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: **Дослідження сучасних технологій зведення огороджувальних конструкцій з енергоефективних матеріалів**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб-1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)
Бойко М.С.
(призвище та ініціали)

Керівник проф., д.т.н. Радкевич А.В.
(посада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціали)

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

Запоріжжя
2024

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

Кафедра **Промислового та цивільного будівництва**

Рівень вищої освіти **другий магістрський рівень**

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**

(шифр і назва)

Освітньо-професійна пограма **"Промислове і цивільне будівництво"**

(шифр і назва)

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

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

Бойко Максим Сергійович
(прізвище, ім`я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Дослідження сучасних технологій зведення огороджувальних конструкцій з енергоефективних матеріалів

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

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

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2024 р.

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийн
Розділ 1	Радкевич А.В., д.т.н., проф.		
Розділ 2	Радкевич А.В., д.т.н., проф.		
Розділ 3	Радкевич А.В., д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання 02 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примі
1.	Аналіз сучасних енергоефективних матеріалів	10.09.2024	
2.	Дослідження енергоефективних захисних конструкцій		
	і технологія їх зведення	10.10.2024	
3.	Техніко-економічна оцінка організаційно-технологічни		
	рішень		
4.	Оформлення та підготовка до захисту	20.11.2024	
		30.11.2024	

Студент (підпис) Бойко М.С. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту (підпис) Радкевич А.В. (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Бойко М.С. Дослідження сучасних технологій зведення огороджувальних конструкцій з енергоефективних матеріалів.

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

В роботі представлено детальний аналіз проєктних рішень енергоефективних огороджувальних конструкцій з урахуванням нових нормативів по енергозбереженню. Наведено основні чинники, які випливають на вибір конструктивних рішень огороджувальних конструкцій. Розроблені технологічні карти та виконано техніко-економічне порівняння варіантів огороджувальних конструкцій з урахуванням зниження вартості будівництва, економії матеріальних ресурсів та застосування високоефективних матеріалів і конструктивних схем.

Ключові слова: огороджувальні конструкції, опір теплопередачі, енергозбереження, техніко-економічні показники, ефективність, технологічні рішення.

ABSTRAKT

Boyko M.S. Modern Technologies Research of Building Fencing Structures from Energy-Efficient Materials.

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

The paper presents a detailed analysis of design solutions for energy-efficient building envelopes, taking into account new energy saving standards. The main factors that influence the choice of design solutions for building envelopes are presented. Technological maps have been developed and a technical and economic comparison of building envelope options has been made, taking into account the reduction of construction costs, savings in material resources, and the use of high-performance materials and structural schemes.

Keywords: enclosing structures, heat transfer resistance, energy saving, technical and economic indicators, efficiency, technological solutions.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ.. 10
1.1 Комірчастий бетон……. 11
1.2 Пінобетон – характеристики та особливості використання…... 19
1.3 Газобетон…… 24
1.4 Особливості полістиролбетону та область його застосування.. 29
1.5 Багатошарові стінні конструкції……... 34
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЯ ЇХ ЗВЕДЕННЯ……. 43
2.1 Дослідження теплотехнічних особливостей проєктування захисних конструкцій з енергоефективних матеріалів…….. 43
2.2 Технологія зведення захисних конструкцій з енергоефективних матеріалів..... 51
2.2.1 Технологія виконання робіт по зведенню захисних конструкцій з легких бетонних блоків……. 51
2.2.2 Технологія виконання робіт по зведенню захисних конструкцій з цегли і утеплювача…… 60
2.3 Аналіз технологій зведення будівель з енергоефективних матеріалів…… 80
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ…… 81
3.1 Техніко-економічна оцінка організаційно-технологічних рішень будівництва будівель і споруд з енергоефективних матеріалів…. 81
3.2 Аналіз економічної ефективності зведення будівлі з енергоефективних матеріалів…… 95
ВИСНОВКИ……... 96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 98

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: В сучасному світі, коли екологічні проблеми стають все більш актуальними, енергоефективність у будівництві набуває великого значення. Енергоефективні будівлі споживають менше енергії, що дозволяє зберігати природні ресурси, такі як паливо і вода. Це зменшує тиск на природні екосистеми та допомагає зберегти енергетичні ресурси для майбутніх поколінь. Крім того, зменшення споживання енергії також допомагає зменшити викиди парникових газів, які впливають на зміну клімату. Використання енергоефективних технологій і матеріалів також може сприяти збереженню водних ресурсів.

Житлово-комунальне господарство України є головним споживачем паливно-енергетичних ресурсів: щорічно на опалювання житлових будівель витрачається 15% річних енергоресурсів країни, при цьому дотаційна складова в оплаті енергоресурсів, передусім тепловій енергії, поглинає до 30% засобів регіональних і місцевих бюджетів.

В умовах прогнозованої вичерпаності енергетичних ресурсів забезпечення раціонального енергоспоживання, заснованого на жорсткій економії, визначає темпи і якість розвитку сучасного суспільства.

Питомі тепловтрати у будівлях за експертними оцінками розподіляються таким чином: до 40% - за рахунок організованої і неорганізованої інфільтрації нагрітого повітря, до 30% - за рахунок недостатнього опору теплопередачі захисних конструкцій, до 30% - за рахунок нераціонального витрачання гарячої води і нерегульованого режиму експлуатації систем опалювання.

Бетон і залізобетон як і раніше залишаються основним матеріалом для будівництва житлових, цивільних і промислових будівель в усіх розвинених країнах. У Україні в 50-70-і роки була створена потужне житлове будівництва, таке, що забезпечило цілорічне будівництво більше 100 млн. кв. м залізобетонних будівель - великопанельних, каркасно-панельних, об'ємно-

блокових, кам'яних і змішаних(з кам'яними зовнішніми стінами) будівельних систем. Основними недоліками цих будівель є:

- велика вага несучих і захищаючих конструкцій і високі паливно-енергетичні витрати на виготовлення, транспортування матеріалів і конструкцій і будівництво;

- надмірні паливно-енергетичні витрати на теплопостачання будівель із-за високої теплопровідності захисних конструкцій (низькі вимоги норм, теплопровідні включення при виготовленні, неякісне закладення швів при будівництві), неправильної експлуатації системи опалювання, відсутності припливної регульованої вентиляції і поганої ізоляції тепломереж;

- одноманітність архітектурних рішень і конструктивно-планувальних схем будівель унаслідок максимального зниження вартості.

Вдосконалення технологічних методів підвищення теплозахисних функцій конструкцій будівель і захисних споруд актуальне як для проєктованих, так і для вже існуючих будівель.

Аналіз проєктних рішень енергоефективних стін з урахуванням нових нормативів по енергозбереженню у будівлях показує, що облаштування традиційних одношарових суцільних захисних конструкцій, економічно доцільне лише в південних районах України. Для іншої частини території, особливо для областей, що відноситься до першої температурної зони по кількості градусо-суток опалювального сезону, а це більше 70% усієї території країни, практично безальтернативним варіантом є перехід на шаруваті конструкції. При цьому вирішення проблеми облаштування енергоефективних стінних конструкцій можливо по двох напрямах, як використання енергостінних матеріалів з одного боку, або застосування ефективних технічних рішень багатошарових стінних конструкцій, з іншого боку.

У сучасній зарубіжній практиці оцінка ефективності стінних матеріалів виконується як з урахуванням сукупності техніко-економічних показників будівлі, що будує, так і з урахуванням теплової комфортності приміщень в процесі його подальшої експлуатації.

Таким чином, актуальність роботи обумовлена необхідністю вирішення важливої науково-практичної задачі аналіз і обґрунтування архітектурно-конструктивних рішень громадської будівлі.

Метою магістерської роботи*:* є розробка теоретичних положень і методичних рекомендацій по подальшому вдосконаленню процесу енергозбереження у будівельному комплексі із застосуванням енерго-ефективних матеріалів.

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

-дослідити умови і сучасні проблеми енергозбереження у будівельному комплексі України;

-обґрунтувати необхідність підвищення енергоефективності будівель;

-розробити технологію виконання робіт з енергоефективних матеріалів;

-розрахувати та обґрунтувати техніко-економічну оцінку організаційно-технологічним рішенням по використанню енергоефективних матеріалів.

Об'єкт дослідження – енергоефективні будівельні матеріали для захисних конструкцій, які враховують усі аспекти вирішень багатогранної проблеми формування комфортного і економічного місця існування людини.

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

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

Наукова новизна: інтегрований підхід до аналізу та обґрунтування необхідності застосування енергоефективних захисних конструкцій у контексті проєктування громадської будівлі, яка отримала подальший розвиток визначення методів для оцінки теплотехнічним властивостям енергоефективних матеріалів і вивчені чинники що впливають на них.

Практична цінність: полягає в оцінці існуючої ситуації енергозбереження в Україні і обґрунтуванні необхідності застосування енергоефективних захисних конструкцій. Розроблені технологічні карти на зведення будівель відображають переваги застосування енергоефективних матеріалів в порівнянні з традиційними методами ведення будівництва. Приведена техніко-економічна оцінка дозволяє оцінити у вартісному відношенні переваги ведення робіт з енергоефективних захисних конструкції.

Особистий вклад магістранта:

-вивчення особливостей теплотехнічних властивостей енергоефективних матеріалів;

-вибір найбільш раціонального матеріалу відповідно до мікроклімату України;

-розробка технології зведення будівель і споруд із застосуванням енергоефективних матеріалів;

-розробка техніко-економічної оцінки зведення будівель і споруд із застосуванням енергоефективних матеріалів;

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 100 сторінок тексту, у тому числі 12 рисунки, 13 таблиць. Список використаних джерел містить 29 найменування.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розвиток ринкових стосунків в Україні викликав в реальній економіці швидке і значне зростання цін на усі види енергоносіїв. Це, у свою чергу, привело до істотного збільшення витрат як на будівництво, в основному, за рахунок дорожчання виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, так і на експлуатацію будівель. Ситуація з вартістю зведення зовнішніх конструкцій, що захищають, ще більше ускладнилося при введенні в 1996 році в Україні нових нормативів по опору теплопередачі зовнішніх обгороджувань, що перевищують в 2-2,5 разу термічний опір існуючих будівель, що будуються, з традиційних кам'яних(цегла і дрібноштучні блоки) і одношарових залізобетонних(шлако- чи керамзитобетонні панелі) зовнішніх стін. Термічний опір одношарових зовнішніх стін при товщині традиційної цегляної кладки 50 см і товщині одношарових легкобетонні панелей 35 см знаходиться в межах 0,7-0,9 $м^2$ -С°/Вт. Як відомо, нові нормативи вимагають забезпечення термічного опору зовнішніх обгороджувань в межах 1,7-2,2 $м^2$ - С°/Вт. Перед будівельною галуззю України виникла необхідність зниження енерговитрат як у виробництві будівельних матеріалів і конструкцій так і при експлуатації будівель. Перехід на зведення теплоефективних захисних конструкцій будівель, зажадало внесення істотних коректівів в практику їх проектування і застосування.

Аналіз проєктних рішень теплоефеективних стін з урахуванням нових нормативів по теплозбереженню у будівлях показує, що облаштування традиційних одношарових суцільних захисних конструкцій, економічно доцільне лише в південних районах України. Для іншої частини території, особливо для областей, що відноситься до першої температурної зони по кількості градусо-суток опалювального сезону, а це більше 70% усієї території країни, практично безальтернативним варіантом є перехід на шаруваті конструкції. При цьому вирішення проблеми облаштування енергоефективних

стінних конструкцій можливо по двох напрямах, як використання теплоефективних стінних матеріалів з одного боку, або застосування ефективних технічних рішень багатошарових стінних конструкцій, з іншого боку[26,27].

У сучасній зарубіжній практиці оцінка ефективності стінних матеріалів виконується як з урахуванням сукупності техніко-економічних показників будівлі, що будує, так і з урахуванням теплової комфортності приміщень в процесі його подальшої експлуатації. Одним з «лідерів» за усіма показниками серед вироблюваних на Україні стінних матеріалів є комірчастий бетон і вироби з нього. Це виведення підтверджується також і зарубіжною будівельною практикою, де комірчастий бетон як основний стінний матеріал, зайняв домінуюче положення у будівництві. Серйозною альтернативою комірчастого бетону, із-за ширшої сфери застосування, простоти виготовлення і значно кращих характеристик матеріалу, став полістеролбетон.

1.1 Комірчастий бетон

Комірчастими бетонами і силікатами називають штучні кам'яні матеріали, що складаються із затверділої терпкої речовини(чи суміші терпкого і заповнювача) з рівномірно розподіленими в нім повітряними осередками.

Уперше комірчасті бетони були отримані у кінці XIX ст. Промислове виробництво їх почалося в 20-х роках нашого століття. У 1924 р. в Швеції був запропонований спосіб отримання газобетону на основі цементу, винищити і різних добавок із застосуванням в якості газотвірного реагенту алюмінієвої пудри. Дещо пізніше в Данії був винайдений пінобетон. У 30-х роках були запропоновані способи отримання комірчастих бетонів на основі цементу, винищити і меленого кварцового піску з подальшою автоклавною обробкою формованих виробів[2,19,20].

Систематичні дослідження за технологією комірчастих бетонів в СРСР почалися з 1928 р. Вже на початку 30-х років в нашій країні у будівництві знайшов застосування неавтоклавний пінобетон. Надалі був освоєний випуск широкої номенклатури виробів з комірчастих бетонів.

Відомі багато типів комірчастих бетонів, що відрізняються різними способами отримання пористої структури, видами терпкої речовини, умовами формування, тверднення і так далі

Комірчасті бетони класифікуються в першу чергу за способом отримання пористої структури на газобетони і пінобетони. Отримання пористої структури можливе також шляхом випару значної кількості залученої води.

По виду терпкого можуть бути отримані наступні комірчасті бетони:

– на основі цементу - пінобетон і газобетон;
– на основі вапняного терпкого - піносилікат і газосилікат
– на основі магнезійного терпкого - піномагнезіт і газомагнезіт;
– на основі гіпсового терпкого - піногипс і газогіпс.

Часто найменування «пінобетон» і «газобетон» застосовують для позначення комірчастих бетонів і силікатобетонів незалежно від основного виду в’яжучого. Комірчасті бетони можуть розглядатися як звичайні бетони, в яких роль великого і, частково, дрібного заповнювача виконують повітряні бульбашки. Такі бетони зазвичай називають просто комірчастими. Іноді до складу комірчастого бетону вводять великий заповнювач у вигляді шлакової пемзи, перліту, вермикуліта, керамзиту або інших спучених матеріалів. Такі бетони прийнято називати комірчасті легкими[2,20].

Комірчасті бетони підрозділяються за способом тверднення. Розрізняють комірчасті бетони природного і штучного тверднення.

Вироби з комірчастих бетонів залежно від вимог, що пред'являються до їх несучої здатності, можуть бути армованими і неармованими.

Нині комірчасті бетони застосовуються в різних частинах будівель і споруд і виконують всілякі функції. Залежно від властивостей і сфери

застосування комірчасті бетони діляться на теплоізоляційні і теплоізоляційно-конструктивні.

Теплоізоляційні комірчасті бетони відрізняються малою об'ємною вагою(менше 1000 кг/м^3), низьким коефіцієнтом теплопровідності і достатньою міцністю.

У будівництві застосовуються різні вироби з комірчастих бетонів: панелі, блоки і камені для зовнішніх і внутрішніх стін і перегородок, плити для утеплених покрівель промислових споруд, шкаралупи і сегменти для теплоізоляції трубопроводів, блоки для утеплення і т. п. Вироби з комірчастих бетонів випускають різних розмірів як суцільні, так, і порожнисті.

Фізико-механічні властивості комірчастих бетонів залежать від способів утворення пористості, рівномірності розподілу пір, їх характеру(відкриті, такі, що повідомляються або замкнуті), виду терпкого, умов тверднення, вологості і багатьох інших технологічних чинників. Проте деякі властивості комірчастих бетонів підпорядковані загальним закономірностям. Так, коефіцієнт теплопровідності залежить в основному від величини об'ємної ваги. Він майже не залежить від виду терпкого, умов тверднення і інших чинників. Це пояснюється тим, що матеріал стінок, що утворюють пори, складається з цементного каменю або близького до нього за властивостями силікату. Тому величина пористості і відповідно об'ємної ваги визначає теплопровідність комірчастих бетонів. [2,20].

Властивості міцності комірчастих бетонів залежать у великому мірі від виду терпкого і умов тверднення. Найміцнішими є автоклавні комірчасті бетони, їх міцність перевищує міцність комірчастих бетонів природного тверднення в 8-10 разів.

Міцність матеріалу стінок комірчастого бетону визначається кількістю води зачинення. При твердненні комірчастого бетону на основі портландцементу тільки певна частина води бере участь в процесі тверднення. Кількість пов'язаної води при гідратації цементу залежить від його мінералогічного складу і в середньому складає 15-20% від ваги цементу.

Надмірна кількість води, розсовуючи частки цементу з оболонками з продуктів гідратації, утворює прошарки і скупчення в товщі цементного каменю.

Для комірчастих бетонів, до складу яких входить разом з в'яжучим певна кількість тонкодисперсних добавок, замість водоцементного відношення прийнято визначати так зване водотвердне відношення.

Засобом підвищення міцності є зменшення водотвердного відношення і застосування в технології вібрації як в період приготування розчинів, так і при спученні(для газобетонів). Іншим засобом підвищення міцності виробів з комірчастих бетонів є армування. Комірчасті армовані вироби мають досить велику велику міцність - 75 кг/см^2 і більше.

Теплофізичні властивості комірчастих бетонів залежать від їх вологості. Тому однією з основних властивостей, що характеризують комірчасті бетони, є водопоглинання. Водопоглинання комірчастих бетонів залежить від виду терпкої речовини: бетони на основі вапна, каустичного магнезиту, каустичного доломіту і гіпсу мають більше водопоглинання, ніж бетони на портландцементе[2,19,20].

Внаслідок великого водопоглинання виробу з піно- і газосилікатів дозволено використати в приміщеннях з відносною вологістю повітря не вище 50%. Вироби з піногіпсу дозволено застосовувати тільки в конструкціях, надійно захищених від дії вологи.

Важливою властивістю для комірчастих бетонів є усадка. Вироби з неавтоклавного бетону дають більшу усадку, ніж з автоклавних. Піногіпс і піномагнезит практично не дають усадки.

Температуростійкість комірчастих бетонів невисока. Для автоклавних пінобетону і піносилікату, а також для безавтоклавного пінобетону гранично допустимими температурами є 300-400°С. При подальшому підвищенні температури має місце дегідратація новоутворень цементного каменю, внаслідок чого різко знижується міцність бетонів.

Для піно- і газосилікатів при дії високих температур основним руйнівним чинником являється модифікаційне перетворення кварцу (при 575°). Перехід кварцу з бета-модифікації в альфа-модифікацією супроводжується збільшенням його об'єму і викликає освіту у бетоні тріщин.

На міцності пінобетону і піносилікату позначається не лише температура, по і швидкість нагрівання виробів. Швидкий нагрів швидше призводить до появи тріщін, чим повільний нагрів до тієї ж температури.

Піномагнезит при підвищенні температури вище 200°С має меншу міцність, а при температурі вище 350°С він починає руйнуватися. Ця властивість піномагпезиту визначається відношенням до нагрівання кристалічного хлороокису магнію[2,19,20].

Температуростійкість піногіпсу незначна, при температурі вище 50-60^{0}С його застосовувати не слід; подальше підвищення температури викликає дегідратацію двуводного гіпсу.

Для застосування при температурах від 400 до 700°С розроблені спеціальні рецептури жаротривкого пінобетону. Жаротривкий пінобетон виготовляють з портландцементу, золи-віднесення теплових електростанцій, піноутворювача і води. Жаротривкий пінобетон твердне в природних умовах.

Основні властивості комірчастих бетонів :

Легкість. Газобетон - легкий будівельний матеріал, об'ємна вага якого може варіюватися в діапазоні від 300 до 1200 кг/м^3. Стандартний дрібний блок з комірчастого бетону, марка щільність Д500, розміром 300х188х575 мм має масу до 24 кг і може замінити в стіні, що захищає, завтовшки 640 мм 28 цегли, вага якої складає 120 кг Звідси слідує і пониження трудомісткості кладки, оскільки замість 15-20 цегли досить укласти один камінь. Легкість комірчастого бетону дозволяє понизити транспортні і монтажні витрати і витрати на облаштування фундаментів.

Таблиця 1.1 - Властивості комірчастого бетону

з/п	Показник	Од. виміру	Тепло-ізоляційні	Конструкційне-теплоізоляційні	Звичайний бетон
1	Об'ємна маса в сухому стані	Кг/см^2	400-600	600-800-1200	2350
2	Міцність на стискування в 28 днів	Кг/см^2	10-30	25-50	250
3	Теплопровідність	Ккал/м*ч*гр.	0,1-0,124	0,17-0,33	2,1
4	Акустичні характеристики для стіни: 200 мм. 300 мм.		 43-45 35-37	 40-42 47-49	 57 58
5	Опір теплопередачі через стіну: 200 мм. 300 мм.	Ккал/кн.		 0,71-0,95 0,43-0,58	 3,24 2,55
6	Паропроникністья 90 днів			0,17-0,23	0,7
7	Усадка післ	%		0,033	0,015
8	Вогнестійкість	Хв.	120	120	-
9	Водопоглинання	%		8,5	5

Швидкість і економічність конструкцій, що зводяться. За рахунок відносно великих габаритів блоку і його малої ваги(не потрібно спеціальні підйомні механізми) істотно(за деякими оцінками - в 4 рази) зростає швидкість будівництва. Відповідно менше стають трудовитрати, в 5-7 разів менше витрата зчіплюючи речовин - клеївши або розчину. Усе це зменшує загальну вартість будівлі, що зводиться. Простота в монтажі, яка досягається високою розмірною геометричною точністю блоків(+\- 1-2 мм) і можливість кладки на клей(спеціальна суха суміш упакована в мішках і готується шляхом додавання води) [2,19,20].

Низька теплопровідність. Стіни, виконані з комірчастого бетону, повністю відповідають новим вимогам нормативних документів по опору теплопередачі захисних конструкцій житлових і громадських будівель. Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані - 0,12 Вт/м °С, при вологості 12% - 0,145 Вт/м °С.

Екологічність. Сучасний пінобетон робиться з піску, цементу піноутворювача і води. Він не виділяє токсичних речовин і по своїй екологічності поступається лише дереву, але при цьому не гниє і не старіє. Екологічна чистота вживаних сировинних матеріалів гарантує повну безпеку пінобетонних виробів для людини. Радіаційний фон пінобетону не перевищує 9-11 мкр/ч. Комірчастий бетон «дихає», регулюючи вологість в приміщенні. Будови з комірчастого бетону є практично вічними і не вимагають відходу.

Звукоізоляційні властивості. Звукоізоляційні властивості пінобетону, завдяки його пористій комірчастій структурі, в 10 разів вище, ніж у цегляної кладки. За наявності повітряного проміжку між шарами пінобетону або при обробці поверхні стін щільнішими матеріалами, забезпечується звукоізоляція в 45-50 дБ.

Пожежобезпека. Оскільки для виготовлення пінобетону береться лише природна мінеральна сировина, то немає і небезпеки займання. Пінобетон, будучи неорганічним і негорючим матеріалом, витримує односторонню дію вогню впродовж 3-7 ч. Це матеріал, здатний захистити металеві конструкції від прямої дії вогню. Пінобетон морозостійкий, що пояснюється наявністю резервних пір, в які витісняється при замерзанні лід і вода. Сам матеріал при цьому не руйнується. Вважається, що при дотриманні технології будівництва морозостійкість матеріалу перевищує 200 циклів. При низькій об'ємній масі пінобетон має досить високу міцність на стискування - 28-55 кгс/см^3.

Конструкційність. За рахунок вдосконалення технологічних процесів, точності різання, що забезпечує погрішність не більше 0,5-1 мм, вдається випускати широкий асортимент продукції. Зазвичай робляться блоки з розмірами 600 (250 мм різної товщини (від 50 до 500 мм з кроком 25 мм), а також перемички, плити перекриття і покриттів під рулонну покрівлю, U-образні блоки, що служать опалубкою для заливки монолітних поясів і віконних перемичок безпосередньо за місцем. Для об'єктивного розгляду деяких характеристик, таких як довговічність, морозостійкість і ін., не хапає практики: побудовані з цеглини будинки коштують декілька сотень років, а

будівлі з пінобетону стали будувати відносно нещодавно, тому багато показників відомі лише з теорії.

Теплоізоляційні властивості. Із-за ув'язненого в порах комірчастого бетону повітря він має прекрасну теплоізоляційну здатність. При будівництві житла по нових будівельних нормах товщина зовнішньої стіни має бути: з цеглини - не менше 1500 мм, з комірчастого бетону - 375 мм. Масивність матеріалу забезпечує вирівнювання температурних коливань, як в літню жару, так і зимовий холод. Теплоакумулюючи властивості комірчастого бетону сприяють підвищенню комфорту у внутрішніх приміщеннях і дозволяють значно економити на опалювальній енергії.

Водопоглинання і морозостійкість залежать від величини і характеру пористості комірчастого бетону і щільності перегородок між макропорами(осередками). Для зниження водопоглинання і підвищення морозостійкості прагнуть до створення комірчастої структури із замкнутими порами. Встановлені наступні марки комірчастого бетону по морозостійкості: F15, F25, F35, F50, F75, F100. Для панелей зовнішніх стін застосовують комірчастий бетон марок F15, F25 залежно від вологості атмосфери в приміщеннях і кліматичних умов. Більш високу морозостійкість потрібно від конструкційного комірчастого бетону, що піддається багатократному заморожуванню і відтаванню.

Вологопроникність**.** Із-за замкнутих пір в структурі комірчастого бетону водопоглинання значно нижче, ніж у будівельних матеріалів з капілярною структурою.

Оброблюваність. Простота обробки комірчастого бетону дозволяє виготовляти конструкції різної конфігурації, у тому числі і арочні, обробляти поверхню, прорізати канали і отвори під електропроводку і розетки, трубопроводи[2,19,20].

1.2 Пінобетон – характеристики та особливості використання

Пінобетон - порівняно новий матеріал; якщо цеглі 3000 років, то йому не більше 100. Це штучний пористий камінь, здатний плавати у воді, відповідає усім вимогам нормативних документів, що пред'являються до будівельних матеріалів, по міцності, деформативності, морозостійкості, його теплозахисні властивості в 2-3 рази вищі, ніж у цеглини. Стіна з цього матеріалу «дихає», створюючи в приміщенні ідеальний мікроклімат, особливо корисний при легеневих, серцево-судинних і суглобових захворюваннях, але бетон, на відміну від деревини, що має ті ж властивості, не горить і не гниє. Останні роки характеризуються новим сплеском інтересу до комірчастого бетону. Це обумовлено двома причинами: посиленням норм відносно вимог теплозахисту будівельних елементів і новими досягненнями в технології і конструюванні комірчастих бетонних виробів[18,20].

Спершу з'ясуємо, що ж таке пінобетон, чим він хороший і які принципові відмінності пінобетону.

Пінобетон, як будівельний матеріал, був винайдений і запропонований до використання в 20-х роках минулого століття. Виходить він за допомогою змішування за спеціальною технологією цементу, піску або золи, піноутворювача і води. Сфера застосування пінобетону значно ширша за багато інших будівельних матеріалів. Пінобетон можна отримувати як в заводських умовах, так і в умовах будівельного майданчика, оскільки пориста структура цементно-піщаної піно маси повністю формується в короткий відрізок часу в умовах інтенсивних динамічних дій при перемішуванні у бетонозмішувачі.

Змінюючи співвідношення компонентів, отримуємо різні типи пінобетону, вживаного для[18]:

-зовнішніх стін,

-внутрішніх перегородок,

-термовкладишей,

-термоізоляції дахів,

-термоізоляції трубопроводів,

-звуко- теплоізоляції міжповерхових перекриття.

Розрізняють наступні типи пінобетону :

-теплоізоляційний - щільність 400 - 500 кг/м^3,

-теплоізоляційно-конструкційний - щільність 600 - 900 кг/м^3,

-конструкційний - щільність 1000 - 1200 кг/м^3.

Існує декілька технологій отримання пінобетону. За великим рахунком, їх можна виділити в дві групи.

У першій пінобетон отримують змішуванням відразу усіх компонентів в змішувачі, і за рахунок інтенсивного перемішування залучають до готового розчину повітря. Мінусами цієї технології є те, що піну можна отримати при дуже сильно рухливому(рідкому) розчині. Тобто потрібно або вводити велику кількість води, що знижує міцність готового бетону, або активно користуватися різними хімічними добавкам(пластифікаторами), що у свою чергу не дозволяє використати якісні і екологічно чисті білкові піноутворювачі. В результаті структура отриманого за цією технологією пінобетону складається з повітряних бульбашок розміром 1.5-2 мм(добре, якщо так вийде). Безперечними плюсами цієї технології є простота технологічного процесу і низька вартість устаткування[18,20].

При застосуванні другої технології, спочатку готується бетонний розчин і вже в готову суміш подається піна, приготована в піногенераторі, в процесі перемішування піна насичується бетоном - пінобетон готовий. Ця технологія за рахунок послідовного проведення операцій дозволяє контролювати якість проведення усіх етапів технологічного ланцюжка. До мінусів цієї технології можна віднести більш високу ціну устаткування і більше число операцій.

Таблиця 1.2 - Дозування компонентів для виробництва 1 м^3 пінобетону

Марка пінобетону	Щільність, кг/м^3				
	400	600	800	1000	1200
Склад пінобетону	Міцність, кг/см2				
	8-15	18-27	30-45	50-80	70-100
Цемент(ПЦ 500, 600), кг	360	375	405	330	335
Наповнювач (пісок, відсівання, зола-віднесення - зернистість по модулю 1 (0,2 мм), кг	0	160	295	560	750
Концентрат піноутворювача(ПБ-2000 або аналогічний), кг	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45
Вода(технічна, для зачинення і приготування розчину піноутворювача), л	193	240	300	353	400

Таблиця 1.3 - Час тверднення пінобетону, при 20°С.

Час, доба	Міцність	Примітка
0.5-1	Разопалубочная	Блоки можна вийняти з форм
3-4	Транспортування(відпускна)	Блоки можна перевозити автотранспортом, відвантажувати споживачам в літній час
5-6	Морозостійкості	Блоки в зимовий час можна відправляти на холодний склад або відвантажувати споживачам
7-8	Конструкційна	Можна вести кладку з блоків, або зняти знімну опалубку при монолітному будівництві в теплу пору року

Таблиця 1 4 - Діапазон фізико-механічних властивостей пінобетону.

Щільність в сухому стані	від 400 до 1200 кг/куб
Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані	від 0,1 до 0,3 Вт/м С
Межа міцності при стискуванні	від 12 до 100 кг/кв.см (від 1,2 до 10 МПа)
Сорбційне зволоження	від 1 до 5 мас.%
Водопоглинання	від 0,5 до 5
Морозостійкість	від F25 до F50
Група матеріалів по пожежобезпеці	негорючі

Пінобетонні блоки - надійні, їх можна сміливо назвати вічним будівельним матеріалом. Термін використання піноблоків не органічний. Маючи міцність каменю і стійкість до стиснення, піноблоки не піддаються впливу часу. Під час експлуатації з роками пінобетонні блоки стають тільки міцнішими[18,21].

Завдяки своїй насиченості повітрям, піноблоки акумулюють і зберігають тепло, що під час експлуатації знижує витрати на опалення на 20-30%.

Будинки, під час будівництва яких використано пінобетонні блоки, вирізняються досить високою здатністю поглинання звуку.

Виготовлення піноблоків за сучасними технологіями дає змогу отримувати високоекологічний матеріал, що поступається за характеристиками тільки дереву.

Виробництво піноблоків здійснюється для застосування у вогнестійких конструкціях, оскільки пінобетонні блоки надійно захищають від поширення пожежі. Випробування підтверджують, що піноблоки відповідають першому ступеню вогнестійкості. Пінобетонні блоки товщиною 150 мм протягом 4 годин захищають від пожежі. При впливі інтенсивної теплоти, типу паяльної лампи, на поверхню бетону він не розщеплюється і не вибухає, як це має місце з важким бетоном. У результаті цього арматура захищена більш тривалий час від нагрівання. Тести показують, що пінобетон товщиною 150 мм протистоїть пожежі протягом 4 годин. (рис.1.1).

Виробництво піноблоків здійснюється з метою будівництва сучасних споруд, які не бояться вогкості, плісняви, значних втрат тепла взимку і, навпаки, підвищення температури в жарку пору року. Завдяки здатності пінобетону до вбирання і віддачі вологи, виготовлення піноблоків здійснюється для встановлення мікроклімату (ефекту термоса) в будинках. Пінобетон володіє великою водостійкістю, він не пропускає воду, а також не тоне у воді (рис.1 2).



Рисунок 1.1 - Висока пожежостійкість піноблоків

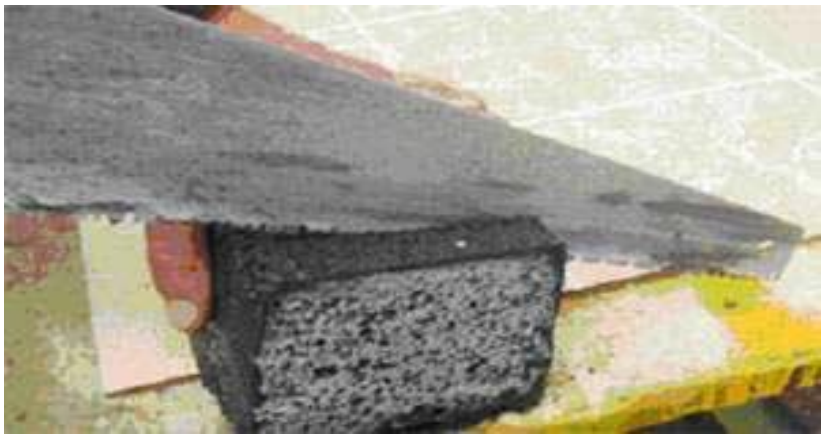


Рисунок 1. 2 - Легкість в обробці блоків

Порівняно зі стандартним важким бетоном піноблоки за вагою набагато менші (від 10 % до 87 %). Ця властивість призводить до значного зниження ваги споруд та економії на фундаментах.

З урахуванням невеликої щільності, а, отже, легкості, піноблоки порівняно з цеглою дають змогу проводити швидкісне зведення будівель.

Завдяки легкості в обробці та оздобленні пінобетонні блоки дають змогу без труднощів виготовити різноманітні форми кутів або арок, а також прорізати отвори і канали для електропроводки і труб. За рахунок цього можна здійснювати найвишуканіше архітектурні проєкти (рис. 1.3).



Рисунок1.3 - Висока водостійкість пінобетону

Щільність пінобетону залежить тільки від дотримання пропорцій компонентів і дотримання технологічної інструкції, і не залежить від параметрів навколишнього середовища.

Теплопровідність пінобетону будь-якої конкретної щільності незначною мірою залежить від застосовуваного наповнювача (наприклад: теплопровідність кварцового піску вища, ніж у гранітного відсіву, тому пінобетон, зроблений на відсіві, буде трохи «теплішим»).

Міцність пінобетону (як і звичайного бетону) залежить:

від марки цементу (чим вища марка цементу, тим міцніший пінобетон);

від якості наповнювача (що менше в ньому пилоподібних частинок, сторонніх домішок і що однорідніша зернистість, то міцніший пінобетон);

1.3 Газобетон

Газобетон - це легкий пористий матеріал, що отримується в результаті тверднення суміші гідравлічного терпкого, тонкодисперсного кремнеземного компонента, води і газоутворювача. По структурі газобетон відноситься до групи комірчастих бетонів, названих так із-за наявності в штучних каменів

цього виду рівномірно розподілених сферичних пір розміром від 1 до 3 мм в діаметрі. Розрізняють газобетони автоклавного і неавтоклавного тверднення(пропарювання або повітряне тверднення) [2,14,19,20].

Властивості газобетону:

Легкість. Газобетон - легкий будівельний матеріал, об'ємна вага якого може варіюватися в діапазоні від 300 до 1200 кг/м^3. Проте нині, враховуючи комплексні вимоги до сучасних будівельних матеріалів, передусім по теплопровідності, оптимально випускати комірчасті бетони з мінімальною об'ємною вагою 400-600 кг/м^3. Стандартний дрібний блок з комірчастого бетону, мазка щільність Д500, розміром 300х188х575 мм має масу до 20 кг і може замінити в стіні, що захищає, завтовшки 640 мм 28 цегли, вага якої складає 120 кг

Швидкість і економічність конструкцій, що зводяться. За рахунок відносно великих габаритів газобетонного блоку і його малої ваги(не потрібно спеціальні підйомні механізми) істотно(за деякими оцінками - в 4 рази) зростає швидкість будівництва. Відповідно менше стають трудовитрати, в 5-7 разів менше витрата зчіплюючих речовин - клеївши або розчину. Усе це зменшує загальну вартість будівлі, що зводиться. Простота обробки. Газобетон легко обробляється будь-яким різальним інструментом.

Низька теплопровідність. Стіни, виконані з газобетону, повністю відповідають новим вимогам нормативних документів по опору теплопередачі конструкцій житлових і громадських будівель, що захищають. Коефіцієнт теплопровідності газобетону в сухому стані - 0,12 Вт/м °С, при вологості 12% - 0,145 Вт/м °С. В нашому регіоні можливе облаштування стін з газобетонних блоків(щільністю не більше 500 кг/м^3) завтовшки 300 мм.

Широко відомі і теплоакумуляційні властивості газобетону. По теплопровідності блоки стандартної товщини(375 мм) еквівалентні 600-міліметровій цегляної кладці. Енергозбереження нині є одним з найбільш важливих показників. При застосуванні газобетону найкращі показники по цьому параметру досягаються шляхом використання цього матеріалу з

найменшою об'ємною вагою. У Європі застосовують газобетон з об'ємною вагою 500 кг/м^3. Вітчизняні виробники вже навчилися виготовляти газобетон щільністю 400 кг/м^3 - характеристики по теплопровідності і морозостійкості у нього істотно вище(коефіцієнт теплопровідності 0,10 Вт/м °С, марка по міцності В1, 5, морозостійкість не менше 25 циклів).

Здавалося б, чим менше щільності, тим менше і теплопровідність матеріалу(працює «ефект шуби», коли поганий провідник тепла - повітря - займає в матеріалі все більше місця). Але застосовувати у будівництві газобетон щільності меншої чим 400 кг/м^3 можливо тільки в якості утеплювача, із-за його низьких характеристик міцності.

Екологічність. Сучасний газобетон виготовлють з піску, вапна, цементу і алюмінієвої пудри. Він не виділяє токсичних речовин і по своїй екологічності поступається лише дереву, але при цьому не гниє і не старіє. Екологічна чистота вживаних сировинних матеріалів гарантує повну безпеку газобетонних виробів для людини. Радіаційний фон газобетону не перевищує 9-11 мкр/ч. Це пористий матеріал, тому у будинку, побудованому з газобетону, дихається так само легко, як і в дерев'яному.

Звукоізоляційні властивості газобетону, завдяки його пористій комірчастій структурі, в 10 разів вище, ніж у цегляної кладки. За наявності повітряного проміжку між шарами газобетону або при обробці поверхні стін щільнішими матеріалами, забезпечується звукоізоляція в 45-50 дБ.

Пожежобезпека. Оскільки для виготовлення газобетону береться лише природна мінеральна сировина, то немає і небезпеки займання. Газобетон, будучи неорганічним і негорючим матеріалом, витримує односторонню дію вогню впродовж 3-7 ч. Це матеріал, здатний захистити металеві конструкції від прямої дії вогню. Газобетон морозостійкий, що пояснюється наявністю резервних пір, в які витісняється при замерзанні лід і вода. Сам матеріал при цьому не руйнується. Вважається, що при дотриманні технології будівництва морозостійкість матеріалу перевищує 200 циклів.

Конструкційність. За рахунок вдосконалення технологічних процесів, точності різання, що забезпечує погрішність не більше 0,5-1 мм, підприємствам-виробникам вдається випускати широкий асортимент продукції. Зазвичай виготовляються блоки з розмірами 600х250 мм різної товщини(від 50 до 500 мм з кроком 25 мм), а також перемички, плити перекриття і покриттів під рулонну покрівлю, U- образні блоки, що служать опалубкою для заливки монолітних поясів і віконних перемичок безпосередньо за місцем. Для об'єктивного розгляду деяких характеристик, таких як довговічність, морозостійкість і ін., не хапає практики: побудовані з цеглини будинки коштують декілька сотень років, а будівлі з газобетону стали будувати відносно нещодавно, тому багато показників газобетону відомі лише з теорії.

Застосування газобетону. Газобетон є економічним і ефективним будівельним матеріалом, властивості якого дозволяють в стислі терміни споруджувати будівлі різного призначення. При будівництві великих будинків блоки з газобетону можуть застосовуватися в якості утеплювача[2,14,19,20].

У малоповерховому будівництві газобетон може виконувати не лише теплоізоляційні, але і несучі функції. Він може застосовуватися комплексно в конструкціях зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок, перекриття, покриттів, перемичок і навіть сходових східців. Відмітимо, що робилися спроби використання комірчастого бетону в конструкціях фундаментів і стін підвалів, проте їх обґрунтованість вимагає додаткової перевірки на довговічність і надійність цих конструкцій. У світовій практиці комірчастий бетон вже давно використовується при реконструкції старих будівель, при нарощуванні їх поверховості, для утеплення фасадів без зміни конструкції і несучої здатності фундаментів.

З газобетоних блоків можна зводити будівлі будь-якої конфігурації, що відкриває великі можливості для фантазій архітекторів. Газобетоні блоки зазвичай нарізуються з довгих брусів; замовник може вибирати будь-який типорозмір, обмежений тільки можливостями автоклавного виробництва.

Такий підхід особливо зручний при зведенні будинків по індивідуальних проєктах. Висока точність геометричних розмірів газобетонних блоків дозволяє, за бажання, обійтися без штукатурних робіт усередині приміщень. На газобетон добре клеїться керамічна плитка, шпалери, інший обробний матеріал[2,14,19,20].

Таблиця 1.5 - Фізико-технічні властивості газобетону.

Об'ємна щільність бетону кг/м3	400	500	600
Міцність бетону на стискування кг/см^2	20	35	50
Клас бетону по міцності	У 1,5	У 2 - 2,5	У 2,5 - 3,5
Марка бетону по морозостійкості	F 35		
Відпускна вологість бетону не більша %	35		
Усадка при висиханні мм/пм	0,5		
Коефіцієнт теплопровідності Вт/м С	0,10	0,12	0,14
Сорбційна вологість не більша	8		
Коефіцієнт паропроникненість мг/м.ч.Па	0,23	0,20	0,17

Таблиця 1.6 - Основні характеристики газобетонних блоків

Щільність, кг/м3	Довжина (L), мм	Висота (H), мм	Товщина (B), мм	Клас міцності	Тепло-провідність	Морозо-стійкість
400	625	250	300	B2,5 35 кг/см^2	0,1	F 35
	625	250	375			
	625	250	400			
350	625	250	300	B2,0	0,085	
	625	250	375			



Рисунок1.4 - Газобетонний блок AEROC Ecoterm

1.4 Особливості полістиролбетону та область його застосування

Полістиролбетоном називається бетон, легким заповнювачем якого є спіненій полістирол. Полістиролбетон за своїми властивостями відноситься до легких бетонів(комірчастим бетонам), проте має ряд істотних відмінностей. До його достоїнств відносять можливість варіювання в широких межах його щільності, внаслідок чого полістиролбетон може бути як конструкційним, так і теплоізоляційним матеріалом. Виключно мала об'ємна щільність часток спіненого пластика дозволяє робити легкий бетон з об'ємною масою, діапазон якої може бути вибраний відповідно до вимог конкретної сфери застосування, і при цьому бетон має відповідно широкий діапазон характеристик. Також, на відміну від пінобетонів і газобетонів, нескладно отримувати полістиролбетон щільністю менш 200кг/м^3, що має підвищені теплоізоляційні властивості.

Полістиролбетон є композиційним матеріалом, до складу якого входить портландцемент і його різновиди, кремнеземний заповнювач(кварцовий пісок або зола-віднесення з ТЕЦ, застосовується при виробництві полістиролбетона високої щільності), пористий заповнювач, в якості якого виступає гранули спіненого полістиролу(ПВГ), а також модифікуючи добавки(прискорювачі

схоплювання, пластифікатори і т.п.) Щільність вироблюваного полістиролбетону, як правило, варіюється в межах Д600(для конструкційних блоків) до Д150(при використанні як теплоізоляційний матеріал) [19,20,27].

Легкий бетон з пінополістирольним заповнювачем входить до групи надзвичайно легких бетонів, які робляться з використання пористих заповнювачів, зерен, що зазвичай мають малу міцність. Вирішальним чинником для властивостей міцності є структура затверділої цементної пасти, що оточує частки заповнювачів зі спіненого пластика, і що впливає на масу бетону. Крім того важлива форма і розмір зерен, а також структура поверхні використовуваних пінополістирольних заповнювачів. На відміну від мінеральних заповнювачів, дозування пінополістирольних заповнювачів задається не по масі, а за об'ємом. За допомогою вибору об'ємної маси бетону можна впливати на характеристики полістиролбетону, щоб вони краще відповідали конкретним вимогам.

У світлі сьогоднішніх вимог представляє інтерес полістиролбетон, об'ємна маса якого знаходитися в нижньому діапазоні(< 600 кг/м^3). В цьому випадку поєднання теплоізолюючого матеріалу і бетону в одному матеріалі пропонує будівельникам оптимальну комбінацію властивостей, що несуть, звукоізоляції, термоізоляції і вогнезахисту[2,27].

Полістиролбетон відомий впродовж досить тривалого часу, проте нині інтерес до цього виду будівельних матеріалів значно зріс, і головним чином з наступних причин:

- полістиролбетон має широку сферу застосування, простий у виготовленні, і має чудові теплотехнічні характеристики;

- вимоги по теплоізоляції будівель стають значно жорсткішими, внаслідок цього стало необхідним функціональне розділення будівельних матеріалів на теплоізоляційні і несучі навантаження, і ці матеріали повинні відповідним чином поєднуватися в елементах будівель. В цьому відношенні цікаві рішення пропонує використання легкого бетону із заповнювачем з пінополістиролу(полістиролбетону).

Основною проблемою отримання якісного полістиролбетону, як і легких і комірчастих бетонів, являється оптимізація співвідношення між його щільністю і необхідною міцністю в проектному віці.

Таблиця 1.7 - .Основні технічні характеристики полістиролбетону

Марка блоків по середній щільності (кг/м^3)	Марка по морозо-стійкості	Клас по міцності на стискування	Середня міцність на стискування R, МПа	Переділ міцності на розтягування при вигині, МПа	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м °С		
					у сухому стані	при експлуатаційній вологості	
						А	Б
D150	F25	М 2,5	-	0,10	0,055	0,057	0,06
D200	F25 - F35	М 3,5	-	0,15	0,065	0,070	0,075
D250	F35 - F50	У 0,35	-	0,25	0,075	0,085	0,090
D300	F35 - F50	У 0,5	0,73	0,35	0,085	0,095	0,105
D350	F50 - F75	У 0,75	1,09	0,50	0,095	0,110	0,120
D400	F50 - F75	У 1,0	1,45	0,60	0,105	0,120	0,130
D450	F75 - F100	У 1,5	2,16	0,65	0,115	0,130	0,140
D500	F75 - F100	У 2,0	2,90	0,70	0,125	0,140	0,155
D550	F100 - F150	У 2,5	3,60	0,73	0,135	0,155	0,175

Блоки з полістиролбетону призначені для зведення зовнішніх і перегородчастих стін. Зовнішні стіни можуть застосовуватися у будівлях різного призначення будь-якої конструктивної системи. Залежно від сприйманих ними вертикальних навантажень такі стіни можуть бути:

– Несучими. Рекомендується застосовувати в громадських і виробничих приміщеннях заввишки в 1-2 поверхи, в житлових будівлях - до 3 поверхів включно. Такі стіни слід виконувати з блоків по щільності не нижче D400 з міцністю на стискування не нижче В1.

– Самонесучими. Можуть застосовуватися у будівлях будь-якої поверховості, виконаних з тим, що поэтажным, що спирається на перекриття.

– Виконуються вони з блоків марки по щільності не нижче D300 з міцністю на стискування не нижче В0,5.

– Навісними. Застосовуються у будівлях будь-якої поверховості. Цей тип стін виконується з плит марки по щільності не нижче D200.

Основні достоїнства:

– Значне зниження матеріаломісткості;

– Економія до 70 % розчину;

– Нижча вартість полістиролбетону в порівнянні з іншими матеріалами;

– Понижені витрати на опалювання внаслідок нижчої теплопровідності полістиролбетону в порівнянні з іншими матеріалами;

– Великорозмірні блоки спрощують укладання стін;

– Висока технологічність будівництва, блоки легко пиляються, гатяться(надання будь-якої геометричної форми, облаштування каналів для прихованої проводки);

– Блоки мають різноманітну форму, легко монтуються, збільшуючи швидкість зведення стін і перегородок в 10 разів;

– Кладка ведеться на клейовій основі для пінобетонів, що дозволяє отримати міжблочний шов не більше 3-4 мм і уникнути утворення містків холоду.

– Зниження трудовитрат в 3 рази;

– Не потрібно використання важкої вантажопідйомної техніки при будівництві будинку :

– Один блок замінює 17 цегли і важить не більше 22 кг;

– Трудногорючие, при обштукатурюванні або облицюванні цеглиною можуть застосовуватися при будівництві будівель I категорії вогнестійкості і класу пожаростойкости ;

– Довговічність більше 100;

– Висока морозостійкість;

– Полістиролбетон не є поживним середовищем для мікроорганізмів і грибків, не схильний до гниття;

– Екологічно безпечний;

– Прекрасна звукова ізоляція;

– Відмінна гідроізоляція при збереженні паропроникненість.

– група горючості Г1;

– паропроникненість Д400 - 0,085 мг/М-ч-па, Д500 - 0,075 мг/М-ч-па при високій водонепроникності;

– температура застосування від - 60°С до + 70°С;

– питома теплоємність 1,06 кДж(кг - °С);

– низька експлуатаційна вологість в межах 4-8 % по масі і мала величина усадки, що не перевищує 1 мм/м, має низьку сорбційну вологість, що дозволяє матеріалу зберігати низькі значення теплопровідності і в умовах підвищеної вологості.

Діапазон застосування полістиролбетону дуже широкий: - захисні конструкції каркасних будівель, - несучі стіни, і перегородки - заливка підлог(стягування) - виготовлення штучних блоків і плит - утеплення стін вже побудованих будівель - утеплення горищ, покрівлі[27].



Рисунок 1.5 – Гранули полістеролбетону та полістеролбетоний блок

1.5 Багатошарові стінні конструкції

Холодні зими, лякають не лише іноземців, але і корінних жителів. Але сьогодні існує безліч способів обігріву приміщень. Проте, перш, ніж прибігати до послуг додаткових джерел тепла, варто потурбуватися про те, щоб максимально зберегти наявне. Адже не секрет, що використання обігрівачів коштує недешево. Тому при будівництві сучасних будівель утепленню фасадів приділяється особлива увага.

Для того, щоб будинок був теплим, не треба вибудовувати метрові стіни. Навіть тонкі можуть відмінно зберігати тепло завдяки використанню теплоізоляційних матеріалів, виготовлених спеціально для цих цілей. Ці матеріали відрізняються високою пористістю, а відмінна якість забезпечує малу щільність матеріалів. Таким чином досягається низька теплопровідність. Оброблені таким матеріалом фасади будівлі дозволяє значно скоротити витрати на опалювання. При цьому, у відмінності від товстих стін, застосування теплоізоляції забезпечує невелику масу самої будови, зменшує витрату дорогих будівельних матеріалів. [20,27].

Методів і способів утеплення фасадів люди придумали множину.

На сьогодні їх різноманітність наводить на думку, що ця проблема коштує дуже актуально і вимагає негайного рішення. На даний момент існують три основні напрями:

– Внутрішні утеплення (утеплення комірчастими бетонами).
– Багатошарові стінні конструкції.
– Зовнішнє утеплення .

Тепер розглянемо кожен напрям детально:

1) Утеплення комірчастими бетонами:

Внутрішні утеплення зовнішніх стін притягає усіх своєю відносною дешевизною: вибір теплоізоляційних матеріалів досить великий, відносно низькі праце- і материаловитрати, немає строгої необхідності відповідати

критеріям надійності, досягається необхідний коефіцієнт опору теплопередачі конструкції, а для обробки підійде будь-який листовий матеріал або шпалери.

Але існує і інша сторона медалі. Внутрішні утеплення має ряд досить серйозних недоліків :

I. Система внутрішнього утеплення не може забезпечувати нормального тепловологого режиму конструкції. Адже нормальним цей процес можна назвати лише у тому випадку, коли в конструкції не відбувається накопичення вологи в період експлуатації(особливо в холодний період, тривалість якого для наприклад для Києва дорівнює близько 180 днів.).

Але в процесі життєдіяльності людей(прання, вологе прибирання приміщення) виникає пароподібна волога(близько 14 л/сут.), яка потрапляє в зовнішню конструкцію завдяки теплотехнічним властивостям матеріалів під дією сил тепло, - і масообміну.

II. Жителі квартир будуть вимушені нести додаткові матеріальні(енергетичні) витрати в спробах просушити приміщення.

III. Варіант внутрішнього утеплення не здатний розв'язати проблему втрати тепла через «мости холоду», що є також дуже важливим питанням.

VI. Застосування внутрішнього утеплення несе досить неприємний економічний ущерб організаціям, які будують житлову будівлю з метою продажу житла. Так щоб забезпечити опір теплопередачі системи рівним Ro =3,5-4,0 $м^2*^oС/Вт$ потрібна стіна з пінобетону щільністю=300 $кг/м^3$ товщиною 300мм або стіна з пінобетону щільністю=400 $кг/м^3$ товщиною 400мм. У практиці вітчизняного виробника часто спостерігається порушення технології, і пінобетон має фактичну щільність вище вказаною(до 600 $кг/м^3$) з набагато більшим коефіцієнтом теплопровідності. Навіть, виходячи з сьогоднішньої практики(товщина стіни з пінобетону=400мм) ми можемо побачити втрати по площі які з цим пов'язані і відповідно порахувати фінансові втрати будівельних організацій.

2) Багатошарові стінні конструкції.

Практичне застосування у вітчизняному будівництві знайшло три види конструкції багатошарових зовнішніх стін :

I. Стіни будівлі виконуються колодцевой цегляною кладкою. Теплоізолюючі властивості таких стін визначаються шаром утеплювача. В цьому випадку характеристики міцності утеплювача, його стійкість до атмосферних дій не грають вирішальній ролі. Зазвичай в таких конструкціях використовують плити ПСБ щільністю 40 кг/м^3 або мінераловатні мати.

До недоліків цього виду утеплення стін відносяться:

– виникає проблема виведення надмірної вологи з утеплювача, яка накопичується в процесі експлуатації приміщень;

– залишається також не задіяним зовнішній шар стіни і, відповідно, не ліквідовуються мости холоду;

– існує вірогідність попадання опадів в шар теплоізоляції;

– колодцева кладка - досить складний і трудомісткий процес, що вимагає високої кваліфікації мулярів;

– укладання утеплювача представляє певні технологічні труднощі, особливо його фіксація.

Усе це призводить до дорожчання будівництва і збільшення його термінів.

II. Тришарові зовнішні стінні панелі, що виготовляються промисловим способом на заводах залізобетонних конструкцій.

У недавньому минулому на системи тришарових стінних панелей(а інакше кажучи будівництво панельних будинків), що виготовляються промисловим способом, покладалися великі надії. Передбачалося, що їх застосування розв'яже проблему утеплення фасадів будівель.

Проте, як і в попередніх системах утеплення стін, не вдалося уникнути процесу накопичення вологи в товщі утеплювача або на межі утеплювач-бетон за рахунок конденсації побутової пари. В результаті теплотехнічні показники системи погіршувалися. Слабким місцем системи тришарових панелей виявилися стандартні мости холоду і стики між панелями, велика вірогідність

попадання вологи і промерзання. Крім того, зовнішній вигляд панельних будівель залишає бажати кращого.

Нині для запобігання утворенню конденсату запропоновано використати паробарьер. Таким чином вирішуються усі теплофізичні питання пов'язані з утворенням конденсату, але виникають нові, пов'язані з мікрокліматом в приміщенні:

– для нормального режиму вологості в приміщенні необхідно організувати примусову вентиляцію, що досить дорого оскільки при вентиляції відбувається значна втрата тепла, отже ефект від утеплення знижується;

– із-за технологічних особливостей складно встановити пароізоляцію на стінах зі світловими отворами.

III. Багатошарова система з вентильованим каналом.

Технології будівництва не стоїть на місці, і утеплення будинків за останній час значно змінилося. Кроком вперед у вирішенні проблеми утеплення будівель стало створення багатошарової системи з вентильованим каналом. Це дозволило нормалізувати теплофізичні процеси усередині конструкції і ліквідовувати «мости холоди», які були основною проблемою попередніх систем утеплення. Так само вирішилося питання естетики і архітектурної виразності фасаду будівлі. Крім того, при такій конструкції корисна площа приміщень не урізується, і відповідно скорочуються пов'язані з цим фінансові втрати[20,27].

Як і усі попередні системи утеплення стін, системи утеплення з вентильованим фасадом мають свої недоліки:

– збільшення ширини фундаменту на товщину утеплювача(100 мм), вентиляційного каналу(40 мм) і конструкції(лицьова цеглина 120 мм), що захищає, спричиняє за собою додаткові фінансові витрати;

– особливої обережності вимагає використання цієї системи при реконструкції будівель, що обумовлено конструктивними труднощами з'єднання старого і нового фундаментів;

– потрібний копіткий і індивідуальний розрахунок для кожного будинку, що стосується спільної роботи обох фундаментів(у новому фундаменті мають місце усадкові процеси, що може привести до порушення цілісності системи, спотворення лицьової частини конструкції);

– зовнішній шар не працює в теплоізоляційному процесі. Холодне повітря безпосередньо обмиває утеплювач з пінобетону, що обумовлює зниження теплотехнічних властивостей конструкції;

– при зведенні стіни частина розчину може потрапляти в повітряний канал, бетонуючи його і створюючи мости холоду;

– в силу конструктивних особливостей системи неможливий приплив повітря в канал з самого низу, що знижує ефективність вентиляції утеплювача. Для вирішення цього завдання розробниками запропоновано вентилювати утеплювач за допомогою пристрою в нижньому і верхньому(приплив і витяг) зовнішньому шарі отворів загальною площею 150 $см^2$ на кожні 20 $м^2$ стіни. Проте, по-перше, немає документального підтвердження ефективності такого рішення, а по-друге, не унеможливлено накопичення пилу і попадання опадів у витяжні отвори;

-з економічної точки зору зведення будівель по такій системі технічно складне і призводить до великих термінів і трудовитратам, збільшенню термінів будівництва.

3.Системи зовнішнього утеплення фасадів.

На сьогодні існують два напрями розвитку зовнішнього утеплення :

I. Контактний метод.

За останні 5-6 років на вітчизняному ринку знайшла широке поширення система контактного утеплення. В якості теплоізоляційного шару в такій системі утеплення стін використовуються мінераловатні плити Rockwul, Parok, екструдований пінополістирол або утеплювач з комірчастого скла Foamglas, а в якості декоративного шару - тонкошарова штукатурка.

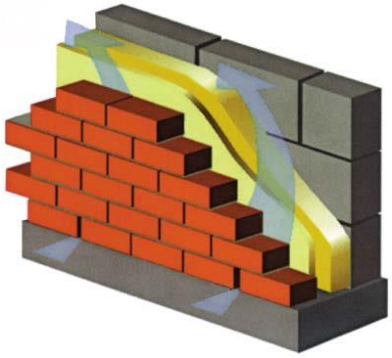


Рисунок 1.6 – Колодязна кладка

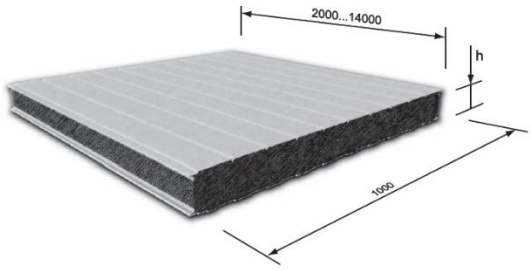


Рисунок 1.7 - Трьохшарова стінова панель

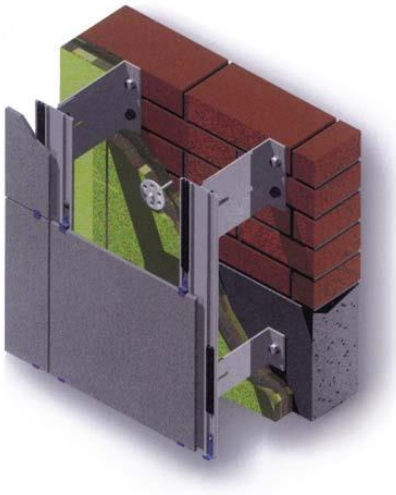


Рисунок 1.8 – Богатошарова система з вентильованим каналом

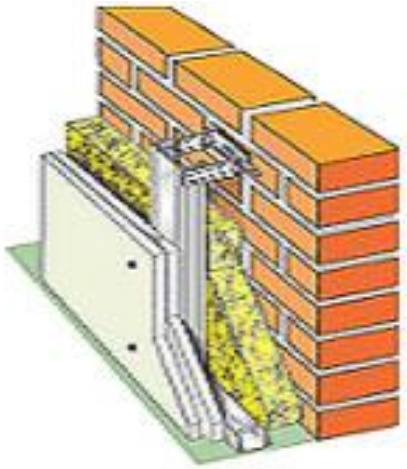


Рисунок 1.9 – Схема внутрішнього утеплення стін

Утеплення будинків контактними методами у свою чергу ділиться на: легкий мокрий метод та важкий мокрий метод.

Фасадне утеплення по методу «важких мокрих» систем (шведська Serporock, фінська Termonit) відрізняється тим, що функцію, що несе, виконує металева сітка, пов'язана за допомогою спеціальних кріплень розпорів і розтяжних з утеплювачем і основою(стіною) [20,,21].

Ширше поширення знайшов «легкий мокрий» метод утеплення стін. Він є комплексом заходів, що полягає в приклеюванні до зовнішньої поверхні стіни суцільного шару теплоізоляційних плит, покритті їх поверхні тонким шаром склеювального розчину, армованого сіткою із скловолокна. Теплоізоляційні плити приклеюються до стіни склеювальними розчинами, і

залежно від необхідності, кріпляться додатково пластмасовими грибоподібними сполучними елементами. У цих системах функцію, що несе, виконує теплоізоляційна плита, на яку по скловолокнистій сітці наноситься армуючий шар. У «легких» системах, як правило, загальна товщина усіх шарів поверх теплоізоляційної плити складає не більше 9 мм. На українському ринку представлені наступні системи: Текс-колор, Синерджи, Марморит, Боликс, Церезит, Dryvit і інші. Кожна з них передбачає використання чітко певних матеріалів для утеплення, наклеювання утепляючого шару, його кріплення і армування, штукатурних сумішей і відповідно дотримання усіх технологічних вимог монтажу.

Переваги легкого мокрого методу полягають в наступному:

-«точка роси» знаходиться поза стінною конструкцією і знімається питання мостів холоду;

-система не займає корисної площі будівлі, а архітектори дістають можливість зробити фасади будівель красивіше і цікавіше.

II. Метод навісних фасадів.

Узагальнюючи позитивний і негативний досвід експлуатації різних систем утеплення будинків, фахівці віддають перевагу методам зовнішнього утеплення, які мають ряд яскраво виражених переваг:

– створюються сприятливі умови температурної вологості роботи захисних конструкцій, що ізолюються. Стіна зовні захищається від несприятливих зовнішніх дій добових і сезонних температурних коливань, які призводять до утворення тріщин, відшаровування штукатурки, розгерметизації швів;

– стіна захищена від атмосферних опадів, появи флори на поверхні, утворення льоду в товщі стіни із-за наявності капілярної вологи і її конденсату;

– у холодний час зовнішня теплоізоляція перешкоджає охолодженню конструкції, що захищає, до температури точки роси і випаданню конденсату на внутрішніх поверхнях;

– зовнішня теплоізоляція згладжує або взагалі усуває містки холоду;

– зовнішні теплоізоляційні системи дозволяють приховати зовнішні дефекти конструкцій, що захищають;

– значно знижується рівень шуму в приміщенні, оскільки мінвата або пінополістирол являються хорошими звукоізоляторами;

– тривалий термін служби системи утеплення.

Важливим компонентом системи утеплення є теплоізоляційна плита. Саме вона визначає ефективність утеплення, комфортність мікроклімату приміщень, від неї багато в чому залежить довговічність системи. В якості утеплювача для зовнішнього санування фасадів використовують в основному плити з екструдованого пінополістиролу або мінеральної вати[20].

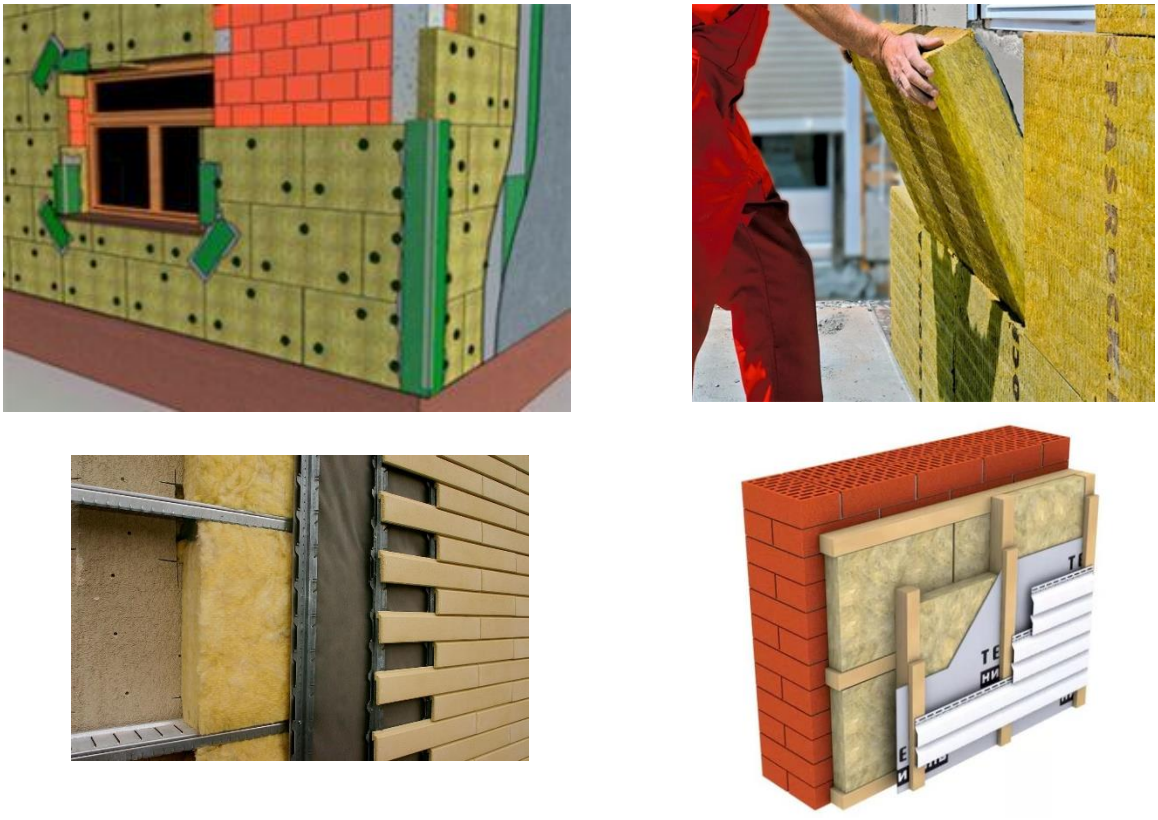


Рисунок 1.10 - Методи утеплення фасадів

Таблиця 1.8 – Порівняльна характеристика матеріалів

Показники	Стіна з керамічної цегли	Мінерало ватна плита	Штукатурка	Стіна з газо-бетонних блоків	Стіна з полістирол-бетонних блоків
Об'ємна щільність, кг/м^3	1800	195	1800	400	400
Міцність на стиск, кг/см^2	100-250	0,05	75	20	10
Марка по морозостійкості	F35	-	F35	F35	F50
Відпускна волога бетону, %	-	0,5	-	35	10
Сорбційна вологість бетону, %	-	2	-	8	2-4
Коефіцієнт. теплопровідності, вт/м С	0,7	0,055	0,81	0,12	0,085
Коефіцієнт паропроникненості, мг/м.ч.Па	-	0,52	-	0.23	0,085
Звукоізоляція Дб	50-52		-	50	46
Товщина стіни при R=3.5 м·°С/Вт, м	0,51+0,1+0,012			300	200
Габарити, м	0,265x0,12 x0,065	1x1,2x0,1	-	0,2x0,3x0,6	0,2x0,2x0,6

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЯ ЇХ ЗВЕДЕННЯ

2.1 Дослідження теплотехнічних особливостей проєктування захисних конструкцій з енергоефективних матеріалів

Основним загальновизнаним показником нормативного рівня енергоефективності захисних конструкцій будівель і споруджень житлово-цивільного призначення, вважається мінімальний обов'язковий опір теплопередачі захисних елементів.

Нові енергоефективні вимоги до захисних конструкцій, уперше були введені Україною раніше інших країн пострадянського простору наказом Держбуду в грудні 1993 р. і підвищені з 2021 р. відповідно до ДБН В. 2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»[5] підтримавши загальну тенденцію підвищення нормативних вимог аналогічно з нормами Європейського Союзу.

Зіставлення попередніх норм, що вводяться, показало, що перехід на нові норми не приведе до істотних зміни конструкцій більшості фасадних систем, освоєних виробництвом. Необхідність підвищення товщини утеплювача при використанні найбільш традиційних матеріалів не привісить 50 мм з відповідним підвищенням вартості системи не більше ніж на 25 грн/м^2.

Проблема зниження вартості заходів по утепленню будівель розв'язана в нових нормах шляхом введення альтернативного методу проєктування, при якому критерієм є питомі показники тепловтрат будівлі в цілому за рік. При цьому мінімальне значення опору теплопередачі окремих захисних елементів, може бути нижче нормативного, що дозволяє оптимізувати теплову санацію за критерієм сумарних витрат[19,25,26].

Таким чином, нормативно певні мінімальні значення опору теплопередачі і питомі показники тепловтрат оптимізують витрати на облаштування захисної оболонки будинків і експлуатаційні витрати на їх опалювання, враховують особливості кліматичних умов України, світові тенденції по зниженню показника питомих тепловтрат на опалювання будинків і можливе зростання цін на енергоносії.

При розробці нормативних вимог особлива увага приділена оцінці режиму вологості конструкцій при їх проектуванні, вибору відповідних методів розрахунку, що захищають. Вологий стан матеріалів конструкцій, що захищають, визначає її довговічність і придатність до експлуатації, рівень теплових потоків через конструкцію в опалювальний період року.

Стабільність теплопровідності матеріалів при їх зволоженні досліджується упродовж досить тривалого часу. Приймемо для попередньої оцінки роботи захисної конструкцій, залежність теплопровідності різних матеріалів від їх вологості.

1) Вплив вологості на теплопровідність газобетону.

Підвищення вологості будь-якого будівельного матеріалу призводить до зростання його теплопровідності. Це відноситься і до комірчастих бетонів.

Якщо проєктування виконане з урахуванням вимог по захисту захисних конструкцій, від перезволоження, а будівництво проведене з дотриманням вказівок проекту, то через два-три опалювальні сезони матеріали зовнішніх обгороджувань придбають деяку «експлуатаційну» вологість, що встановилася, так звану.

Швидкість зміни вологості матеріалів в стінах залежить в першу чергу від співвідношення їх паропроникненості і сорбційній вологості (при рівних режимах експлуатації приміщень і кліматичних умовах). Чим вище паропроникненість і нижче сорбційна вологість, тим активніше відбувається висушування.

Повільне висихання буде у тому випадку, якщо конструкцію з газобетону із зовнішнього боку облицьовувати матеріалом з низькою паропроникненістю, - наприклад, утеплити пінополістирольними плитами або облицьовувати цеглиною без залишення повітряного проміжку.

У разі ж паропроникненістю обробки(цегла з вентильованим повітряним прошарком, тонкошарова штукатурка, забарвлення або гідрофобізація поверхні) висихання відбуватиметься з високою швидкістю, і конструкція вийде на розрахунковий режим експлуатації до початку другого опалювального сезону.

З усього приведеного вище можна зробити наступні висновки: газобетон швидко всмоктує воду і намокає, що супроводжується різким зниженням його теплотехнічних властивостей і міцності. Міцність його зменшується на 15...30%, але при висиханні вона відновлюється. Газобетон висихає повільно. Так, газобетон заводського виробництва доходить до оптимальної вологості(1...6%) в умовах експлуатації тільки через 1...2 року, а намоклі газобетоні блоки(газобетон може містити до 60% води) сохнуть 5 років і більше. Впродовж цього часу житлові кімнати залишаються вологими, холодними і незатишними. Тому слід приділяти особливу увагу тому, щоб під час транспортування, зберігання і будівництва газобетон не піддавався дії вологи. При складуванні газобетон слід захистити від зіткнення з вологою землею, укладаючи блоки на підкладки або гідроізоляційний килим. Над штабелем з газобетону потрібно влаштувати навіс, покритий гідроізоляційним матеріалом. Для кращого відведення води навіс влаштовують з ухилом.

Якщо в стіни закладений сухий газобетон і під час експлуатації забезпечений нормальний режим вологості, то газобетон є дуже хорошим і цінним будівельним матеріалом.

2) Вплив вологості на стіну з утеплювачем.

З точки зору теплофізики, принципово нове конструктивне рішення стіни викликало зміну температурної кривої і як наслідок - виникає

необхідність визначення точки роси, яка є присутнім у будь-якій стіні, якщо є перепад температур з переходом через нульову відмітку. При зведенні будівлі традиційними методами, коли стіни виконані з однорідних матеріалів(цеглини, залізобетону, дерева і так далі), точка роси знаходилася в товщі конструкції. Призначення будь-якої системи зовнішньої теплоізоляції - вивести точку роси в зону утеплювача. Тільки за такої умови можна уникнути утворення конденсату на поверхні несучих конструкцій і запобігти виникненню пов'язаних з цим явищем негативних наслідків.

Природно, для того, щоб усі перераховані процеси протікали відповідно до викладеної схеми, важливе значення має послідовність розташування шарів, щільність яких, як правило, не однакова, а також використовувані матеріали. Для того, щоб водяні пари могли безперешкодно переміщатися з приміщення назовні, в першу чергу, має бути досить паропроникнена сама стіна, а ось паропроникненість кожного шару, що наноситься на неї, зобов'язана бути більше, ніж паропроникнена попереднього.

Тільки знання і облік усіх перерахованих особливостей допоможуть виключити ризик появи багатьох проблем як при будівництві, так і в період експлуатації будівлі.

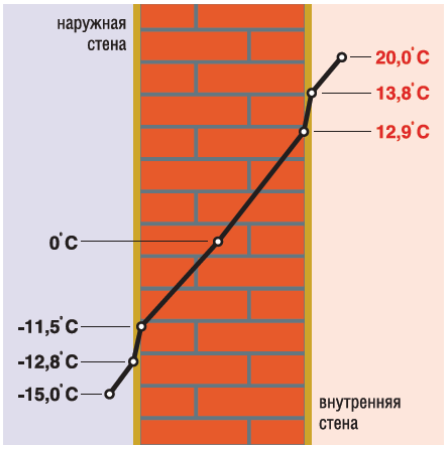


Рисунок 2.1 – Стіна без утеплювача. Точка роси всередині огороджувальної конструкції - стіни промерзають. Витрати тепла до 80%.

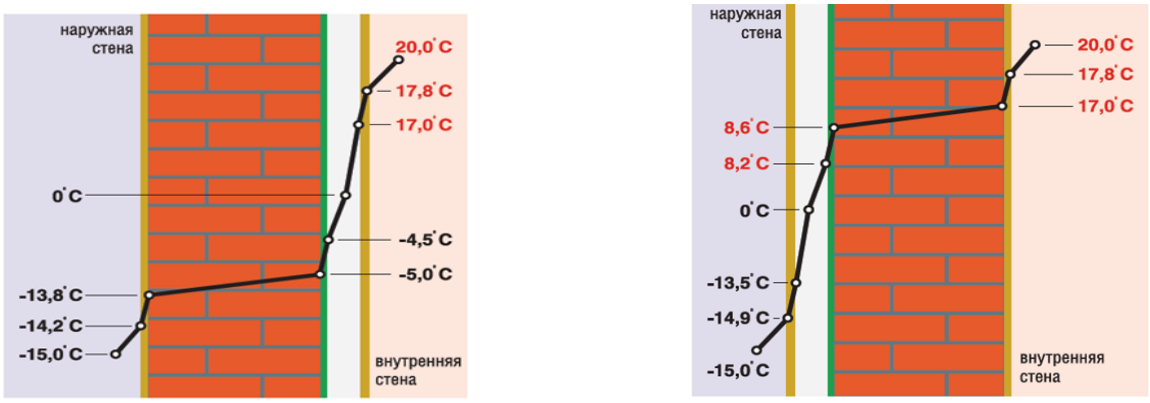
Утеплення фасадів з середини. Розглядаючи способи утеплення фасадів, не можна не зупинитися на утепленні приміщень зсередини.(рис. 2.2а) Найбільш виправдано застосування цього методу для будівель, фасади яких представляють архітектурну цінність, оскільки він дозволяє зберегти фасад і є найбільш простим і дешевим. Крім того, метод утеплення зсередини допомагає вирішити проблеми, що виникли при сучасному будівництві.

У свій час досить широко використали дуже спірні технологічні рішення, такі, наприклад, як зведення захисних конструкцій, з комірчастих бетонних блоків із зовнішнім шаром з лицьової цеглини. Такий підхід має ряд недоліків: по-перше, точка роси в такій конструкції, як правило, розташовується або в товщі цього блоку, або на зовнішній поверхні цегляної кладки, а по-друге, морозостійкість таких блоків дуже обмежена і не перевищує у більшості випадків 25-30 циклів, оскільки волога, що конденсувалася, замерзає і починає руйнувати блок зсередини. Цю проблему можна класифікувати, як проблему середньострокового характеру. На цьому негативні наслідки не вичерпані. В якості фінішної обробки цегляної стіни найчастіше застосовується штукатурне або лакофарбне покриття. Проте при використанні високоякісних штукатурних складів утворюється шар, менш паропроникнений, ніж цегла. У зв'язку з цим конденсат накопичується на межі "стіна-штукатурка", що веде до руйнування штукатурного шару[2,14,19,20].

Частину проблем можна вирішити, якщо створити паронепроникний бар'єр, розташувавши його з внутрішньої сторони стіни. Внутрішнє утеплення притягає усіх своєю дешевизною - витрати тільки на утеплювач, а вибір досить широкий, оскільки немає необхідності в строгій відповідності критеріям надійності. Те, що знижується корисний об'єм приміщень, - дрібниці в порівнянні з тепловим дискомфортом. При такому варіанті блок утеплення прекрасно функціонує, волога в нім не накопичується, тому зміна циклів замерзання і відтавання на роботу конструкції ніякого впливу не робить, а обробні роботи можна робити з використанням будь-якої якісної декоративної штукатурки або лакофарбних матеріалів.

Але при використанні цього методу, на жаль, виникає інша проблема: як в цілях підтримки оптимального мікроклімату видалити надлишок вологи, що скупчується усередині приміщення в холодний період року" Реально впоратися з цією серйозною проблемою можуть тільки системи припливно-витяжної вентиляції або кондиціонування, що автоматично веде до дорожчання проєкту.

При утепленні стіни зовні точка роси переходить в теплоізолюючий шар, конструкція, що захищає, накопичує тепло і температурні коливання в ній мінімальні.(рис. 2.2) Втрати тепла відсутні.



а) Захисна конструкція не може акумулювати тепло. Між внутрішньою стіною і теплоізолюючим шаром виникає зона конденсації водяної пари. На внутрішній стіні з'являється грибок і пліснява

б) Захисна конструкція накопичує тепло, точка роси переходить в теплоізолюючий шар. Втрати тепла => 0.

Рисунок 2.2 - Теплоізоляція стін: а – внутрішня, б- зовнішня

Але у цього виду утеплення фасадів є і один недолік. Зовнішнє утеплення будинків незалежно від виду так чи інакше зачіпає мокрі процеси, тобто процеси з використанням води, звідси автоматичне обмеження на сезонність робіт, що проводяться, по зовнішньому утепленню.

Внутрішньо утеплення стін має свої плюси: це, поза сумнівом, простота і дешевизна вирішення проблеми. Але шари теплоізоляції «пожирають» дуже

дорогий життєвий простір. На наш погляд внутрішня теплоізоляція будинку може використовуватися як тимчасове рішення невідкладної проблеми.

Розглянемо дане дослідження на прикладі проєктування архітектурних рішень громадської будівлі. Для цього потрібно виконати теплотехнічний розрахунок.

Кліматологічні дані. Місто Запоріжжя розташоване в II кліматичному районі. Глибина промерзання ґрунту - 0,8 м. Кліматичні дані м. Запорожье прийняті згідно ДБН В. 2.6-31:2021. При проєктуванні конструкцій, що захищають, необхідно, щоб їх опір теплопередачі був не менше величини, визначуваної за санітарно-гігієнічними вимогами :

Необхідно визначити потрібний опір теплопередачі згідно санітарно-гігієнічних і комфортних умов.

Необхідні вихідні данні зводимо до таблиці.2.1

Таблиця 2.1 – Розрахункові коефіцієнти

Матеріал	δ, м	λ, Вт/м·°С
Конструкція зовнішньої стіни з цегли		
Цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині	0,51	0,7
Утеплювач	0,15	0,055
Штукатурка	0,012	0,81
Конструкція зовнішньої стіни з полістіролбетону		
Блоки полістіролбетонні	0,2	0,085
Штукатурка	0,012	0,81
Конструкція зовнішньої стіни з газобетону		
Блоки газобетоні	0,3	0,12
Штукатурка	0,012	0,81

1) Варіант

Стіна з цегли і утеплювача.

$$\delta_x = \left(R_o^{mp} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \sum \left(\frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right) \bullet \lambda_X = \left(2{,}5 - \left(\frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}51}{0{,}7} + \frac{0{,}012}{0{,}81} + \frac{1}{23} \right) \right) \bullet 0{,}055 = 0{,}09 мм$$

Приймаємо товщину утеплювача δ_x = 0,150 м, тоді:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,51}{0,7} + \frac{0,150}{0,055} + \frac{0,012}{0,81}\right) + \frac{1}{23} = 3,72м^2 \bullet \ ^\circ C/Вт \quad (2.2)$$

Потрібний опір теплопередачі:

$$R_0^{тр} = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t \cdot \alpha_в^н} = \frac{1 \cdot (20+20)}{4 \cdot 8,7} = 1,15м^2 \cdot °С/Вт \quad (2.3)$$

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 для м. Запорожжя : $R_0^{тр}$=3,5 м·°С/Вт $R_0 > R_0^{тр}$ ⇒стіна задовольняє кліматичним умовам м. Запорожжя. Конструкцію стіни приймаємо: штукатурка (12мм) + цегла (510мм) + утеплювач (150). Товщина стіни складає - 672мм.

2) Варіант

Стіна з полістиролбетонних блоків.

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,2}{0,085} + \frac{0,012}{0,81}\right) + \frac{1}{23} = 3,53м^2 \bullet \ ^\circ C/Вт \quad (2.4)$$

Потрібний опір теплопередачі:

$$R_0^{тр} = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t \cdot \alpha_в^н} = \frac{1 \cdot (20+20)}{4 \cdot 8,7} = 1,15м^2 \cdot °С/Вт \quad (2.5)$$

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 для м. Запорожжя: $R_0^{тр}$=3,5 м·°С/Вт $R_0 > R_0^{тр}$ ⇒стіна задовольняє кліматичним умовам м. Запорожжя.

Конструкцію стіни приймаємо: штукатурка (12мм)+блоки полістиролбетонні (200мм). Товщина стіни складає 212мм.

3) Варіант

Стіна з газобетонних блоків

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,3}{0,12} + \frac{0,012}{0,81}\right) + \frac{1}{23} = 3,67м^2 \bullet \ ^\circ C/Вт \quad (2.6)$$

Потрібний опір теплопередачі:

$$R_0^{тр} = \frac{n \cdot (t_в - t_н)}{\Delta t \cdot \alpha_в^н} = \frac{1 \cdot (20+20)}{4 \cdot 8,7} = 1,15м^2 \cdot °С/Вт \quad (2.7)$$

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 для м. Запорожжя: $R_0^{тр}$=3,5 м·°С/Вт $R_0 > R_0^{тр}$ ⇒стіна задовольняє кліматичним умовам м. Запорожжя.

Конструкцію стіни приймаємо: штукатурка (12мм)+ блоки газобетоні (30мм). Товщина стіни складає 312мм.

2.2 Технологія зведення захисних конструкцій з енергоефективних матеріалів

Характеристика об'єкту, що будується. Ділянка забудови знаходиться в районі перетину вулиць Леппика, Глиссерной і Прибережній Автомагістралі.

Проєктована офісна будівля є п'ятиповерховою монолітною будівлею з технічним поверхом, що займає частину даху. Розміри будівлі в плані 34500х15000м. Будівля має в плані клиновидну форму, що повторює форму земельної ділянки.

2.2.1 Технологія виконання робіт по зведенню захисних конструкцій з легких бетонних блоків

Підготовка до виробництва робіт. До початку робіт по зведенню стін з легких бетонних блоків необхідно:

Підготувати будівельний майданчик або об'єкт;

Виконати освітлення робочих місць;

Підготувати майданчики для складування блоків;

Організувати місце для розміщення закритого складу матеріалів(для сухих сумішей розчинів);

Завезти на об'єкт і підготувати до експлуатації устаткування, - пристосування, інструмент, інвентар в кількості, встановленому ПВР;

Встановити монтажний кран або підйомник для подання блоків на робоче місце;

Для виробництва робіт кладок необхідно застосувати засоби підмащування; при висоті кладки до 6-8 м використати ліси будівельні, помости і т. п.

Завести на об'єкт блоки і сухі суміші розчинів з розрахунку п’яти добової потреби;

Виконати геодезичне розбиття осей будівлі на місцевості(планову і висотну), вказати абсолютну відмітку нульового горизонту(рівень чистої підлоги першого поверху);

Виконати облаштування фундаментів під стіни і гідроізоляцію, згідно проекту;

Провести навчання робочого персоналу способам приготування розчинів з сухих сумішей і ведення кладки стін;

Провести інструктаж і ознайомлення робочого персоналу із способами і прийомами безпечного ведення робіт і організації робочого місця.

Монтаж будівлі робиться за допомогою крану КБ-380А, вантажопідйомністю 8т і горизонтальною стрілою завдовжки 25 м. Кран встановлюється стаціонарно без можливості його переміщення по майданчику.

Опис послідовності і методів виробництва робіт. При виконанні робіт по кладці зовнішніх і внутрішніх стін з легких бетонних блоків дотримуйтеся наступної послідовності:

Підготовка поверхні основи. Виконується нівелювання поверхні основи або перевірка рівності по рівню. При необхідності вирівнювання основи для отримання рівної поверхні при укладанні 1 ряду блоків застосовується цементно-піщаний розчин в співвідношенні 1:3. Вирівнюючи розчин наноситься на очищену основу по ширині стіни за допомогою кельми або гребінки, товщина розчину, що розстилається, залежить від стану основи.

Перед укладанням першого ряду блоків має бути забезпечена гідроізоляція основи. На покрівельний руберойд або гідроізолюючий шар наносять шар розчину.

На укладений розчин укладають перший ряд блоків. Можливу різницю у висоті кладки легко усунути за допомогою розчину.

При укладанні першого ряду блоків необхідно працювати особливо ретельно цей ряд є фундаментом для усіх подальших рядів. Після укладання першого ряду блоків необхідно видалити усі нерівності за допомогою рубанка, потім слідує змісти пил і дрібні осколки.

Встановлення маякових блоків і натягування причального шнура. Робиться нівелювання кутів і примикань по периметру стіни і встановлення кутових маякових блоків. Мулярі натягують на рівні верху маякових блоків, на відстані 2-3 мм від бічної грані, шнур-причалювання і закріплюють його. Для усунення провисання шнура при значній довжині стіни(простінка) встановлюють проміжні маякові блоки. При перестановці шнура, його прив'язують на цвяхи, закріплені в шов кладки.

Приготування суміші розчину. Перед укладанням блоків необхідно приготувати склад з сухої суміші розчину. Змішування рекомендується робити механічним способом(міксером, дрилем з насадкою і т. п.), шляхом поступового додавання сухого розчину в заздалегідь відміряну кількість води кімнатної температури, при постійному перемішуванні до отримання однорідної маси. В процесі ведення робіт необхідно час від часу перемішувати готовий розчин для підтримки однорідності його консистенції. Установка блоку на нанесений розчин має бути здійснена за час не більше 15 хвилин.

У холодну пору року для кладки першого ряду блоків в якості вирівнюючого шару застосовується розчин кладки з протиморозними добавками.

Розмітка і заготівля блоків. Робиться розмітка по осі стіни місця розташування прийомів, місць примикань внутрішніх стін до зовнішніх. Після цього беруться блоки з піддону, поданого до місця укладання(на одному піддоні 1,8 $м^3$ або 1,92 $м^3$ блоків), і розкладаються для кладки стін одного ряду уздовж осі стіни.

Для перев'язки швів вертикальних обмежень, місць примикання і перетину стін, простінків потрібно неполномірні блоки.

Мулярі готують такі блоки на робочому місці за допомогою ручних інструментів: пили-ножівки(механічної стрічкової пили, електропили) і розмічального косинця.

Укладання блоків. Перемішана суміш розчину наноситься рівномірно за допомогою зубчастої гребінки(гладилки) на раніше укладені блоки.

У разі застосування стінних блоків прямокутної форми, розчин наноситься на стиковій і горизонтальний шви.

Товщина шва між блоками не повинна перевищувати 3 мм. Кладка блоків ведеться з перев'язкою в підлогу блоку. Розчин, що виступає зі шва, не затирається, а віддаляється за допомогою кельми. Після укладання кожного ряду блоків їх вирівнюють за допомогою терки або рубанка, а потім щіткою змітають пил і дрібні осколки. Після укладання блоків одного ряду натягається причальний шнур для наступного ряду кладки. Вузли примикань зовнішніх і внутрішніх стін примикання віконних і дверних отворів, виконуються згідно з робочими кресленнями проєкту[22,23,28]..

Стіни з блоків повинні мати гідроізоляцію в місцях їх примикання до цоколя, підлоги першого поверху і підвалу.

Армування кладки. Необхідність армування і місця розташування арматури визначає проектувальник.

Обов'язково слід армувати:

– довгі стіни, для яких треба забезпечити опір бічним навантаженням(вітер);

– частини стіни зі збільшеним навантаженням;

– перший ряд блоків на фундаменті;

– нижній шов віконних отворів(не менше 900 мм в обидві сторони від отвору);

– опорні поверхні перемичок(900 мм).

В якості арматури для швів в стінах з блоків рекомендується використати арматуру А 400, діаметром 8 мм. Для укладання арматури у блоках прорізаються пази, які заповнюються блоковим клеєм перед

укладанням арматурних стержнів. Після цього арматурні стержні вдавлюються в заповнені клеєм пази так, щоб вони були повністю покриті клеєм. Відстань шовного арматурного поясу від зовнішньої поверхні блоку має бути близько 60 мм.

Перевірка правильності ведення кладки. Після укладання кожного ряду блоків необхідно перевірити правильність їх установки. Правильність закладки рогів будівлі контролюють дерев'яним куточком, горизонтальність правилом і рівнем. Для цього правило кладуть на кладку, ставлять на нього рівень і, вирівнявши його по горизонту, визначають відхилення кладки від горизонталі. Якщо воно не перевищує встановленого допуску, відхилення усувають при кладці подальших рядів. Через 2-3 ряди по висоті рівність кладки перевіряється нівеліром. Вертикальність поверхонь стін і кутів кладки перевіряють рівнем і схилом. Відхилення, що допускаються, що не перевищують, виправляють при подальшій кладці поверху. Відхилення осей конструкції усувають в рівнях міжповерхових перекриття. Довжину простінків перевіряють метром(рулеткою).

3) Організація робочого місця муляра.

Блоки і суміш розчину необхідно розмістити так, щоб у мулярів не було мимовільних рухів. Робоча зона мулярів складає 600-700 мм. Блоки на помостах розмістити між ящиками з розчином. Ящики з розчином встановити перпендикулярно до осі стіни, що зводиться. При кладці глухих стін необхідно уздовж фронту робіт чергувати блоки і ящики з сумішшю розчину, при кладці стін з отворами, блоки необхідно розмістити проти простінків, а суміш розчину - проти отворів. Відстань між блоками і ящиками з сумішшю розчину повинна складати 300 - 400 мм. Загальна ширина робочого місця складає зазвичай 2000 - 2500 мм. Запас блоків на робочому місці повинен складати не менше два-чотири годинній потребі. Суміш розчину готується на робочому місці перед початком укладання блоків. Надалі матеріали подаються у міру їх витрачання. Фронт робіт ділять на захватки, а їх, у свою чергу, на ділянки.

Число ділянок на захватці приймають по числу ланок мулярів. Кладку стін по висоті виконують ярусами, висота кожного з яких складає не більше 1,2 м.

Кладка стін поверху ділиться на 3 яруси. Кладка стін першого ярусу ведуть з перекриття поверху, що пролягає нижче, другого і третього ярусу - з помостей. Довжина ділянки залежить від першого ярусу виконуваної кладки і має бути підрахована, виходячи зі змінної продуктивності.

Нанесення зовнішнього декоративного шару. В якості декоративного покриття в системах використовується декоративна фасадна штукатурка . Декоративний шар укриває теплоізоляційний і захисний шари і створює красиву фактурну поверхню. Покриття декоративною фасадною штукатуркою слід виконувати після повного висихання шару кварцової ґрунтовки - приблизно через 3 ч. Проміжок часу між закінченням висихання ґрунтовки і початком штукатурних робіт має бути якомога менше, щоб уникнути осідання на заґрунтовану поверхню будівельного пилу. Під час виконання робіт по облаштуванню декоративного штукатурного шару необхідно розбити фасад на ділянки для забезпечення технологічних перерв(які неминучі). Межі цих ділянок потрібно поєднувати з природними архітектурними розділяючими лініями(водостічні труби, архітектурні поглиблення і виступи на фасаді і так далі), щоб виключити неоднорідність декоративного шару на стиках різних ділянок декоративного покриття. Декоративне покриття наноситися на фасад зверху вниз по усій висоті захватки.

Герметизація. По закінченню забарвлення фасадів необхідно зробити герметизацію місць примикання системи до дверних і віконних отворів, відливів, місць введення комунікацій, місць кріплення навісних елементів і т. д. Для герметизації використовується двокомпонентний поліуретановий герметик.

Консервація системи теплоізоляції допускається тільки після створення захисного армованого шару на поверхні теплоізоляційного матеріалу і подальшої ґрунтовки кварцовою ґрунтовкою під декоративну обробку. Тривалість консервації не повинна перевищувати 6-ти місяців

4) Складання калькуляції трудових витрат.

Таблиця 2.2 - Калькуляція трудовитрат на облаштування огороджувальних конструкцій з газобетонних блоків

№	Найменування робіт	ЄНиР	Нч		Од. виміру.	Vроб	Трудомісткість люд-г / маш-ч	Склад ланки	К-ть
			люд-г	маш-г					
1	2	3	4	5	7	8	9	11	12
1	Установка, перестановка помостей	ЄНиР Є3-20	0,930	0,310	10 м3	2268,0	2109,2 703,1	Машиніст 5р. Монтажник2р	1 2
2	Вивантаження блоків з машини краном КБ-308А	ЄНиР Є1-9	0,280	0,140	1 пакет	89,0	24,9 12,5	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
3	Підйом блоків краном	ЄНиР Є1-7	6,380	3,190	1000 шт.	12,7	81,0 40,5	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
4	Підйом розчину краном у бункерах	ЄНиР Є1-7 п.20	0,420	0,210	м3	22,7	9,5 4,8	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
5	Кладка стіни з блоків товщиною 300мм	ЄНиР Є3-3	1,600		м3	453,6	725,8	Муляр	8
6	Нанесення захисного армованого шару	ЄНиР Є8-1-1	0,180		1м	1512,0	272,2	штукатур 2р.	1
7	Ґрунтування поверхні стін складом "Thermomax 300"	ЕНиР Е8-1-1	26,500		100 м2	15,1	400,7	штукатур 2р.	1
16	Устройство зовнішнього декоративно-захисного шару	ЕНиР Е8-18	0,130		100 м2	15,1	2,0	штукатур 2р.	1
	РАЗОМ:						3625,3 760,8		

Таблиця 2.3 - Калькуляція трудовитрат на зведення огороджувальних конструкцій з полістірольних блоків

№	Найменування робіт	ЄНиР	Нч		Од. виміру	Vраб	Труд-ть люд-г	Склад ланки	К-ть
			люд-г	маш-ч			маш-ч		
1	2	3	4	5	7	8	9	11	12
1	Установка, перестановка помостей	ЄНиР Є3-20	0,930	0,310	10 м3	22,7	21,1 7,0	Машиніст 5р. Монтажник2р	1 2
2	Вивантаження блоків з машини краном КБ-308А	ЄНиР Є1-9	0,280	0,140	1 пакет	59,0	16,5 8,3	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
3	Підйом блоків краном	ЄНиР Е1-7	6,380	3,190	1000 шт.	8,5	54,0 27,0	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
4	Підйом розчину . краном у бункерах	ЄНиР Є1-7 п.20	0,420	0,210	м3	22,7	9,5 4,8	Машиніст 5р. Такелажник 2р.	1 1
5	Кладка стіни з блоків товщиною 300мм	ЄНиР Є3-3	1,600		м3	302,4	483,8	Муляр	4
6	Нанесення захисного армованого шару	ЄНиР Е8-1-1	0,180		1м	1512,0	272,2	штукатур 2р.	2
7	Ґрунтування поверхні стін складом "Thermomax 300"	ЄНиР Є8-1-1	26,500		100 м2	15,1	400,7	штукатур 2р.	2
16	Устройство зовнішнього декоративно-захисного шару	ЄНиР Є8-18	3,700		100 м2	15,1	55,9	штукатур 2р.	1
	Разом						6878,0 47,1		

5) Контроль якості при прийманні, транспортуванні і зберіганні блоків.

1. Блоки повинні проходити вхідний контроль на відповідність вимогам згідно з ДСТУ Б В.2.7-45, ДСТУ Б В.2.7-137, ДСТУ Б В.2.7-164.

2. Число блоків з відхиленнями від лінійних розмірів, не повинно перевищувати в сумі 5 % партій.

3. Число блоків з ушкодженнями кутів і ребер, не повинно перевищувати в сумі 5 % партій.

4. Блоки з тріщинами не допускаються.

5. Партії блоків, що відрізняються марками бетону по середній щільності і класами по міцності, повинні мати незмивне маркування на упаковці.

6. Блоки приймаються за даними паспорта і приймального контролю.

7.Споживач проводить контрольну перевірку відповідності блоків, вказаних в замовленні, вимогам стандарту, на які виданий сертифікат відповідності.

8. Для контрольної перевірки блоків на відповідність вимогам стандарту з партії відбирають не менше 30 блоків із зовнішніх і внутрішніх лав 5 різних пакетів.

Контрольну перевірку блоків здійснюють:

- за показниками середньої щільності, міцності на стискування і відпускної вологості - не менше чим по двох блоках з різних пакетів;

- по морозостійкості - не менше чим по шести блоках з середньої частини одного пакету;

- по усадці при висиханні - по одному блоку з середньої частини одного пакету.

9. При незадовільних результатах контролю хоч би по одному з показників проводять повторну перевірку за цим показником подвоєного числа зразків контрольованої партії.

При незадовільних результатах повторної перевірки за геометричними параметрами приймання блоків проводять поштучно.

При отриманні знижених результатів повторної перевірки за показниками міцності і морозостійкості партія блоків відбраковується.

10. Блоки в упаковці мають бути такими, що не злипнулися і вільно розбиратися вручну.

11. Кожна партія блоків супроводжується паспортом, в якому вказують : найменування і адреса підприємства-виробника; умовне позначення блоків; номер стандарту; номер, місце і дата видачі сертифікату відповідності стандарту; номер і дату видачі паспорта; номер партії, об'єм або(и) число відвантажуваних блоків.

12. Блоки перевозяться в контейнерах або на з жорсткою фіксацією пакетів з термоусадочної плівкою.

13. Забороняється робити вантаження блоків навалом і розвантаження їх скиданням.

14. Блоки слід зберігати розсортованими по типах, категоріях, класах по міцності, маркам по середній щільності і укладеними в штабелі заввишки не більше 2,5 м або на стелажах. Блоки мають бути захищені від зволоження, обмерзання і заморожування.

2.2.2 Технологія виконання робіт по зведенню захисних конструкцій з цегли і утеплювача

До початку цегляної кладки стін мають бути виконані: роботи по організації будівельного майданчика; роботи по зведенню нульового циклу; геодезичне розбиття осей будівлі; постачання на майданчик і підготовлені до роботи кран, помости, необхідні пристосування, інвентар і матеріали.

Доставку цегли на об'єкт здійснюють пакетами в спеціально обладнаних бортових машинах. Розчин на об'єкт доставляють автомобілями-самоскидами або розчинновозами і вивантажують в установку для перемішування і видачі

розчину(роздавальним бункером). В процесі кладки запас матеріалів поповнюється.

Складування цегли передбачене на спланованому майданчику на піддонах або залізобетонній плиті.

Розвантаження цегли з автомашин і подання на склад, і робоче місце здійснюють пакетами за допомогою захоплення. При цьому обов'язково днища пакетів захищають брезентовими фартухами від випадання цегли. Розчин подають на робоче місце інвентарним роздавальним бункером місткістю 1 $м^3$ в металеві ящики місткістю 0,25 $м^3$.

При виробництві цегляної кладки стін використовують інвентарні шарнірно-пакетні помости: для кладки зовнішніх стін в зоні сходової клітини - перехідні майданчики і помости для кладки пілонів. Загальну ширину робочих місць приймають рівною 2,5 - 2,6 м, у тому числі робочу зону 60 - 70 см.

Роботи по виробництву цегляної кладки зовнішніх стін типового поверху житлового будинку виконують в наступній технологічній послідовності: підготовка робочих місць мулярів; цегляна кладка стін з розшиванням швів.

Підготовку робочих місць мулярів виконують в наступному порядку:

встановлюють помости; розставляють на помостах цеглу в кількості, необхідній для двогодинної роботи; розставляють ящики для розчину; встановлюють порядовки з вказівкою на них відміток віконних і дверних отворів і так далі.

Процес цегляної кладки складається з наступних операцій: установка і перестановка причалювання; рубка і тесання цегли(у міру потреби); подання цегли і розкладка їх на стіні; перелопачування, подання, розстилання і розрівнювання розчину на стіні; укладання цегли в конструкцію(у верстові ряди, в забутку); розшивання швів; перевірка правильності викладеної кладки.

Цегляну кладку стін з розшиванням швів передбачено звістці 2 ланками «двійка» у дві зміни по захваткам і ярусах. В процесі кладки стін робота в ланці

«двійка» розподіляється таким чином. Муляр 3 розряди(№ 1) встановлює рейку-порядовку, натягує причальний шнур для забезпечення прямолінійності кладки. Інший муляр 3 розряди(№ 2) бере з пакету цеглу і розкладає їх. Цеглину розкладають на стіні в певному порядку. Для зовнішньої версти цеглину розкладають на внутрішній стороні стіни, а для внутрішньої версти - на середині стіни. Потім муляр № 2 розстилає розчин. В цей час муляр № 1 веде кладку зовнішньої і внутрішньої версти способом «вприжим». Після укладання 4 - 5 цегли надлишок розчину, вичавленого з горизонтального шва на обличчя стіни, муляр підрізує ребром кельми. Одночасно з кладкою стіни муляр № 2 розшиває шви, причому спочатку розшиває вертикальні шви, а потім горизонтальні. Розшивання швів муляр № 2 робить спочатку ширшою частиною розшивання(оправляння шва), а потім вужчою. Після кладки зовнішньої версти муляр № 2 веде кладку забутки, а муляр № 1 допомагає йому. Якщо в стіні передбачені отвори, то при цегляній кладці внутрішньої версти муляр № 1 закладає просмолені пробки для кріплення віконних блоків. Після закінчення кладки муляр № 1 косинцем перевіряє правильність і горизонтальність рядів кладки. Товщину стін, довжину простінків і ширину віконних отворів заміряють метром. У разі відхилень муляр № 1 виправляє кладку правилом і молотком-кірочкою. Після цього мулярі переходять працювати на іншу захватку.

Виконавши цегляну кладку на I ярусі, мулярі переходять працювати на II ярус. Для цього необхідно встановити шарнірно-пакетні помости в перше положення. Установку шарнірно-пакетних помости в перше положення виконують в наступному порядку.

Такелажник 2 розряди візуально перевіряє справність помости і у разі потреби усуває несправності. Очистивши помости від розчину, він виконує строповку за 4 зовнішніх петлі. По сигналу машиніст крану подає помости до місця установки. Теслярі 4 і 2 розрядів приймають помости, регулюють їх положення над місцем установки і плавно опускають на місце, стежачи за щільністю їх примикання до сусідніх помостів, при необхідності регулюють їх

положення за допомогою ломів. Встановлені помости роз’єднують. Установка помостей з першого положення в друге положення виконується таким чином. Теслярі 4 і 2 розрядів стропят помости за 4 зовнішніх петлі, переходять на ті, що стоять рядом помости, подають сигнал машиністові крану на підйом і стежать за рівномірним розкриттям опор і горизонтальністю помости. Після повного розкриття опор і переміщення їх у вертикальне положення теслярі 4 і 2 розрядів встановлюють помости на перекриття, при необхідності регулюючи за допомогою ломів їх положення. Потім по сходах вони піднімаються на помости і роз’єднують їх.

Контроль якості кам'яних робіт. Роботи по зведенню кам'яних конструкцій слід здійснювати відповідно до технічної документації: вказівки по виду матеріалів, вживаних для кладки, їх проектні марки по міцності і морозостійкості; марки розчинів для виробництва робіт; спосіб кладки і заходи, що забезпечують міцність і стійкість конструкцій у стадії зведення.

По ходу зведення конструкцій бригадир систематично контролюють прямолінійність стін і вертикальність поверхонь і кутів кладки, горизонтальність рядів, правильність перев'язки і товщину швів, щоб оперативне усувати виявлені причини браку або відхилення від прийнятої технології.

Вертикальність поверхонь кладки, кутів і чвертей отворів перевіряють схилом не рідше за два рази на кожен метр висоти кладки. Відхилення від вертикалі поверхні і кутів кладки не повинне перевищувати 10 мм на один поверх і 30мм на усю будівлю. Відхилення рядів кладки від горизонталі допускається не більше 20 мм на 10 м довжини стіни.

Горизонтальність рядів кладки і відповідність їх відміток проектним перевіряють нівеліром кілька разів по ходу кладки стіни кожного поверху.

Крім того, не рідше за два рази на 1 м висоти положення рядів кладки перевіряють рівнем -правилом.

Товщину швів контролюють, періодично вимірюючи висоту п'яти-шести рядів кладки і обчислюючи середнє значення товщини шва.

Утеплення захисних конструкцій. Монтаж систем теплоізоляції рекомендується починати після:

-Завершення усіх внутрішніх «мокрих» процесів(кладка, бетонні і штукатурні роботи, облаштування цементного стягування) і забезпечення достатнього просушування усього об'єкту;

-Облаштування покрівельного покриття;

-Монтажу віконних і дверних блоків.

-На час монтажу необхідно вжити заходи для запобігання попаданню води на поверхню і всередину системи.

Монтаж систем теплоізоляції слід проводити при температурі повітря і основи від $+5^0$C до $+27^0$C.

Облаштування кожного подальшого елементу теплоізоляційного шару слід виконувати тільки після перевірки якості виконання попереднього елементу і складання акту огляду прихованих робіт в установленому порядку.

Підготовчі роботи. Установка будівельних риштувань. Риштування слід встановлювати на відстані від зовнішньої стіни, рівним товщині утеплювача плюс 45 см Для анкеровки лісів необхідно ефективно використати віконні дверні отвори, балконні плити і інші конструкції, що дозволяють зменшити кількість місць кріплення, що проходять крізь влаштовану систему теплоізоляції. У місцях, де треба забезпечити пряме кріплення будівельних лісів до зовнішньої стіни, спеціальні кріпильні анкери слід встановлювати з невеликим нахилом вниз. Це запобіжить попаданню дощової води всередину теплоізоляційного шару.

Для зручності монтажу систем теплоізоляції будівельні ліси мають бути встановлені із запуском за роги будівлі на відстані не менше 2м.

Не рекомендується проводити монтаж систем теплоізоляції з навісних будівельних люльок.

Неправильна установка будівельних риштувань значно ускладнює монтаж систем теплоізоляції і збільшує вірогідність неякісного нанесення зовнішнього декоративного покриття.

Підготовка будівельної основи. Підготовка будівельної основи повинна включати наступні операції:

-Механічне очищення основи від залишків будівельного розчину, старої фарби, забруднень(пил, мела і так далі);

-Механічне видалення і/або видалення спеціальними розчинами висолів, цементних і вапняних нальотів;

-Перевірку здатності основи, що несе;

-Видалення ділянок основи, що обсипаються і неміцних;

-Обробка основи проникаючою ґрунтовкою «Thermomax 300К»;

Ґрунтовка розводиться водою 1:4. Ґрунтовка наноситься валиком або кистю. Сильно всмоктуючи поверхні поґрунтувати 2 рази. Ґрунтовка дозволяє посилити основу і зменшує ефект відтягування води з клейового розчину, використовуваного для приклеювання плит теплоізоляційного матеріалу.

Очищення від іржі і обробка антикорозійною ґрунтовкою металевих деталей, що закриваються системою теплоізоляції.

Слід перевірити будівельну основу на відхилення від площини. Нерівності основи не повинні перевищувати 1 см на всіх напрямках при перевірці 2-х метровим рівнем. Якщо основа не відповідає цим вимогам, його необхідно вирівняти.

При необхідності слід подовжити кронштейни кріплення водостоків, громовідводів, зовнішніх освітлювальних приладів і так далі, з урахуванням товщини майбутнього утеплювача.

Монтаж систем теплоізоляції. При монтажі систем повинна дотримуватися наступна послідовність операцій:

-Установка цокольного профілю;

-Ґрунтовка основи проникаючою ґрунтовкою;

-Приклеювання теплоізоляційних плит до основи;

-Механічне кріплення теплоізоляційних плит дюбелями;

-Установка посилюючих елементів і профілів;

-Створення захисного армованого шару;

-Ґрунтовка захисного армованого шару кварцовою ґрунтовкою;

-Облаштування зовнішнього декоративного шару;

-Ґрунтовка і забарвлення декоративне- захисного шару;

-Закладення місць кріплення будівельних риштувань;

-Герметизація.

Монтаж цокольного профілю. Монтаж цокольного профілю слід виконувати відповідно до проєкту, горизонтально, в одній площині, прикріплюючи його до основи дюбелями. Відстань між дюбелями не повинна перевищувати 30 см Між сусідніми профілями необхідно залишати проміжок 2-3 мм для стикування за допомогою пластмасових сполучних елементів.

У місцях кріплення цокольного профілю необхідно забезпечити його щільне примикання до основи, використовуючи спеціальні підкладкові шайби, що відповідають по товщині.

А в рогах будівлі цокольний профіль формується за допомогою двох косих надрізів і подальшого згину. З'єднання цокольного профілю здійснюється за допомогою пластмасових сполучних елементів.

Не допускати деформацію цокольного профілю при його кріпленні.

Приклеювання теплоізоляційних плит необхідно виконувати з використанням універсального еластичного клейового складу.

Приготування суміші розчину. Клейові склади поставляються у вигляді сухої суміші в мішках. Для приготування суміші розчину узяти точно відміряну кількість чистої холодної води(від +15 до +20^{0}С), в співвідношенні 0,2-0,25л води на 1 кг сухої суміші. Суху суміш поступово додають у воду при постійному перемішуванні, домагаючись отримання однорідної маси без грудок. Перемішування роблять за допомогою міксера або дриля з насадкою. Швидкість обертання мішалки повинна складати 400-800 про/хв. Після чого її перемішують ще раз, потім дати розчину дозріти 5 хвилин. Перемішування з кількістю оборотів більше 800 про/мін може привести до розшарування суміші розчину.

В процесі роботи консистенцію суміші розчину підтримують за рахунок її повторного перемішування, без додавання води.

Нанесення клейового складу на теплоізоляційні плити. Для приклеювання плит теплоізоляційного матеріалу до основи слід застосовувати клей для систем теплоізоляції. Приготований клейовий склад наноситься по периметру плити теплоізоляційного матеріалу смугою шириною 3 - 4 см, відступивши від краю плити на 5 см(це дозволить уникнути попадання клейового складу на торці плит) і декількома перепічками діаметром 8 - 10 см посередині. Кількість клейового складу повинна покривати після притиснення теплоізоляційної плити не менше 40% її площі. Витрата клею на приклеювання теплоізоляційних плит складає 4,5 кг/м^2 і залежить від наявності нерівності на стіні, що утеплюється.

Після установки плити утеплювача в проектне положення площа адгезійного контакту повинна скласти не менше 40% від площі скріплюваний поверхонь.

Перед нанесенням клейового розчину поверхню мінераловатної плити слід заґрунтувати тонким шаром того ж самого клейового розчину.

Якщо нерівності основи не перевищують 4 мм нанесення клейового складу робиться по усій поверхні плити за допомогою зубчастого шпателя з розміром зуба 10-12 мм.

На мінераловатні плити з поперечною орієнтацією волокон(ламелі) клейовий розчин наноситься виключно по усій поверхні плити за допомогою зубчастого шпателя з розміром зуба 10-12 мм, поєднуючи при цьому операцію ґрунтовки.

Відразу ж після нанесення клейового складу плита встановлюється в проектне положення, переміщаючи її у вертикальному і горизонтальному напрямах легкими трамбівками довгою теркою. Надлишки клею, що виступив, видаляють.

Забороняється залишати клейовий склад на торцях теплоізоляційних плит.

Теплоізоляційні плити приклеюються на основу від низу до верху, починаючи від цокольного профілю горизонтальними рядами, з перев'язкою вертикальних швів в кожному ряду, причому на зовнішніх і внутрішніх кутах слід виконувати зубчасте зачеплення плит.

При теплоізоляції цокольної частини будівлі плити утеплювача приклеюється зверху вниз, починаючи від цокольного профілю.

Встановлювати теплоізоляційні плити слід впритул один до одного. У разі, якщо після установки плит залишаються проміжки шириною більше 2 мм, їх необхідно заповнити клиновидними смужками, вирізаними з теплоізоляційного матеріалу.

Не допускається заповнення швів між теплоізоляційними плитами клейовим складом.

На кутах віконних і дверних отворів слід встановлювати теплоізоляційні плити з кутовим вирізом так, щоб стики швів з примикаючими плитами знаходилися на відстані не менше 100мм від кута отвору.

Шви між теплоізоляційними плитами повинні розташовуватися на відстані не менше 100мм від краю виступу на площині основи або від межі різних матеріалів основи.

Усі елементи(наприклад, електропроводка і так далі), які не знімаються з фасаду і при монтажі теплоізоляційного шару опиняються під ним, маркіруються щоб уникнути їх ушкодження при подальшому дюбелировании.

Розкрій теплоізоляційних плит робитися за допомогою сталевої лінійки, косинця, ножа з широким лезом і пили з дрібними зубами.

Правильність установки кожної плити утеплювача в проектне положення контролюється 2-х метровим рівнем.

Мінераловатні плити іноді мають великі включення єднального матеріалу, використовуваного при їх виготовленні, які надалі можуть стати причиною появи темних плям на поверхні зовнішнього декоративного шару. Тому після кріплення мінераловатних плит необхідно ретельно обстежувати

їх поверхню і механічно видалити наявні включення, а раковини, що утворилися, заповнити теплоізоляційним матеріалом.

Механічне кріплення теплоізоляційних плит дюбелями. Механічне кріплення теплоізоляційних плит відповідними дюбелями виконується тільки після повного висихання клейового складу, але не менше чим через 48-72 години після приклеювання(при температурі повітря +20С і відносній вологості 60%).

Дюбелирование виконується таким чином:

-свердлиться отвір під дюбель глибиною на 10-15мм більше довжини анкеровки;

-у отвір із зусиллям «від руки» вставляється пластиковий дюбель так, щоб тарілчастий диск дюбеля був врівень з поверхнею плити;

-забивається або загвинчується(залежно від типу дюбеля) металевий сердечник розпору;

-тарілчастий диск дюбеля заштукатурюється розчином для приклеювання плит;

-дюбель повинен проходити через внутрішній шар клею.

Кількість і тип дюбелів визначається на основі розрахунків в проектній документації.

Установка посилюючих елементів і профілів

Усі зовнішні роги будівлі, а також кути віконних і дверних отворів посилюються пластиковими куточками з сіткою.

Після установки посилюючого куточка, нанести клейовий склад на площини укосів віконних і дверних отворів і за армувати їх сіткою.

На горизонтальні кути, для запобігання попаданню води на горизонтальні площини, бажано встановлювати пластикові куточки з крапельником.

Вершини кутів віконних і дверних отворів, після установки куточка, необхідно додатково посилити прямокутними смужками з армуючої сітки розмірами не менше 20х30см.

Для цього: на плиту теплоізоляції у вершинах кутів отворів зубчастою стороною терки(розмір зуба 4мм) наносять клейовий склад за розміром смужки; легким натисканням гладкою стороною терки смужку втапливают до клейового складу і знімають надлишки клейового складу, що проступили крізь сітку.

Підсилювальна смужка армуючої сітки монтується без напуску на пластиковий куточок.

Створення захисного армованого шару

До облаштування загального захисного шару слід приступати тільки після схоплювання клейового розчину на посилюваних ділянках(кутах фасаду, кутах віконних і дверних отворів і так далі), тобто через 48 ч.

Перед створенням захисного армованого шару необхідно підготувати(нарізувати) полотна армуючої сітки необхідної довжини і в кількості, достатній для укриття усієї площини поверхні(з урахуванням нахльостування сусідніх полотен не менше 10 см), що утепляється, і розмістити полотна сітки в рулонах на верхньому ярусі будівельних лісів.

При використанні пінополістирольних плит як теплоізоляційного матеріалу, для поліпшення адгезії клейового складу до пінополістиролу, зовнішню поверхню плит рекомендується обробити крупнозернистим наждачним папером для надання шорсткості. Полістиролову крихту, що утворилася після шліфування, необхідно видалити з поверхні. Полотна армуючої сітки укладають вертикально зверху вниз до крапельника цокольного профілю.

При створенні захисного армованого шару необхідно дотримуватися наступної послідовності технологічних операцій :

-Зашкуривание ПСБ-С для підвищення адгезії;

-За допомогою гладкої сталевої терки нанести на плити утеплювача клейовий склад рівним шаром завтовшки 2-3 мм. Ця операція виконується одночасно на усіх ярусах лісів, починаючи з правого кута стіни на ширину 1,5-1,8 м;

-Перед нанесенням клейового складу поверхню мінераловатної плити слід заґрунтувати тонким шаром того ж самого клейового складу.

-Розмотати приготований рулон сітки між стіною і будівельними лісами на всю довжину підготовленої поверхні;

-Натягнути полотно сітки і притулити до нанесеного клейового складу;

-Зафіксувати сітку в клейовому складі і відразу встановити друге полотно сітки(як це вказано вище) з нахльостуванням не менше 10 см на попереднє;

-Втопити сітку попереднього полотна до клейового складу;

-Відразу ж нанести другий шар клейового складу завтовшки до 3 мм, розгладжуючи поверхню так, щоб сітка не була видна;

-У місцях примикання захисного армованого шару до віконних і дверних блоків кельмою зняти фаску під 45^0 до стрічки ущільнювача.

-Армуючу сітку забороняється укладати безпосередньо на теплоізоляційний шар. Сітка повинна розташовуватися усередині клейового шару і не бути видимим на його поверхні. Нерівності на поверхні захисного армованого шару віддаляються наступного дня після його створення.

Для запобігання механічному ушкодженню системи теплоізоляції на висоту 2,5 м від рівня землі захисний армований шар виконується в антивандальному виконанні.

Облаштування зовнішнього декоративного шару. До нанесення зовнішнього декоративного шару можна приступати тільки після повного висихання захисного армованого шару, але не раніше чим через 72 години(при температурі довкілля 200 С і відносній вологості повітря 60%).

Перед нанесенням зовнішнього декоративного шару поверхню основи необхідно заґрунтувати ґрунтовкою.Перед нанесенням ґрунтовку необхідно ретельно перемішати, наносити на поверхню захисного армованого шару кистю, рівномірно за один прохід.

В якості декоративного покриття в системах використовується декоративна фасадна штукатурка. Декоративний шар укриває

теплоізоляційний і захисний шари і створює красиву фактурну поверхню. Покриття декоративною фасадною штукатуркою слід виконувати після повного висихання шару кварцової ґрунтовки - приблизно через 3 ч. Проміжок часу між закінченням висихання ґрунтовки і початком штукатурних робіт має бути якомога менше, щоб уникнути осідання на заґрунтовану поверхню будівельного пилу. Під час виконання робіт по облаштуванню декоративного штукатурного шару необхідно розбити фасад на ділянки для забезпечення технологічних перерв(які неминучі). Межі цих ділянок потрібно поєднувати з природними архітектурними розділяючими лініями(водостічні труби, архітектурні поглиблення і виступи на фасаді і так далі), щоб виключити неоднорідність декоративного шару на стиках різних ділянок декоративного покриття. Декоративне покриття наноситися на фасад зверху вниз по усій висоті захватки.

Суміш розчину декоративної штукатурки наносять на основу за допомогою терки з нержавіючої сталі, при цьому терку тримають під кутом 600 до поверхні. Товщина шару, що наноситься, повинна відповідати розміру зерна мінерального наповнювача.

Через деякий час, коли суміш розчину перестане прилипати до інструменту, формують фактуру штукатурки за допомогою пластикової терки.

Роботи на одній поверхні слід виконувати безперервно, з верхнього кута, опускаючись за схемою «сходів» вниз і дотримуючись правила «мокре по мокрому».

При необхідності перервати роботу, уздовж лінії, де треба закінчити штукатурний шар, приклеюють самоклеющу малярну стрічку. Потім слід нанести штукатурку, сформувати структуру і видалити малярну стрічку разом із залишками штукатурки доки вона не схопилася. При відновленні робіт край вже обштукатуреної ділянки, на якій роботи були перервані, закривається малярною стрічкою. Стрічку слід видалити відразу після нанесення нової ділянки штукатурки, до того, як вона почне схоплюватися. При виконанні

робіт слід уникати нанесення штукатурки на ділянках фасаду, що перебувають під впливом прямих сонячних променів, вітру і дощу.

Фарбування мінеральної декоративної штукатурки можливе: силікатною фасадною краско ючерез три дні; силіконовою краскою через сім днів; акриловими фарбами через сім днів після нанесення декоративної штукатурки.

Перед нанесенням фасадних фарб поверхня декоративної штукатурки ґрунтується проникаючою ґрунтовкою. Після ретельного перемішування ґрунтовка розводитися водою 1:4 і наноситися на основі за допомогою кисті. Подальше забарвлення можна проводити тільки після повного висихання ґрунтовки(через 4-6 годин, залежно від умов висихання).

По закінченню забарвлення фасадів необхідно зробити герметизацію місць примикання системи до дверних і віконних отворів, відливів, місць введення комунікацій, місць кріплення навісних елементів.

Консервація системи теплоізоляції допускається тільки після створення захисного армованого шару на поверхні теплоізоляційного матеріалу і подальшої грунтовки кварцевою грунтовкою під декоративну обробку. Тривалість консервації не повинна перевищувати 6-ти місяців.

Відхід за системами при експлуатації будівлі і виправлення ушкоджень.

При експлуатації будівлі з виконаними системами необхідно:

– зберігати в робочому стані усі вентиляційні пристрої будівлі, що забезпечують евакуацію вологого повітря з внутрішніх приміщень;

– вживати заходи по захисту фасадних поверхонь при роботі на фасадах будівлі з приставних сходів;

– передбачити заходи по унеможливленню механічних ушкоджень фасадних поверхонь;

Таблиця 2.4 - Калькуляція трудових витрат

№	Найменування робіт	ЄНиР ГНч	Нч		Один. виміру	Vроб	Труд-сть люд-г / маш-г	Склад ланки	К-ть
			люд-г	маш-г					
1	2	3	4	5	7	8	9	11	12
1	Установка, перестановка помостей	ГНч 3-20	0,930	0,310	10 м3	2268,0	2109,2 / 703,1	Машиніст 5р. Монтажник 2р	1 2
2	Вивантаження цегли з машини краном КБ-308А	ЄНиР Є1-9	0,280	0,140	1 пакет	638,0	178,6 / 89,3	Машиніст 5р.	1
3	Підйом цегли краном	ЄНиР Е1-7	0,836	0,418	1000 шт.	304,0	254,1 / 127,1	Машиніст 5р.	1
4	Підйом розчину краном у бункерах	ЄНиР Е1-7 п.20	0,420	0,210	м3	185,0	77,7 / 38,9	Машиніст 5р.	1
5	Кладка цегляної стіни завтовшки 510 мм.	ГНч 3-3	3,800		м3	771,3	2930,9 /	Муляр	8
6	Підготовка стіни для утеплювача	ЄНиР Е8-1-1	31,500		100 м2	15,1	476,3 /	штукатур 2р.	1
7	Ґрунтування поверхні стін складом "Thermomax 300"	ЄНиР Е8-1-1	26,500	-	100 м2	15,1	400,7 /	штукатур 2р.	1
8	Установка цокольного профілю	ЄНиР Е8-3-8	2,000	-	10 м профілю	8,4	16,8 /	Монтажник 4р, 3р	1 1
9	Приклеювання теплоізоляційних плит	ЕНиР Е8-1-38	1,300	-	100 м2	15,1	19,7 /	штукатур 2р.	1
10	Механічне кріплення теплоізоляційних плит дюбелями	ЄНиР Е8-3-8	0,090		100 м2	15,1	1,4	Монтажник 4р, 3р	1 1
11	Нанесення захисного армованого шару	ЄНиР Е8-1-1	0,180		1м	1512,0	272,2	штукатур 2р.	1
12	Ґрунтування поверхні стін складом "Thermomax 300"	ЄНиР Е8-1-1	26,500		100 м2	15,1	400,7 /	штукатур 2р.	1
13	Нанесення захисного шару	ЄНиР Е8-18	0,130		100 м2	15,1	2,0	штукатур2р.	1
	РАЗОМ:						7140,2 / 958,3		

V. Контроль якості і прийом робіт по кам'яній кладці.

Загальні вимоги. Кладку стін і інших конструкцій з цегли виконують відповідно до ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій, дотримання яких забезпечує необхідну міцність конструкцій, що зводяться, і високу якість робіт.

1) Під час роботи муляр стежить за тим, щоб застосовувалися цеглина і розчин, вказані в робочих кресленнях, а горизонтальні і вертикальні шви були добре(повністю) заповнені розчином. По ходу кладки муляр регулярно перевіряє перев'язку і шви кладки, вертикальність, горизонтальність і прямолінійність поверхонь і кутів, установку заставних деталей і зав’язків, якість поверхонь кладки, малюнок і розшивання швів, підбір цеглини для зовнішньої версти необштукатуреної кладки з рівними кромками і кутами.

2) Правильність закладки кутів будівлі контролюють дерев'яним косинцем, горизонтальність рядів стіни - правилом і рівнем не рідше за два рази на кожному ярусі кладки. Для цього правило кладуть на кладку, ставлять на нього рівень і, вирівнявши його по горизонту, визначають відхилення кладки від горизонталі. Якщо вона не перевищує встановленого допуску, відхилення усувають при кладці подальших рядів.

3) Вертикальність поверхонь стін і кутів кладки перевіряють рівнем і схилом не рідше за два рази на кожному ярусі кладки. Відхилення, що допускаються, що не перевищують, виправляють при подальшій кладці ярусу або поверху. Відхилення осей конструкцій усувають в рівнях міжповерхових перекриття.

4) Періодично перевіряють товщину швів. Для цього вимірюють п'ять-шість рядів кладки і визначають середню товщину шва, наприклад, якщо при вимірі п'яти рядів кладки стіни її висота виявилася 400мм, то середня висота одного ряду кладки буде 400:5 = 80мм, а середня товщина шва за вирахуванням товщини цеглини складе 80 - 65 = 15мм. Середня товщина горизонтальних швів цегляної кладки в межах висоти поверху повинна

складати 12мм, вертикальних, - 10мм. При цьому товщина окремих вертикальних швів має бути не менше 8 і не більше 15мм, горизонтальних не менше 10 і не більше 15мм. Потовщення швів проти передбачених правилами можна допускати лише у випадках, обумовлених проектом; при цьому розміри потовщених швів повинні вказуватися в робочих кресленнях.

5) Після закінчення кладки кожного поверху слід проводити інструментальну перевірку горизонтальності і відміток верху кладки незалежно від проміжних перевірок горизонтальності її рядів.

6) У тих випадках, коли відхилення перевищують ті, що допускаються, питання про продовження робіт вирішують спільно з проєктною організацією.

7) У суху, жарку і вітряну погоду цеглу перед укладанням рясно змочують водою, а керамічну цеглу занурюють у воду для того, щоб відбувалося краще зчеплення розчину і нормальне його тверднення.

8) При перервах в роботі верхній ряд кладки повинен залишатися не прикритим розчином. Продовження кладки після перерви необхідно розпочинати з поливу водою поверхні раніше викладеної кладки. Необхідність зволоження цегли перед укладанням в конструкцію і міру зволоження визначає будівельна лабораторія.

Контроль якості та приймання робіт з утеплення

1) Контроль якості, підписання актів на приховані роботи та акту про остаточне приймання облицьованих конструкцій повинні здійснюватися такими посадовими особами, які несуть юридичну відповідальність за якість робіт.

- інженерно-технічний персонал виконавця (майстер, виконроб), які повинні стежити за правильним виконанням усіх робіт, не допускати порушення технології та своєчасно виправляти допущені помилки, організувати колективний огляд і приймання прихованих робіт зі складанням актів;

- проєктувальники - автори проєкту, які повинні стежити за правильним виконанням проєктних рішень за складом і якістю виконання. З цією метою на

будівельному майданчику має бути організований авторський нагляд з веденням журналу;

- представник технічного нагляду повинен регулярно стежити за правильністю виконання проєктних рішень, дотриманням технології виконання робіт, брати участь у контролі за якістю і прийманні прихованих робіт. Представник технічного нагляду замовника має право заборонити виконання робіт у разі виявлення обставин, що викликають погіршення якості.

2) Якість вихідних матеріалів і комплектувальних виробів має гарантуватися постачальником. Параметри деталей, що поставляються, повинні бути вказані в паспортах і повинні відповідати вимогам проєкту. Виконавці робіт повинні дотримуватися правил зберігання, транспортування і використання матеріалів.

VI. Техніка безпеки під час мурування стін із цегли, керамічних каменів і блоків.

Під час переміщення і подачі на робоче місце вантажопідіймальними кранами цегли, керамічного каміння та дрібних блоків слід застосовувати піддони, контейнери і вантажозахватні пристрої, які унеможливлюють падіння вантажу під час підйому.

Під час мурування стін будівель на висоту до 0,7 м від робочого настилу та відстані від його рівня за стіною, що зводиться, до поверхні землі (перекриття) понад 1,3 м необхідно застосовувати засоби колективного захисту (захисні або уловлювальні пристрої) або запобіжні пояси.

Не допускається кладка зовнішніх стін завтовшки до 0,75 м у положенні стоячи на стіні.

У разі товщини стіни понад 0,75 м дозволяється виконувати кладку зі стіни, застосовуючи запобіжний пояс, закріплений за спеціальний страхувальний пристрій.

Не допускається мурування стін будинків наступного поверху без установлення несучих конструкцій міжповерхового перекриття, а також майданчиків і маршів у сходових клітках.

Під час мурування стін заввишки понад 7 м необхідно застосовувати захисні козирки по периметру будинку, які задовольняють таким вимогам:

– ширина захисних козирків має бути не меншою за 1,5 м, і вони мають бути встановлені з ухилом до стіни так, щоб кут, утворений між нижньою частиною стіни будинку та поверхнею козирка, був 110°, а проміжок між стіною будинку та настилом козирка не перевищував 50 мм;

– захисні козирки повинні витримувати рівномірно розподілене снігове навантаження, встановлене для цього кліматичного району, і зосереджене навантаження не менше ніж 1600 Н (160 кгс), прикладене в середині прольоту;

– перший ряд захисних козирків повинен мати суцільний настил на висоті не більш як 6 м від землі та зберігатися до повного закінчення мурування стін, а другий ряд, виготовлений суцільним або із сітчастих матеріалів із осередком не більш як 50х50 мм, - встановлюватися на висоті 6-7 м над першим рядом, а потім за ходом мурування переставлятися через кожні 6-7 м.

Робітники, зайняті на встановленні, очищенні або знятті захисних козирків, повинні працювати із запобіжними поясами. Ходити по козирках, використовувати їх як риштування, а також складати на них матеріали не допускається.

Без влаштування захисних козирків допускається вести мурування стін заввишки до 7 м з позначенням небезпечної зони по периметру будівлі.

Знімати тимчасові кріплення елементів карниза або облицювання стін допускається після досягнення розчином міцності, встановленої проектом.

Техніка безпеки під час утеплення.

Роботи з влаштування зовнішньої теплоізоляції будівлі повинні виконуватися з урахуванням вимог ДБН А.3.2.-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

Перед початком робіт на об'єкті з робітниками має бути проведено інструктаж про прийоми і способи роботи, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки

Перед початком робіт перевіряється: надійність установлених риштувань; правильність розподілу навантаження на настилах риштувань; стан підйомних механізмів, кабелів, шлангів; робота обладнання на холостому ходу; наявність і стан засобів індивідуального захисту.

Каркаси риштувань повинні бути стійкі, міцно прикріплені до стіни і мати надійну опору. Кінці настилів повинні розташовуватися на опорах. Зазор між дошками настилів допускається не більше 10 мм. Товщина дошок має бути не менше 50 мм. Неприпустимо розташування стиків настилу і дошок між опорами. Бортова дошка має бути заввишки не менше 150 мм від рівня настилу. На настилах, перилах сходів не повинно бути цвяхів і скоб, що стирчать. Настили мають бути очищені від сміття. Сходи, трапи і містки повинні бути обладнані пристроями для закріплення запобіжних поясів. Максимальний прогин настилу від розташованого на настилі навантаження не повинен перевищувати 0,02 м.

Підйомні механізми, обладнання, що використовується, має бути в справному стані. Робота на несправному обладнанні забороняється. Устаткування повинно бути забезпечене необхідними засобами безпеки. Рухомі частини устаткування, що становлять небезпеку, повинні бути огороджені або забезпечені засобами захисту, за винятком частин, огородження яких не допускається їх конструкцією та умовами роботи.

Корпуси всіх механізмів, ручних машин мають бути заземлені. Місця з'єднань кабелів мають бути ізольовані.

Усі працюючі повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: касками; респіраторами; фартухами; окулярами; комбінезонами для захисту від нетоксичного пилу, механічних впливів і загальних виробничих забруднень; рукавицями; взуттям; запобіжними поясами (тільки ті робітники, які працюють на риштуваннях).

2.3 Аналіз технологій зведення будівель з енергоефективних матеріалів

З вище наведених технологій зведення будівель з газобетонних блоків, полістиролбетонних блоків і цегли можна зробити такі висновки:

– технологія будівництва з газобетонних і полістиролбетонних блоків істотно не відрізняється. Різниця лише в тому, що обсяг виконуваних робіт з полістиролбетонних блоків, завдяки своєму низькому коефіцієнту теплопровідності, менший, ніж з полістиролбетонних блоків.

– за рахунок відносно великих габаритів блоків і їхньої малої ваги істотно зростає швидкість будівництва. Порівняно з цеглою будівництво прискорюється в 4 рази. Таким чином, якщо будівництво з цегли ведеться 116 днів (без урахування вихідних), то будівництво з газобетонних і полістиролбетонних блоків ведеться протягом 40 і 36 днів. Відповідно меншими стають трудовитрати[19,22,23,27].

– стіну з газобетонних і полістиролбетонних блоків непотрібно утеплювати на відміну від цегляної. Усе це зменшує загальну вартість будівлі, що зводиться. У процесі експлуатації будівлі з блоків витрати на опалення знижуються на 25-30 %.

– конструкційність. Точні геометричні характеристики виробів дають змогу вести кладку блоків з використання клейового розчину, який забезпечує міцність зчеплення і виключає наявність у кладці «містків холоду».

– простота обробки. Блоки легко обробляються будь-яким ріжучим інструментом, пиляються, всвердляться, закріплюються цвяхами, стругаються, штрабуються - це робить їх застосування особливо привабливим. Простота обробки блоків дає змогу створювати цікаві архітектурні рішення, зокрема прорізати канали та отвори під розетку, електропроводку, трубопроводи, арочні конфігурації.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

3.1 Техніко-економічна оцінка організаційно-технологічних рішень будівництва будівель і споруд з енергоефективних матеріалів

При прийнятті організаційно-технологічних рішень та оцінці їх ефективності вибір конкретного методу техніко-економічного аналізу залежить від характеру досліджуваного об’єкту (конструкція виробу, процес, їх складність тощо), стадії виконання робіт, завдань техніко-економічного аналізу, достовірності інформації тощо. Методи техніко-економічного аналізу об’єднують у три групи: порівняння, оптимізації та спеціальні методи[1,12].

Методи порівняння характеризуються вибором кращої з розглянутих альтернатив. Застосовуються при оцінці рішень, коли фактичні показники порівнюються із запланованими. Ці методи в інженерній діяльності використовуються при порівнянні варіантів процесів, технологій, операцій, обладнання, деталей, матеріалів тощо. При їх використанні по кожному з варіантів визначаються основні технічні характеристики (продуктивність, потужність, вантажопідйомність, маса тощо), а також витрати та показники, які забезпечують їх порівнянність. Кращий варіант рішення вибирається з умови мінімізації витрат на одиницю результатів. Методи порівняння в основному є аналогічними до методів порівняльної економічної ефективності.

Техніко-економічну оцінку організаційно-технологічних рішень будівництва будівлі з енергоефективних матеріалів здійснюємо за допомогою розрахунку кошторисів наведених нижче.

Форма № 1

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1

на Варіант: стіни з газобетонних блоків

Громадський будинок

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	2001,339	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	10,479	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	739,820	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на “25 вересня” 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*Е8-22-1*	*Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*453,6*	*665,76* *404,60*	*210,37* *24,84*	*301989*	*183527*	*95424* *11267*	*5,88* *1,433*	*2667,17* *650,01*
2	С1427-11808	Блоки із ніздрюватих бетонів В2,5 стінові дрібні для кладки на розчині, щільність 500 кг/м3	м3	417,312	922,60 -	- -	385012	-	- -	- -	- -
3	ЕН15-57-1	Поліпшене штукатурення по сітці стін без улаштування каркаса	100м2	15,12	19752,43 10726,73	66,22 54,19	298657	162188	1001 819	146,5 3,7244	2215,08 56,31
4	*Е6-18-7*	*Улаштування балок із жорсткою арматурою при висоті балок до 900 мм*	*100м3*	*1*	*207472,41* *103765,48*	*7832,07* *1916,93*	*207472*	*103765*	*7832* *1917*	*1508* *97,5977*	*1508* *97,6*
5	С124-23	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 14 мм	т	6	8702,48 -	- -	52215	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	*ЕД6-50-21*	*Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки для улаштування колон висотою до 6 м, периметр, м до 1,2*	*100м3*	*1*	*138988,92* *116318,93*	*1999,43* *622,63*	*138989*	*116319*	*1999* *623*	*1570,18* *33,2622*	*1570,18* *33,26*
7	*ЕД6-61-1*	*Встановлення арматурних сіток і каркасів в стінах за допомогою крана, діаметр арматури 16-32 мм, маса елемента, кг до 300*	*т*	*6,5*	*9726,49* *1121,07*	*115,88* *36,09*	*63222*	*7287*	*753* *235*	*14,18* *1,9278*	*92,17* *12,53*
8	*ЕД6-65-9*	*Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в баддях. Колони і стійки рам при найменшій стороні поперечного перетину, мм, до 300*	*100м3*	*1*	*105507,82* *22217,84*	*12507,92* *3895,04*	*105508*	*22218*	*12508* *3895*	*311* *208,08*	*311* *208,08*
		Разом прямі витрати по кошторису					1553064	595304	119517 18756		8363,6 1057,79
		Разом будівельні роботи, грн.					1553064				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					838243				
		всього заробітна плата, грн.					614060				
		Загальновиробничі витрати, грн.					448275				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1057,87				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					125760				
		Всього будівельні роботи, грн.					**2001339**				
		Всього по кошторису					**2001339**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**10479**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**739820**				

Склав ____________________________________
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ____________________________________
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Форма № 1а

Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1

на Варіант: стіни з газобетонних блоків

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I. Витрати труда						
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	8363,6	71,18			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,4				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.-год.	1057,79	17,73			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,4				
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі:						
5.1		загальновиробничих витрат	люд.-год.	1057,87	118,88			
	Разом кошторисна трудомісткість		люд.-год.	10479,26				
	Середній розряд робіт		розряд	3,4				
		II. Будівельні машини і механізми						
6	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	339,904	250,40			
7	СН202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	187,678	75,98			
8	СН202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш-год	165,93	91,97			
9	СН202-1141	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 10 т	маш-год	25,52	128,58			
10	СН203-101	Автонавантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш-год	0,39	80,62			
11	СН203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш-год	0,3024	22,29			
12	СН204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	73,5	7,77			
13	СН211-251	Розчинонасос, продуктивність 1 м3/год	маш-год	52,3152	19,01			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		III. Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат						
14	СН211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш-год	189,7				
15	СН270-50	Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного	маш-год	172,7				
		IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції						
16	С111-175	Цвяхи будівельні з конічною головкою 4,0х100 мм	т	0,103	6921,04	6716,05	69,28	135,71
17	С111-179	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,6х50 мм	т	0,0854	8853,12	8610,25	69,28	173,59
18	С111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0,652	846,60	737,85	92,15	16,60
19	С111-797	Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм	т	0,15	6787,46	6599,93	54,44	133,09
20	С111-806	Дріт зварювальний легований, діаметр 2 мм	т	0,034	12140,16	11847,68	54,44	238,04
21	С111-816	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 1,1 мм	т	0,019	10261,53	10005,88	54,44	201,21
22	С111-821	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення чорний, діаметр 1,1 мм	т	0,017095	9981,49	9731,33	54,44	195,72
23	С111-874	Сітка дротяна ткана з квадратними чарунками N 05 без покриття	м2	1632,96	67,12	65,74	0,06	1,32
24	С111-1305	Портландцемент загальнобудівельного призначення бездобавковий, марка 400	т	0,19656	815,04	719,82	79,24	15,98
25	С111-1530	Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42А	т	0,032	13286,31	12955,27	70,52	260,52
26	С112-8	Лісоматеріали круглі хвойних порід для будівництва, довжина 3-6,5 м, діаметр 14-24 см	м3	0,17	720,15	653,03	53,00	14,12
27	С112-53	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 25 мм, III сорт	м3	1,16	1519,84	1444,50	45,54	29,80
28	С112-57	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, III сорт	м3	4,02	1581,99	1505,43	45,54	31,02
29	С112-61	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт	м3	1,36	1454,93	1380,86	45,54	28,53
30	С123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	283,88	118,24	114,87	1,05	2,32
31	С124-23	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 14 мм	т	6	8702,48	8477,40	54,44	170,64
32	С124-24	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 16-18 мм	т	6,565	8379,49	8160,75	54,44	164,30
33	С142-10-2	Вода	м3	37,5744	8,55	8,55	-	-
34	С1424-11601	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М250], крупність заповнювача більше 40 мм	м3	102	693,38	522,24	157,54	13,60
35	С1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 [М200], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	102	676,43	505,63	157,54	13,26
36	С1425-11687	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М25	м3	49,896	455,37	302,03	144,41	8,93

1	2	3	4	5	6	7	8	9
37	С1425-11704	Розчин готовий опоряджувальний вапняковий 1:2,5	м3	46,872	510,37	355,95	144,41	10,01
38	С1427-11808	Блоки із ніздрюватих бетонів В2,5 стінові дрібні для кладки на розчині, щільність 500 кг/м3	м3	417,312	922,60	873,58	30,93	18,09
39	С1545-159	Очіс льняний	т	0,18144	7963,14	7727,73	79,27	156,14
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат						
40	С1999-9001	Електроенергія	кВт-год	34,54	0,956	0,956		
41	С1999-9005	Мастильні матеріали	кг	3,454	13,00	13,00		

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 25 вересня 2024 р.

Склав _____
[посада, підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис, (ініціали, прізвище)]

Форма № 1

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2

на Варіант: цегляні стіни з утеплювачем

Громадський будинок

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	2114,760	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	11,63	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	827,126	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,3	розряд

Складений в поточних цінах станом на “25 вересня” 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваним машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*Е8-6-1*	*Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*771,3*	*1610,50* *512,22*	*162,65* *23,04*	*1242179*	*395075*	*125452* *17771*	*7,17* *1,3039*	*5530,22* *1005,7*
2	Е8-35-1	Установлення і розбирання зовнішніх інвентарних риштувань трубчастих висотою до 16 м для мурування облицювання	100м2 вп	6,3	5882,60 4718,30	- -	37060	29725	- -	68,57 -	431,99 -
3	*Е8-43-1*	*Теплоізоляція стін із гіпсових плит із заповненням пустот базальтовим волокном ROCKWOOL шаром 50 мм*	*100м2*	*15,12*	*21545,47* *15595,67*	*332,15* *40,62*	*325768*	*235807*	*5022* *614*	*223,69* *2,2233*	*3382,19* *33,62*
		Разом прямі витрати по кошторису					1605007	660607	130474 18385		9344,4 1039,32
		Разом будівельні роботи, грн.					1605007				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					813926				
		всього заробітна плата, грн.					678992				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн.					509753				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					1246,05				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					148134				
		Всього будівельні роботи, грн.					**2114760**				
		– –									
		Всього по кошторису					**2114760**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**11630**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**827126**				

Склав ______________________________

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив ______________________________

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Форма № 1а

Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-2

на Варіант: цегляні стіни з утеплювачем

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I. Витрати труда						
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	9344,4	70,70			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,3				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.-год.	1039,32	17,69			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,4				
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі:						
5.1		загальновиробничих витрат	люд.-год.	1246,05	118,88			
	Разом кошторисна трудомісткість		люд.-год.	11629,77				
	Середній розряд робіт		розряд	3,3				
		II. Будівельні машини і механізми						
6	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	408,9366	250,40			
7	СН202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	354,798	75,98			
8	СН202-1141	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 10 т	маш-год	7,7112	128,58			
9	СН233-201	Машини свердлильні електричні	маш-год	133,6608	0,98			
		IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції						
10	С111-173	Цвяхи дротяні оцинковані для азбестоцементної покрівлі 4, 5х120 мм	т	0,006048	12741,61	12422,49	69,28	249,84
11	С111-219	Гіпсові в'яжучі Г-3	т	2,16216	551,08	461,03	79,24	10,81

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	С111-762	Плити гіпсові звукопоглинальні перфоровані	м2	173,88	208,95	204,33	0,52	4,10
13	С111-857	Руберойд підкладний з пиловидною засипкою РПП-300Б	м2	120,96	6,82	6,57	0,12	0,13
14	С111-1843	Сталеві деталі риштувань	т	0,2331	25630,02	25371,11	68,12	190,79
15	С112-85	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 2-3,75 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	12,096	1365,79	1293,47	45,54	26,78
16	С114-4-У	Плити теплоізоляційні із мінеральної вати на синтетичному зв'язувальному, марка М75	м3	77,112	354,57	339,27	8,35	6,95
17	С123-517-У	Опалубка розбірна із щитів, ширина 2000 мм, товщина 40 мм	м2	7,56	167,64	162,86	1,49	3,29
18	С123-521	Дерев'яні деталі риштувань	м3	0,0378	2470,14	2369,13	52,58	48,43
19	С124-29	Дріт арматурний із низьковуглецевої сталі ВР-1, діаметр 4 мм	т	0,19656	11314,96	11038,66	54,44	221,86
20	С142-10-2	Вода	м3	33,9372	8,55	8,55	-	-
21	С1421-10634	Пісок природний, рядовий	м3	3,024	141,17	33,94	104,46	2,77
22	С1422-10932	Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250х120х65 мм, марка М200	1000шт	293,094	2173,59	1919,17	211,80	42,62
23	С1425-11687	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М25	м3	185,112	455,37	302,03	144,41	8,93

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 25 вересня 2024 р.

Склав _____
[посада, підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис, (ініціали, прізвище)]

Форма № 1

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-3

на Варіант: стіни з полістирольних блоків

Громадський будинок

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	1145,099	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	5,675	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	399,485	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на “25 вересня” 2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*Е8-22-1*	*Мурування стін із легкобетонних каменів облицювання при висоті поверху до 4 м*	*м3*	*302,4*	*1514,55*	*210,37*	*458000*	*122351*	*63616*	*5,88*	*1778,11*
					404,60	*24,84*			*7512*	*1,433*	*433,34*
2	ЕН15-57-1	Поліпшене штукатурення по сітці стін без улаштування каркаса	100м2	15,12	19752,43	66,22	298657	162188	1001	146,5	2215,08
					10726,73	54,19			819	3,7244	56,31
3	*ЕД6-50-21*	*Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки для улаштування колон висотою до 6 м, периметр, м до 1,2*	*100м3*	*0,056*	*138988,92*	*1999,43*	*7783*	*6514*	*112*	*1570,18*	*87,93*
					116318,93	*622,63*			*35*	*33,2622*	*1,86*
4	*ЕД6-61-1*	*Встановлення арматурних сіток і каркасів в стінах за допомогою крана, діаметр арматури 16-32 мм, маса елемента, кг до 300*	*т*	*0,364*	*9726,49*	*115,88*	*3540*	*408*	*42*	*14,18*	*5,16*
					1121,07	*36,09*			*13*	*1,9278*	*0,7*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	*ЕД6-65-9*	*Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в баддях. Колони і стійки рам при найменшій стороні поперечного перетину, мм, до 300*	*100м3*	*0,056*	*105507,82* *22217,84*	*12507,92* *3895,04*	*5908*	*1244*	*700* *218*	*311* *208,08*	*17,42* *11,65*
6	*ЕД6-50-34*	*Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки для улаштування балок перекриттів і обв'язувальних балок висотою, мм понад 500 до 800*	*100м3*	*0,723*	*38944,04* *27204,89*	*1007,99* *313,89*	*28157*	*19669*	*729* *227*	*371,55* *16,7688*	*268,63* *12,12*
7	*ЕД6-61-1*	*Встановлення арматурних сіток і каркасів в стінах за допомогою крана, діаметр арматури 16-32 мм, маса елемента, кг до 300*	*т*	*4,34*	*9726,49* *1121,07*	*115,88* *36,09*	*42213*	*4865*	*503* *157*	*14,18* *1,9278*	*61,54* *8,37*
8	*ЕД6-65-14*	*Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в баддях. Балки, прогони і ригелі шириною, мм, понад 250*	*100м3*	*0,723*	*86584,53* *10318,56*	*5518,20* *1718,40*	*62601*	*7460*	*3990* *1242*	*148* *91,8*	*107* *66,37*
		Разом прямі витрати по кошторису					906859	324699	70693 10223		4540,87 590,72
		Разом будівельні роботи, грн.					906859				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					511467				
		всього заробітна плата, грн.					334922				
		Загальновиробничі витрати, грн.					238240				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					543,11				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					64563				
		Всього будівельні роботи, грн.					**1145099**				
		Всього по кошторису					**1145099**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**5675**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**399485**				

Форма № 1а

Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-3

на Варіант: стіни з полістирольних блоків

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	Заготівельно-складські витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I. Витрати труда						
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	4540,87	71,51			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,4				
3		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.-год.	590,72	17,31			
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,2				
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі:						
5.1		загальновиробничих витрат	люд.-год.	543,11	118,88			
	Разом кошторисна трудомісткість		люд.-год.	5674,7				
	Середній розряд робіт		розряд	3,4				
		II. Будівельні машини і механізми						
6	СН201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	223,776	250,40			
7	СН202-128	Крани баштові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	99,792	75,98			
8	СН202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш-год	66,06456	91,97			
9	СН203-1080	Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш-год	0,3024	22,29			
10	СН211-251	Розчинонасос, продуктивність 1 м3/год	маш-год	52,3152	19,01			
		III. Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат						
11	СН211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш-год	57,228				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	СН270-50	Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного	маш-год	43,985				
		IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції						
13	С111-175	Цвяхи будівельні з конічною головкою 4,0х100 мм	т	0,031579	6921,04	6716,05	69,28	135,71
14	С111-179	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,6х50 мм	т	0,0378	8853,12	8610,25	69,28	173,59
15	С111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0,1971	846,60	737,85	92,15	16,60
16	С111-818	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 3,0 мм	т	0,020606	7522,22	7320,29	54,44	147,49
17	С111-821	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення чорний, діаметр 1,1 мм	т	0,012372	9981,49	9731,33	54,44	195,72
18	С111-874	Сітка дротяна ткана з квадратними чарунками N 05 без покриття	м2	1632,96	67,12	65,74	0,06	1,32
19	С111-1305	Портландцемент загальнобудівельного призначення бездобавковий, марка 400	т	0,19656	815,04	719,82	79,24	15,98
20	С112-25	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	0,27474	1647,42	1569,58	45,54	32,30
21	С112-57	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, III сорт	м3	0,65892	1581,99	1505,43	45,54	31,02
22	С123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	58,19298	118,24	114,87	1,05	2,32
23	С124-24	Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 16-18 мм	т	4,75104	8379,49	8160,75	54,44	164,30
24	С142-10-2	Вода	м3	24,948	8,55	8,55	-	-
25	С1424-11601	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М250], крупність заповнювача більше 40 мм	м3	79,458	693,38	522,24	157,54	13,60
26	С1425-11687	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М25	м3	33,264	455,37	302,03	144,41	8,93
27	С1425-11704	Розчин готовий опоряджувальний вапняковий 1:2,5	м3	46,872	510,37	355,95	144,41	10,01
28	С1427-11808	Блоки із ніздрюватих бетонів В2,5 стінові дрібні для кладки на розчині, щільність 500 кг/м3	м3	278,208	922,60	873,58	30,93	18,09
29	С1545-159	Очіс льняний	т	0,18144	7963,14	7727,73	79,27	156,14
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат						
30	С1999-9001	Електроенергія	кВт-год	8,797	0,956	0,956		
31	С1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,8797	13,00	13,00		

3.2 Аналіз економічної ефективності зведення будівлі з енергоефективних матеріалів

Таблиця 3.1 Аналіз отриманих результатів

Техніко-економічні показники	Одиниця виміру	Стіни з цегли та утеплювача	Стіни з газобетонних блоків	Стіни з полістиролбетонних блоків
Тривалість виконання робіт	Діб	116	40	36
Загальна кошторисна вартість	тис. грн.	2114,760	2001,339	1145,099
Вартість 1 $м^2$ стіни	грн.	1398,65	1323,34	757,34
Загальні трудомісткість	люд.-г	11630	10479	5675
Трудомісткість 1 $м^2$ стіни	люд.-г	7,69	6,93	3,75
Денний виробіток на 1 робочого	$м^2$/люд змін	0,82	1,2	1,8
Всього кошторисна заробітна плата	тис. грн	827,126	739,820	399,485

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження умов і сучасної проблеми енергозбереження в Україні показали необхідність застосування енергоефективних огороджувальних конструкцій.

Розроблені технологічні карти на зведення будівель відображають переваги застосування енергоефективних матеріалів порівняно з традиційними методами виконання будівництва:

Технологія виконання робіт з газобетонних і полістиролбетонних блоків істотно не відрізняються. Різниця лише в тому, що обсяг виконуваних робіт з полістиролбетонних блоків, завдяки своєму низькому коефіцієнту теплопровідності, менший, ніж з полістиролбетонних блоків.

За рахунок відносно великих габаритів блоків і їхньої малої ваги істотно зростає швидкість будівництва порівняно з цегляними стінами будівництво прискорюється в 4 рази. Таким чином, якщо будівництво з цегли ведеться 116 днів, то будівництво з газобетонних і полістиролбетонних блоків ведеться протягом 40 і 36 днів. Відповідно зменшується і трудомісткість.

Стіну з газобетонних і полістиролбетонних блоків непотрібно утеплювати на відміну від цегляної. Усе це зменшує загальну вартість будівлі, що зводиться. У процесі експлуатації будівлі з блоків витрати на опалення знижуються на 25-30 %.

Точні геометричні характеристики виробів дають змогу вести кладку блоків з використання клейового розчину, який забезпечує міцність зчеплення і виключає наявність у кладці «містків холоду».

Блоки легко обробляються будь-яким ріжучим інструментом, їх можна пиляти, свердлити, забивати цвяхами, стругати, штрабувати - це робить їх застосування особливо привабливим. Простота обробки блоків дає змогу створювати цікаві архітектурно-планувальні рішення, зокрема прорізати

канали та отвори під розетку, електропроводку, трубопроводи, арочні конфігурації та інше.

Наведена техніко-економічна оцінка дозволяє оцінити у вартісному відношенні переваги виконання робіт з енергоефективних огороджувальних конструкцій:

– стіни з енергоефективних блоків дешевші за стіни з цегли з утеплювачем.

– економія на 12-15% кошторисної вартості будівництва за рахунок додаткової площі, одержуваної за більш «тонких» стін із полістиролбетону.

– витрати на опалення в 2-3,5 рази нижчі, ніж у цегляного будинку.

– зниження матеріаломісткості.

– економія до 70 % розчину для кладки.

– блок товщиною 30 см за теплопровідністю замінює близько 2-х м цегляної кладки.

Таким чином, будівництво огороджувальних конструкцій з енергоефективних матеріалів є більш доцільним, ніж з традиційних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві. навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ден. та заоч. форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 131 с.

2. Газобетон або пінобетон - що вибрати? URL: https://keramikfest.com.ua/blog/gazobeton-ili-penobeton (дата звернення 29.09.2024).

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

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

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

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

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

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

9. ДБН Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Ефективність» у складі проектної документації об’єктів.. [Чинні з 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. 47с.

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

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

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

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

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

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

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

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

18. Пінобетонні блоки: розміри, характеристики матеріалу. URL: https://dci-group.com.ua/ua/pinoblok-pinobeton-rozmiry-kharakteristiki-czina (дата звернення 28.09.2024).

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

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

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

22. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник/ за ред. В.К. Черненка. Київ: 2010 372 с.

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

24. Технологія будівельного виробництва практикум. навч. посібник для внз / за ред. М. Г. Ярмоленко. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.

25. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за ред.. Бригілевича В. Львів, 2016. 186 с.

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

27. Юхименко А. І. Енергозбереження та термомодернізація будівель і споруд: навч.-метод. посібник для магістрів ЗДІА спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" освітньої програми "Промислове і цивільне будівництво" ден. та заоч. форм навчання . Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 90 с.

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

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