку горизонтальну раму, що перерозподіляє нерівномірні деформації основи. При дрібно закладених стовпчастих фундаментах рама формується з фундаментних балок, які жорстко з'єднуються між собою на опорах.

Застосування дрібно закладених фундаментів дозволяє скоротити витрату бетону на 50-80%, трудовитрати на 40-70%. Вартість дрібно закладених фундаментів в 2-4 рази менша, ніж традиційно вживаних.

3.2 Найсучасніша технологія будівництва 3D-панелі

3D – панелі – це одна з найсучасніших технологій будівництва, яка об’єднує принципи відразу двох способів зведення конструкцій: каркасно-панельного і монолітного.

Основа будівлі, тобто його каркас, збирається з типових пінополістирольних елементів, попередньо вироблених на заводі. Первинний монтаж закінчується, коли арматурні сітки, вмонтовані в панелі , приварюються до основних арматурних стрижнів з нержавіючої сталі.

Таким чином, створюється стійка несуча конструкція, яка служить ідеальним каркасом для заливки бетону. У підсумку виходять надзвичайно міцні, надійні і швидкі у зведенні монолітні конструкції з потужною арматурною підкладкою[1,29].

Нові технології в будівництві об’єднують краще від добре зарекомендованих способів зведення будівель, відмінним прикладом чого служить технологія використання 3D панелей.

Будь-який проект може бути адаптований до технології будівництва із 3D панелей. За допомогою армованої панелі будівельна компанія може виконати буквально будь-яку примху клієнта як в плануванні зовнішньої архітектури будівель, так і в плануванні внутрішніх приміщень. Створюйте складні архітектурні форми (круглі, квадратні, похилі, сегментні), буквально будь-який дизайн. Оцініть свободу вибору архітектурно-дизайнерських рішень завдяки простоті технології та гнучкості роботи з армованими пінополістирольними плитами. Еркери, криволінійні стіни, арки – будь-які складні елементи можуть бути виконані без подорожчання вартості будівництва та особливих архітектурних переробок.





Рисунок 3.7 – Зведення будинку за технологією 3D панелей

Для монтажу стін будинку за цією технологією найбільше підходять два типи фундаменту – стовпчасто-стрічковий і монолітна плита. Для зведення стіни необхідна наявність арматурних випусків із фундаменту, причому зовнішні стіни повинні примикати до них однією стороною – зазвичай внутрішньою. Завдання цих випусків – запобігти зміщенню панелей, що монтуються, як по горизонталі, так і по вертикалі[29].

Випуски можна зробити двома способами. Перший – попередньо просвердлити отвори, встановити в них арматурні стрижні діаметром 10 мм з кроком 50 см відповідно до креслень проекту, а потім заповнити зазори цементним розчином. Простіший шлях (другий) – встановити стрижні в бетон, що ще не застигнув (арматурні стрижні потрібні для швидкого монтажу і служать зміцнювальною арматурою в примиканні пів-стіна).

Монтаж стін. Монтаж панелей починається від кута будівлі, а потім до цього «вузла» поступово приєднують нові панелі (щоб додати конструкції жорсткість). Панель розмірами 3 х 1,2 м монтується двома монтажниками на арматурні стрижувальні стрижні розташовані по периметру фундаменту кроком 500 мм, згідно проекту. Панелі кріпляться до арматурних стрижнів м’яким дротом. Для того, щоб домогтися належної жорсткості з’єднання панелей, необхідно встановити додаткові сітки, які за допомогою пневмопістолета скріплюються з сіткою панелі металевими скобами.

Отже, армовані 3D панелі для забезпечення жорсткості пов’язують воєдино:

а) сіткою з коміркою 50 х 50 шириною 300 мм, та на висоту плити. З метою створення суцільного сітчастого арматурного каркаса всі стики панелей, використовуючи в’язальний дріт, перекривають сполучними сітками: прямі стики – пряма сітка; зовнішні та внутрішні кути – сіткою зігнутою у формі літери «Г», віконні та дверні укоси – сіткою у вигляді літери «П». Прорізи по периметру з обох боків панелі підсилюють арматурними прутками, а їх кути – сіткою, що закріплюється під кутом 45 °.

б) м’яким дротом для в’язання каркасів за допомогою звичайного або реверсного гачка для в’язання дроту, кліщів або плоскогубців. Безперечно, найкращу продуктивність дає використання спеціальних пневматичних монтажних пістолетів, що з’єднують панелі або заставні елементи за допомогою металевих скоб (наприклад, у вигляді кільця діаметром від 8 до 15 мм), або повсюдно поширених електричних в’язчиків арматури.



Рисунок 3.8 - Армування 3D панелі для забезпечення жорсткості

Панелі можна підрізати до необхідного розміру – для цього потужними кусачками або болгаркою прорізають з обох боків арматурну сітку, а потім ножем – пінопластовий сердечник. Аналогічним способом виготовляють віконні та дверні отвори. При цьому великі завжди вирізують до установки панелей, а невеликі (під вікна у ванній кімнаті, отвори для вентиляції тощо) можна робити у вже зібраній стіні. Монтаж панелей 1 поверху займає 2-3 дні, залежно від площі будинку. Наприклад, будинок площею 100 м² можна змонтувати за 1 день.

Після складання стін та перекриття між спіненим полістиролом та арматурною сіткою прокладають водопровідні труби, рукави під електропроводку, короби для електроарматури та дроти. Внутрішні канали в конструкції армованої панелі спрощують прокладання електропроводки, повітряних трубопроводів та опалення, водопостачання та каналізації. Монтаж рукавів під комунікації провадиться після завершення монтажу панелей, але до торкретування. Канали під комунікації випалюються в пінополістиролі дуже легко, за допомогою відкритого вогню чи будівельного фену.

Технологія така, що спочатку на стіні проводиться розмітка маршрутів прокладки мереж, потім по цій розмітці за допомогою а) фену нагнітає гаряче повітря (або будь-якого іншого засобу, здатного струменеве подавати гаряче повітря), або б) за допомогою відкритого вогню газовим різаком у полістиролі виконуються необхідні траси для закладання мереж.



Рисунок 3.9 – Прокладання інженерних комунікацій в процесі зведення

Далі відповідні трубопроводи закладаються за металеву сітку отримані траси.

У разі жорстких або напівжорстких труб, металева сітка відкривається на відрізок необхідної довжини за допомогою кліщів або кутової шліфувальної машини з відрізним диском, і потім закривається з додатковою сіткою для утримування труб. Кінці дроту та випуски труб ізолюють. Монтаж згідно проєкту у стіні всіх комунікацій (включаючи рукави для електропроводки), має бути завершений до процесу бетонування.

Сітчастий каркас панелей зв’язують воєдино, підсилюють арматурою, а потім наносять з двох сторін суцільну бетонну оболонку. Таким чином, стіни, перекриття та несучі елементи об’єднуються в єдину монолітну конструкцію, в результаті виходить панель, що складається з двох залізобетонних плит, що укладають між собою теплоізоляційний елемент.

Торкретування – нанесення на поверхню бетонних або залізобетонних конструкцій шару бетону або спеціальних будівельних розчинів. Розчин (торкрет) наноситься під тиском стисненого повітря, внаслідок чого частинки цементу щільно взаємодіють з поверхнею конструкції, заповнюючи тріщини, раковини та дрібні пори. Результат торкретування – підвищення міцності, морозостійкості.

До складу розчину для торкретування входять цемент, пісок або гравій крупністю до 8 мм. Склад 1:4-1:8, цемент не нижче марки 400. Можливе додавання прискорювачів схоплювання та твердіння (хлористий кальцій, рідке скло та інші добавки). Торкретування виконується в два-три прийоми. закрилася арматурна сітка (не менше 20 мм). Вже перший шар бетону частково закриває арматурну сітку і надає конструкції достатньої міцності (вона цілком здатна сприймати навантаження, що виникають під час будівництва). • другий шар бетону наносимо через 1,5-2 години після нанесення попереднього. Після нанесення другого шару вирівнюємо шар бетону та затираємо.



Рисунок 3.10 – Процес торкретування

Товщина бетонного покриття сердечника 3D-панелі повинна становити не менше ніж 30 мм (питома міцність бетону – не менше ніж 250 кН/см²). Для панелі різного призначення товщина бетону може становити від 30 до 60 мм. Наприклад, для огороджувальної (не несучої) панелі 30 мм шару цілком достатньо.

Бетон наносять на стіни двома способами:

1) Шнековою або поршневою штукатурною станцією (найвища продуктивність при торкретуванні)

2) Хопер-розпилювачем (інша назва якого бункер-пістолет) ємністю 5-10 кг з компресором (тиском не менше 8 кг). Середня продуктивність торкретування панелей за допомогою одного ручного розпилювача становить 100 м2 (при товщині шару 2 см).

Монтаж покрівлі. Після будівництва коробки формуємо покрівлю, яка також може бути виконана з 3D панелей, причому будь-якої конфігурації згідно креслення (виконання покрівлі з інших матеріалів дорожче на 15-25%). Пристрій покрівлі із застосуванням 3D-панелі не вимагає зведення спеціальної кроквяної системи. Для влаштування покрівлі при будівництві будинків та котеджів із застосуванням 3D-панелей панелі покрівлі можуть встановлюватися під будь-яким кутом, що дозволяє реалізовувати задум архітектора. Після укладання бетону конструкція покрівлі стає частиною монолітної конструкції будівлі. Перекриття виконує роль утеплювача, а суцільна рівна поверхня покрівлі дозволяє використовувати будь-який тип або вид покриття.

Оздоблення. Після завершення будівельно-монтажних робіт слід перейти до виконання оздоблювальних робіт – шпаклювання, встановлення дверей та вікон, фарбування, влаштування підлог, електротехнічних робіт. Зовнішнє оздоблення може бути виконане за бажанням: від відносно не дорогої «шуби» до всіляких сучасних оздоблювальних матеріалів, а також облицювання цеглою (бажано виконувати в процесі будівництва). На такі стіни можна наносити масивне оздоблювальне покриття.

Внутрішнє оздоблення будівлі також може бути будь-яким (від обклеювання шпалерами та фарбування, до природного каменю та облицювальної плитки). Не застиглий бетон дозволяє розширити поле для фантазії як у внутрішній, так і зовнішній обробці.

Отже, стіни, перекриття та несучі елементи поєднуються в єдину монолітну конструкцію. В результаті ми отримуємо монолітну, залізобетонну будівлю з утеплювачем усередині стін. Бетон, нанесений на 3D панелі, та додаткове армування металевою сіткою + арматура виявиться монолітом виключаючи будь-які можливі явища утворення тріщин через механічні та/або термічні впливи.

ВИСНОВКИ

Сучасні тенденції в будівництві малоповерхових будівель вимагають інтеграції інноваційних рішень для забезпечення енергоефективності. Це обумовлено низкою факторів:

– Економія енергії за рахунок зниження витрат на опалення та кондиціювання та збільшення енергоефективності будівлі (використання матеріалів із високими теплоізоляційними характеристиками дозволяє зменшити споживання енергії).

– Дотримання нормативних вимог.

– Використання сучасні матеріалів та технології.

– Покращення комфорту проживання. Зовнішні стіни із сучасних матеріалів сприяють стабільному температурному режиму всередині приміщення. Виключається поява холодних зон, протягів, а також зменшується рівень шуму завдяки шумоізоляційним властивостям матеріалів.

– Стійкість до зовнішніх факторів. Використання сучасних технологій дозволяє створювати стіни, стійкі до перепадів температур, вологи, ультрафіолетового випромінювання, що підвищує довговічність будівель.

– Екологічність та енергоефективність. Важливо застосовувати матеріали, що відповідають стандартам екологічної безпеки.

– Тренди енергоефективності (пасивні будинки, рекуперація тепла, розумні матеріали).

З активізацією котеджного будівництва змінюються і вимоги, що висуваються до заміської нерухомості. Так, подорожчання енергоносіїв змушує вітчизняних забудовників приділяти особливу увагу енергоефективності будівель. А значить - застосовувати сучасні будматеріали, що мають високі ізоляційні властивості. Крім того, багато забудовників враховують і такі фактори, як вартість і швидкість будівництва, а також можливість економити енергоресурси в процесі експлуатації будівлі.

Природно, забудовники освоюють прогресивні технології, що дають змогу в найкоротші терміни зводити будівлі, які потребують мінімальної кількості енергії для їх обігріву. Так, крім традиційного для України будівництва будинків із цегли, сьогодні затребувані такі технології зведення будівель - за допомогою незнімної опалубки з пінополістиролу, технологія будівництва з термоблоків «Термодім» і багатошарових панелей «Екопан», легких сталевих тонкостінних конструкцій(ЛСТК) та технології 3D-панелі.

Таким чином застосування сучасних технологій зведення малоповерхових будівель не лише відповідає сучасним вимогам енергоефективності, а й забезпечує економію енергії, комфорт для мешканців, тривалу експлуатацію будівель і зменшення негативного впливу на довкілля. Обираючи матеріали та технології, варто враховувати кліматичні особливості регіону, нормативні вимоги та довговічність використовуваних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Армована 3D-панель в житловому будівництві. URL: https://dom.ria.com/uk/articles/armirovannaya-3d-panel-v-zhilom-stroitelstve-241938.html (дата звернення 25.12.2024).

2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012–04–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 94 с

3. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.

4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022–09–01]. Вид. офіц. Київ :Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.

5. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштуванням ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.

6. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013. Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлового і громадських будинків. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 88с.

7. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції будинків і споруд Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації [Чинні з 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009.21с.

8. ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014–01-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 71 с.

9. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2015. 62 с.

10. Загородній А.Г., Стадницький Ю.І. Економічне обґрунтування вибору оптимальних технологічних рішень в будівництві : навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 1995. 103 с.

11. Значення енергоефективності у сучасному будівництві. URL: https://buduemo.com/ua/news/building_materials/the-importance-of-energy-efficiency-in-modern-construction.html (дата звернення 28.09.2024).

12. Кизима В.П,. Яковчук В.В, Люльчик О.В. Теплоізоляційні та гідроізоляційні роботи у будівництві : навч. посіб. Рівне : Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, 2010. 256 с.

13. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri. (дата звернення 30.09.2024).

14. Кошторисні норми України на будівельні роботи. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri. (дата звернення 30.09.2024).

15. Канадська каркасно-панельна технологія «Екопан» оптимальне рішення для малоповерхового домобудування. URL: https://civilbud.com.ua/index.php/articles/tehnologii/299-kanadska-technologia-ekopan (дата звернення 12.12.2024).

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

17. Наукові основи розвитку будівельної галузі України монографія /за ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 460 с.

18. Нові технології в будівництві. URL: https://blokbud.lviv.ua/novi-tehnologiji-v-bydivnutsyvi/ (дата звернення 24.11.2024).

19. Переваги технології Термодім. URL: https://valkiria.ua/ua/page/termodom/advantages-thermodom (дата звернення 10.11.2024).

20. Саницький М. А. Енергозберігаючі технології в будівництві : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. 236 с.

21. Сучасні технології в будівництві : підручник / за. ред. О.І. Менейлюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.

22. Сучасні теплоізоляційні матеріали URL: http://www.termolife.com.ua/pages/89/ (дата звернення 12.09.2024).

23. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення/ О.П. Конончук URL: http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137214 (дата звернення 12.09.2024).

24. Технологія будівельного виробництва: підручник / за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Ярмолена. Київ: Вища шк., 2002. 430 с.

25. Технологія Термодім. URL: https://tbs-ukraine.com.ua/uk/tehnologiya-termodim.html (дата звернення 20.11.2024).

26. Енергоефективні будинки: інвестиція у майбутнє. URL: https://www.dfd.house/enerhoefektyvni-budynky-investytsiia-u-maybutnie/ (дата зверненням 29.09.2024).

27. Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.

28. Якісна Теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту URL: http://passivehouse-igua.com/passivehouse/passive-house-integrated-thermal-protection/ (дата звернення 13.09.2024).

29. Як збудувати енергоощадний житловий будинок? Український та європейський досвід. URL: https://hmarochos.kiev.ua/2018/02/23/yak-zbuduvati-energooshhadniy-zhitloviy-budinok-ukrayinskiy-ta-yevropeyskiy-dosvid/