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: **Обґрунтування сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сучасних технологій і матеріалів**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1921-пцб-з
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)
Корнієнко С.А.
(призвище та ініціали)

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

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

Запоріжжя
2022

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 програма **"Промислове і цивільне будівництво"**
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
"_____" _____20___ року

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

Корнієнко Станіслав Андрійович
(прізвище, ім`я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Обґрунтування сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сучасних технологій і матеріалів

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

затверджені наказом ЗНУ від "_02_" _06__2022 року №_598 - с

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи архітектурно-конструктивні рішення об'єкту будівництва технологічні процеси виконання робіті, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, склад, призначення та основні особливості архітектурно-конструктивні рішення, визначення організаційно-технолоігіних рішень об'єкту будівництва, перспективи розвитку індивідуального житлового будівництва, Обґрунтування звикористання сучасних технологій і матеріалів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень) вступ, основні питання дослідження, розвиток житлового фонду, перспективи житлового будівництва, сучасні технології і матеріали для утеплення будинків

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 4	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 02 червня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	ПЕРСПЕКТИВИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО	10.09.2022	
	БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ		
2.	СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИТЦВА І		
	ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	15.10.2022	
3.	СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ		
	ІНДИВІДУАЛЬНИХ БУДИНКІВ	28.10.2022	
4.	ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ		
	БУДІВНИЦТВА	25.11.2022	
5.	Оформлення та підготовка до захисту	02.12.2022	

Студент _____ Корнієнко С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Корнієнко С.А. Обґрунтування сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сучасних технологій і матеріалів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2022.

В роботі розглянуто поняття індивідуального житлового будинку та досліджені сучасні методи зведення будинків які відносяться до 1 категорії з урахуванням фізико-технологічних властивостей матеріалів утеплення зовнішніх стін. Обґрунтовано використання сучасних методи зведення, які дозволяють: зменшити терміни будівництва; значно зменшити собівартість будівництва; зводити будинки на будь яких ґрунтах; підвищити тепло ефективність зовнішніх стін; в залежності від технології, знизити об’єм робіт при зовнішньому і внутрішньому оздобленні; виключити використання кранів чи інших вантажопід'ємних механізмів на всіх етапах монтажу.

Ключові слова: індивідуальний житловий будинок, сучасні технології, енергоефективні матеріали, енергозбереження, довговічність.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Корнієнко С.А. Обґрунтування сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сучасних технологій і матеріалів. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України:* зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С. 351-352

ABSTRAKT

Kornienko S.A. Substantiation of modern methods for construction of individual houses with using modern technologies and materials.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2022.

The paper examines the concept of an individual residential building and investigates modern methods of building buildings that belong to category 1, taking into account the physical and technological properties of materials for insulating external walls. The use of modern construction methods is substantiated, which allow: to reduce the construction period; significantly reduce the cost of construction; build houses on any land; increase the heat efficiency of external walls; depending on the technology, to reduce the volume of work for external and internal decoration; exclude the use of cranes or other lifting mechanisms at all stages of installation.

List of postgraduate publications: individual residential building, modern technologies, energy-efficient materials, energy saving, durability.

List of postgraduate publications:

1. Данкевич Н.О., Корнієнко С.А. Обґрунтування сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків з використанням сучасних технологій і матеріалів. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України:* зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022 С. 351-352

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7

1 ПЕРСПЕКТИВИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ…….. 10

1.1 Розвиток житлового фонду в Україні на державному та регіональному рівнях…….. 10

1.2 Історичний аспект створення житла малої площі в України 15

1.3 Вітчизняні і зарубіжні перспективи індивідуальних житлових будинків…… 20

1.4 Аналіз методів і матеріалів, які використовуються для будівництва індивідуальних житлових будинків…….. 23

2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИТЦВА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ…… 29

2.1 Загальні положення використання сучасних технологій…… 29

2.2 Огляд технологій будівництва будинку порівняння, переваги і недоліки……..... 30

2.2.1 Каркасне та каркасно-панельне будівництво……. 31

2.2.2 Швидкозведені збірні будівлі з металевих конструкцій… 39

2.2.3 Дерев'яні будинки з брусу та колод…… 48

2.2.4 Технологія «Термобудинок»…… 52

2.2.5 Будинок з теплоефективних блоків …… 59

2.2.6 Технологія індивідуального будівництва та екологія (ТІБЕ)..... 62

2.2.7 Технологія торкретування стін із застосуванням пінополістиролбетону ……. 76

3 СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ ІНДИВІДУАЛЬНИХ БУДИНКІВ…… 83

3.1 Теплоізоляційна штукатурна суміш «Thermo-sim»…….. 83

3.2 Система зовнішнього утеплення фасадів «Кнауф-тепла стіна»…….. 86

4 ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА …… 95

4.1 Порівняння різних технологій для зведення індивідуальних житлових будинків…… 95

4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни із застосуванням різних технологій…… 103

ВИСНОВКИ…… 106

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 108

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: Сьогодні кожен хоче виділитися з загальної маси, бути індивідуальним і тому проектує своє індивідуальне житло. Принаймні вже 85% міських жителів за кордоном вважають за краще жити в індивідуальних будинках. У своєму будинку, де б він не був, в Україні або в будь-якій іншій країні, формуються сімейні традиції та канони, особливий спосіб життя, що ґрунтуються на досвіді минулих поколінь.

Поняття «індивідуальний будинок» є багатозначним: це і сучасний, просторий котедж - будинок для тривалого, постійного або тимчасового проживання, і друга житлоплоща городянина - садовий будиночок або дача для сезонного проживання, і селянська садиба. Згідно ДБН В. 2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» це житло відновиться до 1категорії (житло з нормованими нижніми і верхніми межами площ квартир та однокімнатних житлових будинків (чи котеджів), які забезпечують рівень комфорту проживання не нижче за мінімально допустимий)[6].

У сучасному світі житло продовжує відігравати важливу роль в житті цивілізованої людини, задовольняючи кілька основних вимог - безпеки і надійності, комфорту і гармонії, екології та економічності.

Розвиток сучасних технологій привело до змін і в будівельній галузі: з'явилися нові матеріали, змінилися технології будівництва. При виборі технологій та матеріалів для будівництва котеджу, заміського будинку необхідно брати до уваги такі фактори, як довговічність, технологічність, економічність будівництва та екологічну чистоту.

Як здійснити будівництво свого індивідуального будинку, вирішує господар. Все залежить від смаків, матеріальних можливостей, традицій та ряду факторів, які накладають свій відбиток на вибір будівельного матеріалу та технології.

Стіни є основною частиною котеджу. І значною мірою визначають його якість, зовнішній вигляд. Стіни, як правило, повинні мати необхідну міцність, довговічність, звукоізоляцію, задовольняти вимоги з теплового захисту та вогнестійкості.

Існуючі методи будівництва котеджів не завжди задовольняють нинішнім запитам. Одним із недоліків старих методів зведення котеджів є велика тривалість та трудомісткість будівництва. Використовуючи нові технології, побудувати будинок можна швидко і якісно.

Тому аналіз та обґрунтування сучасних технологій для будівництва індивідуальних житлових будинків таких як: каркасного будівництва, зведення дерев'яних будинків з клеєного бруса, застосування незнімної опалубки (Термодім), стінових блоків, а також метод торкретування із застосуванням пінополістирол бетону є актуальною.

Метою магістерської роботи*:* є аналіз і обґрунтування сучасних технологій для будівництва індивідуальних житлових будинків для забезпечення рівня комфорту проживання та довговічності, технологічності, економічності будівництва.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені **наступні завдання**:

1) Аналіз житлового фонду в Україні та дослідження вітчизняних та зарубіжних перспектив будівництва індивідуальних житлових будинків.

2) Аналіз методів і матеріалів, які використовуються для будівництва котеджів

3) Дослідження використання сучасних технології для зведення індивідуальних житлових будинків

4) Аналіз використання сучасні матеріали для утеплення фасадів індивідуальних житлових будинків

5) Порівняння різних технологій для зведення індивідуальних житлових будинків та визначення найбільш ефективних .

Об'єктом дослідження: сучасні технології зведення індивідуальних житлових будинків

Предмет дослідження **–** закономірність впливу фізико-механічних властивостей матеріалів для процесу будівництва індивідуальних житлових будівель з урахуванням підвищення теплоізоляційних властивостей та підвищення енергоефективності будинку.

Методи дослідження: загальна концепція будівельного ринку, яка передбачає забезпечення необхідної енергоефективності будівель, системно - структурний аналіз, виробничі спостереження, порівняльний аналіз.

Наукова новизна*:* теоретичне обґрунтуванні сучасних методів зведення індивідуальних житлових будинків та розвитку науково - методологічних підходів і практичних рекомендацій з формування механізмів щодо її реалізації. Теоретично обґрунтовано науково - методологічний підхід до оцінки економічного ефекту від застосування сучасних технологій зведення індивідуальних житлових будинків.

Практична цінність: Впроваджено в практику будівництва індивідуальних житлових будинків нових сучасних методів будівництва з використанням енергоефективних матеріалів, які повинні мати необхідну міцність, довговічність, звукоізоляцію, задовольняти вимоги з теплового захисту та вогнестійкості.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2022 році на всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2022р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з введення, чотирьох розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 110 сторінок тексту, у тому числі 32 рисунки, 11 таблиць. Список використаних джерел містить 30 найменування.

1 ПЕРСПЕКТИВИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

1.1 Розвиток житлового фонду в Україні на державному та регіональному рівнях

Житлова політика в Україні здійснюється державою та органами місцевого самоврядування відповідно до напрямів соціально-економічного розвитку країни з метою реалізації права громадян на житло. Основними засадами державної житлової політики є[17]:

- створення умов, за яких кожний громадянин матиме змогу побудувати житло, - придбати його у власність або взяти в оренду; - розробка, затвердження та виконання Загальнодержавної житлової програми, державних цільових та регіональних програм; розвиток житлового законодавства;

- створення системи житлових фондів;

- запровадження механізму участі громадян, органів місцевого самоврядування та держави у фінансуванні будівництва житла;

- запровадження державних житлових соціальних стандартів, державних соціальних житлових гарантій забезпеченості громадян житлом;

- заохочення власників житла до обрання найбільш ефективних та конкурентних способів управління житловим фондом, які забезпечать його експлуатацію та ремонт відповідно до встановлених нормативів, норм, стандартів та правил;

- формування умов для вільного, прозорого набуття права власності на земельні ділянки, призначені для житлового будівництва;

- сприяння розвитку на конкурентних засадах ринку житла, яке передається у найм;

- сприяння розвитку індивідуального будівництва житла та будівництва житла товариствами забудовників та житлово-будівельними кооперативами, членами яких є громадяни, які потребують поліпшення житлових умов;

- сприяння розробленню та впровадженню нових методів у житловому проектуванні, будівництві, виробництві енергозберігаючих, екологічно-безпечних будівельних матеріалів та обладнання, а також їх доступності для громадян;

- стимулювання інвестиційної діяльності у сфері житлового будівництва та надання житлово-комунальних послуг;

- стимулювання населення до ощадливого використання енергетичних та інших відновлюваних ресурсів, забезпечення енергетичної ефективності житлового фонду;

- захист прав споживачів, які беруть участь у фінансуванні житлового будівництва, отримують або мають намір отримувати житлово-комунальні послуги, послуги з управління будинком;

- залучення громадськості до формування та реалізації державної житлової політики;

- встановлення зв'язків з іншими державами для використання досягнень у реалізації житлових прав громадян.

Враховуючи зазначені заходи на державному рівні, процес формування політики житлового будівництва на регіональному рівні потребує раціонального використання економічного, людського, ресурсного потенціалу регіонів, що сприятиме підвищенню рівня життя населення.

В сфері житлового будівництва на сьогодні існує багато проблем як загальнодержавного так і регіонального рівня.

Украй складним є вирішення питань отримання житла молодими сім‘ями, що не мають необхідних доходів. Ступінь забезпеченості молоді житлом в Україні на сьогодні є дуже низьким: тільки 33% молодих родин живуть в окремих квартирах (для всіх родин цей показник становить 56,3%), 11% проживають у комунальних квартирах, 14% винаймають квартири, 10%

живуть у гуртожитках, 1% - у непристосованих приміщеннях. Близько 31% молодих родин узагалі не забезпечені житлом. Із 2,5 млн. молодих родин в Україні близько 800 тис. мають потребу в поліпшенні житлових умов. Водночас саме в цих родинах народжується до 80% дітей. Фінансування житлового будівництва з державного бюджету явно недостатнє і не може вирішити цю ситуацію. Залишається невирішеною проблема забезпечення доступності житла для громадян із різним рівнем доходу. Наразі в черзі на житло перебуває 1,3 млн. сімей в Україні, з них 400 тис. претендують на соціальне житло, решта – потенційні претенденти на доступне житло. Отже, низький рівень забезпечення житлом громадян, що потребують поліпшення житлових умов відповідно до законодавства, залишається однією з найгостріших соціальних проблем в Україні. Адже на квартирному обліку перебувають більше 10 років майже 67% черговиків, а одержують квартири лише 1,5% з них[2,17].

На сьогодні у 25 регіонах України та Києві ведеться будівництво котеджних містечок (рис 1.1).

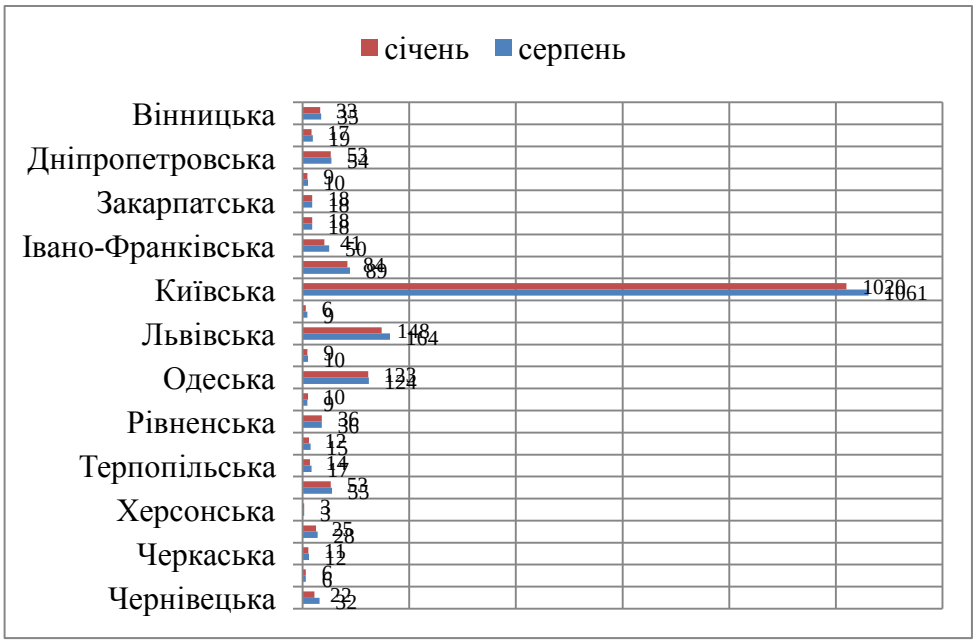


Рисунок 1.1 – Діаграма кількості котеджних містечок в Україні, січень-серпень 2022 року

Першість за кількістю котеджних містечок в Україні у Київської області (1061 містечко, протягом 8 місяців тут з'явився 41 новий проект; зростання склало 4%); друге місце у Львівської області (164 містечка, цього року з'явилося 16 нових проектів проти 26 торік); третє місце на Одещині (124 селища, з початку року з'явився 1 новий проект порівняно з 24 проектами минулого року).

За кількістю нових проектів з початку року (рис.1.2) першість у Київської області - 41 містечко. На другому місці Львівська область із 16 селищами. Третє місце у Чернівецькій та Івано-Франківській областях – по 9 нових проектів.

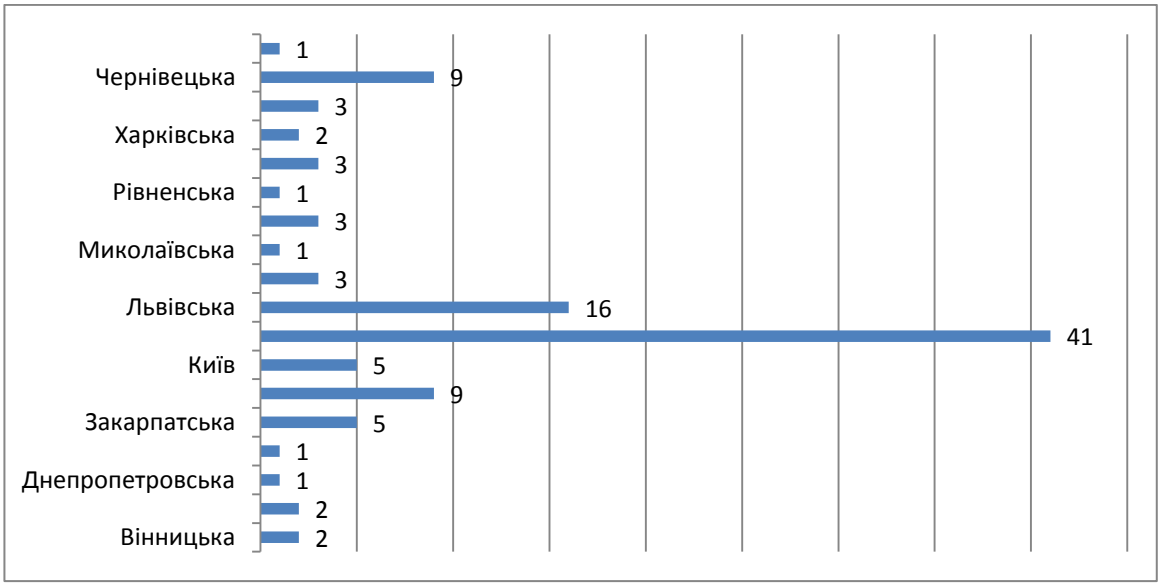


Рисунок 1.2 – Діаграма нових котеджних містечок в Україні, січень-серпень 2022 року

У 2020-2021 роках спостерігався бум стартів будівництва нових котеджних містечок по всій Україні, особливо під Києвом (рис.1.3). Більшість нових містечок пропонували таунхауси, дуплекси та котеджі у різних варіаціях.

У 2020 році в середньому за місяць з'являлося 16,6 проектів, у 2021 - 33,6. У січні 2022 року на ринок вийшло 30 нових проектів. А з лютого до серпня –79 проектів. Падіння становило 66% початку війни[2].

У 16 котеджних селищах проти 15 у січні головним типом нерухомості є (рис. 1.4): вілли (1%); у 263 проектах проти 242 у січні основним типом нерухомості є дуплекси (13%); у 816 проектах проти 777 на початку року основним типом нерухомості є (39%); у 861 проекті проти 775 у січні основним типом нерухомості є таунхауси (42%); у 26 проектах проти 24 у січні основним типом нерухомості є квадрекси (1%)

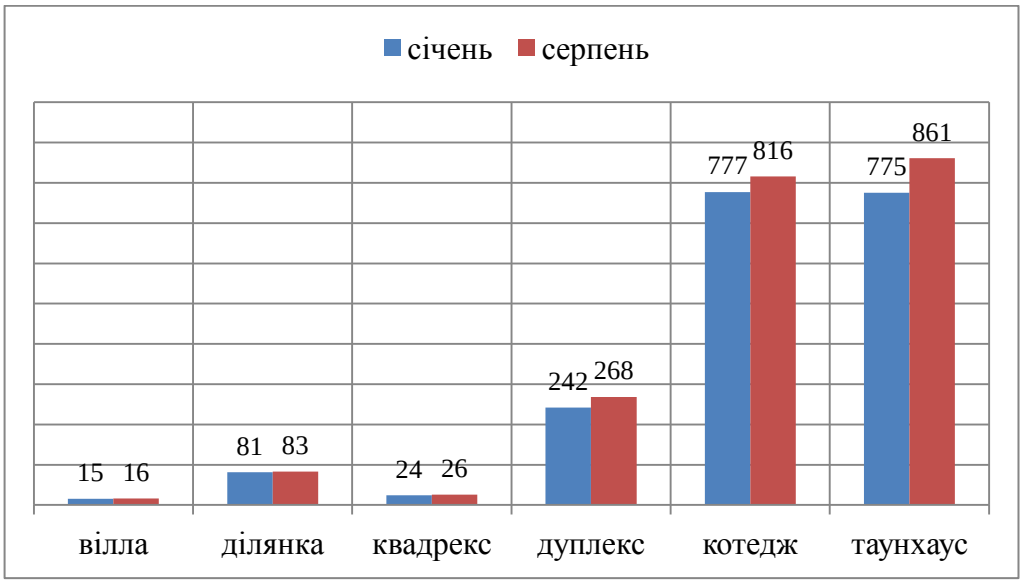


Рисунок 1.3 – Діаграма типів нерухомості у котеджних містечках в Україні, січень-серпень 2022 року

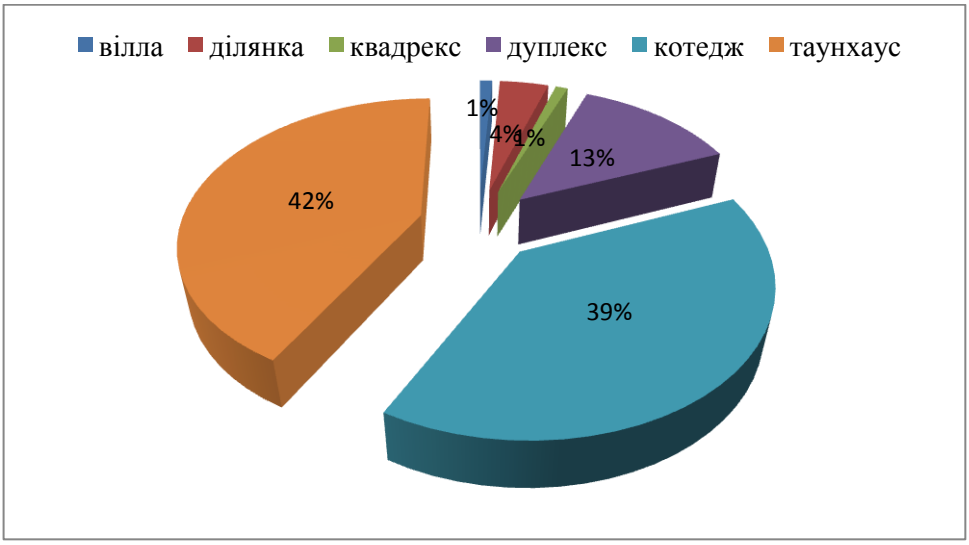


Рисунок 1.4 – Діаграма типів нерухомості у котеджних містечках в Україні у відсотках, січень-серпень 2022 року

Лідером по всіх типах нерухомості в котеджних містечках України є Київська область.

Слід зазначити нову тенденцію: за кількістю нових проектів таунхауси випередили котеджі на 3%. Це і не дивно, тому що в умовах війни таунхауси користуються більшим попитом, ніж котеджі, тому що вони дешевші та невеликі за обсягом будівництва.

У 266 котеджних містечках України будівництво зупинено. Це на 5 містечок більше, ніж у січні.

Першість за кількістю заморожених будівництв у Київській області (173 містечка проти 171 у січні). На другому місці – Одеська область із 27 замороженими містечками. На третьому місці – Харківська область із 10 замороженими селищами.

Попит у котеджних містечках України. Зростання чи падіння попиту умовах війни залежить від регіону, розташування, віддаленості, готовності, типу нерухомості, популярності, віддаленості від місць бойових дій.

У західних регіонах України попит упав на 20-70%, а от у Закарпатській, Львівській та Івано-Франківській областях він поновився. Є попит на дешеві готові таунхауси із ремонтом з боку переселенців. У центральній Україні попит упав від 50 до 70%.

1.2 Історичний аспект створення житла малої площі в Україні

Проблеми доступного житла, економії теплоенергетичних та природних ресурсів у сфері житлового будівництва в сучасній Україні поставили задачу вивчення такого явища як проектування та використання надмалих однородинних будинків, як явища уже сформованого на ринку житла.

Класифікація однородинних житлових будинків за величиною та місцем розташування. Часті зміни соціальних та економічних умов останніх тридцяти років у нашій країні поставили завдання перед пересічними громадянами реалізувати свої житлові проблем. Одним із таких рішень є створення свого власного житлового будинку. У періоди, коли житлові і соціально-економічні проблеми у суспільстві особливо загострювались, однородинне житло ставало повноцінною складовою житлової стратегії держави [2]. Потреба у доступному житлі обумовлює пошук додаткових і альтернативних шляхів. Вирішення проблеми доступного житла є надзвичайно актуальним завданням, і одним із таких шляхів є вивчення надмалих житлових однородинних будинків, як факту, що вже існує, але є недостатньо висвітленим серйозними науковими дослідженнями[1,20].

Нині проблемі формування однородинного житла приділялось значна увага з боку багатьох дослідників, причому розглядались вони у різних аспектах [1,2], але дуже мало уваги надавалось економному житлу малої площі. Зараз у науковій літературі нема чіткого визначення термінів щодо назв індивідуальної житлової і не житлової забудови. За часів СРСР під власним житловим будинком розуміли, у першу чергу, сільський індивідуальний будинок, обмежений площею 60 $м^2$ та, якоюсь мірою, садовий будинок на 6 сотках, також з нормованою площею. В останнє десятиріччя навколо міст та містечок виросли житлові масиви з власних однородинних будинків.[2].

І.В. Якубовський [30] пропонує таку класифікацію в своїй праці «До питання класифікації однородинних житлових будинків»:

Сільський садибний будинок - будинок площею 80-150 $м^2$, розташований в сільській місцевості разом зі спорудами господарського призначення.

Котедж - житловий будинок площею 150-200 $м^2$, призначений для тимчасового або постійного проживання однієї родини з ділянкою землі.

Особняк - житловий будинок площею до 600 м^2, для постійного проживання однієї родини, розташований на окремій ділянці землі в місті або в приміській зоні.

Вілла - однородинний житловий будинок площею 600-1000 м^2 із садом, розташований в місті, приміській або курортній зоні.

Резиденція - житловий будинок площею понад 1000 м^2 з великою земельною ділянкою, розташований в престижному районі міста або приміській зоні До даної класифікації вчені Дичковський Р.О., Дупляк М.О. та Семенов А.І. вважають варто додати хоча б ще один пункт: дачний будинок – будинок тимчасового проживання загальною площею до 80 м^2, використовується з метою позаміського відпочинку і не призначений для постійного проживання людей.

Особливості проектів невеликих будинків**.** Сучасний будинок не обов’язково повинен бути дуже великої площі. Як показує практика, для комфортного проживання однієї людини цілком вистачає простору площею до тридцяти квадратних метрів. Можна зробити висновок, що для сім'ї з чотирьох осіб достатньо будинку площею не більше ста двадцяти квадратів.

При проектуванні малих однородинних будинків необхідно враховувати раціональне використання всього об’єму споруди щоб отримати зручне і дешеве житло. Оскільки потреба в надмалих площах для родини продиктована економічною доцільністю житла, то при проектуванні необхідно враховувати можливість добудовувати додаткові площі першого поверху чи повноцінного другого поверху або реалізувати недорогу мансарду. І всі ці умови повинні бути враховані в одному проекті.

Проекти невеликих будинків повинні бути виконані гранично раціонально, адже на порівняно невеликій площі необхідно розмістити всі кімнати, які забезпечать комфортне проживання всієї родини. Житлова площа зазвичай максимально збільшується за рахунок зменшення розмірів технічних і підсобних приміщень. У таких будинках, простір організовано так само, як і в будь-якому іншому проекті. Певні відмінності, які обумовлені

необхідністю економити корисну площу. Основною метою створення житла малої площі є раціональне використання кожного квадратного метра на його теренах.

При проектуванні відпочинкової (денної) зони недорогих будинків маленькі кімнати об'єднуються у один загальний простір. Таким чином зменшується необхідна площа для забезпечення комфортного проживання однієї людини. Наприклад, вітальня, їдальня, кухня групуються в єдину функціональну зону і можуть розділятися або легкими перегородками, або чисто візуально - за допомогою дизайнерських прийомів. При цьому додаткова кімната залишається ізольованою[2,27,30].

Кімнати, що входять в так звану нічну зону - спальні, ванні кімнати, гардеробні - розташовуються так, щоб захистити особистий простір мешканців будинку від сторонніх осіб. Потрібно враховувати появу у подальшій експлуатації другого поверху чи мансарди, і можливість переносу туди спалень, відповідно і санвузлів, а на першому поверсі розширити загальний простір.

Господарсько-побутову зону (санвузли, котельню, підсобні приміщення) варто проектувати мінімально можливих розмірів. Кількість коридорів і переходів теж обмежити, оскільки це нежитловий простір і його не можна використовувати продуктивно.

У малобюджетних проектах особливу увагу варто приділяти розміщенню санвузлів. Якщо будинок двоповерховий, санвузлів повинно бути два. Тоді для раціонального монтажу інженерних мереж, їх розміщують один над одним. В одноповерховому будинку санвузол розміщують так, щоб він мав з кухнею загальний стояк.

Історія української сільської оселі – це історія надмалих однородинних житлових будинків визначених за відомою класифікацією. Найзнаменитішим прикладом в Україні надмалого житлового будинку є відома Шевченківська хата, а також відома садиба Йосипа Сліпого у селі Заздрість

Теребовлянського району Тернопільської області. Її створено у кінці 19-го століття та перебудовано у першій половині минулого століття.

Цей житловий будинок відрізняється тим, що він із самого початку будувався на чотири окремі кімнати, з використанням сіней як вітальні і кухні одночасно. Хати такого типу є характерними для Західної України. Їх досить багато збереглося у західному та інших регіонах нашої держави і велика кількість з них експлуатуються до нині як житлові споруди. Їх особливістю є прямокутна форма із розмірами у межах дванадцяти метрів довжиною і чотирьох метрів шириною.

Звичайні традиційні хати багатьох сіл Західної України, це хата розміром до п’ятдесяти квадратних метрів, прямокутна у плані із двома входами, переважно орієнтованими на південь і північ. План хати складається із житлової кімнати, сіней, комори і прибока (комори прибудованої біля північного виходу). У процесі еволюції житла така хата легко перепланувалася і переобладнувалася. Будинки побудовані в кінці 19-го на початку 20- го століття експлуатуються і донині, причому більшу кількість із них переобладнано, перебудовано та модернізовано[1,27,30]

Як було зазначено, хати такого плану експлуатуються до нині. Досить часто вони є зміненими згідно потреб окремих сімей, фантазії і статків наступних поколінь, чи нових власників із застосуванням нових матеріалів.

Дослідження проблеми створення надмалих житлових однородинних будинків будемо ґрунтувати на експлуатації української історичної хати, притаманної західноукраїнського регіону нашої держави. Причому дані дослідження будуть проводитися через призму сучасних економічних реалій, застосування нових будівельних матеріалів та використання нових систем обігріву приміщень.

1.3 Вітчизняні і зарубіжні перспективи індивідуальних житлових будинків

Будівництво малоповерхових індивідуальних будинків йшло по дуже самобутньому шляху, усупереч перевіреним загальносвітовим тенденціям. До 90 років, поки країни заході в якості типового житла віддавали перевагу просторим будинкам малої поверховості, таунхауси і котеджі, а багатоповерхові споруди призначалися під офісні і торгові центри, ми навпаки, наполегливо урбанізувалася, вона свідомо зосередила велику частку населення на обмеженій території великих і середніх міст, скупчивши їх у багатоповерхових панельних і монолітних будинкаххї[1,17,19,22].

Сучасній досвід доводить, що по енергоефективності і екологічності, що виходять на найвищий рівень уваги, індивідуальні будинки можуть йти в ногу з часом і коштувати зовсім не дорого. Подібний досвід є не лише у затишної Європи, але і у Канади, США, де природа, клімат, сейсміка і простори близькі до російських. Причому там за останній час випробували усі конструктивні рішення, але зійшлися на будівельній технології, що дозволяє зводити повний набір затребуваних житлових і цивільних будівель.

Рисунок1.5- Німеччина. Ельброн. Традиційна забудова XIX ст. фахверковими малоповерховими будинками.

І класикою, висхідною до середньовічної фахверковой традиції, і вектором сучасного малоповерхового будівництва в США, Канаді і Північній Європі стали каркасні технології, що витіснили з ринку масивні стіни з дерева і цеглини. Удома на сталевому і дерев'яному каркасі складають тут до 80% від загального об'єму житлових площ, що щорічно зводяться [1]. У Фінляндії доля дерев'яного каркасного будівництва оцінюється в 42%. Великих успіхів галузь такого житлового будівництва досягла в Японії, де доля каркасних будинків оцінюється в 43% загального об'єму індивідуального будівництва.

Рисунок 1.6 - США. Каркасні будинки, 1990-і рр. : а) таунхауси на дерев'яному каркасі, б) будинок на сталевому каркасі.

У Франції щорічно будується близько 7000 будинків на дерев'яному каркасі, що складає 5-10% загального об'єму будівництва індивідуальних будинків, в Швеції і Німеччині ця пропорція виросла до 30-50% і так далі. Саме каркасні технології гарантують найвищі теплозберігаючі якості, перевершуючи по економії витрат на енергоресурси інші технології у декілька разів. Каркасні і каркасно-панельні будинки міцні, незвичайно теплі і довговічні, оскільки їх конструкції(стіни, перекриття, дах), що захищають, і складаються переважно з сучасного ефективного утеплювача [9,12]. Сьогодні ці технології продовжують удосконалюватися в конкурентній боротьбі за подальшу економію енергоресурсів, міцність і простоту, мінімалізацію виготовлення і зведення[22].

Можна сказати, що будіндустрія каркасного житлового будівництва, швидкозведених конструкцій і доцільних матеріалів обплутала увесь Захід. Вона базується на малих підприємствах, які маневрені і без зайвого дорожчання коригують номенклатуру конструктивних елементів, що випускаються, і тим самим стимулюють фантазію архітекторів, що вносять зміни в об'єкт в процесі будівництва. Це дозволяє домагатися не лише вражаючих результатів по функціональній і естетичній організації житла, але і знижувати вартість і терміни будівництва. Оцінна вартість будівництва 1 кв.м. на заході, при умовній рівності усіх інших показників, на 35-40% дешевше чим в Україні[22]

Рисунок 1.7 - Індивідуальні будинки в Україні

Для створення умов, здатних дати малоповерховому будівництву реальне майбутнє, скоротити його вартість і підвищити комфортність, необхідно:

– забезпечити територію кожного великого району підприємствами малої будіндустрії;

– перейти на інноваційні технології малоповерхового будівництва, що гарантують одночасне зменшення його вартості як мінімум на 30-40%, а також гнучкість в архітектурно-планувальних і конструктивних можливостях;

– передбачити розміщення автономних установок опалювання і гарячого водопостачання в забудові усіх типів;

– забезпечити відповідні райони водою, пожежником водоводом і системами пожежогасінні, побутовою і зливовою каналізацією, газом, електроживленням, лініями зв'язку, телебачення і Інтернету;

– забезпечити територію забудови під'їзними дорогами з твердим покриттям, надійним транспортним зв'язком з об'єктами охорони здоров'я, освіти, культури і спорту відповідно до Генеральних планів розвитку міста [2].

Тільки на цьому шляху інтенсивного освоєння світового досвіду наша країна має шанс компенсувати зроблені упущення і вчинити стрибок через десятиліття, наздогнавши більшість цивілізованих країн. Малоповерхове житлове будівництво в каркасних конструкціях із сталі і дерева - реальний і найбільш гуманний шанс. Для його прискореного просування потрібна воля, а саме цілеспрямована містобудівна стратегія, а також індустрія, програма нарощування виробничих потужностей по виготовленню конструкцій і матеріалів, робота по формуванню споживчих очікувань і грамотної кристалізації ринку житла, передова практика проектування і навчання проектуванню.

1.4 Аналіз методів і матеріалів, які використовуються для будівництва індивідуальних житлових будинків

Будівництво котеджу або садибного будинку може походити з дерева, каменю, цеглини або залізобетону.

Нижче розглядаються плюси і мінуси застосування різних матеріалів для будівництва котеджів.

В 18-19 столітті завжди будували дерев'яні будинки. І це не означає, що в наших лісах росте достатня кількість дерев. Деревина має хорошу

енергетику, і проживання у будинку з дерев'яними стінами благотворно впливає на самопочуття, працездатність, здоров'я.

Дійсно, деревина робить сприятливий вплив на організм людини, маючи здатність «дихати» (рис.1.8). На відміну від кам'яних будинків, в яких повітря буває занадто сухим і насиченим вуглекислим газом, в дерев'яних будинках ця проблема відсутня, оскільки оптимальний склад і вологість повітря підтримуються природним повітрообміном дерева[17,25].

Рисунок 1.8 – Дерев’яні будинки

Теплоізоляційні якості деревини на порядок вищі, ніж у цеглини і каменю. Але деревина при усіх позитивних якостях має і недоліки. Занижена вогнестійкість, обмежена довговічність, схильність до загнивання і поразки комахами часто схиляють вибір не на користь дерев'яних стін.

На основі вище згаданого можна відмітити основні переваги:

1) Порівняно висока міцність.

2) Невелика вага, що дозволяє обходитися легким фундаментом(отже, дешевше).

3) Висока морозостійкість, можливість виробництва робіт в зимовий час.

4) Низький природний радіаційний фон.

5) Невисока вартість.

6) Дозволяє залишити внутрішню поверхню стін без додаткової обробки. Можна обмежитися фарбуванням лаком і шліфовкою.

7) Низька теплопровідність. Це дозволяє обходитися не дуже товстими стінами.

8) Дає можливість робити будівельні роботи в зимовий час.

9) Естетичний зовнішній вигляд, архітектурні можливості.

А також має і деякі недоліки:

1) Висока пожежна небезпека.
2) Анізотропія.
3) Гігроскопічність.
4) Атмосферні дії.
5) Біологічні чинники(синява, гнилизна).
6) Усихання деревини.
7) Менша, в порівнянні з каменем довговічність.

Цегла також є одним з популярних будівельних матеріалів в наших широтах (рис.1.9). Стіни цегляних будинків виконуються, як правило, суцільною кладкою, яка доповнюється декоративними деталями. Для підтримки нормального теплового і вологості режиму у будинку, необхідно забезпечити його постійно працюючою автономною системою опалювання. Якщо будинок використовується не постійно, то для прогрівання потрібно дуже значний час. Крім того, важкі стіни вимагають зведення важкого фундаменту, що робить вартість цегляного будинку в 1,3 - 1,5 разу дорожче удома дерев'яного.

Цегляні стіни міцніші і довговічніші. Правильна форма цеглини значно розширює архітектурні і дизайнерські можливості. Крім того, для поліпшення теплотехнічних властивостей цього будівельного матеріалу, розроблені економічні конструкції цегли і штучних блоківхї[25].

Довготривалий досвід застосування цегляних стін показав їх хороші експлуатаційні якості, проте ці стіни мають і істотні недоліки, вони мають велику масу і трудомісткі в зведенні, а транспортні витрати на доставку

матеріалів складають до 16% кошторисної вартості цегляного житлового будинку.

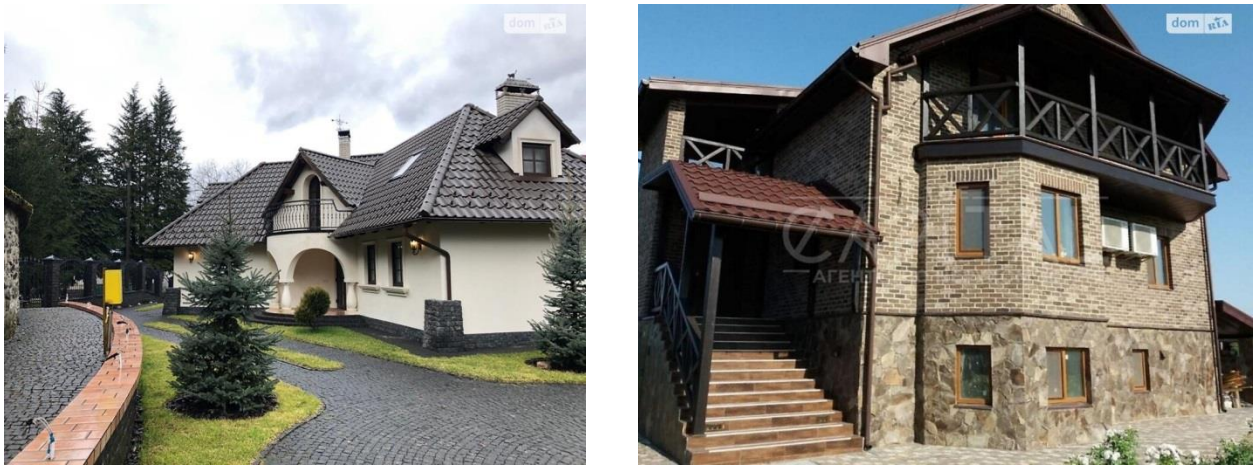


Рисунок 1.9- Цегляні індивідуальні будинки

Переваги:

1) Висока міра захищеності від займання.
2) Низька схильність атмосферним впливам.
3) Несхильність біологічним чинникам.
4) Висока міцність конструкції.
5) Довговічність.

Недоліки:

1) Велика питома вага, що вимагає заставляння фундаментів на глибину промерзання ґрунту(до 1м).
2) Висока теплопровідність, що спричиняє за собою зведення товстих стін.
3) Цегляна стіна вимагає обробки зсередини.
4) Обмеження по виробництву робіт в зимовий час.
5) Тенденція до насичення капілярною вологою.

Монолітні конструкції зводять безпосередньо на будівельному майданчику, встановлюючи арматуру і укладаючи бетонну суміш в опалубку. З монолітного залізобетону споруджують важкі стіни, колони і балки, складні арочні і склепінчасті покриттях[25,28].

Переваги:

1) Довговічність.

2) Опір дії зовнішнього середовища.

3) Спільна робота сталі і бетону.

4) Висока міцність.

Недоліки:

1) Велика маса конструкції.

2) Підвищена тепло- і звукопровідність.

3) Низька тріщиностійкість.

4) Вимагає додаткової теплоізоляції.

Особливо великою популярністю в останні десятиліття користуються пористі бетони, зокрема: піноблоки та газобетон (рис.1.10). До причин поширення в Україні даних будматеріалів слід віднести широку функціональність матеріалу, високу теплоізоляційність, легкість виконання монтажних робіт, низьку ціну.

Газобетоні блоки набагато легші від своїх пінобетонних аналогів, відповідно, навантаження на фундамент зменшується. До того ж, легка вага і висока пористість структури позбавляє необхідності в додатковому утепленні стін. Газобетон забезпечує відмінну тепло- і шумоізоляцію, при цьому стіни «дихають», тобто в такому приміщенні не душно влітку і не холодно взимку[24].

Рисунок 1.10 - Будівництво з газобетону

Піноблок відмінно підходить для використання в умовах суворих зим, коли температура може впасти до 30 градусів морозу, але потребує утеплення мінеральною ватою чи пінопластом. Якщо збудувати стіни з газоблоків AEROK Д300 розміри 375х200х600, то завдяки вже згаданим особливостям ніздрюватого бетону, приміщення буде заощаджувати кошти на опаленні.

Теплоізоляція будинку з газобетону набагато краща, ніж пінобетонних споруд, що дозволяє створити енергоефективну оселю в будь-якому регіоні України.

Фахівці вважають, що за сукупністю своїх техніко-експлуатаційних якостей пінобетон має багато спільних якостей з деревом, проте значно перевершує цей матеріал по довговічності і ряду інших характеристик. Важливо враховувати усадку, яка властива ніздрюватого бетону, як і всім представникам цього класу будівельних матеріалів. Наскільки великим буде відсоток усадки - це залежить вже безпосередньо від марки цементу.

Сьогодні піноблоки використовуються практично у всіх видах будівництва, починаючи від будівництва житлових комплексів і закінчуючи зведенням промислових об'єктів. Крім перерахованих вище достоїнств, цей матеріал володіє також порівняно високою міцністю, екологічністю, високим ступенем пожежної безпеки, так як бетон відноситься до негорючих матеріалів. Також піноблоки легко піддаються обробці що забезпечує будівництво унікального екстер'єру при мінімальних витратах. З іншого боку, пінобетонні стіни при товщині 400мм та густині Д300-350 не потребують додаткового утеплення або декорування, тому зовнішньою обробкою можна зовсім знехтувати.

Також будівництво котеджів може робитися з шлакоблоків, шлакобетону, керамзитобетону, опиякобетона. Вони мають ряд позитивних якостей. [2, 18]

2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИТЦВА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

2.1 Загальні положення використання сучасних технологій

Постійне подорожчання енергоносіїв змушує вітчизняні компанії-забудовники звертати особливу увагу на енергоефективність будівель, застосовуючи енергозберігаючі технології і будматеріали, що мають високі теплоізоляційні властивості.

Сьогодні разом з традиційним для України зведенням цегляних і дерев'яних котеджів затребувані нові технології будівництва малоповерхових будівель, наприклад, каркасні (у США за цією технологією побудовано близько 80% малоповерхових будинків) або за допомогою незнімної опалубки з пінополістиролу(технологія «термодом»)[24,25,28].

За статистикою, близько 10% котеджів споруджуються із застосуванням так званих ресурсозберігаючих технологій. Також важливу роль грає такий чинник як швидкість будівництва.

Метод каркасного будівництва, заснований на застосуванні металевого або дерев'яного каркаса, дозволяє скоротити терміни будівництва котеджу до 2-4 тижнів залежно від виду обробки. Етапи цього технологічного процесу включають: закладку фундаменту, монтаж каркаса, складання стін і облаштування підлог, перекриттів і покриттів.

Також в порожнині стін проводяться усі комунікації. Обробку фасаду виконують практично будь-якими сучасними матеріалами(наприклад, сайдингом).

До технологій будівництва дерев'яних котеджів відносять зведення будинків з колод, клеєної оцилиндрованого колоди і профільованого бруса.

Обробка колод і бруса в сучасних виробничих умовах забезпечує їх високу якість.

Наприклад, одна з переваг цілісних шліфованих колод полягає в тому, що технологія шліфовки забезпечує збереження поверхневого шару і підвищує міцність матеріалу і його стійкість до зовнішніх дій.

Сьогодні на ринку котеджного будівництва стабільно зростаючий інтерес як у споживачів, так і у компаній - забудовників викликає швидке зведення енергоефективних будівель за технологією «термодом». Наприклад, в котеджному містечку Європа. с. Сонячне. що будується у Запорізький області усі будинки зводяться по цьому методу, при якому бетонна суміш заливається у блоки спеціальної опалубки з пінополістиролу, що надає потрібної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям. Після наповнення сумішшю необхідної міцності незнімна опалубка служить повноцінною частиною стіни і виконує функції тепло-, звуку- і гідроізоляції.

2.2 Огляд технологій будівництва будинку порівняння, переваги і недоліки

З активізацією котеджного будівництва міняються і вимоги, що висуваються до заміської нерухомості. Наприклад, подорожчання енергоносіїв примушує вітчизняних забудовників приділяти особливу увагу енергоефективності будівель. А значить - застосовувати сучасні будматеріали, що мають високі теплоізоляційні властивості. Крім того, багато забудовників враховують і такі чинники, як вартість і швидкість будівництва. Так, окрім традиційного для України будівництва будинків з цеглини і дерева, сьогодні затребувані нові технології зведення будівель - за допомогою незнімної опалубки з пінополістиролу і каркасні методи[25].

На сьогоднішній день будівництво будинків переживає не найкращий період, і це не дивлячись на те, що нові технології в будівництві зробили крок вже далеко вперед. Тому проаналізуємо, які сучасні технології будівництва найбільш затребувані на українському ринку, їх плюси і мінуси.

2.2.1 Каркасне та каркасно-панельне будівництво

В даний час канадські каркасні технології є одніми з найбільш перспективних технологій будівництва і дозволяють зводити як великі котеджі, так і недорогі заміські будинки, що перевершує цегляні будинки за якісними характеристиками і не поступаються їм за зовнішнім виглядом. Будинки, найбільшою мірою, відповідають сучасним вимогам по енергозбереженню, комфорту, екології і вогнезахисту

Основа будинку – каркас із сухого дерева збирається за принципом стільникової структури і являє собою дуже тверде й міцне спорудження (рис. 2.1). Каркас стін зовні обшивається негорючими цементно-плитами, всередині стіна заповнюється вогнестійкою базальтовою ватою (мінеральна плита). З внутрішньої сторони передбачені; пароізоляція, що запобігає зволоження утеплювача й дерев'яного каркаса випарами зсередини будинку, а також відображає ізоляція, що повертає до 90% випромінюваного тепла назад у будинок. Зовні стіни покриваються вітрозахисною мембраною. Така схема забезпечує збереження дерев'яного каркаса й утеплювача в робочому стані на весь термін експлуатації будинку. Дерев'яно-каркасна технологія будівництва індивідуальних житлових будинків є оптимальною для широкого діапазону кліматичних і геологічних умов. Будинок, побудований за даною технологією, не тільки забезпечує тепловий комфорт у приміщеннях, знижує в кілька разів витрати на опалення, а й забезпечує сприятливу екологічну обстановку[18].

Рисунок 2.1 – Дерев'яно-каркасна технологія будівництва індивідуальних житлових будинків

До переваг каркасних будинків можна віднести наступне:

1) Довговічність конструкції досягається за рахунок обробки і прихованого розміщення каркаса.

2) Відсутність усадки дозволяє проводити внутрішню обробку будинку відразу після будівництва. Каркасний будинок можна спокійно залишати без опалення в зимовий період і не боятися за стан внутрішньої обробки: вона не постраждає.

3) Більш низька ціна в порівнянні з будинками з аналогічними теплотехнічними характеристиками досягається завдяки використанню сучасних теплоізоляційних матеріалів.

Легкість конструкції значно знижує навантаження на ґрунти, що дозволяє застосовувати більш економічні типи фундаменту і економити кошти без збитку якості конструкції.

Дерев'яний каркас складається з рядових стійок, що несуть, кутових і, а також верхньою і нижньою обв'язувань.

Кутові стійки виконуються з брусів, рядові - з дощок завтовшки не менше 50-60 мм, шириною - 100-120мм. Стійки, що несуть, ставляться зазвичай не менше чим через кожні 0,5м з урахуванням матеріалу заповнення стін, розмірів дверей і вікон(віконні і дверні отвори для надійності монтажу необхідно влаштовувати між ригелями і проміжними стійками), розмірів будинку в цілому. Кріпляться за допомогою скоб і шпильок.

Стіни будівлі, що зводиться за цією технологією, - це сендвічі. Зазвичай використовуються готові сэндвич-панелі або монтовані на місці. Всередину укладають утеплювач, покритий із зовнішньою і внутрішньою сторін пароізоляційною плівкою, яка захищає конструкцію від вітру і вологи. Потім з обох боків підшивають OSB - плиту(дерево, гіпсокартон, ДСП та ін.). Останній штрих - обшивка фасаду будівлі сайдингом, що імітує колоди, або іншими сучасними матеріалами і підготовка внутрішніх стін під обробку гіпсокартонному.

Головною перевагою каркасно-дерев'яної технології є забезпечення населення якісним, довговічним і екологічним заміським житлом. Ця технологія дозволяє значно скоротити терміни будівництва котеджів, найбільш ефективна у разі «точкової забудови» і при будівництві котеджних селищ[18].

Дерев'яний котедж каркасної конструкції - ця інженерна споруда, в якій немає дрібниць і все підпорядковано досягненню головної мети - високій якості життя. Для того, щоб будинок був дійсно високоякісним, важливий і проект, і дотримання технології будівництва, і якість матеріалів, а головне - уміння правильно будувати. Будівництво з використанням каркасно-дерев'яної технології не має обмежень. Будинок можна будувати у будь-яку пору року, на будь-якому рельєфі місцевості, будь-якій архітектурній складності і в короткі терміни. Невисока ціна будинку поєднується з високою якістю.

Технології швидкого будівництва, засновані на застосуванні металевого каркаса, дозволяють скоротити терміни будівництва котеджу до 2-4 тижнів(залежно від виду оздоблення). Суть цієї технології зводиться до поетапного виконання таких робіт : закладка фундаменту, монтаж металевого каркаса, складання стін і облаштування підлог, перекриттів і покриттів. Фундамент такого будинку зазвичай виконується у вигляді монолітних паль під опори каркаса, що несуть. Каркас складається з нижнього і верхнього

поясів, виготовлених зі швелера і сполучених між собою трубами по кутах і металевими стержнями в площині стіни. Завдяки такій конструкції будинок є єдиним цілим і прекрасно переносить вітрові навантаження.

Рисунок 2.2 – Каркасна технологія будівництва індивідуальних житлових будинків з металопрофілю

Стіни каркасного будинку утворюють своєрідний «пиріг», зібраний за суворими правилами. Розрахунок товщини стін виконують з урахуванням особливостей клімату і призначення будови; При виборі утеплювача важливо досягти хорошої звукоізоляції, а також теплоізоляції, при цьому розрахувати його кількість і оптимальну вартість; Утеплювач важливо захистити від зволоження та інших несприятливих впливів за допомогою спеціальних плівок; Правильна технологія укладання утеплювача запобіжить втрати тепла, для економії енергії також необхідні розрахунок і планування.

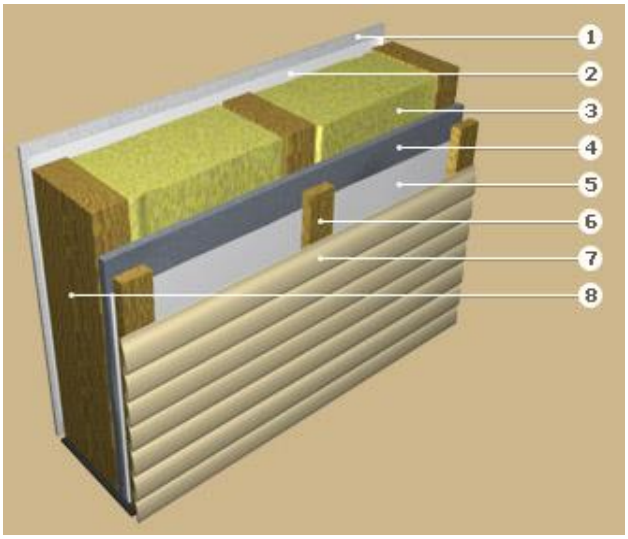
Каркасно-панельне житлове будівництво відрізняється від технології будівництва каркасного будинку тим, що багато конструктивних елементів будинку: стінові панелі, панелі перекриттів, рамні конструкції каркасу - виготовляються в заводських умовах. Технологія каркасно-панельного домобудування дає можливість різко збільшити темпи будівництва будинку і досягти такої точності складання, яка в принципі недосяжна, коли все робиться на будмайданчику. тобто це - значний крок вперед у розвитку все тієї ж, по суті, каркасної технології будівництва будинків[18].

Основні переваги каркасно-панельної технології будівництва - це високі темпи збирання (від 3 до 10 днів) і відмінне теплозбереження.

Поряд з каркасно-панельної технологією будівництва (в різних варіантах) існує будівництво з самоутримуючих утеплених панелей (табл.2.1), які носять назву SIP - панелі або сендвіч - панелі, що добре виражає ідею їх багатошаровості. Збірка будинку з самоутримуючих панелей не вимагає установки каркаса.

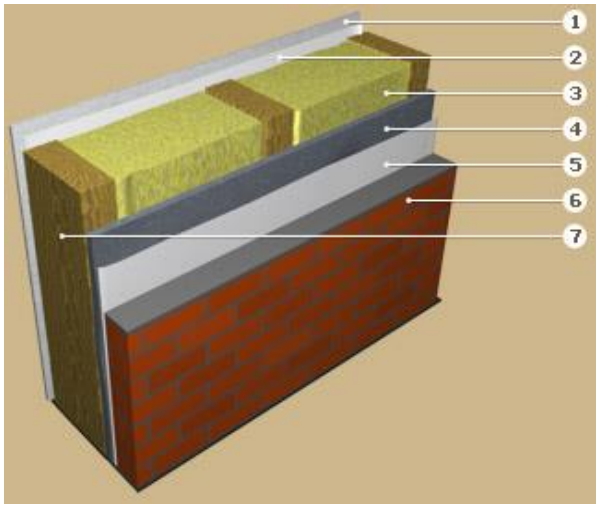
Таблиця 2.1 - Характеристика стінових модулів

Найменування елементів	Зовнішня стіна	Внутрішні стіни
Порода	Сосна	Сосна
Розмір	50 х 140 мм	50 х 95 мм
Сушка	Технічна, 15-16% вологості	Технічна, 15-16% вологості
Оздоблення	Двостороннє калібрування Біосептик антипірин Негорин ПРО	Двостороннє калібрування Біосептик антипірин Негорин ПРО
Обшивка	Зовнішня - ЦСП(вогне-вологостійка) Внутрішня - ГКЛ	ГКЛ з двох сторін
Утеплювач	«ISOVER« Теплопровідність 0.037	«ISOVER« Теплопровідність 0.037
Кріплення	Болти М-12, шурупи, цвяхи, металеві пластини, куточки	Шурупи, цвяхи, металеві пластини, куточки



1- Гіпсокартонний лист 12,5 мм;
2 - Пароізоляція(мембранна плівка)
3 - Теплоізоляція 150 мм;
4 - Цементно-стружкова плита;
5 - Гідро-, вітрозахист(мембранна плівка);
6 - Обрешетування 30х50 мм.;
7- Віниловий сайдинг(чи будь-якого виду облицювального матеріалу, приміром: Блок-Хаус, штукатурка, облицювальні панелі і так далі);
8 - Брус каркаса 50х150 мм

Рисунок. 2.3 - Схема зовнішньої стіни з обшивкою з сайдинга:



1. Гіпсокартонний лист 12 мм.
2. Пароізоляція(мембранна плівка)
3. Теплоізоляція 150 мм.
4. Цементно-стружкова плита
5. Гідро-, вітрозахист(мембранна плівка)
6. Стена з облицювальної цеглини(чи будь-якого виду облицювального матеріалу.
7. Брус каркаса 50*150 мм.

Рисунок 2.4 - Схема зовнішньої стіни з обшивкою з цегли.

Таблиця 2.2 - Кліматичні навантаження і дії

Нормативне значення вітрового тиску	до 60 кгс/м^2
Нормативне значення ваги снігового покриву	від 100 до 280 кгс/м^2
Розрахункова температура зовнішнього повітря	-40...+40 С
Міра вогнестійкості	V
Сейсмостійкість	до 9 балів
Енергоефективність	Підвищена

Як видно з рисунку 2.3, каркас має шарувату структуру типу «сендвіч». Спочатку споруджується дерев'яний каркас з висушеного соснового бруса класу АВ. Зовні каркас обшивається ЦСП(цементно-стружкова плита), гідра і вітрозахисною мембранною плівкою(Juta,). Плівка захищає конструкції від вітрового натиску і води, і одночасно пропускає пари вологи зсередини, що дозволяє утеплювачу і деревині постійно знаходитися в сухому стані. З внутрішньої сторони в каркас укладається утеплювач «ISOVER» або який або інший вид утеплювача. Потім каркас закривається пароізоляційною плівкою, яка, у свою чергу, захищає утеплювач і дерев'яний каркас від проникнення вологи зсередини приміщення.

На внутрішню сторону каркаса кріпляться гіпсокартонний лист(ГКЛ Knauf), підготовчого шару, що виконує роль, для чистової обробки. Таким чином, технологія виробництва каркасних будинків забезпечує високоякісну внутрішню підготовку приміщень для чистової обробки вже на стадії виготовлення каркаса.

Застосування сучасних технологій і що відповідають їм стінних, покрівельних, теплоізоляційних і паро-, гидро-, вітроізоляційних матеріалів високої якості забезпечує комфорт проживання, довговічність будови, максимально скорочує витрати на експлуатацію будинку, що зрештою компенсує витрати на використання вказаних сучасних матеріалів при будівництві будинку. Полегшена вага конструкцій дозволяє зводити будинки на різних ґрунтах.

Складання будинку з елементів, виготовлених на заводі, забезпечує 100% контроль якості сировини, матеріалів і комплектуючих виробів і забезпечує максимально високу якість. [25,28]

Особливості монтажу OSB-плит. Установка орієнтовано-стружкових плит може проводитись на стіни у вертикальному та горизонтальному положеннях. Горизонтальний монтаж плит вимагає установки під нижні стики ребер жорсткості, які можна виготовляти зі смуг OSB. Як опору для плит використовують рамні конструкції. При монтажі несучих стін слід застосовувати плити, що рівні по довжині висоті стін.

Стіни найчастіше зводяться із застосуванням плит OSB-3, для отримання надміцних стін використовують плити OSB-4. Відстань між каркасними стійками, що рекомендується: для плит товщиною 9 мм - 400 мм, при товщині плит 12 мм - 600 мм, при товщині 15 мм - 800 мм.

Кріплення плит здійснюється спіральними оцинкованими цвяхами, що мають довжину 51 мм, або шурупами-саморізами для деревини довжиною 45-75 мм. Плити закріплюються на проміжних підпорах через 30 см, у місцях стиків – через 15 см, по зовнішніх краях – через 10 см.

Рисунок 2.5 – Будівництво з використанням «сендвіч-панелі»

Теплоізоляція та оздоблення стін із плит OSB. Для теплоізоляції стін доцільно використовувати мінеральну вату, що закладається між плитами OSB. Також ефективне застосування додаткової теплоізоляції із зовнішнього боку фасаду. Дерев'яна конструкція стіни підлягає захисту від дифузії вологи з боку фундаменту за допомогою гідроізоляційної плівки.

Виконані за допомогою плит OSB стіни допускають як внутрішнє, так і зовнішнє прокладання в них комунікацій усіх видів. Найпростішим способом монтажу і кабелів є їхнє укладання в порожнину каркасних перегородок, при цьому в стінах встановлюються розподільні коробки.

Оздоблення стін з OSB-плит може проводитись з використанням практично будь-яких традиційних або сучасних технологій та матеріалів. Стіни можуть обклеюватися шпалерами, фарбуватись або обшиватися різними матеріалами.

Мінімальна вартість будівництва 1 м² будинку за цією технологією складає 550 у. е. Сюди входять: закладка стовпчастого фундаменту, монтаж каркаса будинку(несучої металевої конструкції, стін на основі OSB- плит, пристрій тепло- і пароізоляції, внутрішніх перегородок і перекриттів), монтаж даху з м'якої руберойдової черепиці, установка зовнішніх дверей і металопластикових вікон. А будівництво будинку під ключ(з обробкою) обійдеться замовникові приблизно від 650 у.од. за 1 м².

Серед котеджних городків, зведених з використанням «швидких» технологій, можна назвати «Золоті ключі» (Дніпропетровськ), «Зелений гай»(під Києвом), «Пальміра», Castle Park (під Харковом).

2.2.2 Швидкозведені збірні будівлі з металевих конструкцій

Побудувати будинок своїми руками в сучасному суспільстві - почесне, але дуже трудомістке і дороге досягнення. 21 століття пропонує приватним підприємствам, що бажають зайнятися будівництвом котеджу, просте і недороге рішення - використати технологію модульного будівництва - на основі легких металевих конструкцій. Це індустріальний високопродуктивний метод будівництва сучасних будинків з європейською якістю обробки і малими експлуатаційними витратами.

Звичайно, будівельні фірми у більшості своїй нав'язують інвесторам зручніші для них, ніж для замовника умови. Старі технології вже не можуть скласти конкуренцію швидкозведеним будівлям. Будівництво котеджу площею 200-300 м.кв. за 2,5 місяця бригадою в 3-4 людини - це не просто реально короткі терміни, але і велика економія. Зокрема, через те, що вага готової будівлі не перевищує 100 кг на м.кв., вартість витрат на фундамент скорочується в 4-5 разів[25,28]

Спочатку цю технологію використовували лише для будівництва торгових комплексів та об’єктів промислового призначення. Та у зв’язку зі збільшенням темпів індивідуального будівництва стало можливим купити модульні будинки для постійного проживання. На популярність технології вплинули також нові погляди сучасної молоді, що воліє бути більш мобільною, не затримуючись на одному місці проживання надовго. Нове покоління більше не бажає жити в батьківському будинку чи утримувати стару дачну ділянку, натомість у них інші вимоги: дім повинен

бути простим, комфортним, а його будівництво – максимально швидким. Тож модульне будівництво цілком відповідає таким вимогам. В Україні воно застосовується недовго та широкого поширення ще не отримало, проте вже зараз можна говорити про певні плюси і мінуси цієї технології.

Рисунок. 2.6 - Приклад котеджу із сталевого профілю

Технологія полягає в облаштуванні основного несучого каркасу стін, перекриттів, стропил з легені тонкостінного сталевого профілю з високоміцної оцинкованої сталі. Каркас виготовляється в заводських умовах з точністю до 1 мм, при будівництві декількох будинків на об'єкті може робитися попереднє складання великих панелей. При цьому час складання будинку скоротитися до декількох днів.

Монтаж панелей можливий і вручну: багатошарове утеплення будівлі здійснюється екологічно чистою базальтовою ватою. Зовнішнє облицювання виконується цеглою, деревом, фасадними панелями, сайдингом, кликерной плиткою, забарвлюється. Для внутрішньої обробки використовується гіпсокартон, дерево, плитка і так далі.

Якісний сталевий профіль забезпечує надійність, жорсткість, довговічність швидкозведених будівель і металоконструкцій. Сталевий профіль не схильний до гниття, дії грибків, комах. Для будівництва котеджу або частки будинку пропонується виготовлення металоконструкцій і виробництво профілю, який не втрачає геометричної форми під впливом рівня вологості і часу, що змінюється. Металеві конструкції не виділяють

шкідливих речовин - в порівнянні з антисептимованим, клеєним деревом, не випромінює радіацію в порівнянні з тим, що містить граніт бетоном.

Гарантійний термін на оцинковане покриття 100 років.

Особливість металевих конструкцій, що складаються з системи стійок і направляють, забезпечують точність будівництва котеджу або удома до декількох мм. Складання каркаса, без збитку для якості металоконструкції, може здійснюватися у будь-яких погодних умовах, у тому числі під дощем(на відміну від клеєних виробів з дерева або цеглини, пінобетону.)

Відносно низька вартість будівництва модульних будівель - будинків і котеджів - визначається наступними підставами:

По-перше, вага готової будівлі зазвичай не перевищує 100 кг/м.кв. площі будівлі, що дозволяє скоротити вартість витрат на будівництво фундаменту котеджу в 4-5 разів.

По-друге, висока продуктивність праці, що забезпечується особливостями металевих конструкцій.

У третіх, усі деталі каркаса, металоконструкції виготовляються в заводських умовах.

У четвертих, стіни, стелі не вимагають додаткового вирівнювання, дозволяючи обійтися без "мокрих" технологічних процесів.

У п'ятих, термін будівництва і оздоблення будинку або котеджу площею 200-300 м.кв. складає 1,5-3 місяці бригадою з 3-4 чоловік, що значно скорочує вартість будівельних робіт.

І останнє, але не менш важливе - зменшуються транспортні витрати на будівельну техніку!

Економія і фінансів і часу не йде на шкоду ні якості, ні індивідуальності будинку, що будується, або котеджу.

Серійне виробництво і уніфікація елементів абсолютно не означають одноманітності будівель. Будинки красиві і різноманітні з точки зору архітектури, а будівництво котеджу завдяки технології модульного складання буде проведено по вибраному самим замовником варіанту

комплектації, різноманітити зовнішню обробку: від економічної до ексклюзивної.

Будь-який типовий проект будівництва котеджу або будинку (а їх величезна кількість) можна доповнити за бажанням замовника - веранда, додатковий санвузол або спальня і так далі - персональна комплектація зробить будинок оригінальним і неповторним.

У нашій країні технологія модульного будівництва може широко використовуватися для будівництва не лише приватних будинків, але і будь-якого доступного житла в містах і сільській місцевості, для оперативного зведення зручних і недорогих будинків для переселенців, в місцях катастроф, при будівництві вахтових селищ, військових казарм і тому подібне. Використовуючи універсальні металоконструкції можна будувати комерційні і промислові об'єкти(готелі, магазини, ресторани, офіси, склади, ангари і тому подібне).

Міцність і довговічність сталевих конструкцій і фантазія архітектора дозволяють створювати з профілів сучасні і надійні заміські будинки і котеджі, що здобули велику популярність як за кордоном, так і в Україні. [2]

Стіна(термопанель) складається з**:**

- сталевих термопрофілей, сполучених між собою гвинтами-саморізами. Використовувані вертикальні стійки, горизонтальні направляючі і сполучні елементи створюють металокаркасу швидкозведених будівлі;

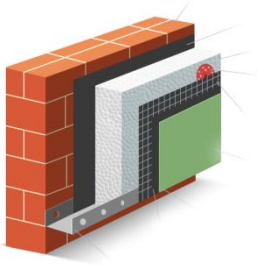
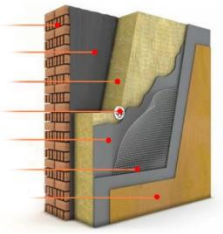
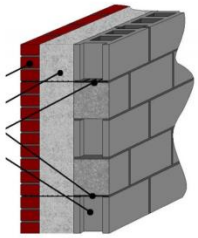
- ефективних утеплювачів(мінераловатні базальтові плити, ековата, пінобетон, пінополістерол та ін. в залежності конструктивного рішення). Утеплювач негорючий, екологічно безпечний і забезпечує високі теплофізичні параметри стіни;

- гипсо-волокнистих листів з внутрішнього і зовнішнього боку стіни(можливе застосування інших матеріалів);

- пароізоляційних плівок.

Обмеженням для застосування різних видів утеплювачів є умова пожежної безпеки конструкції (таб.).

Таблиця 2 3 - Варіанти наповнення стін за технологій ЛСТК

Матеріал утеплення стін	Ескіз	Основні властивості
Базальтова (кам'яна) вата		Базальтова (кам'яна) вата володіє високими екологічними, пожежостійкими і теплоізоляційними показниками. Виготовляється на основі базальту і вапняку, що дає базальтовому волокну високу стійкість до впливів органічних речовин.
Мінеральна вата		Вона характеризується значною стійкістю до високих температур і дії хімічних речовин. Мінеральна вата володіє також відмінними тепло- і звукоізоляційні властивостями
Полістиролбетон		Полістиролбетон має гарну конструкційної міцністю. Полістіролбетоні блоки поєднують в собі переваги бетону (міцність), деревини (легкість обробки) і пінополістиролу (високі тепло- і звукопоглинальні властивості).
Пінобетон		Низька щільність - малі вагові навантаження; низька теплопровідність - зведення будинків без використання додаткової зовнішньої теплоізоляції пожежобезпечне, високі звукоізоляційні властивості; несхильність гниттю; низьке водопоглинення, стійкий до перемінного заморожування, відтаванню повітропроникність - приміщення «дихає» гарна звуко- і шумоізоляція зручний в обробці - добре ріжеться, має ідеальну поверхню під будь-який вид оздоблення

Для металевих конструкцій зовнішніх стін при будівництві каркасних будинків використовують профіль просічення – термопрофіль. Термощіли

(перфорація) стінки термопрофіля значно знижують масу металокаркасу і скорочують втрати тепла через термопанель. Це досягається за рахунок подовження шляху холодного потоку і особливості крайових властивостей прорізів. Товщина матеріалу термопрофіля також впливає на зниження втрат, які можуть бути менші, ніж тепловтрати для будов з каркасом з цілісного дерева. Перфорований термопрофіль виконують заввишки перерізи 100, 120, 150, 175, 200 і 250 мм. Маса цинкового покриття - не менше 275 г/м^2, що відповідає товщині шару цинку 20 мкм з обох боків. Після того, що пробляє отворів в такои термопрофіле відпадає необхідність в якій-небудь додатковій їх обробці, оскільки шар цинку має ефект«, що »заліковує, тобто переходить на незахищені поверхні[25,28].

Захист зовнішньої термопанелі з термопрофіля від атмосферних чинників(зовнішня обробка) може виконуватися практично з будь-яких матеріалів: цегли, сайдингу, дерев'яних панелей,, сталевих касет. Для того, щоб зовнішня волога або конденсат зсередини не пошкодили термопрофиль і інші матеріали стіни, рекомендується застосовувати систему «вентильованого фасаду». В цьому випадку між зовнішнім оздобленням і металокаркасом ЛСТК створюється вентильований простір. По цьому повітряному проміжку будь-яка волога віддаляється від стін. Приплив повітря здійснюється через спеціальні продухи, розташовані у вікон, дверей, в парапетах і у цоколя зовнішніх стін швидкозведеної будівлі.

Вітрозахист зовнішньої стіни формується із зовнішніх вологостійких гіпсових листів(ГКЛВ/ГВЛВ) завтовшки 9мм або із спеціальних вітрозахисних плівок. Найбільш важливою функцією вітрозахисту є збереження тепла за рахунок оберігання теплоізоляції від дії потоку повітря, циркулюючого у вентильованому проміжку(відносного вітру). Якість вітрозахисту залежить від того, наскільки герметичні матеріали самі по собі, і від того, наскільки герметичні з'єднання.

Герметичність будівлі по відношенню до вітру, повітрю і міграції пари через конструкцію істотно впливає на енергоспоживання, функціонування

вентиляції і внутрішній комфорт приміщень. Надмірне зволоження термопрофіля металевих конструкцій є однією з головних причин корозії. Потоки повітря через пароізоляцію можуть створювати дискомфорт у будівлі у вигляді протягів. Можливе зволоження утеплювача(при конденсації пари води) збільшує його теплопровідність і енергоспоживання на обігрів приміщень. Кліматичні бар'єри, стіни, пола між квартирами має бути також добре ізольовані проти витоків повітря в цілях зниження можливого забруднення(пил, ензими і тому подібне) і зменшення розповсюдження повітряного шуму[25,28].

Пароізоляційний бар'єр термопанелі, як правило, складається із стійкої до старіння вологозахисної поліетиленової плівки завтовшки 0,1-0,2 мм. Паробарєр необхідно розташовувати як можна ближче до теплої сторони стіни. Якщо внутрішня частина зовнішньої стіни складається з двох шарів гіпсових листів(ГВЛ/ГКЛ), то плівку рекомендується розташовувати між цими листами. Якщо застосовується тільки один шар гіпсових листів, то паронепроникний бар'єр монтують між термопрофілями металокаркасу і гіпсовим листом.

Збереження герметичності зовнішніх стін в процесі експлуатації забезпечується надійним прикріпленням до конструкцій пластикового покриття або його герметичним зварюванням. З'єднання двох плівок повинне мати перехлест як мінімум 200 мм. Склеювання країв плівки клейкою стрічкою не рекомендується, оскільки її стійкість до старіння неможливо передбачити, а склеювальний шар може руйнувати деякі види плівок. Для мінімізації кількості з'єднань рекомендується використання більш форматної плівки. По можливості слід уникати того, що пробляє отворів в поліетиленовій плівці для підведення комунікацій через зовнішні стіни. Теплоізолююча ефективність термопрофіля металевої конструкції зовнішньої стіни залежить від мінімізації «містків холоду», типу ізоляційного матеріалу і способу його укладання, наявності хорошого вітрозахисту і паронепроникного бар'єру. В основному, в якості утеплювача застосовують

мінераловолокнисті плити (МВП). Є важливим повне заповнення утеплювачем усіх порожнин в стінах, особливо поблизу термопрофілей. Для цього при заповненні МВП їх розміри мають бути більші(зазвичай на 5 мм) по довжині і ширині, чим розміри між стійковими термопрофілями термопанелей. Товщина МВП повинна відповідати ширині термопрофіля металевої конструкції панелі. Для зниження теплопередачі вертикальний і горизонтальний термопрофіль мають спеціальну перфорацію по стінці, отвори(просічення); застосовується виправдано тонка сталь і встановлюється мінімально допустиме за розрахунком число термопрофілей.

Неорганічні і хімічно пасивні метал і інші супутні матеріали(утеплювач, внутрішня і зовнішня обшивка стін, обробка), утилізувалися на 100%, Не вбирають і не виділяють в повітря хімікати.

«Канадське суспільство астматиків«(Asthma Society of Canada) визнало повітря в приміщеннях з металокаркасом із сталевих профілів найбільш придатним для астматиків, а також людей, чутливих до хімікатів і алергії.

Додатковою важливою перевагою цієї каркасної технології з точки зору захисту екології є можливість рециркуляції металевих конструкцій необмежена кількість разів в майбутньому.

Профілі металеві з гарячеоцинкованої сталі захищені від корозії упродовж усього терміну служби будівлі. Термін служби сталевих профілів був вивчений в англійській компанії «Бритиш Стил». В результаті було показано, що 275 г/м^2 цинку, що відповідає нашому 1 класу покриття, досить для довговічності приблизно в 100 років.

Для швидкозведених будівель з металокаркасу з ЛСТК потрібно фундамент дрібного заставляння(монолітна плита) або стовпчастий фундамент. Немає необхідності влаштовувати фундаменти глибиною до 2-х метрів з риттям котлованів і гідроізоляції.

Монтажні роботи при будівництві каркасних будинків завдяки легкості і точним, в принципі машинобудівним, розмірам сталевих профілів нагадує складання дитячого конструктора. Швидкість складання - бригада з трьох -

чотирьох чоловік може зібрати повністю металокаркасу удома площею до 600 квадратних метрів за 2-3 тижні.

Відсутність необхідності застосування кранів або вантажопідіймальних механізмів на усіх етапах монтажу металоконструкцій. Особливе значення цей чинник має при будівництві мансард і на віддалі від доріг, а також при необхідності максимального збереження навколишнього ландшафту.

Технологія каркасного будівництва з використанням якісної теплоізоляції в термопанелях і стельових перекриттях дозволяє влаштувати з конструкцій, що захищають, своєрідний «термос», який в закритому стані може зберігати тепло до 2-3 діб не вимагаючи додаткового опалювання, що більш ніж в 2 рази знижує експлуатаційні витрати.

Багатоваріантність фасадних систем при каркасному будівництві(облицювальна цегла, вінілова або металевий сайдинг, імітація під штучний або натуральний камінь, дерев'яна вагонка або «блок-хаус», профлисти з полімерним покриттям і інші сучасні фасадні матеріали) або систем зовнішньої обробки стін швидкозведених будівель**.**

При будівництві каркасних будинків машинобудівна точність розмірів внутрішніх стін, перегородок і стель до мінімуму зводить витрати часу і матеріалів на обробні роботи.

Повна відсутність якої-небудь усадки металокаркасу в період будівництва і експлуатації.

Мінімальний час будівництва каркасних будинків із застосуванням легких сталевих профілів дозволяє істотно понизити витрати замовника і скоротити терміни окупності вкладених коштів.

Відсутність «мокрих» процесів в технології каркасного будівництва дозволяє вести монтажні роботи круглий рік.

Можливість ефективного ремонту і реконструкції швидкозведених будівель. Запити зараз ростуть з кожним роком, і те, що влаштовує сьогодні з часом стає «тісним». Ось тут-то і виявиться зручність стін з металевих конструкцій, які набагато легше замінити або «надставити», чим цегляні або,

припустимо, зроблені з колод. Витрати в цьому випадку буде непорівнянне менший, ніж при перебудові будинків з традиційних будматеріалів.

Широкі можливості для архітектурних рішень і проектів. В якості комплексної будівельної системи ЛСТК можуть застосовуватися для зведення малоповерхових будівель заввишки до чотирьох поверхів. Тобто за бажання можна побудувати як невеликий одноповерховий будинок, так і просторий котедж або таунхаус. На основі каркасної технології і застосовуючи ЛСТК можна зводити швидкозведені модульні будинки. [18]

2.2.3 Дерев'яні будинки з брусу та колод

Прагнення до екологічності забезпечує незмінну популярність дерев'яним будинкам. Технологій будівництва таких котеджів декілька - з колод, клеєного бруса і по каркасному методу. Дерев'яні колоди і брус проходять обробку у виробничих умовах, максимально підігнані, що забезпечує їх високу якість. Оциліндровані колоди відрізняються зниженою вологістю, дають меншу усадку, що дозволяє відразу приступати до обробних робіт. До того ж, котедж з оциліндрованих колод не вимагає додаткового облицювання. Природна краса дерева надасть презентабельному вигляду як фасаду будинку, так і інтер'єру.

Рисунок. 2.7- Дерев’яні будівлі з брусу та колод

Виробники пропонують вже готові проекти з колоди і бруса, так би мовити, в розібраному виді. На ділянку привозиться будівельний матеріал, і будинок збирається, як конструктор, за 4-6 тижнів. Проте потрібно враховувати час на виконання замовлення(місяць-два) і на закладку фундаменту. Сучасні будинки не дають усадку і дозволяють економити на внутрішній обробці. Якщо ви зупинили свій вибір на дерев'яному будинку з натуральної колоди, то в результаті ви отримаєте елітний будинок з чудовим мікрокліматом(це особливо актуально для людей, що страждають астмою або алергією). Проте такий будинок доведеться почекати - знадобиться рік, щоб коробка дала усадку і можна було встановлювати вікна і двері, а також робити обробні роботи[25,28].

Будинки їх клеєної колоди або бруса мають переваги і в той же час позбавлені недоліків необробленого дерева - не дають усадку і стійкіші до ушкоджень мікроорганізмів.

Вартість будинків з колоди - від 800 у. е./ $м^2$, з клеєної колоди або бруса - від 450 у. е./$м^2$.

Будівельна компанія здійснює будівництво котеджів з дерева, за найсучаснішою технологією, основою якої є соснова і ялинова колода. Але для того, щоб ефективно використати його при будівництві котеджу, що зводиться відповідно до вимог сьогоднішнього замовника воно повинне видозмінитися.

Останніми роками став особливо популярний так званий брус, що калібрувався. На відміну від звичайних колод, його поверхні надається певної форми - від прямокутної до звичної круглої. Кожен елемент бруса, що калібрується, строго стандартизований, тому при складанні або будівництві котеджу не виникає проблем з підготовкою і шпаклівкою щілин між колодами. Як правило, брус випускається вже обробленим антисептиками і іноді вже забарвленим. Для усунення основної вади деревини -трещин, що виникають при сушці,- проводять додаткову підготовку.

Розвинені північні країни - Канада, Фінляндія, Швеція сьогодні будують котеджі з профільованої колоди або бруса. Звичайні колоди хвойних порід піддаються або розпилюванню у брус, або «обкоруванню» і грубій оцилиндровке. Потім робиться «пікіровка» - тонкий пропіл по усій довжині колоди, досягаючий його серцевини. Ця операція дозволяє зняти внутрішню напругу, що виникає при сушці деревини, і виключити тріщини в деревині.

Тріщина піде уподовж пропіл, і, при подальшій профілізації, буде розташована в нижній частині колоди. Ця операція дозволяє просушити деревину до 8-12%. Матеріал для будівництва котеджів вищої якості виходить з клеєного бруса. Колода кілька разів розпилюється уподовж, потім висушується і склеюється. Після профілізації і зовнішньої обробки спеціальним складом виходить вогнетривкий і не схильний до гниття матеріал, що практично не дає усадки.

З такого матеріалу виготовляється сухий брус із спеціальним гребінчастим профілем. Оригінальна конструкція профілю основного елементу стінки дозволяє відмовитися при будівництві котеджів від ізоляційних матеріалів, оскільки теплопровідність в місцях стиків практично відповідає теплопровідності суцільної стіни. На сучасних технологічних лініях здійснюється торцювання або різання на потрібну довжину, бруси або колоди поступають на верстат для зарізу «лап» або профілізації замків складнішої форми, обробки кутових пазових з'єднань, прочностные характеристики яких істотно перевершують традиційні. Використання таких з'єднань забезпечує стійке утримання стін під кутом 90° один відносно одного і фундаменту. Для будівництва зроблених з колод котеджів випускають круглі колоди діаметром від 15 до 23 см, а клеєний строганый брус перерізом от9, 5 до 23 см

Дерев'яна архітектура - споконвічно народна традиція. Добротно побудований дерев'яний житловий котедж - не лише престижне придбання, яке прослужить Вам не один десяток років, але і ідеальне місце для роботи і відпочинку.

Збірні будинки з брусу можуть бути збудовані за типовим або за індивідуальним проектом.

Після розробки проекту заготовлюється стіновий матеріал. Кожен елемент майбутньої будівлі нумерується та складається в палети. Процес транспортування брусу здійснюється спеціальним автотранспортом з дотриманням усіх технологічних особливостей перевозки. Матеріал обов’язково обробляється антисептиком.

Підготовка та заливка фундаменту. Будь – який будинок потребує надійної основи, в тому числі і дерев’яний будинок. Зазвичай, для такого типу житла обирають стрічковий тип фундаменту.

Брус транспортується на ділянку з готовими пазами та чашками, що в свою чергу забезпечує швидкість складання конструкції. В процесі збірки враховуються усі комунікаційні лінії. На ділянці, елементи складаються в будинок[25,28].

Перед початком монтажних робіт ми готуємо вироби: підтягуємо кріплення, усуваємо дефекти, окрім цього перевіряємо опори, робимо вирівнювання і вивіряння по висоті. Монтаж дерев'яних конструкцій проводиться відповідно до розробленого проекту за заздалегідь виконаними розрахунками. Сучасні способи монтажу забезпечують міцність, незмінність і стійкість встановлюваних елементів, безпеку установки.

Рисунок. 2.8- Монтаж дерев’яного будинку з брусу

Монтаж поодиноких ферм проводиться в зібраному виді, починаючи з країв. Рами і арки монтуються зібраними або збираються в процесі з великих елементів, використовуються монтажні вишки. Монтаж стінних панелей проводиться від низу до верху на розмічену рівну основу з використанням обмежувачів товщини шва. Віконні і дверні блоки ставляться по схилу і рівню, проміжки задуваються монтажною піною.

Будинок з бруса, при дотриманні технологій складання досить добре тримає тепло, але щоб зробити його ще енергоефективнішим, і виключити продування, стіни будинку можна утеплити. Утеплення можна робити як зовні, так і зсередини. Для цього використовують різні утеплювачі, але частіше усього мінвату. Обов'язково утепляють дах і підлогу. Також обов'язково використати пароізоляційну підкладку, щоб уникнути скупчення конденсату в місцях утеплення, що викликає інтенсивне гниття дерева.

2.2.4 Технологія «Термобудинок»

Родоначальником сьогоднішньої технології «Термобудинок» була технологія «PLASTBAU», яка з'явилася в Італії в далеких 70-х роках минулого століття. У 1976 році вже в Німеччині, компанія «Renova-Termodom» налагодила виробництво термоблоків. Технологія прекрасно зарекомендувала себе в Німеччині і начала поширяться по всьому світу, згодом вона дійшла і до України.

Україна першої з країн СНД в січні 1995 року прийняла державні будівельні норми, регламентуючі усі питання будівництва будинків з пінополістирольних блоків незнімної опалубки(ДБН В. 2.6-6-95). По нормах, що діють на сьогодні, в Україні дозволено будівництво Термобудинків заввишки до 5 поверхів включно[22,25,28].

У Німеччині ж будівельні норми дозволяють будувати, застосовуючи цю технологію до 22-х поверхів, а в Грузії - до 9-ти поверхів. Окрім вище перелічених країн технологія Термобудинок популярна в США, Канаді, Ізраїлі, Голландії, Фінляндії і багатьох інших. У Болгарії, наприклад, хазяїн будинків побудованих з використанням енергозберегаючої технології Термобудинок звільняються від сплати податку на землю строком до 15 років.

В Україні технологія Термобудинок з кожним роком стає популярнішим. Підтвердження цьому, нагородження почесним званням «Кращий винахід в галузі будівництва», в 2004 році під час участі в престижному конкурсі «Винахід - 2004».

Технологія вражає своєю простотою, економічністю, а головне - результатами.

Термобудинок - це будинок, стіни якого зведені з легких пінополістирольних блоків (рис.2.9). Такі блоки називаються термоблоками і являються, по суті, незнімною опалубкою. Заповнені бетоном, вони утворюють монолітну стіну завтовшки 150 мм, утеплену з двох сторін пенополистирольною плитою по 50 мм з кожною[25,28].

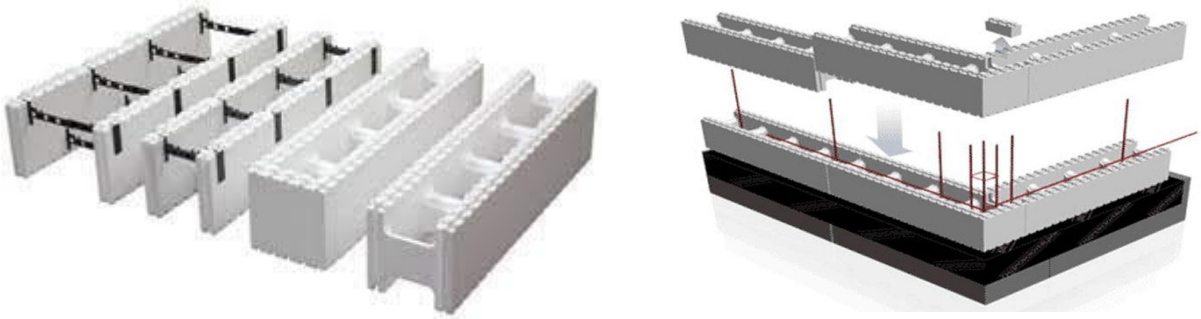


Рисунок 2.9 – Термоблок

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

Бетонна суміш заливається в спеціальну опалубку, що надає потрібної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям. А після того, як бетонна суміш придбає необхідну міцність, незнімна опалубка служить повноцінною частиною стіни і виконує функції тепло-, звуко-, гідроізоляції.

Блоки незнімної опалубки є двома пластиною з щільного пінополістиролу, сполученою між собою міцними перемичками. Вони мають порожнини, які в процесі будівництва армуються і заповнюються бетоном. Верхня і нижня площині елементів системи незнімної опалубки забезпечені спеціальними замками складної форми, подібно до складання кубиків в популярній дитячій грі «ЛЕГО». Їх конструкція дозволяє відмовитися від застосування тимчасових підпірних елементів і ідеально витримує геометричні розміри стін, забезпечуючи герметичність з'єднань і блокуючи витікання бетону. На внутрішніх поверхнях усі блоки мають пази у формі «ластівчин хвіст», що забезпечує надійність зчеплення бетону із стінками блоку. Пінополистирольна незнімна опалубка є ідеально рівною поверхнею, готовою під обробку будь-якими матеріалами. Оздоблення кріпиться або клейовим з'єднанням з полістиролом, або механічним кріпленням в тіло бетону. Таким чином, застосовуючи технологію монолітного будівництва з пінополистирольної незнімною опалубкою, в ході однієї технологічної операції зводиться монолітна залізобетонна стіна, що має з внутрішньою і зовнішньою сторін тепло- і звукоізоляційну оболонку, яка повністю виключає утворення мостів холоду. Зовнішній шар утеплювача захищає і захищає монолітну конструкцію, від дії зовнішніх чинників довкілля, зокрема від промерзання, а внутрішній шар служить бар'єром по теплообміну між нагрітим повітрям внутрішніх приміщень будинку і стінами.

Спінений пінополістирол є екологічно чистим і паронепроникним будівельним матеріалом. Цей матеріал не радіоактивний, хімічно нейтральний(тобто не є поживним середовищем для бактерій і пліснявих грибів), стійкий до вологості, не розкладається і не забруднює ґрунтові води, не притягає комах і гризунів. Зовні пінополістирол схожий на пінопласт, але

кардинально відрізняється за своїми фізико-механічні властивостями, завдяки яким заслужив на особливу увагу як утеплювач і як форма для незнімної опалубки, яка гарантовано витримує тиск бетону при монолітному будівництві. Варто додати, що пінополістирол абсолютно нешкідливий, з нього роблять формувальні упаковки для харчових продуктів! По своїй зовнішній схожості його хоч і плутають з пінопластом, але, під час виготовлення сировини, з нього виключають шкідливі домішки фенолу, і додають добавки, які перешкоджають горінню матеріалу.

Переваги технології монолітного будівництва будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки :

Технологія монолітного будівництва будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки дозволяє значно прискорити процес зведення будівлі(до 10 разів порівняно з іншими способами будівництва), тобто і заощадити гроші.

Монолітні несучі стіни в 2,5 разу тонше, ніж стандартні цегляні стіни. Таким чином, при зведенні будинку 10х10 м, його внутрішній простір додатково збільшується на 15 кв.м. Це ціла кімната.

По своїй теплопровідності стіна завтовшки 0,3 м., побудована за технологією монолітного будівництва із застосуванням незнімної опалубки, замінює цегляну стіну завтовшки 2,3 метри. Це дозволяє скоротити витрати на опалювання будівлі в 3-3,5 разу в порівнянні із стандартною(завтовшки 1 м.) цегляною стіною. У цьому будинку тепло взимку і прохолодно влітку.

Технологія монолітного будівництва будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки дозволяє суттєво понизити навантаження на фундамент будинку, що дозволяє використати в монолітному заміському будівництві нові типи дрібно-заглиблених монолітних фундаментів з нижчими розцінками на їх споруду. Це істотне зниження витрати на будівництві заміського будинку, котеджу.

Технологія монолітного будівництва будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки дозволяє вести будівництво

малоповерхових будинків і котеджів без застосування важкої техніки : блоки легко доставляються і монтуються руками з використанням будівельних лісів, бетон укладається відразу на висоту до 4 метрів. Це дозволить зберегти ландшафт вашої ділянки[22,24,25.28].

Технологія монолітного будівництва будинків допускає поєднання незнімної опалубки з традиційними матеріалами(цегла, блоки, дерево та ін.) і будівельними конструкціями практично у будь-якій комбінації, що дає можливість реалізувати за замовленням клієнта практично будь-які проекти котеджного будівництва заміських будинків, дач - від унікального стилю зовнішньої архітектури до індивідуального планування внутрішніх приміщень;

Завдяки легкості і швидкості зведення монолітних стін в незнімну опалубку, побудувати котедж або будинок можна на ґрунтах будь-якого типу у будь-яку пору року за будь-яких кліматичних умов

Пінополістирол є негорючим самозатухающим матеріалом - він перешкоджає поширенню вогню і не виділяє при горінні токсичних хімічних сполук. Це забезпечує високу пожежобезпеку будівлі.

Основна перевага цієї технології полягає в можливості звести багатошарову конструкцію з низькою теплопровідністю за один технологічний цикл. Тобто стіна вже в процесі будівництва виходить «теплою» і є сендвічем, як і в першому випадку, тільки навиворіт: усередині залізобетон, зовні 0 теплоізоляція.

Система «термобудинок» припускає широкі можливості для обробки стін. Наприклад, зовні котедж можна облицьовувати цеглиною, обшити вініловим сайдингом, обштукатурити або пофарбувати. Для внутрішнього оздоблення стін - використати гіпсокартон, штукатурку, керамічну плитку.

Слід також відмітити, що в «термобудинку» прокладення комунікацій може робитися одночасно з укладанням блоків(до заповнення їх бетоном). Що не лише допомагає скоротити термін будівництва, але і продовжити термін безаварійної експлуатації труб і електропроводки.

Переваги технології термодом:

- зниження собівартості будівництва до 40% порівняно з цегляним будинком;

- високі темпи будівництва(2 місяці «під ключ»);

- надійність(гарантія до 100 років);

- економія коштів на фундаменті(до 2-х разів) і обробних роботах;

- економія коштів на опалюванні(окупається за 6 років на заощаджені засоби);

- високі теплотехнічні характеристики(25см = 180см цегляної кладки).

Блок пінополістирольний стінний (відкритий) 1000х250х2501шт. – 135 грн.

Блок пінополістирольний кутовий (закритий) 1000х250х250 1шт. – 135 грн.

Споживання енергії для опалювання будинку. Величини енергії, необхідної для опалювання будівель, побудованих по системі ТЕРМОДОМ, і будівель, зведених по традиційних технологіях (стіни з цеглини або з порожнистих бетонних блоків), для порівняння приведені в таблицях 2.4 - 2.5:

Таблиця 2.4 - Порівняльна характеристика приведеного опору теплопередачі для різних матеріалів

Найменування і характеристики матеріалу	Незнімна опалубка	Цегла червоний	Брус деревний	Керам-зитобетон	Пінобе тон	Залізобетон
Товщина захисної конструкції,	0,3 м	2,3 м	0,52 м	1,01 м	0,75 м	4,5 м
Приведений опір теплопередачі	3,2	2,9	2,88	2,88	2,88	2,41
Коефіцієнт теплопровідності	0,05	0,81	0,18	0,35	0,26	1,86

Таблиця 2.5 - Порівняльна характеристика цегли і термоблоку

Найменування	Термоблок	Цегляний будинок
Коефіцієнт теплопровідності стіни, Вт(м-К)	0,28	0,95
Температура в приміщенні, °С	18	18
Питома теплова характеристика будівлі, Вт($м^3$-°С)	20	65
Об'єм будівлі, $м^3$	600	600
Кількість теплоти для обігріву будівлі об'ємом 600 $м^3$ впродовж 1 години	600$м^3$×20Вт/м3×1 година =12 кВт-час = 43 200кДж	600$м^3$×65Вт/$м^3$×1 година =39 кВт-час = 140 400 кДж

Іншими словами, на опалювання будинку площею 200 м.кв., побудованого за технологією «Термобудинок», Ви витратите енергії в 3 рази менше, ніж для опалювання будинку такої ж площі, побудованого з цеглини.

Таблиця 2.6 - Технічна характеристика стіни

Найменування	Стена за технологією «Термобудинок»
Товщина стіни	270 мм (з них: 150 мм - бетон; решта - 100 мм(50 мм × 2) пінополістирол)
Маса 1 м. кв. стіни без обробки	360 кг
Витрата бетону на 1 м. кв. стіни	0,13 м. куб.
Коефіцієнт теплопровідності стіни з бетоном	не більше 0,036 Вт(м-К)
Межа вогнестійкості стіни	2,5 години
Паропроницаемость стіни	0,032 мг(м.ч.Па)
Акустична ізоляція стіни	53 дБ
Водопоглинання стіни за 24 години	0,1% за об'ємом
Розрахунковий термін служби стіни	не менше 120 років
Морозостійкість стіни	не менше 300 циклів
Опір теплопередачі	більше 3,2 $м^2$ До/Вт

Зразкова вартість будівництва котеджу за цією технологією - від 450 у. е./$м^2$.

2.2.5 Будинок з теплоефективних блоків

Теплоефективні блоки розробили вчені НДІ «Теплостін». Так як будь-яка будівля потребує обов'язкових робіт по його утеплення, облаштування фасаду і внутрішнього облицювання приміщень, то виникла ідея створення багатошарового будматеріалу. Його завдання: повністю усувати одні, і значно полегшувати інші етапи будівництва[24,25,28].

Так з'явилися теплоефективні блоки, що мають тришарову структуру:

– Порізована керамзитобетоном (щільність 1200 – 1400 кг/м. куб., клас В7,5 – С8/10).

– Утеплювач – пінополістирол (щільність 25 кг/м. куб).

– Рельєфний шар простого бетону (щільність 1500 – 1700 кг/м. куб, клас С8/10 – С10/12,5).

Такий «теплий блок» (рис.2.10), стандартний розмір якого 400/300/200 мм, має всередині базальтопластікові стрижні з наконечниками для надійної фіксації всіх шарів

Рисунок 2.10 – Термоблок

Технологія передбачає швидкісне будівництво малоповерхових будинків із стінами з багатошарових теплоефективних блоків і включає наступні підсистеми[25,28]:

- заглиблені на не велику глибину утеплені монолітні залізобетонні фундаменти, поєднані з цоколем, на піщаній подушці(можливі палі на слабонесучих ґрунтах);

- стіни будівель з теплоефективних блоків із зовнішнім декоративним захисним шаром;

- монолітні просторові залізобетонні каркаси(допускається зведення споруд до трьох поверхів включно без використання каркаса);

- збірні перекриття;

- покрівля з полімернопесчаної черепиці;

- малі архітектурні форми для прикраси фасаду.

Технологія забезпечує будівництво «коробки» будівлі всього за декілька днів. Удома, побудовані за системою швидкісного житлового будівництва відрізняють: низька собівартість, підвищені експлуатаційні якості, архітектурна виразність. Вони відповідають першому - вищому класу капітальної споруд(при використанні каркаса). Вживані у будівництві матеріали і технології забезпечують найжорсткіші вимоги по екології, пожежастійкість, теплозбереженню і довговічності.

Основні технологічні особливості швидкісного житлового будівництва:

- будівництво ведеться спеціалізованими бригадами висококваліфікованих робітників з 3-5 чоловік;

- застосовується потоковий метод будівництва з використанням мережевих графіків;

- проводиться попереднє навчання робітників технологіям і методам ведення будівельних робіт;

- обов'язково використовуються ефективні будівельні конструкції, матеріали, механізований інструмент, пристосування і інженерне устаткування;

- для прискорення термінів будівництва і ведення його з постійно високою якістю застосовується принцип матеріальної зацікавленості робітників і співробітників ІТР.

В результаті з'явилася можливість будувати швидко і недорого, що так необхідно нашій країні нині.

Практика зведення стін за технологією швидкісного житлового будівництва з багатошарових теплоефективних блоків показала наступні переваги будівництва в порівнянні з традиційними:

- Високі теплотехнічні характеристики стін.

При експлуатації будинків, побудованих з цих блоків, витрати на опалювання в 3-3,5 разу менше ніж в цегляних будинках. Стіни з цих блоків створюють так званий ефект «термоса», т. е. вони не пропускають через себе ні холод, ні тепло. Тому в такому будинку взимку тепло, а влітку прохолодно.

- Зниження термінів будівництва.

Кладка стін з багатошарових теплоефективних блоків з декоративним зовнішнім шаром ведеться в один ряд(ланцюгова система) по аналогії з дитячими будівельними кубиками і на клейові склади(плитковий клей для зовнішніх робіт). Тому робота не вимагає високої кваліфікації. Поклав блок - стіна готова. Зовні блок має декоративне оздоблення, а зсередини стіна обробляється гіпсокартонними листами або штукатуриться. Така кладка дозволяє досягти більшої швидкості зведення стін.

- Економія вартості матеріалів.

- Економія при спорудженні фундаментів.

Стіни з багатошарових блоків в 2-3 рази легше за цегляних. Тому створюють значно менше навантаження на фундаменти, що призводить до зниження вартості і трудомісткості цих робіт. Економія складає приблизно 15-20%.

- Зниження транспортних витрат.

Витрати на транспортування залежать від об'єму і ваги конструкцій стін і перекриттів. Товщина стін з теплоефективных блоків майже в 2 рази менше ніж з цеглини, а вага в три рази. Таким чином, і об'єм перевезень, а, отже, транспортні витрати у декілька разів нижче.

- Економія зведення 1 м^2 міжповерхового перекриття.

Вартість 1 м^2 збірно-монолітного перекриття на 60% нижче перекриття з пустотних плит, а вага зменшується в два рази.

- Отримання додаткової корисної площі.

Корисна площа у будинку збільшується без яких-небудь додаткових витрат. Вживана технологія дозволяє зменшити товщину стіни в порівнянні з цегляною і при цьому зберігаються усі теплоефективні властивості самого будинку. Таким чином, переваги зведення стін з 3-слойных теплоефективних блоків очевидні. [8,19]

2.2.6 Технологія індивідуального будівництва та екологія (ТІБЕ)

Процес будівництва власного житла найкраще довірити професіоналам, адже в такому разі тривалість експлуатації житла буде підвищена, а якість роботи - висока. Однак, для найму спеціалізованої бригади слід витратити чимало грошей, тому якщо ця сторона питання для вас є досить важливою, то ознайомтеся з технологією ТІБЕ[24,25,28].

Економічність використання технології ТІБЕ вимагає від її застосування великої кількості часу та фізичних зусиль. За цією технологією зводяться не лише будівлі, а й обладнують фундаменти, різноманітні споруди у вигляді гаражів, загонів для худоби, господарських будівель.

При улаштуванні фундаменту потрібна наявність такого обладнання, як бур, за допомогою якого робляться свердловини під палі, що встановлюються в землю. Фундамент, що виготовляється згідно з технологією ТІБЕ, вимагає наявності лише бура, паль і цементного розчину.

Серед переваг використання даної технології слід зазначити:

– улаштування фундаменту можливе практично на будь-якому типі ґрунту;

– загальна вартість всіх будівельних робіт доступна, а конструкція відрізняється міцністю;

– відсутність потреби у наявності електрики на об'єкті;

– відсутність необхідності у наявності певних навичок роботи зі спеціальними інструментами чи матеріалами;

– можливість здійснення будівельних робіт навіть за наявності невеликих грошей;

– можливість зміни термінів роботи, припинення будівництва та її планування під свій режим;

– виконання будівництва за допомогою власних сил;

– використання найпростішого обладнання, що відрізняється надійністю роботи;

– відсутність необхідності у купівлі, зберіганні та транспортуванні великої кількості будівельних матеріалів;

– можливість поєднання з іншими технологіями будівництва будинків.

Серед недоліків застосування цієї технології зазначають:

– необхідність вкладання у будівництво великої кількості тимчасових та фізичних зусиль;

– наявність порожнин у стінах будинку, вони вимагають їхнього заповнення за допомогою монтажної піни;

– високий рівень тепловитрат у будинку, в процесі експлуатації потребує великих вкладень на його опалення.

Розглянемо дану технолога на прикладі будівництва двоповерхового котеджу за технологією ТИСЭ, що охоплює спорудження фундаменту і стін будівлі, розглянемо на прикладі стандартного проекту «Надія». Будинок розрахований на цілорічне проживання сім'ї з 4-6 чоловік. Площа забудови - 81 м^2, загальна площа - 155 м^2, житлова, - 75,7 м^2. Котедж зводився бригадою з чотирьох чоловік, час проведення робіт - 2,5 місяця.

Улаштування фундаменту ТІБЕ.

Цей тип фундаменту (рис.2.11) вважається універсальним, тому що підходить практично для всіх, без винятку типів ґрунту. З його допомогою виходить спорудити будь-яку будівлю на всіх фундаментах, крім скельних основ. Фундамент ТИСЕ є відмінним нульовим рівнем, який розташовується на ґрунтах із високою пучністю.

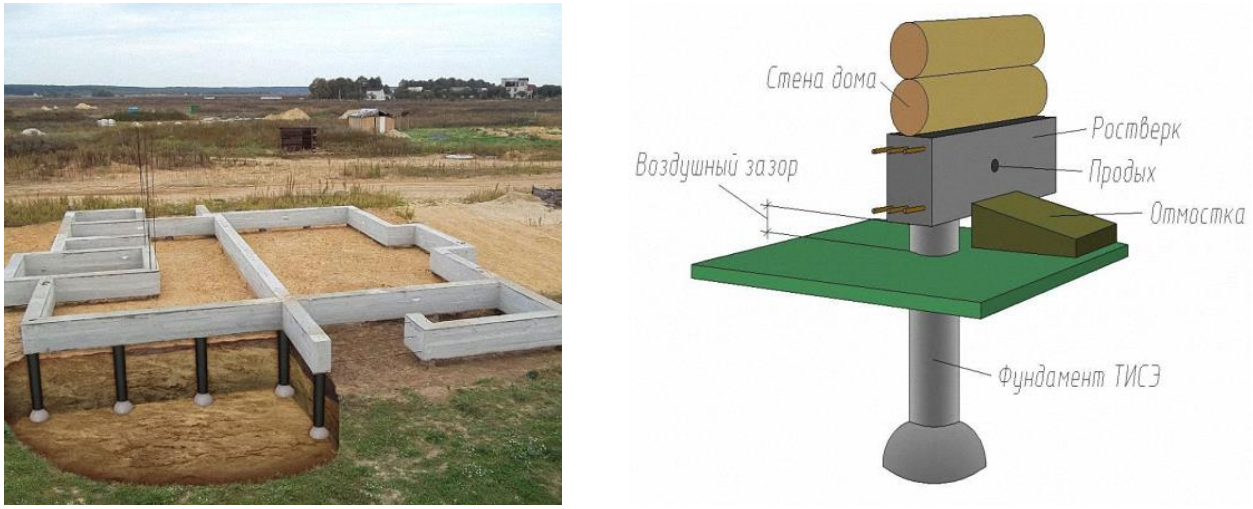


Рисунок 2.11 – Улаштування фундаменту по технології ТІБЕ

Серед основних етапів зведення фундаменту за технологією ТІБЕ слід зазначити:

Перед початком робіт провели аналіз ґрунту і визначили його тип, оскільки від цього залежить вибір типу фундаменту. Ґрунти на ділянці виявилися пучинистими, так що фундамент стали споруджувати стовпчасто-стрічковий. Конструкція утворюється з опор, заглиблених нижче рівня промерзання, і надземної частини – стрічковий ростверк.

При створенні стовпчасто-стрічкового фундаменту використали ручний фундаментний бур (ціна - 50 $) для виконання опорних свердловин з розширеною порожниною на дні. Дії виконувалися двома робітниками, що дозволило значно понизити вартість цього етапу будівництва.

Спорудження фундаменту розпочали з буріння свердловин під опори. Після цього(на кожну йшло близько години) в неї заводили заздалегідь підготовлену арматуру, виконану у вигляді двох U- образних скоб з

арматурної сталі діаметром 12 мм, розташованих хрестоподібно. Кожна скоба виготовлялася з прутка арматури завдовжки 3 м з розрахунку, щоб готовий каркас виступав зі свердловини на 15-20 см

Подушки з піску або гравію при спорудженні стовпчастого фундаменту подібного типу не створюються!

Потім приступили до заповнення свердловини бетоном наступного складу по об'ємних частинах(цемент-пісок-щебінь-вода): 1: 3: 2: 0,7. При цьому використали цемент марки М400, щебінь-гранітний, оскільки пористі матеріали(цегла, вапняний щебінь, керамзит, шлак) суттєво знижують морозостійкість фундаментного стовпа, що надалі може привести конструкцію в аварійний стан.

Перед початком заповнення бетоном у кожної свердловини встановили кілочки-покажчики рівня нижньої кромки стрічкового ростверку. Причому мінімальний проміжок між ґрунтом і ростверком повинен складати 15 см(він потрібний для подальшої усадки будинку). Бетон укладали шарами по 15-20 см і ущільнювали ретельним штикуванням. Саму бетонну суміш готували не більше ніж на годину роботи і реалізовували до моменту схоплювання.

При зведенні фундаменту будинку використали бур для буріння опорних свердловин з розширеною порожниною на дні[25,28]

Розміри свердловини, що формується в землі ручним фундаментним буром: максимальна глибина свердловини - 1,9 м; діаметр циліндричної частини свердловини - 0,25 м; діаметр розширення нижньої частини - 0,4; 0,5; 0,6 м.

Для визначення кількості і розмірів фундаментних стовпів, кроку їх установки провели розрахунок, в якому враховували здатність ґрунту, що несла, вагу будинку з експлуатаційним навантаженням і розподіл ваги під стінами, що несли. Для визначення глибини заставляння фундаментних стовпів необхідно знати глибину промерзання ґрунту в цьому районі (для м. Запоріжжя - 90 см), тип ґрунту, рівень ґрунтових і паводкових вод і їх сезонні зміни.

Керуючись результатами розрахунків, прийняли наступні характеристики опор : діаметр розширення нижньої частини - 0,6 м, загальна глибина буріння - 1,6м, крок установки - 1,5м. Опори повинні розташовуватися по кутах будинку, по периметру і під внутрішніми стінами першого поверху, що несуть, із заданим кроком(1,5 м). У нашому випадку по периметру будинку було розміщено 24 стовпи, під внутрішніми стінами - 20 стовпів, тобто для створення підземної частини фундаменту знадобилися всього 44 стовпи - опори.

Після заповнення бетоном нижньої частини свердловини(на 5-10 см вище за розширення) в неї завели згорнуту в трубку пергамінову сорочку, яка утворила гладку частину свердловини. Довжину заготівлі сорочки (1,8 м) прийняли з розрахунку, що вона виступатиме зі свердловини на 15-20 см під верхній обріз забитого кілочка - покажчика рівня. Потім завершили заповнення свердловини бетоном під верхній обріз сорочки.

Торці опор, що наступного дня виступають, покрили бітумом(щоб вода з опор не просочувалася в ростверк і стіни). Процес створення одного стовпа з урахуванням часу буріння свердловини тривав близько півтора годин; на усіх 44 опори пішов тиждень. Коли була закінчена остання опора, приступили до організації горизонтальної перев'язки стовпів - -ростверку.

Опалубку під ростверк заввишки 40 см і шириною 35 см виконували з дощок. (У загальному випадку ширина ростверку визначається шириною стіни, що зводиться, і видом цоколя.) Для спрощення створення опалубки по периметру будинку зробили технологічне відсипання з піску під обріз фундаментних стовпів, ущільнили її і укрили пергаміном. У місці розташування торців опор в пергаміні вирізували отвори під них. Стрічку-ростверк армували прутком діаметром 12 мм - по чотири знизу і згори по перерізу стрічки, але не ближче 3 см від краю. Для цього в опалубку залили шар бетону завтовшки приблизно 4 см і уклали на нього нижні прутки. Далі опалубку заповнили бетоном, не доходячи 4 см доверху, і відразу ж уклали верхні прутки, після чого долили бетон до кінця. Зв'язок між ростверком і

опорами з'являється тільки після повної заливки бетону в опалубку: під вагою бетону відсипання просідає приблизно на 1 см, завдяки чому опори проникають в стрічку фундаменту. Поверхню стрічки (після початку твердіння) ретельно загладжували і контролювали рівнем - на нерівному ростверку робити кладку неприпустимо.

Рисунок 2.12 – Улаштування стрічкового ростверку

Стрічку зволожували упродовж тижня. Розпалубила виконали через 7 діб, після чого видалили технологічне відсипання. Тим самим створили проміжок між ростверком і ґрунтом, компенсуючи пучинисті явища. Думка, ніби при спорудженні подібного стовпчасто-стрічкового фундаменту проміжок слід заповнювати, є грубою помилкою. Порушення цього правила обернеться тим, що грунт, спучившись, просто відірве стрічку від опор.

Приведемо об'єм матеріалів, використаних для спорудження фундаменту. Об'єм бетону, необхідного для опор і стрічки, - 13 м^3. Загальна витрата матеріалів на улаштування фундаменту: цемент - 3,5 т, пісок - 6 м^3, щебінь - 6 м^3, арматура Ø 12 мм А240С- 480 кг, пергамін - 100 м^2.

За цінами середини 2021 р.(м. Запоріжжя) вартість матеріалів склала близько 25 тис. грн.. Загальний час зведення фундаменту - 10 днів.

Міцність бетону дозволяла вже наступного дня після заливки ростверку приступити до зведення стін за технологією ТІБЕ.

Формування модульних блоків стін. Модулі для зведення стін за цією технологією є переставною опалубкою, що дозволяє формувати

безпосередньо на стіні, без підстилаючого розчину, порожнисті стінні блоки з цементно-піщаної суміші з малою кількістю води. Самі модулі(складаються із замкнутої коробчастої форми без дна з товщиною стінок 2 мм і двох пустотоутворювачів (коробок, що вставляються у форму для створення порожнеч), зафіксованих в ній знімними штирями, - чотирма поперечними і одним подовжнім. Також в комплект входить опалубка-компенсатор, призначена для виготовлення укорочених блоків[22,25,28].

Усі складові модуля виконані із сталі. При правильній експлуатації з його допомогою можна відформувати до 10 тисяч стінних блоків, розміри яких кратні звичайній дворядній кладці 1 цеглу (для ТІБЕ-2М) або 1,5 цегли. Це дозволяє комбінувати такі стіни з традиційними будівельними матеріалами.

Модуль випускається в двох основних модифікаціях, що дозволяють створювати блоки наступних розмірів(Д × В × Ш) :

ТІБЕ-2М - 510 × 150 × 250 мм(маса - 14 кг);

ТІБЕ-3М - 510 × 150 × 380 мм(маса - 18 кг).

Рисунок 2.13 - Модулі для зведення стін за цією технологією ТІБЕ

Модуль ТІБЕ-2М в нашому випадку використовувався для внутрішніх стін будинку, ТІБЕ-3М - для зовнішніх стін, що несуть, із засипним утеплювачем. Стінні блоки формувалися в наступній послідовності: у форму встановлювали пустотоутворювачі, фіксували їх, потім в 1-2 прийоми засипали суміш і ущільнювали трамбівкою. Розпалубка (зняття форми з

відформованого блоку) здійснювали відразу після ущільнення суміші. Один блок створювали за 4-7 хвилин. Для здійснення тієї, що розпалубила виймали усі фіксувальні штирі і обережно знімали форму. Площини кутових блоків ретельно вивіряли по вертикалі і горизонталі із застосуванням схилу і рівня. Для виготовлення неполнорозмірних блоків у форму закладали пустотоутворювачів і перегородку-скребок.

Зведення стін. Формування стінного блоку виконується в стіні без підстилаючого розчину, і починати кладку блоків можна вже наступного дня після заливки ростверку. Хочемо підкреслити, що ніякого гідроізолюючого шару між першим рядом блоків і ростверком прокладати не потрібно, оскільки просочуванню вологи перешкоджає шар пергаміну між ростверком і торцями опор. Виходячи з довжини модулів (510мм) і з урахуванням міжблочних проміжків (близько 10мм), довжину стіни рекомендується робити кратною 260 мм (510:2 + 10).

Слід також помітити, що гладкі стінки модуля переставної опалубки дозволяють споруджувати стіни з рівною поверхнею (рис. 2.14), що не вимагає подальшого нанесення штукатурного шару. Це створює додаткову економію на матеріалах, знижує трудові і фінансові витрати. Зводити такі стіни можна на будь-яких фундаментах.

Рисунок 2.14 - Зведення стін за цією технологією ТІБЕ

Перед початком виготовлення блоків першого ряду натягували шнур. Орієнтуючись на нього, встановлювали форму. Зовнішні стіни споруджували за допомогою модуля ТІБЕ. Зведення розпочинали з кладки кутових

фрагментів стіни(для кутової перев'язки) з трьох стандартної керамічної цегли, один з яких розбивали навпіл. Кутову перев'язку можна виконати і з використанням укороченого стінного блоку завдовжки 12 см, але в нашому випадку вибрали "цегляний" варіант як більше декоративний.[22,25,28]

Для створення чергового стінного блоку форму модуля ставили впритул до тільки що завершеного блоку. При цьому пустотоутворювачі закріплювали у формі так, щоб з внутрішньої сторони будинку виходила товща стінка(11 см), а із зовнішньою - тонша(9 см). При виконанні блоків зовнішніх стін для поперечного армування використали базальтові прутки(так звані "гнучкі зв'язки", вартість 1 шт. - 0.23$), що закладаються по одному на кожен блок.

Після витрачання суміші з одного мішка цементу(8-12 блоків) до її схоплювання приступали до вирівнювання і загладжування бічної поверхні стіни, для чого використали напівтерок. Вертикальні проміжки між блоками, отвори від поперечних штирів, нерівності по горизонтальних швах кладки заповнювали цементно-піщаною сумішшю того ж складу. А оскільки особливо ретельну ту, що затерла і повного заповнення отворів розчином не потрібно, їх тільки прикривали(на глибину не більше 1 см).

Для монтажу дерев'яних перекриттів у блоках ще при формуванні виготовляли ніші під розміщення кінців дерев'яних балок перерізом 150 × 50 мм, що встановлюються на ребро. Балки цокольного перекриття спирали безпосередньо на ростверк. Опори балок розташовували в місці сполучення сусідніх блоків з кроком 520 мм(кратні 260 мм). Для створення ніш при виконанні блоку необхідно передбачити додатковий пустотоутворювачі. Заради цього виготовили знімний дерев'яний вкладиш заввишки 200 і завтовшки 50 мм, а його довжину підібрали, виходячи з типорозміру блоку(110 мм для зовнішніх і 45 мм для внутрішніх стін). При тій, що розпалубила вкладиш вийняли. Наступного дня після укладання ряду з отворами під перекриття встановили самі балки, а потім почали формування нового ряду блоків. Так само поступали і при облаштуванні перекриттів між

поверхами. Перев'язку з внутрішніми стінами не здійснювали, внутрішні і зовнішні стіни зводили незалежно один від одного. Якщо простір під завершальний блок був менше його стандартного розміру, такий елемент формували із застосуванням особливої опалубки-компенсатора. Якщо вимагалося помістити блок між іншими, створеними раніше, тоді в пустоутворювачі не вставляли подовжній штир(інакше його неможливо було б витягнути з форми при тій, що розпалубила).

Прямолінійність стіни забезпечували виготовленням блоків по шнуру. Вертикальність конструкції перевіряли через кожні 4 ряди кладки. Якщо стіна відхилилася убік, поверхню кладки затирали полутерком так, щоб встановлювана на неї форма прийняла необхідне положення. Горизонтальність верхньої площини кожного відформованого ряду блоків перевіряли за допомогою рівня. При необхідності її також затирали. Довжина напівтерка для бічних стінок - не менше 50 см, для верхньої площини - не менше 120 см, ширина - 10-15 см(Надалі слід враховувати, що отвори під кронштейни не можна свердлити в місцях стику блоків.)

Зовнішні стіни повинні мати високі теплоізолюючі характеристики. Це можна забезпечити надійним утепленням. У нашому випадку застосовувалася схема із засипним утеплювачем: усередині кожного блоку створювався теплий прошарок з піноізолу товщиною 18 см Така конструкція за теплозберегаючі характеристиками еквівалентна цегляній кладці завтовшки 3 м. Засипку піноізолу з одночасним його ущільненням теж проводили через кожні 4 ряди кладки, після перевірки вертикальності і горизонтальності стіни.

Щоб зовнішні стіни виходили досить міцними, їх через кожні 4 ряди кладки, відразу після засипки і трамбівки утеплювача, армували спеціальною склопластиковою сіткою. Вона не створює містків холоду, виключає ту, що просіла насипного утеплювача і легко розкроюється звичайними ножицями. Особливо стежили, щоб стики сіток в стіні не розташовувалися по вертикалі на одній лінії і не доводилися на кути, віконні і дверні отвори[25].

Формування шару блоків, що утворюють дверний або віконний отвір, починали відразу після завершення кутових елементів цього шару. Блоки біля самих отворів виготовляли з таким розрахунком, щоб майже завжди неминучі неповнорозмірні елементи розташовувалися десь в середині стіни. Ряд під віконним отвором укладали на арматурну сітку(щоб посилити конструкцію в зоні отвору і заглушити горизонтальний канал стіни). Порожнину, що утворилася, засипали утеплювачем, потім застилали пергаміном, а згори покривали тонким шаром розчину. Проміжок між внутрішньою і зовнішньою стінками на бічних сторонах вікна закривали дошкою. У верхніх кутів отворів кладку не доводили до половини блоку, залишаючи уступ під опору для перемички. Порожнину блоку, на яку зіпреться перемичка, заповнювали бетоном. Перемички над віконними і дверними отворами виконували традиційним методом - відливанням залізобетонних елементів в опалубці безпосередньо на стіні(бетон - такий же, як при заливці ростверку). Розміри дверних і віконних отворів робили кратними 26 см(висота вікон - 1350 мм, ширина - 1290, 2060, 770, 1540 мм; висота дверей - 2100 мм, ширина - 890, 790, 1030 мм). При монтажі стандартних дверних і віконних коробок в такі отвори встановлюються компенсуючі дошки. Кріплення коробок до блоків ТІБЕ здійснюється звичайним способом.

Внутрішні стіни. Перший ряд розпочинали з блоків, суміжних із зовнішніми стінами. Пустотоутворювачі блоку внутрішньої стіни фіксували так, щоб в нім виходили дві рівні за об'ємом порожнини, розділені вертикальною поперечною перегородкою. Для втілення архітектурного задуму віконні отвори також обробляли елементами цегляної кладки. Внутрішні стіни будинку армували прутками арматури - для кожного ряду застосовували по два прутка діаметром 6мм, що розташовуються горизонтально. Це дало можливість використати вертикальні канали стін для прокладення в них інженерних комунікацій. Оскільки блоки монтували шарами(у день один шар), зведення стін будинку тривало два місяці.

Стропила і ферми даху сполучали із стінами через брус перерізом 150 × 150 мм, закладений по периметру зовнішніх стін(мауэрлат). Мауэрлат закріплювали на стіні за допомогою заставних елементів, виконаних у вигляді U- образних шматків дроту діаметром 6 мм. Вони розташовувалися по периметру стіни з кроком в 1,5 м і бетонувалися в порожнину блоку. Після закінчення будівельних робіт приступили до монтажу інженерних комунікацій.

Перекриття. Між балками нижнього перекриття кріпили враспор прутки Ø 5 мм з кроком 40 см Поверх стелили покривний матеріал, клали утеплювач (мінвата товщиною 10 см) і той же покривний матеріал. Поверх балок прибивали лаги(брус 5 × 5 см) з кроком в 50 см, а на них - дошки(32 мм), що шпунтують, фанеру(6 мм) і лінолеум.

Підлога в санвузлі укладалася аналогічно, замість лаг стелили дошки(28 мм), що шпунтували. Поверх - ще шар дощок під 45° до балок перекриття, укривали поліетиленом і заливали бетоном(30 мм) з армуванням сіткою. Після застигання бетону на клей клали керамічну плитку.

До балок між першим і другим поверхом прибивали з боків бруски 4 × 4 см і далі - чорнова підлога(20 мм). Усі застелили поліетиленом, на який насипали пісок(7 см). Поверх встановили лаги з кроком в 50 см До них прибивали дошку(32 мм), що шпунтувала, фанеру і лінолеум. До стелі першого поверху прикріпили гіпсокартон (12 мм).

Верхнє перекриття влаштували аналогічно нижньому, проте після укладання утеплювача до балок прибили дошки(28 мм).

На основі описаної технології будівництва будинок загальною площею 155 м^2 розрахуємо за допомогою укрупнених показників вартість виконання робіт з урахуванням вартості матеріалів (табл. 2.6). Для більш комплексного розрахунку оберемо данні вартості матеріалів та вартості робіт в одиниці – у.о.

Таблиця 2.7 - Укрупнений розрахунок вартості робіт і матеріалів

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кіль-ть	Ціна, $ у.е.	Вартість, $ у.е.
1	2	3	4	5
Улаштування фундаменту				
Винесення осей, планування, розробка і виїмка ґрунту	$м^3$	17	18	306
Улаштування горизонтальної і бічної гідроізоляції	$м^2$	39	8	312
Улаштування фундаментів стовпчастих, монолітних залізобетонних ростверків	$м^3$	12	60	720
		ВСЬОГО		1340
Використані матеріали по розділу				
Цемент	т	3,5	70	245
Щебінь гранітний, пісок	$м^3$	12	28	336
Бітумно-полімерна мастика, гідросклоізол	$м^2$	100	3	300
Арматура, дріт в'язальний, пиломатеріал і інше.	компл.	1	170	170
		ВСЬОГО		1050
Стіни, Перегородки, Перекриття				
Приготування бетонного розчину у будівельних умовах	$м^3$	78	15	1170
Кладка стін і перегородок(технологія ТІБЕ)	$м^3$	76	75	5700
Улаштування штукатурної сітки на стіни	$м^2$	100	2,8	280
Заливка перемичок отворів	пог. м	23	16	368
Загладжування поверхонь стін і перегородок	$м^2$	290	1,8	522
Установка і демонтаж будівельних риштувань	$м^2$	78	3,4	265
Улаштування перекриттів по кам'яних стінах	$м^2$	155	12	1860
Ізоляція покриттів і перекриттів утеплювачем	$м^2$	260	2	520
Заповнення отворів віконними блоками	$м^2$	23	35	805
		ВСЬОГО		11 490
Використані матеріали по розділу				
Цемент	т	20	70	1400

продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5
Пісок	$м^3$	44	15	660
Сітка штукатурна склотканина	$м^2$	100	0,5	50
Базальтові прутки(гнучкі зв'язки)	шт.	2300	0,26	598
Утеплювач	$м^3$	32	40	1280
Арматура Ø 6 мм	кг	70	0,4	28
Пиломатеріал обрізний	$м^3$	9	120	1080
Пластикові віконні блоки(двокамерний склопакет)	$м^2$	23	240	5520
			ВСЬОГО	10 620
Улаштування покрівлі				
Монтаж кроквяної конструкції	$м^2$	105	10	1050
Улаштування обклеювальної пароізоляції	$м^2$	105	3	315
Улаштування металевого покриття	$м^2$	105	12	1260
			ВСЬОГО	2625
Використані матеріали по розділу				
Профільований металевий лист	$м^2$	105	12	1260
Пиломатеріал обрізний	$м^3$	4	120	480
Паро-, вітро- і гідрозахисні плівки	$м^2$	105	2	210
			ВСЬОГО	1950
РАЗОМ вартість робіт				15 460
РАЗОМ вартість матеріалів				13 620
ВСЬОГО				29 080

– Підводячи підсумок, помітимо, що, як випливає з практичного досвіду, технологія ТІБЕ забезпечує:

– зниження загальних витрат у декілька разів в порівнянні з іншими будівельними технологіями;

– можливість будівництва без застосування важких підйомно-транспортних засобів;

– можливість будівництва на непідготовлених будівельних майданчиках(без електрики). [16]

2.2.7 Технологія торкретування стін із застосуванням пінополістиролбетону

Швидкомонтовані енергозберігаючі будинки, яким не страшні тріщини і деформації, будують з армованих панелей - сіток, заповнених пінополістиролом.

Вона з успіхом застосовується в Європі, Канаді, США, Ізраїлі, країнах Близького Сходу більше 50 років.

У основі технології швидкого будівництва лежить використання універсальних стінних матеріалів - всесвітньо відомої тришарової панелі(3D panel) і методу торкретування. Панель, названа фахівцями 3D, складається з об'ємного дротяного каркаса і легкого сердечника зі спіненого пінополістиролу. Міцність такої конструкції додатково надають поперечні діагональні стрижні приварені до сітки з арматури з усіх боків. Стандартна панель розмірами 3 на 1.2 метра важить в середньому не більше 20 кілограм.

За показниками енерговитрат, теплозахисту, теплоізоляції, комфортності, простоті, швидкості і вартості будівництва, міцності і довговічності ця система відноситься до високих передових технологій.

У основі технології будівництва із застосуванням тришарової панелі лежить використання стінних панелей(3D panel), що є просторовою фермовою конструкцією, що складається з арматурних сіток і оцинкованих або нержавіючих стержнів, приварених під кутом до сіток, сердечника з пінополістиролу і двох шарів бетону, нанесених методом торкретування.

Ця будівельна технологія базується на методі монолітного будівництва швидкозведених будівель, оскільки стіни і несучі конструкції, зведені із застосуванням є єдиною монолітною конструкцією, а не окремо взятим елементом стіни[24,25,28].

Монтаж здійснюється без застосування важкої будівельної техніки з причини легкості будівельного матеріалу

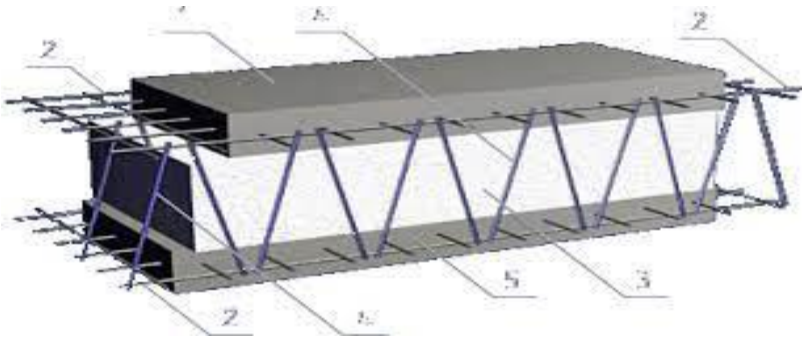


Рисунок 2.15 - Схема «пирога» стіни: 1-зовнішній шар торкретбетонау50-60 мм (клас не нижче С15/20; 2-зварна арматурна сітка з високоміцного дроту діаметром 3 мм і розміром осередки 50×50 мм; 3 - сердечник зі вспіненого полістиролу (для зовнішніх стін 120 мм, для внутрішніх - 50 мм, для несучих - 100 мм; 4 - діагональ з нержавіючого або оцинкованого дроту діаметром 4 мм; 5- внутрішній шар торкретбетону 50 мм(клас не нижче С15/20).

Пінополістирол - спеціальний полістирол, що спінюється, суспензійний, з поверхневим оздобленням згідно ДСТУ Б EN 13164:2013 «Матеріали будівельні теплоізоляційні. Вироби із екструдованого пінополістиролу (XPS). Технічні умови».

1) Щільність від 15 до 25 кг/м³.
2) Товщина пінополістиролу - 50 мм, 100 мм, 120 мм
3) Арматурна сітка з високоміцного дроту
4) Діаметр - 3,0 мм
5) Розмір осередку - 50×50 мм
6) Проміжок між сіткою і пінополістиролом - 16 мм
7) Діаметр -4,0 мм; оцинкована або з нержавіючої сталі.
8) Крок в поперечному напрямі - 100 або 200 мм
9) Крок в подовжньому напрямі - 100 або 200 мм
10) Кут нахилу - залежить від відстаней .

Панель 3D складається з дротяного просторового армокаркасу і ізоляційного матеріалу зі вспіненого полістиролу.

За рахунок діагональних поперечних стержнів, приварених до зварної дротяної арматурної сітки з кожною сторін, стінна панель має високу міцність і пружність.

Монтаж стін будівлі розпочинається з установки панелей на монолітний стрічковий фундамент або монолітний бетон. Відповідно до креслень проекту, розмічається положення арматурних стержнів. Арматурні стержні служать для простоти монтажу стінних панелей і не сприймають горизонтальних навантажень. У проектне положення панелі встановлюються по направляючих арматурних стержнях і далі вивіряються по вертикальному рівню.

Монтаж стін здійснюється з кутів будівлі. Панелі кріпляться до арматурних стержнів м'яким дротом. Для того, щоб добитися належної жорсткості з'єднання панелей, необхідно встановити додаткові арматурні сітки, які за допомогою пневмопистолета скріплюються з сіткою панелі металевими скобами.

Рисунок 2.16 – Технологія зведення стін

Після установки стінних панелей першого поверху починають монтаж залізобетонного перекриття, який також виконується із застосуванням панелей 3D. Панелі рівняють по горизонталі за допомогою тимчасових розпірок, які сприяють також збереженню проектного положення конструкції будівлі під час торкретування.

Після завершення першого етапу будівництва - установки панельного каркаса з прокладенням інженерних комунікацій — починається торкретування.

Рисунок 2.17 – Технологія плит перекриття та монтаж комунікацій

Перед початком торкретування прокладаються усі передбачені проектом комунікації. Розпірки забираються після того, як затвердіє перший шар торкрет-бетону, що, як правило, відбувається через 2-3 дні. Щоб уникнути корозійних процесів рекомендована товщина бетону має бути 50 мм.

Рисунок 2.18 – Торкретування конструкцій

Технологія є інновацією в області будівництва і абсолютно міняє традиційне уявлення про можливості, способи і терміни виконання будівельних робіт[25].

Конструктивні особливості і використання матеріалів дозволяє:

– Понизити собівартість будівництва до 45%. 1 м² приблизно у 2 рази дешевше за один м² стіни з цеглини. Вартість 1 м² без вартості торкретбетону складає 28 у.о.

– Понизити енерговитрати на опалювання і кондиціонування, завдяки чудовим технічним характеристикам утеплювача.

– Збільшити термін експлуатації, довговічності - використовуваний пінополістирол екструзії практично інертний і не вбирає вологу, довговічний і стійкий до гниття.

– Конструкції «дихають», одночасно перешкоджаючи проникненню вологи всередину приміщення завдяки наявності газопроникності.

– Збільшити ізоляцію від ударного шуму як зовні, так і усередині будинку.

– Понизити витрати палива при опалюванні або енергії, споживаній системами кондиціонування. Дозволяє понизити втрати тепла «усередненого будинку» більш ніж на 70% в порівнянні з будинком того ж типу без ізоляції.

– Встановити практично будь-який опір теплопередачі відповідно до теплотехнічного розрахунку для цієї кліматичної зони і призначення будівлі або споруди.

– Забезпечити високі показники по теплоізоляції, звукоізоляції, а також санітарну і пожежну безпеку. Зокрема, при товщині панелі 25 см забезпечується коефіцієнт тепло- і звукоізоляції що відповідає цегляній стіні завтовшки 1,5 м. При цьому витрати на опалювання і вентиляцію знижуються в 3-6 разу і не перевищують для житлових будівель 0,05-0,06 ГДж(13.9.16,7 кВт.ч) на 1 м² в рік.

– Створити додаткову корисну площу і заощадити матеріали і засоби завдяки зменшенню товщини стін(25 см) - будівництво типового котеджу площею 100 м² з товщиною стін 0,65 м із застосуванням 3D. дозволити заощадити додаткову вільну площу близько 15 м².

– Забезпечити монолітність і в той же час легкість будівель, що зводяться, завдяки армованій конструкції елементів системи у поєднанні з

технологічними рішеннями будівництва. Такі будівлі можуть бути встановлені в зонах з рухливим ґрунтом (пісок, болото, торф і так далі), витримують землетруси 7-8 балів за шкалою Ріхтера.

– Здійснювати будівництво при температурах до - 15 ºС.

– Використати різноманіття архітектурних форм і конструкцій завдяки простоті технології і гнучкості роботи з полістироловими плитами.

Мала вага панелей дозволяє:

– Не використати крани і іншу важку будівельну техніку. Вага стандартної панелі 1,2×3 м без торкретбетоне - 20 кг

– Скоротити в 3-4 рази витрати на перевезення будівельних матеріалів. Так, приміром, одна вантажівка може доставити набір будівельних елементів, необхідних для зведення будівлі, загальною площею до 100 м².

– Понизити вимоги до фундаменту і здійснювати будівництво у важкодоступних місцях на неосвоєних територіях, рухливих ґрунтах, а також зводити мансардні надбудови на існуючих будівлях.

Технологія монтажних робіт дозволяє:

– Використати мінімальне технічне забезпечення. Стандартний набір інструментів : ножиці по металу, в'язальний пістолет, зварювальні кліщі, опори і торкрет-машина.

– Спростити роботу. Що не вимагає спеціальної кваліфікації монтажників, технологія дозволяє бригаді з 2-3 чоловік побудувати монолітну триповерхову будівлю.

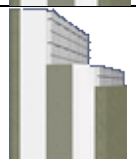
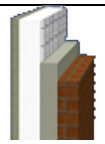
– Значно понизити трудовитрати на прокладення електро-, водо-, тепло-комунікацій, а також на укладання підлог, що підігріваються.

– Скоротити трудомісткість і вартість зведення покрівель і перекриттів в порівнянні з традиційними технологіями будівництва.

- В результаті відбувається скорочення термінів зведення каркасів в 10 разів, в порівнянні з будівництвом з цеглини і в 2 рази в порівнянні з панельним будівництвом.

- Скорочення термінів повного будівництва будинку — в 4-6 разів.

Таблиця 2.8- Розрахунку вартості матеріалів 1 м² стіни

Вид стіни	Основні показники	Бетон С15/20	Панель 3D	Полістірол-бетон	Панель 3D	Цегляна кладка	Бетон С15/20	Разом
	Товщина шару, мм	50	50				50	150
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	23				4	31
	Щільність, кг/м³	2200	25				2200	
	Товщина шару, мм	50	100/ 120				50	200/ 220
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	28				4	34
	Щільність, кг/м³	2200	25				2200	
	Товщина шару, мм	50	100/ 120	100	50		50	350/ 370
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	28	10	23		4	69
	Щільність, кг/м³	2200	25	300	25		2200	
	Товщина шару, мм	50	100/ 120	100	100/ 120		50	400/ 440
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	28	10	28		4	74
	Щільність, кг/м³	2200	25	300	25		2200	
	Товщина шару, мм	50	100/ 120	50/300	100/ 120		50	350/ 640
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	28	3,5/ 21,5	28		4	67,5/ 85,5
	Щільність, кг/м³	2200	25	2300	25		2200	
	Товщина шару, мм	50	100/ 120	150		120		420/ 440
	Ціна в у.о. за 1 м²	4	28	14,5		22,5		62
	Щільність, кг/м³	2200	25	300		М 150		

3 СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ ІНДИВІДУАЛЬНИХ БУДИНКІВ

3.1 Теплоізоляційна штукатурна суміш «Thermo-sim»

«Thermo – SIM» - нова технологія у будівництві котеджних селищ в області теплоізолюючого матеріалу.

При будівництві коттежных селищ активно використовуються сучасні теплоізоляційні матеріали. Застосування «Thermo – SIM» в системі утеплення фасаду котеджу дозволяє різко скоротити трудомісткість робіт при утепленні а, означає і вартість самих робіт, не кажучи вже про вартість тих матеріалів, які використовуються в традиційних «мокрих» системах зовнішнього утеплення фасадів будинків, що грунтуються на багатошаровості. «Thermo – SIM» формує теплоізоляційну систему котеджу, забезпечує економію теплоэнергии і оптимальне використання наявної енергії, не викликає забруднення повітря. «Thermo – SIM» дозволяє знизити товщину стіни будинку до 30%, що суттєво полегшує навантаження на фундамент котеджа, а в цілому - призводить до зниження капітальних витрат при новому будівництві котеджного селищах[25,28].

Риснок 3.1 - Теплоізоляційна штукатурна суміш «Thermo-sim»

Переличимо основні фізико-технічни покахники:

Низька теплопровідність**.** «Thermo - SIM» за рахунок низького коефіцієнта теплопровідності (λ=0,064 ккал/мч°С) забезпечує 30% економії тепла у будинках. Шар суміші завтовшки в 2,5см за своїми теплоізоляційними характеристиками замінює кладку в 2 цегли. За рахунок низької теплопровідності «Thermo – SIM» забезпечує економію палива на обігрів котеджу при одночасному зменшенні товщини стін будинку.

Зовнішня стіна котеджу, покрита «Thermo – SIM», захищається від несприятливих дій добових і сезонних температурних коливань, що ведуть до нерівномірних деформацій елементів стін будинку, що призводить до утворення тріщин, розкриття швів, відшаровування штукатурки. У холодну пору року «Thermo – SIM» перешкоджає охолодженню масивів конструкцій, що захищають, до температури точки роси і випаданню конденсату на внутрішніх поверхнях.

Пожежобезпека**.** «Thermo – SIM» не горить, клас вогнестійкості А1. На відміну від пінопласту, не боїться відкритого вогню. Під час пожежі не виділяє задушливих газів, диму, отруйних речовин, що забезпечує безпеку котеджного селища.

В умовах пожежі «Thermo – SIM» не руйнується впродовж 40-60 хвилин. Ця важлива властивість «Thermo – SIM» перешкоджає плавленню робочої арматури(зварні сітки і просторові каркаси) в стінних блоках при пожежах, яке неминуче веде до швидкого обвалу усього котеджа. «Thermo – SIM» витримує множинні цикли перепадів температур.

Низьке водопоглинання**.** Дуже низьке водопоглинання матеріалу «Thermo – SIM» свідчить про його хорошу водоізоляційну властивість.

Міцність зчеплення**.** Через 10 днів після нанесення на поверхню котеджу «Thermo – SIM» придбаває міцність бетону(сила зчеплення - 1,4 Н/мм).

Паропроникненість**.** Важлива відмітна властивість «Thermo – SIM» - хороша паропроникненість - стіни будинку, покриті «Thermo – SIM»,

«дихають». «Thermo – SIM» має дуже малий дифузійний опір - створює мікроклімат у будинку.

Сумішшю Thermo - SIM можна легко і ефективно здійснити закладення і утеплення отворів в стінах, укосів вікон, міжпанельних швів, торців котеджів, різних отворів для інженерних систем та ін. Вирішення цієї проблеми створює передумови для довгострокового збереження і функціональної надійності будинку в котеджному селищі.

«Thermo – SIM» ідеально підходить при прокладенні комунікацій ви коттежном селищі, при закладенні порожнеч при монтажі віконних блоків, торців панельних будинків і позбавлений недоліків, властивих традиційно вживаним вкладишам утеплювачів з пінополістиролу, підлозі жорсткого скловолокна або минваты.

Технологічність роботи**.** Продуктивність 4 чоловік-штукатурів в зміну при товщині шару 2,5 см - 120-180 кв.м. Завдяки легкості в роботі, «Thermo – SIM» економить робочий час, не потребує спеціальної організації процесу обштукатурювання котеджу.

Технологія створення утепляючого шару аналогічна виробництву робіт звичайними штукатурними складами, що значно простіше, швидше і в 5 разів дешевше в порівнянні з роботами по утепленню штукатурними системами на основі мінеральної вати і пінополістиролу використовувані в інших котежных селищах.

Універсальність**.** «Thermo – SIM» має хорошу адгезію і може поєднуватися з усіма стінними матеріалами використовувані в котеджних селищах - камінь, цегла, котелец, пемза, бетон, залізобетон, газобетон, пінобетон, цемент, гіпс, гіпсокартон, залізо. «Thermo – SIM» створює з основою моноліт, перешкоджаючи виникненню повітряних пробок між шарами стіни, де є вірогідність накопичення вологи.

Екологічна безпека**.** Екологічна чистота вживаних сировинних матеріалів використовуваних у будівництві котеджів гарантує повну безпеку

«Thermo – SIM» для людини і довкілля. «Thermo – SIM» у великій кількості містить природні неорганічні речовини.

«Thermo – SIM» не містить азбест і пінополістирол(EPS), а також які-небудь токсичні речовини - безпека проживання в котеджному селищі.

Оздоблення фасадів**.** «Thermo – SIM» надає повну свободу для оригінальних архітектурних і колірних рішень по фасаду котеджу, у тому числі на окремих архітектурних деталях. Зовнішній шар «Thermo – SIM» є захисним, вологовідштовхуючим шаром і одночасно обробкою, забезпечує міцність фасаду котеджу, який не тріскається під впливом холоду і тепла.

На зовнішньому шарі «Thermo – SIM» можна використати декоративну фасадну плитку, мармурову крихту, фарби. Декоративний шар створює красиву фактурну поверхню котеджу і стиль котеджного селища [7].

3.2 Система зовнішнього утеплення фасадів «Кнауф-тепла стіна»

Одним із найбільш раціональних способів утеплення заміського будинку з одночасним декоративним оздобленням фасадів є варіант зовнішнього утеплення штукатурним способом. Фірма КНАУФ, лідер-виробник комплектних технологій, пропонує нам повноцінну фасадну систему, яка вже отримала повсюдне визнання - КНАУФ-Тепла стіна[22,24].

Застосування системи зовнішньої теплоізоляції «КНАУФ-тепла стіна» дозволяє підвищити теплоопір стін старих будівель і, відповідно понизити втрати тепла, а при використанні в новому будівництві дозволяє понизити витрати на стінні матеріали за рахунок зменшення товщини стін, забезпечуючи необхідний теплозахист будівлі.

Застосування системи «КНАУФ – Тепла стіна» дозволить:захистити несучу основу будинку від атмосферних та температурних впливів; збільшити корисну площу внутрішніх приміщень;скоротити витрати на

опалення; знизити навантаження на конструкцію; стабілізувати температуру у кімнатах; використовувати декоративні елементи на фасаді будинку.

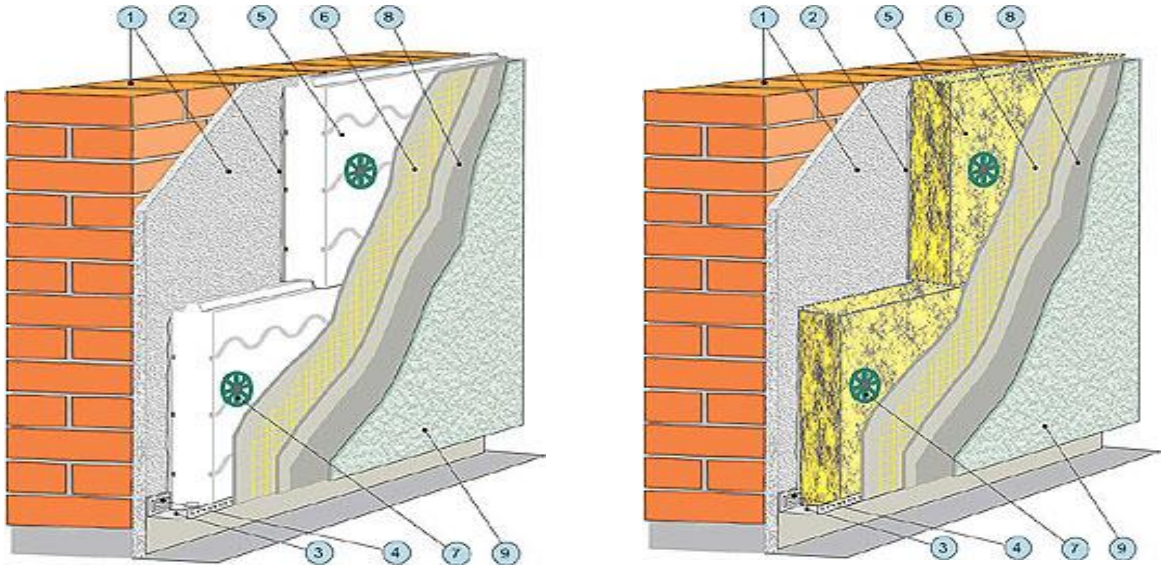


Рисунок 3.2 - Схема утеплення зовнішньої стіни:
1 - несуча стіна (будівельна основа); 2 - клейовий шар (КНАУФ); 3 - цокольний опорний профіль; 4 - дюбель для кріплення цокольного профілю; 5 - плита пінополістирольна Therm Facade; 6 - захисний шар (КНАУФ армований склосіткою; 7 - дюбель для кріплення плит KNAUF Therm Facade; 8 - Ґрунтовка КНАУФ Ізогрунд; 9 – декоративно захисний шар (декоративна штукатурка КНАУФ)

У загальному випадку для визначення товщини шару утеплювача проводяться теплотехнічні розрахунки відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»[]9. Для наближених оцінок можна скористатися пропонованим графіку.

1) Газопенобетон, 600 мм (ρ=600 кг/м^3)
2) Газопенобетон, 600 мм (ρ=800 кг/м^3)
3) Газопенобетон, 300 мм (ρ=600 кг/м^3)
4) Цегла силікатна порожня., 510 мм (ρ=1400 кг/м^3)

5) Цегла силікатна повнотіла 380 мм (ρ=1800 кг/м^3)
6) Цегла керамічна повнотіла 250 мм (ρ=1800 кг/м^3)
7) Залізобетон, 200мм (ρ=2500 кг/м^3)

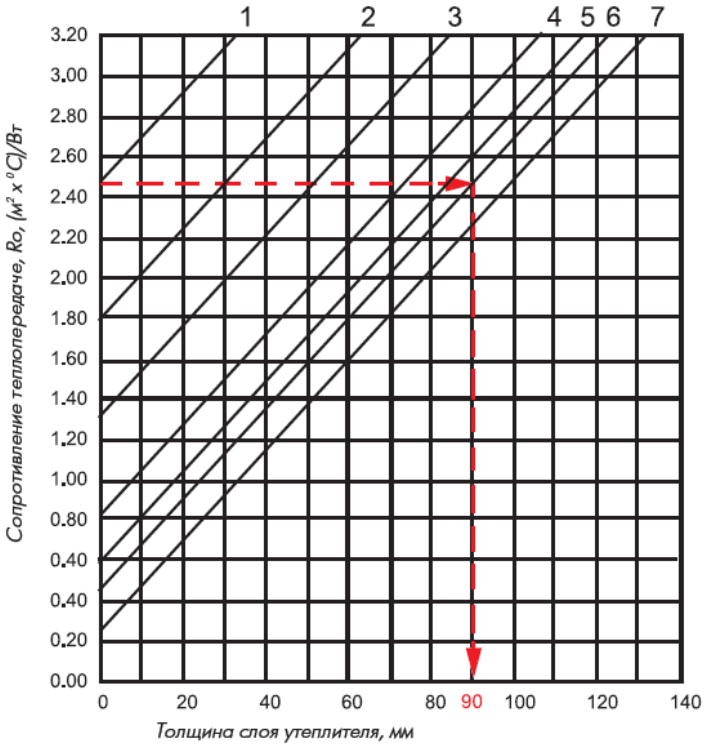


Рисунок 3.3 - Графік залежності товщини шару утеплювача від опору теплопередачі і типу утеплювача

Приклад: Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» територія України розбита на 2 температурних зони і за заданою величиною необхідного опору теплопередачі стін будівлі R_oтр, яка визначається залежно від кліматичного району будівництва і нормативних показників опалювального періоду. Для кожної зони введено нормативне значення опору теплопередачі захисних конструкцій. Наприклад, для першої температурної зони, яка охоплює велику частину України (в т.ч. м. Київ) згідно ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» Таблиця 1 мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будівель Rqmin = 4,0 м2 ·К/Вт. Проводимо горизонтальну лінію до перетину з похилою прямою,

що відповідає матеріалу стін будівлі (в даному випадку лінія 6 - стіна з керамічної полнотелої цегли завтовшки 250мм). Від точки перетину опускаємо вертикальну пряму на вісь товщини утеплювача і прочитуємо величину - 90 мм. Таким чином, для стін будівлі з керамічної полнотелого цеглини(кладка 250мм) товщина шару пенополистирольных плит, яка забезпечуватиме нормативний опір теплопередачі в умовах м. Києва дорівнює 90 мм.

Система зовнішньої теплоізоляції «КНАУФ-тепла стіна» включає:

– штукатурно-клейову суміш КНАУФ-Клебершпахтель або SM700, за допомогою якої утеплювач на основі пінополістиролу приклеюється до стіни будівлі. Крім того, цією сумішшю виконується захисний шар системи;

– утеплювач з пенополистирольных плит; грунтовку КНАУФ-Ізогрунд;

– цементну декоративну штукатурку КНАУФ, призначену для

– декоративного покриття; тарілчасті дюбели, для доп. кріплення

– плит утеплювача; лугостійку армуючу стеклосетку;

– інші комплектуючі(профілі, стрічка ущільнювача та ін.).

Матеріали. Штукатурно-клейова суміш КНАУФ- Клебешпахтель призначена для приклеювання плит утеплювача на захисні конструкції і для виконання захисного шару. КНАУФ- Клебешпахтель є сухою сумішшю на цементній основі, яка виготовлена з додаванням фракціонованого піску, спеціальних волокон і полімерних добавок. Поєднання терпкої речовини, волокон і полімерних добавок забезпечує високу адгезію, трещиностійкість і водовідштовхувальні властивості.

Утеплювач KNAUF Therm - Facade, виготовляється у вигляді плит простою і спеціальною форм. Конструкція плит спеціальної форми (шпилька-паз) детально продумана. Декілька подовжніх пазів у вигляді ластівчиного хвоста на тильній поверхні плити забезпечують надійне зчеплення із стіною, що несе. Хвилясті пази, також у вигляді ластівчиного хвоста, з лицьового боку дозволяють підвищити міцність зчеплення із зовнішнім захисним

шаром. Подовжні стики плит виконані у формі «шпилька-паз». Ця форма стику робить процес монтажу на фасаді швидким і точним, забезпечуючи ідеально рівну поверхню утеплювача без виступів і сходинок, що у свою чергу виключає невиправдану перевитрату штукатурно-клейової суміші КНАУФ- Клебешпахтель. Фаска по периметру плити(для плит товще 50мм) виключає витискування клею між торцями суміжних плит під час монтажу. Фаска і з'єднання «шпильку-паз» забезпечують щільне з'єднання плит і тим самим дозволяють виключити утворення містків холоду. Застосування фігурної плити у результаті підвищує зручність монтажу і покращує експлуатаційні властивості системи в порівнянні із застосуванням плит прямокутного перерізу[24].

Ґрунтовка КНАУФ-Ізогрунд є водною емульсією з білими пігментами і необхідними дисперсійними включеннями. Ґрунтовка наноситься на армуючий шар з суміші КНАУФ- Клебешпахтель перед нанесенням цементної декоративної штукатурки КНАУФ. Ґрунтовка КНАУФ - Ізогрунд призначена для регулювання влагопоглинальної здатності і підвищення зчеплення декоративної штукатурки з суміші КНАУФ - Діамант з армуючим шаром з суміші КНАУФ- Клебешпахтель.

Рисунок 3.4 – Матеріали для виконання робіт

Штукатурка цементна КНАУФ є мінеральною структурною штукатуркою на вапняно-цементній основі з полімерними добавками. Вона посилює захисні, у тому числі водо відовкаючи властивості загального штукатурного шару. При оздобленні штукатуркою за рахунок змісту в ній великого заповнювача утворюється рівномірна шорстка або зерниста

структура у вигляді "шуби", що надає будівлі сучасному і привабливому вигляду.

Технологія виконання монтажу складається з наступних операцій:

1) Температура повітря і основи при проведенні робіт має бути не нижча $+5^0$С. Робочі поверхні з навітряного боку необхідно захистити від дощу. Сприйнятливі до забруднення суміжні будівельні елементи з натурального дерева, скла, алюмінію, природного каменю, поверхню підлоги накрити або обклеїти водонепроникними покриттями.

Поверхня основи очистити від бруду, пилу і відшаровувань, що перешкоджають прилипанню штукатурно-клейової суміші, якщо необхідно промити водою під тиском або обробити водопіскоструминним агрегатом, з бетону видалити залишки опалубного мастила, розшити шви і тому подібне

2) Опорний металевий профіль закріпити по усій довжині ділянки монтажу за допомогою розчину з суміші КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700) і додатково закріпити дюбелями. На рогах будівлі встановити спеціальний кутовий опорний профіль. Опорний профіль встановлювати з невеликим проміжком 2-3 мм і з'єднати спеціальним сполучним елементом. При нерівній стіні профіль встановити з використанням підкладкових шайб. Опорний металевий профіль можна встановлювати без використання розчину з суміші КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700) за допомогою дюбелів, з подальшим закладенням проміжку між профілем і стіною монтажною піною.

3) Для приготування розчину до сухої штукатурно-клейової суміші КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700) додати воду(згідно інструкції) і замішати за допомогою міксера. Після 15 хвилин витримки розчин розмішати ще раз і нанести на плиту утеплювача по методу «валиків і точок» (покрєвамість розчином плити повинна складати не менше 40%).

4) Розчин клею можна наносити спеціальним склеювальним пістолетом за допомогою штукатурної машини з додатковим змішуючим

агрегатом, наприклад, машини PFT G4, G5, Monojet (із статором D4-3, ротором D4-3).

5) При досить рівній основі стіни розчин КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700) можна наносити на усю поверхню утеплювача за допомогою зубчастого шпателя з розміром зуба - 10 мм.

6) Приклеювання плит треба починати знизу від рогу будівлі. Плити необхідно укладати рівно і в перев'язку. Зрушення вертикальних стиків має бути не менше 20см Плити теплоізоляційного матеріалу, що встановлюються в кутах віконних і дверних отворів, мають бути цілісними з вирізаними за місцем фрагментами. Не стикувати плити на лініях кутів віконних і дверних отворів.

7) Плити, що утворюють зовнішній кут, повинні виступати від кромки кута на відстань, більшу чим товщина плити, і ця частина плити розчином не покривається. Плити, що приклеюються з іншого боку фасаду, примикатимуть до плит, що виступають, впритул. Частини плит, що виступають, зрізувати ножівкою.

8) Після того, як буде укладено деяку кількість плит, поверхню вирівнюють, постукуючи по поверхні довгим правилом.

9) Перед виконанням наступних операцій після приклеювання плит необхідно зробити технологічну перерву не менше 48 годин, щоб дати схопитися склеювальному розчину з суміші КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700).

10) Встановити тарілчасті дюбелі для закріплення ізоляційного шару.

11) Примикання системи «КНАУФ-тепла стіна» до металевих, дерев'яних або пластмасовим поверхням, а також до суміжних будівель, слід виконувати у вигляді ущільнених швів:

а) застосовуючи стрічку ущільнювача і виконуючи розріз кельмою армуючого шару;

б) застосовуючи спеціальні профілі із стрічкою ущільнювача.

Завдяки цим заходам можна попередити утворення тріщин на фасаді в місцях примикань. За наявності в несучої конструкції будівлі деформаційного шва в системі зовнішнього утеплення також необхідно зробити деформаційний шов. При облаштуванні деформаційних швів застосовуються спеціальні профілі або П- подібні опорні профілі у поєднанні із стрічкою ущільнювача.

12) Для зміцнення і швидшої обробки поверхонь на зовнішніх кутах перед армуванням фасаду встановити кутовий профіль з ПВХ з армуючою сіткою. Для цього нанести розчин з суміші КНАУФ- Клебешпахтель (чи SM700) в області зовнішніх кутів і втиснути в нього профіль.

13) Набризкати за допомогою штукатурної машини або вручну на поверхню розчин з суміші КНАУФ - Клебешпахтель (чи SM700) завтовшки в 5 мм. Розчин розрівняти правилом, вдавлюючи в поверхню.

14) На кутах отворів будівлі(вікна, двері та ін.), по діагоналі, втиснути в мокрий армуючий розчин заздалегідь підготовлені смужки склосітки розміром 30х50 см Після цього, в ще свіжий армуючий розчин, втиснути по усій поверхні армуючу сітку з нахльостуванням на стиках - 10 см Якщо не передбачається антивандальне виконання цокольної частини, то при монтажі системи в області попадання бризок води(менше 30 см від рівня землі), захисний штукатурний шар виконується з подвійним армуванням.

15) Перед продовженням робіт армуючому шару дати затвердіти і висохнути в течії 8 днів.

16) Перед нанесенням декоративної штукатурки поверхню обробити ґрунтовкою КНАУФ-Ізогрунд. Ґрунтовку добре розмішати безпосередньо перед нанесенням. Наносити нерозбавленій за допомогою валика або щітки, перед подальшою роботою дати просохнути мінімум 12 годин.

17) Розчин декоративної штукатурки КНАУФ рівномірно нанести вручну або механічним способом, розрівняти гладкою кельмою на товщину зерна, і відразу надати структуру вибраним інструментом(пластиковою або сталевою теркою, губкою, кельмою, щіткою, валиком). Працювати сирим по

сирому, оброблені поверхні більше не перетирати. При обробці пластиковою або сталевою теркою виходить рівномірна шорстка структура, при використанні терки з губкою формується шорсткіша(зерниста) структура.

Разом з приклеюванням утеплювача розчином з суміші КНАУ-Клебешпахтель (чи SM700) потрібно додаткове механічне кріплення плит утеплювача тарілчастими дюбелями в середній і крайовій зоні стін будівлі.

При утепленні стін у середині будівлі з новим або старим штукатурним покриттям, в середній зоні стін будівлі, робиться додаткове кріплення плит утеплювача до стіни, що несе, в кількості не менше 4 дюбеля на м^2. У разі утеплення системою необштукатурених будівель, що знову зводяться, заввишки до 10м з цегли або бетону і при вазі системи теплоізоляції не більше 30 кг/м^2 закріплення системи дюбелями допускається робити тільки в крайовій зоні стін будівлі(в даному випадку допускається використати тільки плити KNAUF - Therm Facade спеціальної форми(шпилька-паз) з розмірами 1000х500 і 1200х1000 мм).

Крайові зони стін будівель. Межі крайової зони розташовані на відстані 1м $\leq$ а/8 $\leq$ 2 м, де а - ширина торця будівлі. Кількість дюбелів в крайовій зоні повинна відповідати таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Кількість дюбелів

Висота будівлі	Мінімальна кількість дюбелів, шт./м^2
до 8 м включно	8
від 8 до 12 м включно	10

Підбір довжини дюбеля

Необштукатурена основа:

$$L=S+A+B \quad (3.1)$$

Обштукатурена основа:

$$L=S+A+B+C \quad (3.2)$$

де: L - довжина дюбеля; S - товщина пінополістирольної плити;

A - товщина клейового шару; B - глибина анкеровки; C - товщина шару старої штукатурки.

4 ОБҐРУНТУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА

4.1 Порівняння різних технологій для зведення індивідуальних житлових будинків

Нині компанії забудовники пропонують безліч методів зведення котеджів. Вибір того або іншого варіанту залежить від матеріальних можливостей, традицій і смаків замовника.

Вище було розглянуто декілька варіантів нових методів облаштування котеджів. Розглянемо переваги кожного з них.

Каркасне будівництво. Технологія полягає в улаштуванні основного каркасу несучих стін, перекриттів, стропил з легкого тонкостінного сталевого профілю або з дерев'яних брусів.

Технології швидкого будівництва, засновані на застосуванні металевого каркаса, дозволяють скоротити терміни будівництва котеджу до 2-4 тижнів(залежно від виду оздоблення).

Стіни будівлі, що зводиться за цією технологією, — це сандвічі.

Головною перевагою каркасно-дерев'яної технології є забезпечення населення якісним, довговічним і екологічним заміським житлом. Ця технологія дозволяє значно скоротити терміни будівництва котеджів, найбільш ефективна у разі «точкової забудови» і при будівництві індивідуальних житлових будівель.

Будинок можна будувати у будь-яку пору року, на будь-якому рельєфі місцевості, будь-якій архітектурній складності і в короткі терміни. Невисока ціна будинку поєднується з високою якістю.

Технологія зведення каркасних будинків забезпечує високоякісну внутрішню підготовку приміщень для чистової обробки вже на стадії виготовлення каркаса.

Полегшена вага конструкцій дозволяє зводити будинки на різних ґрунтах.

Монтаж будинку з елементів, виготовлених на заводі, забезпечує 100% контроль якості сировини, матеріалів і комплектуючих виробів і забезпечує максимально високу якість.

Якісний сталевий профіль забезпечує надійність, жорсткість, довговічність швижкозведених будівель і металоконструкцій. Сталевий профіль не схильний до гниття, дії грибків, комах. Для будівництва котеджу або частки будинку пропонується виготовлення металоконструкцій і виробництво профілю, який не втрачає геометричної форми під впливом рівня вологості і часу, що змінюється. Металеві конструкції не виділяють шкідливих речовин - в порівнянні з антисептимованим, клеєним деревом.

Гарантійний термін на оцинковане покриття 100 років.

Складання каркаса, без збитку для якості металоконструкції, може здійснюватися у будь-яких погодних умовах, у тому числі під дощем Відносно низька вартість будівництва модульних будівель - будинків і котеджів. Обмеженням для застосування різних видів утеплювачів є умова пожежної безпеки конструкції.

Неорганічні і хімічно пасивні метал і інші супутні матеріали(утеплювач, внутрішня і зовнішня обшивка стін, оздоблення), утилізувалися на 100%, Не вбирають і не виділяють в повітря хімікати.

Додатковою важливою перевагою цієї каркасної технології з точки зору захисту екології є можливість рециркуляції металевих конструкцій необмежена кількість разів в майбутньому.

Для швидкозведених будівель з металевим каркасом з ЛСТК потрібно фундамент дрібного закладання (монолітна плита) або стовпчастий фундамент.

Немає необхідності влаштовувати фундаменти глибиною до 2-х метрів з риттям котлованів і гідроізоляції.

Відсутність необхідності застосування кранів або вантажопідіймальних механізмів на усіх етапах монтажу металоконструкцій. Особливе значення цей чинник має при будівництві мансард і на віддалі від доріг, а також при необхідності максимального збереження навколишнього ландшафту.

Технологія каркасного будівництва з використанням якісної теплоізоляції в термопанелей і перекриттях дозволяє влаштувати з захисних конструкцій, своєрідний «термос», який в закритому стані може зберігати тепло до 2-3 діб не вимагаючи додаткового опалювання.

Багатоваріантність фасадних систем при каркасному будівництві(облицювальна цегла, вінілова або металевий сайдинг, імітація під штучний або натуральний камінь, дерев'яна вагонка або «блок-хаус», профільовані листи з полімерним покриттям і інші сучасні фасадні матеріали) або систем зовнішнього оздоблення стін швидкозведених будівель**.**

При будівництві каркасних будинків машинобудівна точність розмірів внутрішніх стін, перегородок і стель до мінімуму зводить витрати часу і матеріалів на оздоблювальні роботи.

Повна відсутність якої-небудь усадки металевого каркасу в період будівництва і експлуатації.

Мінімальний час будівництва каркасних будинків із застосуванням легких сталевих профілів дозволяє істотно понизити витрати замовника і скоротити терміни окупності вкладених коштів.

Відсутність «мокрих» процесів в технології каркасного будівництва дозволяє вести монтажні роботи круглий рік.

Можливість ефективного ремонту і реконструкції швидкохведених будівель. Широкі можливості для архітектурних рішень і проектів.

Дерев'яні будинки. Дерев'яні колоди і брус проходять обробку у виробничих умовах, максимально підігнані, що забезпечує їх високу якість.

Оцилиндрованні колоди відрізняються зниженою вологістю, дають меншу усадку, що дозволяє відразу приступати до обробних робіт. До того ж, котедж з оцилиндрованних колод не вимагає додаткового облицювання. Природна краса дерева надасть презентабельному вигляду як фасаду будинку, так і інтер'єру.

Будинки їх клеєної колоди або бруса мають переваги і в той же час позбавлені недоліків необробленого дерева - не дають усадку і стійкіші до ушкоджень мікроорганізмів.

На відміну від звичайних колод, поверхні бруса, що калібрується, надається певної форми - від прямокутної до звичної круглої. Кожен елемент бруса, що калібрується, строго стандартизований, тому при складанні або будівництві котеджу не виникає проблем з підготовкою і шпаклівкою щілин між колодами.

Розвинені північні країни - Канада, Фінляндія, Швеція сьогодні будують котеджі з профільованої колоди або бруса. Звичайні колоди хвойних порід піддаються або розпилюванню у брус, або «обкоруванню» і грубій оцилиндровці. Потім робиться «пікіровка» - тонкий пропіл по усій довжині колоди, досягаючи його серцевини. Ця операція дозволяє зняти внутрішню напругу, що виникає при сушці деревини, і виключити тріщини в деревині.

Тріщина піде уподовж пропіл, і, при подальшій профілізації, буде розташована в нижній частині колоди. Ця операція дозволяє просушити деревину до 8-12%. Матеріал для будівництва котеджів вищої якості виходить з клеєного бруса. Колода кілька разів розпилюється уподовж, потім висушується і склеюється. Після профілізації і зовнішньої обробки спеціальним складом виходить вогнетривкий і не схильний до гниття матеріал, що практично не дає усадки.

Оригінальна конструкція профілю основного елементу стінки дозволяє відмовитися при будівництві котеджів від ізоляційних матеріалів, оскільки теплопровідність в місцях стиків практично відповідає теплопровідності суцільної стіни.

Термодом. Бетонна суміш заливається в спеціальну опалубку, що надає потрібної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям.

Конструкція дозволяє відмовитися від застосування тимчасових підпірних елементів і ідеально витримує геометричні розміри стін, забезпечуючи герметичність з'єднань і блокуючи витікання бетону. На внутрішніх поверхнях усі блоки мають пази у формі «ластівчин хвіст», що забезпечує надійність зчеплення бетону із стінками блоку. Пінополістирольна незнімна опалубка є ідеально рівною поверхнею, готовою під обробку будь-якими матеріалами.

Переваги технології монолітного будівництва будинків із застосуванням пінополістирольної незнімної опалубки :

Технологія монолітного будівництва будинків із застосуванням пінопоіистирольної незнімної опалубки дозволяє значно прискорити процес зведення будівлі(до 10 разів порівняно з іншими способами будівництва.).

Монолітні несучі стіни за технологією термодом в 2,5 разу тонше, ніж стандартні цегляні стіни.

По своїй теплопровідності стіна завтовшки 0,3 м. замінює цегляну стіну завтовшки 2,3 метри.

Технологія дозволяє сутєєво понизити навантаження на фундамент будинку.

Технологія дозволяє вести будівництво малоповерхових будинків і котеджів без застосування важкої техніки.

Технологія монолітного будівництва будинків допускає поєднання незнімної опалубки з традиційними матеріалами(цеглина, блоки, дерево та ін.ші) і будівельними конструкціями практично у будь-якій комбінації.

Високі звукопоглинальні властивості полістиролу дозволяють понизити гучність звуку у будинку, побудованому за технологією литися бетону в незнімну опалубку на 53 dB.

Завдяки легкості і швидкості зведення монолітних стін в незнімну опалубку, побудувати котедж або будинок можна на ґрунтах будь-якого типу у будь-яку пору року за будь-яких кліматичних умов

Пінополістирол є негорючим самозгасаючим матеріалом - він перешкоджає поширенню вогню і не виділяє при горінні токсичних хімічних сполук. Це забезпечує високу пожежобезпеку будівлі.

Основна перевага цієї технології полягає в можливості звести багатошарову конструкцію з низькою теплопровідністю за один технологічний цикл.

Система «термодом» припускає широкі можливості для обробки стін.

Слід також відмітити, що в «термодоме» прокладення комунікацій може робитися одночасно з укладанням блоків(до заповнення їх бетоном кладки).

Стіни з теплоефективних блоків. Будинки, побудовані за системою швидкісного житлового будівництва відрізняють: низька собівартість, підвищені експлуатаційних якості, архітектурна виразність.

Вживані у будівництві матеріали і технології забезпечують найжорсткіші вимоги по екології, пожежостійкості, теплосбереженню і довговічності.

Практика зведення стін за технологією швидкісного житлового будівництва з багатошарових теплоеффективних блоків показала наступні переваги будівництва в порівнянні з традиційними:

- високі теплотехнічні характеристики стін.
- зниження термінів будівництва.
- економія вартості матеріалів.
- економія при спорудженні фундаментів.
- зниження транспортних витрат.
- економія зведення 1 $м^2$ міжповерхового перекриття.
- отримання додаткової корисної площі.

Стінні блоки. Модулі для зведення стін за цією технологією є переставною опалубкою, що дозволяє формувати безпосередньо на стіні, без підстилаючого розчину, порожнисті стінні блоки з цементно-піщаної суміші з малою кількістю води.

Слід також помітити, що гладкі стінки модуля переставної опалубки ТІБЕ дозволяють споруджувати стіни з рівною поверхнею, що не вимагає подальшого нанесення штукатурного шару.

Ефективна теплоізоляція.

Технологія ТІБЕ забезпечує:

– зниження загальних витрат у декілька разів в порівнянні з іншими будівельними технологіями;

– можливість будівництва без застосування важких підйомно-транспортних засобів;

– можливість будівництва на непідготовлених будівельних майданчиках(без електрики).

Торкретування стін із застосуванням пінополістиролбетону. У основі технології швидкого будівництва лежить використання універсальних стінних матеріалів - всесвітньо відомої тришарової панелі(3D panel) і методу торкретування.

Конструктивні особливості і використання матеріалів дозволяє:

– понизити собівартість будівництва до 45%;

– понизити енерговитрати на опалювання і кондиціонування, завдяки чудовим технічним характеристикам утеплювача;

– збільшити термін експлуатації, довговічності - використовуваний пінополістирол екструзії практично інертний і не вбирає вологу, довговічний і стійкий до гниття;

– конструкції «дихають», одночасно перешкоджаючи проникненню вологи всередину приміщення завдяки наявності газопроникності;

– збільшити ізоляцію від ударного шуму як зовні, так і усередині будинку;

– понизити витрати палива при опалюванні або енергії, споживаній системами кондиціонування;

– встановити практично будь-який опір теплопередачі відповідно до теплотехнічного розрахунку для цієї кліматичної зони і призначення будівлі або споруди;

– забезпечити високі показники по теплоізоляції, звукоізоляції, а також санітарну і пожежну безпеку;

– створити додаткову корисну площу і заощадити матеріали і засоби завдяки зменшенню товщини стін(25 см);

– забезпечити монолітність і в той же час легкість будівель, що зводяться, завдяки армованій конструкції елементів системи у поєднанні з технологічними рішеннями будівництва;

– здійснювати будівництво при температурах до - 15 ºС;

– використати різноманіття архітектурних форм і конструкцій завдяки простоті технології і гнучкості роботи з полістироловими плитами.

Мала вага панелей дозволяє:

– не використати крани і іншу важку будівельну техніку;

– скоротити в 3-4 рази витрати на перевезення будівельних матеріалів;

– понизити вимоги до фундаменту і здійснювати будівництво у важкодоступних місцях на неосвоєних територіях, рухливих ґрунтах, а також зводити мансардні надбудови на існуючих будівлях.

Технологія монтажних робіт дозволяє:

– використати мінімальне технічне забезпечення.

– спростити роботу.

– значно понизити трудовитрати на прокладення електро-, водо-, тепло-коммуникації, а також на укладання підлог, що підігріваються.

– спростити фінальну обробку, оскільки стіни і кути вже вирівняні в процесі торкретування, а також понизити витратну частину на остаточну обробку.

– скоротити трудомісткість і вартість зведення покрівель і перекриттів в порівнянні з традиційними технологіями будівництва.

– в результаті відбувається скорочення термінів зведення каркасів в 10 разів, в порівнянні з будівництвом з цеглини і в 2 рази в порівнянні з панельним будівництвом.

– скорочення термінів повного будівництва будинку.

4.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни із застосуванням різних технологій

Теплотехнічний розрахунок виконують для того, щоб підібрати товщину і матеріал огороджуючих конструкцій та привести будівлю у відповідність нормам теплового захисту. Основним нормативним документом, що регламентує здатність конструкції чинити опір теплопередачі, є ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Теплотехнічного розрахунку зовнішніх стін - порівняння приведеного опору теплопередачі для різних технологій зведення захисних конструкцій.

Залежно від конструктивного виконання огороджування його загальний опір можна записати таким чином:

$$R_0 = R_b + \sum_{i=1}^{n} R_i + R_{\text{н}}, \quad (4.1)$$

де i - кількість конструктивних шарів в огороджуванні;

R_i- тетермічний опір і - го шару в огородженні;

R_b- опір теплосприйняття;

$R_{\text{н}}$- опір тепловіддачі.

R_b, $R_{\text{н}}$ знаходимо по формулі:

$$R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}; \quad (4.2)$$

$$R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}. \quad (4.3)$$

Термічний опір окремих шарів визначається з вираження:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (4.4)$$

де δ_i - товщина і - го шару;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалу і - го шару, що приймається по додатку [10].

Таблиця 4.1 - Конструкції стін і розрахункові коефіцієнти

Конструктивна схема стіни	Характеристики шарів			Розрахунковий коефіцієнт λ, Вт(м^2·°С)
	№ шару	Матеріал	Товщина, м	
1	2	3	4	5
Конструктивна схема № 1	1	Лист гіпсокартонний	0,012	0,15
	2	Мінераловатна плита	0,15	0,037
	3	Цементно-стружичная плита	0,02	0,12
	4	Цеглина облицювальна	0,12	0,29
Конструктивна схема № 2	1	Брус сосновий	0,2	0,09
Конструктивна схема № 3	1	Плити полістиролові	0,05	0,033
	2	Керамзитобетон на керамзитовому піску	0,15	1,51
Конструктивна схема № 4	1	Керамзитобетон на керамзитовому піску	0,05	1,51
	2	Полістирол	0,1	0,033
	3	Керамзитобетон на керамзитовому піску	0,15	0,14

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Конструктивна схема № 5	1	Керамзитобетон на керамзитовому піску	0,09	1,51
	2	Пінаізол	0,18	0,033
	3	Керамзитобетон на керамзитовому піску	0,11	1,51
Конструктивна схема № 6	1	Керамзитобетон	0,06	1,51
	2	Спінений полістирол	0,1	0,039
	3	Керамзитобетон	0,05	1,51

Загальний опір стін рівний:

$$R_1 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,15} + \frac{0,15}{0,037} + \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,29} + \frac{1}{23} = 4,87;$$

$$R_2 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,09} + \frac{1}{23} = 2,38;$$

$$R_3 = \frac{1}{8,7} + 2 \cdot \frac{0,05}{0,033} + \frac{0,15}{1,51} + \frac{1}{23} = 3,29;$$

$$R_4 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{1,51} + \frac{0,1}{0,033} + \frac{0,15}{0,14} + \frac{1}{23} = 4,29;$$

$$R_5 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,09}{1,51} + \frac{0,18}{0,033} + \frac{0,11}{1,51} + \frac{1}{23} = 5,75;$$

$$R_6 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,06}{1,51} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,05}{1,51} + \frac{1}{23} = 2,8.$$

Таблиця 4.2 - Порівняльна характеристика монтажних технологій

Види монтажу	Вартість 1м^2, у.о.	Тривалість будівництва, нед.	Приведений опір теплопередачі	Вага конструкції на 1м^2, кг
Колоди	600	4-6 +1рік.(усадка)	2,88	500
Цегла	500	10-12	2,9	1600
Каркасний метод	350	2-4	4,87	100
Клеєний брус	350	4-6	2,38	500
Термодом	350	3-5	3,29	360
Теплостін	280	6-8	4,29	450
Стінні блоки	190	8-10	5,75	140
Метод торкретування	100	2-3	2,8	250

ВИСНОВКИ

Світ змінюється і традиційні рішення в організації міських просторів, громадських зон, житлової забудови і транспортних магістралей стають неефективними. В останній час спостерігається постійне зростання вартості електричної та теплової енергії, що робить особливо актуальною необхідність здійснення енерго- та ресурсозберігаючих заходів при проектуванні, будівництві та експлуатації індивідуальних житлових будинків. Реалізація цього завдання полягає у зведенні енергоефективних будинків, в яких забезпечується сумарний ефект енергозбереження від архітектурних та інженерних рішень, направлених на максимальну економію енергетичних ресурсів.

Як показали дослідження методологія проектування енергоефективних індивідуальних житлових будівель полягає в системному аналізі або дослідженні операцій, направленому на вибір оптимальної архітектурної форми та розмірів будинку, його орієнтації та оптимальних характеристик огороджувальних конструкцій

Технічний прогрес торкнувся всі сфери діяльності людини в тому, числі і будівництво. Якщо півстоліття тому будинки зводилися роками з великими фінансовими і трудовими затратами, то зараз нові технології в будівництві котеджів дають можливість скоротити цей процес у багато разів.

У наш час існує велика кількість різних технологій швидкого будівництва, головною відмінністю між ними є використовуваний матеріал.

Проаналізувавши найбільш популярні технології для зведення індивідуальних житлових будівель на території України, можна визначити, що використання пінополістиролбетону для зведення огороджувальних конструкцій дозволяють скоротити терміни будівництва в порівнянні з будівництвом з цегли-в 10 разів, в порівнянні з панельним будівництвом-в 2 рази. Нижча собівартість будівництва котеджів із застосуванням

пінополістиролбетону порівняно з традиційними методами. Невелика вага конструкцій дозволяє отримати додаткову ефективність будівництва. Конструктивні особливості дозволяють підвищити теплоефективність зовнішніх стінок. Виключається необхідність застосування кранів або вантажопідйомних механізмів на всіх етапах монтажу.

Тобто, забезпечивши виконання вимоги щодо енергоефективності будинку в цілому (за рахунок оптимальних об’ємно-планувальних рішень, підвищених рівнях теплоізоляції покриття або інших огороджень, тощо), можливо використовувати зовнішні стіни з характеристикою приведеного опору теплопередачі з урахуванням температурної зони України на рівні 4,0 $м^2 \cdot К/Вт$ для І-ої, та 3,5 $м^2 \cdot К/Вт$ для ІІ-ої згідно ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність

Використнання сучасні методи улаштування котеджів дозволяють: зменшити терміни будівництва; значно зменшити собівартість будівництва; возводити будинки на будь яких ґрунтах; підвищити тепло ефективність зовнішніх стін; в залежності від технології, знизити об’єм робіт при зовнішньому і внутрішньому оздобленні; виключити використання кранів чи інших вантажопід'ємних механізмів на всіх етапах монтажу.

будівель».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Архітектура будівель та споруд. Книга 4. Технічна експлуатація та реконструкція будівель : підручник / Г. Гетун, В. Плоский, В. Віроцький. Київ : Рута, 2018. 750с.

2. Аналіз ринку котеджних Village. 2021 рік. URL: https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-kottedzhnyh-village-2020-god (дата звернення 27.08.2022).

3. Будівельне матеріалознавство : навч. посіб. /Дворкі Л. Київ : Кондор, 2017. 642с.

4. Будинок з теплоефективних блоків. URL: https://pp-budpostach.com.ua/ua/a177756-dom-teploeffektivnyh-blokov.html (дата звернення 12.10.2022).

5. Данилюк А.Е. Давня архітектура українського села. Київ : Техніка, 2008. 254 с.

6. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2019, 42с.

7. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2018, 17с.

8. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2017, 51с.

9. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 202, 27с.

10. ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010. Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011, 119с.

11. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції,

освітленні та гарячому водопостачанні. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2015, 137с.

12. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України, 2015, 24с.

13. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009, 20с.

14. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. Мінрегіонбуд України, 2009, 29с.

15. Енергоефективність в муніципальному секторі : навч. посіб. / Максимов А. та ін. Київ : ТОВ «Підприємство «ВІ ЕН ЕЙ», 2015. 184с.

16. Історія української архітектури / за ред. В.І. Тимофієнка. Киів : Техніка, 2003. 472 с.

17. Котеджне будівництво в Україні, перспективи та проблеми. URL: https://sanpol.ua/ua/library/o-promyshlennom-stroitelstve/kottedjnoe-stroitelstvo-v-ukraine-perspektivy-i-problemy/ (дата звернення 25.10.2022).

18. Котеджі, побудовані за каркасною технологією, завойовують серця українців. URL: https://dom.ukr.bio/ua/articles/43/ (дата звернення 02.10.2022).

19. Котеджні містечка Запорізької області. URL: https://www.zagorodna.com/uk/kotedzhni-mistechka-ukrajni/region/zaporizka (дата звернення 02.10.2022).

20. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів : навч. посіб. / Пушкарьова К., Кочевих М. Київ : Ліра-К, 2018. 424с.

21. Охорона праці у будівельній галузі : навч. посіб. / Батлук В. Київ : Знання, 2006. 550с.

22. Огляд технологій будівництва будинку - порівняння, переваги і недоліки. URL: https://kievnovbud.com.ua/ua/2017/05/oglyad-texnologij-

budivnictva-budinku-porivnyannya-perevagi-i-nedoliki/ю (дата звернення 10.09.2022).

23. Пушкарьова К.К. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції : довідник. Київ : Асоціація «ВСВБМВ», 2012.664 с.

24. Перспективи доступного малоповерхового житлового будівництва. URL: https://pp-budpostach.com.ua/ua/a227063-perspektivi-dostupnogo-malopoverhovogo.html. (дата звернення 23.09.2022).

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

26. Системи ізоляції будівельних конструкцій : навч. посіб. / Жукова А., Гетун Г., Румянцев Б. Київ : Журфонд, 2016. 676с.

27. Семко, В.О. Пашинський М.В. Архітектура будівель і споруд: архітектурні конструкції малоповерхових цивільних будівель : навч. посіб. 3-тє вид., доп. Кропивницький : ЦНТУ, 2020. 185 с.

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

29. Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. посіб. / за ред. В.К. Черненко. Київ : Горобець Г.С., 2010. 372 с.

30. До питання класифікації однородинних житлових будинків. URL: http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstre am/ntb/35465/1/37_179-181.pdf (дата звернення 20.10.2022)