МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: Вплив використання сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб
Симоненко Сергій Анатолійович
(прізвище та ініціали)
Спеціальность
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)
Керівник ст. викладач, доктор філософії Арутюнян Є.Е.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім.. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код та назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«___» _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Симоненко Сергій Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Вплив використання сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель.
керівник роботи Арутюнян Є.Е., доктор філософії, ст. викладач.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року
№ 1486-с
2 Строк подання студентом роботи листопад 2024
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичний базис енергоефективності будівель. 2. Сучасні будівельні матеріали та конструкції, що забезпечують енергоефективність будівель. 3. Технологічна карта на улаштування конструкції фасадної теплоізоляції ТМ BauGut з опорядженням штукатуркою на основі мінеральної вати та пінополістерольних плит. 4. Енергоефективні будівельні конструкції та системи.
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 аркушів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Арутюнян Є.Е.		
Розділ 2	Арутюнян Є.Е.		
Розділ 3	Арутюнян Є.Е.		
Розділ 4	Арутюнян Є.Е.		

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний базис енергоефективності будівель	з 01.10 по 24.10.2024	
2	Сучасні будівельні матеріали та конструкції, що забезпечують енергоефективність будівель	з 25.10 по 15.11.2024	
3	Технологічна карта на улаштування конструкції фасадної теплоізоляції ТМ BauGut з опорядженням штукатуркою на основі мінеральної вати та пінополістерольних плит	з 16.11 по 01.12.2024	
4	Енергоефективні будівельні конструкції та системи	з 01.12 по 06.12.2024	

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

Керівник роботи (проекту) _____ Є.Е. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

АНОТАЦІЯ

Симоненко С.А. Вплив використання сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Є.Е. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2024.

У сучасному будівництві енергоефективність є однією з ключових вимог до проектування і експлуатації будівель. Використання новітніх будівельних матеріалів відіграє важливу роль у досягненні високих стандартів енергоефективності. У цій статті розглянуто вплив інноваційних матеріалів на зниження енергоспоживання будівель та покращення їх теплових характеристик. Основну увагу приділено аналізу теплоізоляційних властивостей новітніх матеріалів. Результати досліджень показують, що впровадження сучасних матеріалів значно знижує витрати на опалення та охолодження будівель, сприяючи створенню більш стійкої і екологічно безпечної архітектури. Отримані дані можуть бути корисними для архітекторів, інженерів та будівельників при розробці енергоефективних проектів та впровадженні новітніх технологій у будівництві.

Ключові слова: Сучасні будівельні матеріали, енергоефективність будівель, організація будівництва, теплоізоляція.

REPORT

S. Simonenko. The influence of the use of modern building materials on the energy efficiency of buildings.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor Y. Arutiunian, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2024.

In modern construction, energy efficiency is one of the key requirements for the design and operation of buildings. The use of the latest building materials plays an important role in achieving high standards of energy efficiency. This article examines the influence of innovative materials on reducing the energy consumption of buildings and improving their thermal characteristics. The main attention is paid to the analysis of thermal insulation properties of the latest materials. Research results show that the introduction of modern materials significantly reduces the costs of heating and cooling buildings, contributing to the creation of more sustainable and environmentally safe architecture. The obtained data can be useful for architects, engineers and builders when developing energy-efficient projects and implementing the latest technologies in construction.

Keywords: Modern building materials, energy efficiency of buildings, organization of construction, thermal insulation.

ЗМІСТ

	Вступ	7
1	**Теоретичний базис енергоефективності будівель**	9
1.1	Історичний нарис розвитку будівельної технології матеріалів, виробів, конструкцій	9
1.2	Принципова схема енергоефективної будівлі	15
1.3	Енергоефективність при виробництві, будівництві та експлуатації основних будівельних матеріалів.	19
2	**Сучасні будівельні матеріали та конструкції, що забезпечують енергоефективність будівель**	24
2.1	Енергоефективні композиційні будівельні матеріали	24
2.2	Енергоефективні синтетичні матеріали	27
2.3	Сучасні конструкційно-теплоізоляційні будівельні матеріали	29
3	**Технологічна карта на улаштування конструкції фасадної теплоізоляції ТМ BauGut з опорядженням штукатуркою на основі мінеральної вати та пінополістерольних плит**	34
3.1	Галузь застосування та класифікація систем теплоізоляції	34
3.2	Вимоги і характеристика матеріалів та збірних елементів, підготовка до виконання робіт	38
3.3	Виконання робіт із влаштування системи теплоізоляції	45
4	**Енергоефективні будівельні конструкції та системи**	62
4.1	Навісні вентильовані фасади.	62
4.2	Система штукатурних фасадів	66
4.3	Енергозберігаючі підлоги. Енергозберігаючі вікна	70
	Висновки	76
	Перелік використаних джерел	79

Вступ

Сучасне будівництво значно змінилося завдяки впровадженню новітніх будівельних матеріалів, що мають покращені характеристики теплової ізоляції та енергоефективності. Сьогодні питання енергоефективності будівель є надзвичайно важливим у контексті зростання вартості енергоресурсів та необхідності зниження викидів парникових газів. Впровадження енергоефективних технологій та матеріалів у будівництві дозволяє зменшити витрати на опалення та кондиціонування, покращити комфорт проживання та сприяти збереженню довкілля.

Актуальність теми. Проблема енергоефективності будівель стає дедалі важливішою у всьому світі, особливо в умовах обмежених енергетичних ресурсів та екологічних викликів. Використання сучасних будівельних матеріалів, що мають високі теплоізоляційні властивості, дозволяє значно зменшити енергоспоживання будівель. Це, в свою чергу, сприяє зниженню експлуатаційних витрат та підвищенню екологічної стійкості будівельного сектора. Тому дослідження впливу новітніх матеріалів на енергоефективність будівель є надзвичайно актуальним і своєчасним.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є дослідження впливу сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель, визначення їх основних характеристик та порівняння з традиційними матеріалами. Розробка рекомендацій щодо застосування новітніх матеріалів у практиці будівництва з метою підвищення енергоефективності будівель.

Об’єкт дослідження є будівельні матеріали, що використовуються для зведення та утеплення будівель.

Предметом дослідження є вплив сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель, їх теплоізоляційні властивості та енергозберігаючі характеристики.

Основні задачі:

- провести аналіз сучасних будівельних матеріалів з високими теплоізоляційними властивостями.
- вивчити вплив використання новітніх матеріалів на зниження енергоспоживання будівель.
- розробити рекомендації щодо застосування сучасних будівельних матеріалів у будівництві для підвищення енергоефективності будівель.

Методи дослідження: Теоретичну й методологічну основу досліджень склали наукові праці вітчизняних і закордонних авторів в галузі будівництва та реконструкції.

Наукова новизна даної роботи полягає у всебічному аналізі впливу сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель. В роботі вперше розроблено рекомендації щодо впровадження новітніх матеріалів у практику будівництва, що дозволяють підвищити енергоефективність та знизити витрати на експлуатацію будівель. Результати досліджень можуть бути використані для оптимізації проектування та будівництва енергоефективних будівель, що відповідають сучасним екологічним стандартам.

Апробація. Тематика даного дослідження була розроблена на кафедрі промислового та цивільного будівництва ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ БАЗИС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

1.1 Історичний нарис розвитку будівельної технології матеріалів, виробів, конструкцій

Дослідження історії появи енергоефективних будівель за кордоном, слід розпочати з аналізу нормативно-правових та методологічних джерел, що з'явилися у 70-х роках XX століття. Саме до цього періоду відносяться дослідження, присвячені першим принципам держбереження та енергоефективності у тому числі й у будівництві, а також дослідження, присвячені світовій енергетичній кризі та створенню стратегії сталого розвитку. Провідні закордонні вчені та політики визнали взаємозв'язок між технічними, економічними, екологічними та соціальними заходами щодо досягнення зазначених принципів. З цього часу провідними вченими розпочалася глобальна науково-дослідна робота щодо підвищення енергоефективності як будівельних об'єктів, так і організації та технології будівельного виробництва.

Найбільш відомі енергоефективні будинки, збудовані в період з 1972 по 2003 р. докладно описані в монографії Табунщикова Ю.А., Бродач М.М. та Шилкіна Н.В. Перші енергоефективні будівлі були демонстраційними, пілотними проектами, що об'єднували архітектурно-планувальні та інженерні рішення, спрямовані на досягнення однієї мети – економії енергетичних ресурсів на їхнє опалення, вентиляцію та підтримання комфортного мікроклімату.

Перша зарубіжна енергоефективна будівля була побудована в США в штаті Нью-Хемпшир у 1972 (рисунок 1). Його функціональне призначення

- адміністративне, площа 15600 кв.м, кількість поверхів - 6, опір теплопередачі зовнішніх конструкцій, що захищають 0,53 м2·^{0}С/Вт, покриття

1,17 м2·^{0}С/Вт, вікон 0,16 м2·^{0}С/Вт. Енергетичну ефективність даної будівлі формували такі фактори:

- Мінімальна площа поверхні будівлі (куб);

- невелика площа скління (10%);

- світлозабарвлена покрівля (низький коефіцієнт поглинання сонячної радіації);

- незасклена північна сторона;

- вертикальні та горизонтальні сонцезахисні пристрої для вікон.

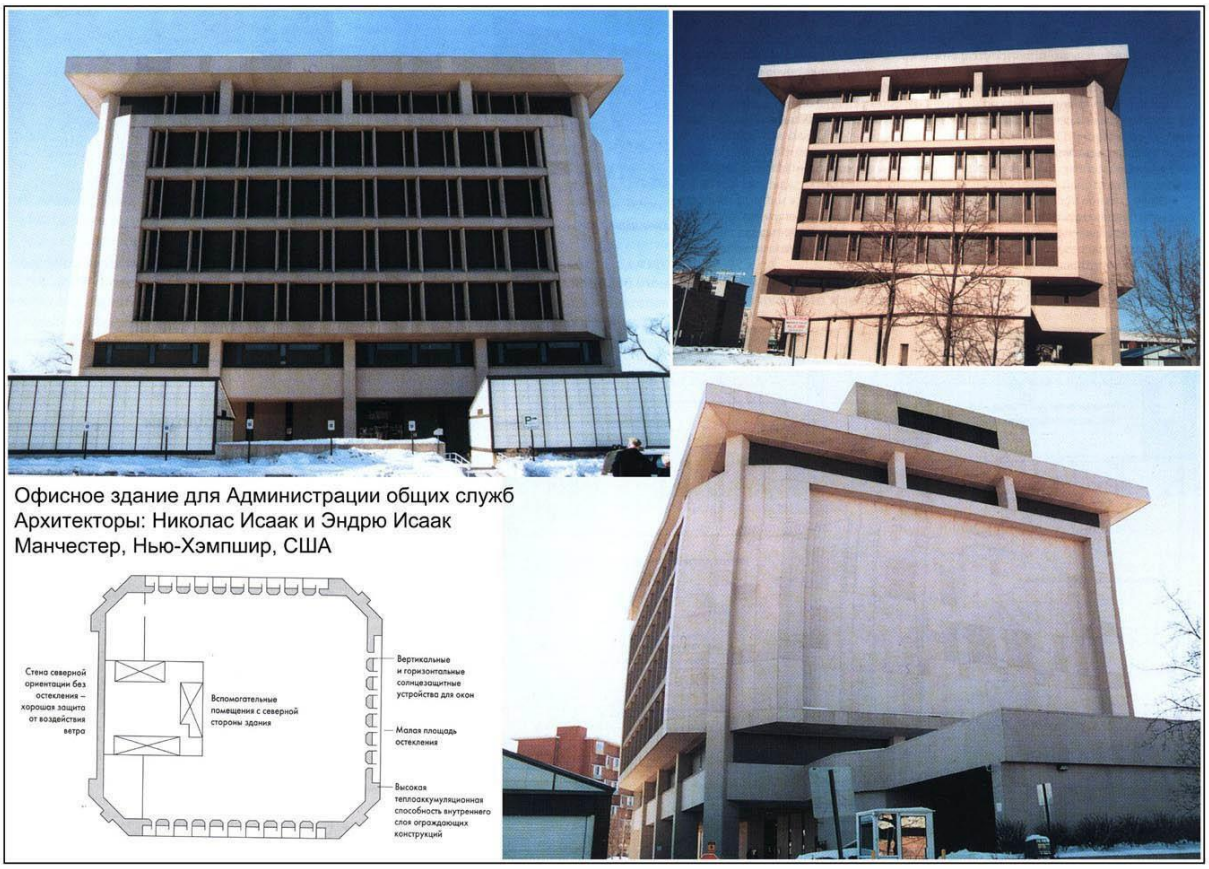


Рисунок 1.1 - Енергоефективна будівля (США Нью-Хемпшир, 1972)

Необхідно відзначити, що перші успішні щільні проекти енергоефективних будівель були успішно реалізовані в основному в країнах з холодним кліматом, де питання опалення будівель, збереження накопиченого тепла гостро протягом тривалого опалювального періоду. Так, інноваційна енергозберігаюча будівля «EKONO-house» була збудована у Фінляндії в Отаніемі (біля Гельсінкі) у 1973 р. (рисунок 2). Його функціональне призначення - адміністративне, будівля складається з двох секцій (друга

побудована в 1979 р.), загальна площа 36990 кв.м, кількість поверхів - 6, щорічне питоме теплоспоживання першої секції будівлі склало 124 кВт · год / м2, електроспоживання 79 кВт·год/м2, щорічне питоме теплоспоживання першої секції будівлі склало 70 кВт·ч/м2, електроспоживання 57 кВт·ч/м2, що нижче за подібні будівлі у Фінляндії та США.



Рисунок 1.2 – Енергоефективна будівля «EKONO-house»
(Фінляндія, Отаніями, 1973 р.)

Енергетичну ефективність даної будівлі формували такі фактори:

- ефективне використання внутрішнього об'єму будівлі, що полягає в модульній системі конструювання (розташування ліфтів, санвузлів та вентканалів у центрі будівлі як опорний вузл, використання пустот у плитах перекриття для прокладання вентканалів та електропроводки);

- огороджувальні конструкції з підвищеною теплоємністю за рахунок влаштування циліндричних коаксіальних повітроводів та ущільненням притворів для зменшення інфільтраційних тепловтрат;

- використання тепловиділень від людей, побутових приладів та обладнання, що знаходяться в будівлі;

- порожнисті плити перекриття, що забезпечують додаткові поверхні для передачі конструкцій тепла від рециркуляційного повітря;

- вентильовані вікна: влаштування щілин для проходження повітря, нагрівання ним стекол взимку та охолодження їх влітку;

- сонячні колектори, що збирають тепло від сонячної радіації та передають його за допомогою рідкого теплоносія в теплообмінник з наступним акумулюванням його на підставі будівлі, що є акумулятором тепла;

- система повітряного опалення, поєднаного з вентиляцією, що має датчики контролю вуглекислого газу, спрацьовування яких дозволяє автоматично додавати необхідну кількість зовнішнього повітря до рециркуляційного;

- енергозберігаюча система освітлення з автоматичним регулюванням рівня освітленості з урахуванням природної інсоляції;

- система автоматичного управління обладнанням кліматизації та освітленням.

Інший цікавий проект реконструкції будівлі з метою підвищення енергоефективності реалізовано також у Данії у Фредеріксберзі. Відмінною особливістю даної будівлі є влаштування «сонячних вентиляційних веж»: шахт, прибудованих із зовнішнього боку зовнішніх стін з обох боків сходових кліток. Поверхня цих шах виконана з перфорованих алюмінієвих пластин із темно-зеленим покриттям, що має високий коефіцієнт поглинання тепла сонячної радіації. Така конструкція забезпечує попереднє нагрівання повітря, що проходить через шахту і використовується як припливне вентиляційне повітря. У деяких «сонячних вентиляційних вежах» додатково застосовуються конструкції PV-VENT, у яких вбудовані у будівлю фотоелектричні модулі з PV-панелями встановлюються у верхній частині «сонячної вентиляційної вежі» для електрозабезпечення вентиляторів системи вентиляції [139] .

У міру появи досвіду проектування, будівництва, експлуатації та реконструкції будівель до досягнення певного рівня енергоефективності з'являвся досвід, який можна було тиражувати від окремих будівель до цілих мікрорайонів. Прикладом може бути будівництво демонстраційного енергоефективного району EKOVIIKKI у Гельсінкі (Фінляндія) загальною площею території 1132 га. У цьому мікрорайоні енергоефективність поєднала у собі також і соціальні, екологічні та енергетичні вимоги, що свідчить про

усвідомлення необхідності сталого розвитку довкілля життєдіяльності. Сучасне суспільство має розвиватися відповідно до принципів сталого розвитку (sustainable development), основними з яких є:

- Поліпшення умов життя людини в умовах впливу на навколишнє середовище в межах господарської ємності біосфери;

- Задоволення потреб у сьогоденні без шкоди для майбутніх поколінь.



Рисунок 1.3 – Фасади будівель енергоефективного мікрорайону VIIKKI (Фінляндія)

У Лондоні побудовано 180-метрову вежу «Мерії-Екс», яка стала першим екологічним хмарочосом: завдяки сонячним батареям, вона споживає вдвічі менше енергії, ніж інші подібні будівлі.



Рисунок 1.4 – Башта Мері-Екс, Лондон

У Лондоні також збудовано енергоефективну будівлю аеропорту «Станстед», головною особливістю якого є «плаваючий» дах. Вона заснована на каркасі з труб у формі перевернутих пірамід, створюючи образ лебедя, що летить. Крім естетичної функції, конструкція має практичне призначення. Усередині кожної труби прокладено комунікації, необхідні для роботи будівлі. За задумом Фостера, дах захищає термінал від снігу та дощу. При цьому відкрита конструкція дозволяє сонячним променям вільно проникати всередину будівлі, виконану у формі величезного куба.

1.2 Принципова схема енергоефективної будівлі

Авторами проведено аналіз різних проектних рішень енергоефективних будівель, а також вивчено реалізовані проекти та досліджено збудовані енергоефективні будівлі. На основі отриманого досвіду можна зробити висновок про те, що проектування енергоефективних будівель має бути ґрунтоване на системному підході до будівлі як єдиної енергетичної системи, в якій у взаємозв'язку знаходяться підсистеми архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності. Дані підсистеми знаходяться у взаємозв'язку між собою та навколишнім середовищем, і при спільній роботі дають синергетичний ефект: високу енергетичну ефективність будівлі загалом.

При розв'язанні задачі з досягнення будинком високої енергетичної ефективності протягом життєвого циклу необхідно враховувати енергоспоживання не лише самої будівлі у процесі будівництва та експлуатації, але й витрати енергоресурсів, необхідних для виробництва будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. Оболонка будівлі (стіни, вікна, покриття і підлоги) за час свого існування спочатку забирає енергію надр землі на створення конструкцій, що захищають, потім на їх ремонт і в кінці терміну існування

– на демонтаж та утилізацію. У процесі експлуатації будівля споживає енергію з надр землі для підтримки необхідного за нормами температурно-вологісного режиму [110]. На думку авторів, з точки зору енергетичної ефективності, спрямованої на мінімізацію енергетичних витрат та економію ресурсів, доцільно розділити способи енергозбереження в будівлі на активні та пасивні. Активні методи – це методи, що забезпечує енергозбереження за необхідності постійних і змінних витрат. Пасивні методи – це методи, що забезпечує енергозбереження без змінних витрат.

В даний час розроблено та застосовується безліч архітектурних, конструктивних, інженерних рішень, що дозволяють знижувати рівень енергоспоживання будівлями. Очевидно, що тільки при комплексному використанні енергозберігаючих рішень можна отримати максимальну економію енергетичних ресурсів. Таким чином, застосування системного підходу тут є методологічно правильним.

Дослідження різних архітектурних та інженерних рішень, що забезпечують енергозбереження в будинках, виявило необхідність інтегрувати їх у концептуальній схемі енергоефективної будівлі, розробленої авторами як наочний приклад системного підходу до енергозбереження в будинках. Схема представле на рисунку 1.а5. На схемі пасивні методи енергозбереження позначені синіми штриховими лініями. Потоки повітря позначені пунктирними лініями. Теплі потоки позначені червоним кольором, холодні синім. Схема містить синтез архітектурних, конструктивних та інженерних рішень, спрямованих на енергозбереження у будинках.

Подана схема відповідає запропонованому визначенню «енергоефективна будівля», яка відрізняється від існуючих більш повним змістом, що враховує всі характеристики ефективного споживання енергетичними ресурсами та забезпечення в ньому комфортного мікроклімату, містить усі суттєві ознаки енергоефективної будівлі. З розвитком знань та появою нових понять енергетичної ефективності запропоноване визначення та схема, можливо, буде доповнено новими ознаками та змістом, що є закономірним результатом наукової діяльності.

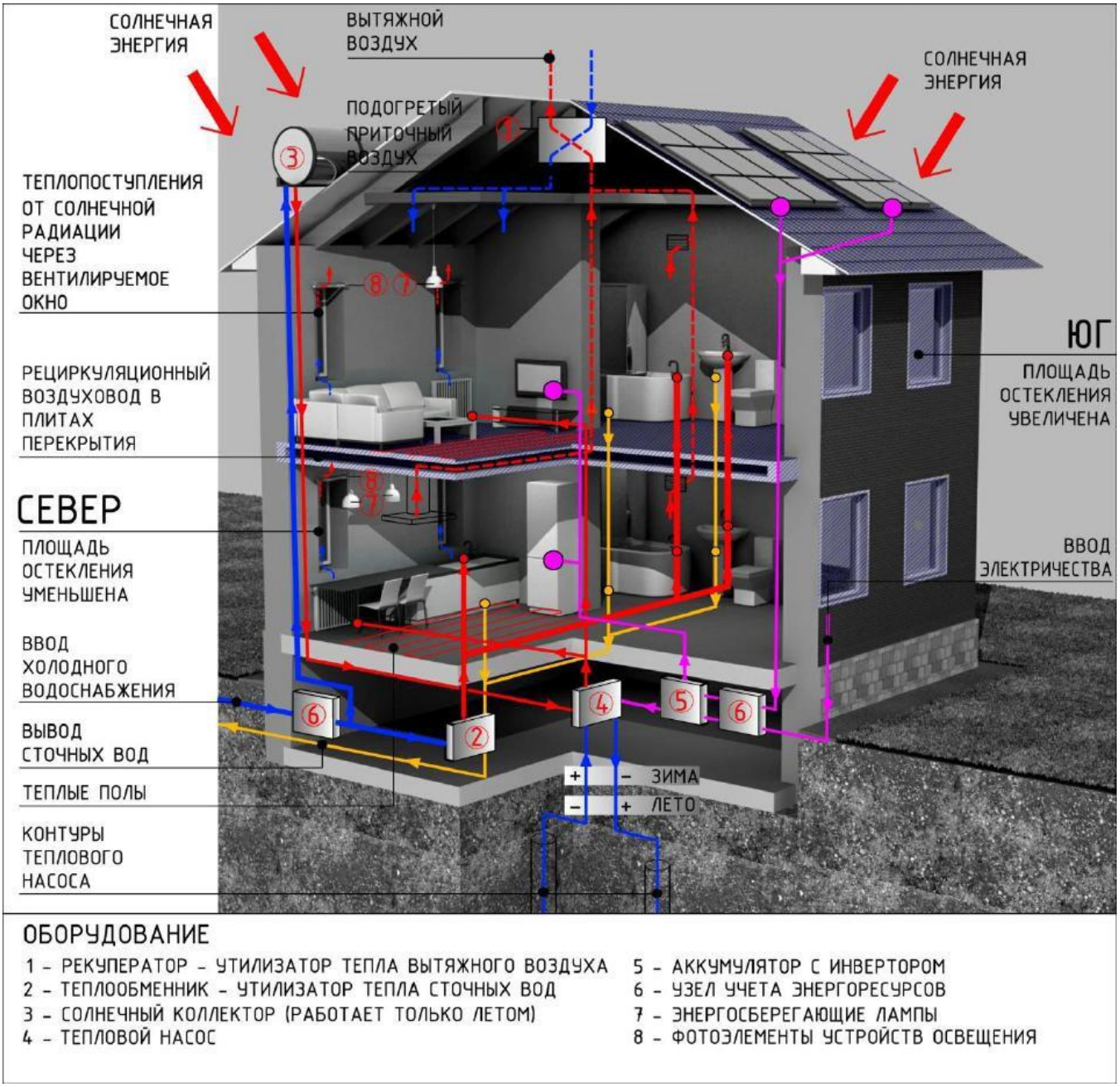


Рисунок 1.5 – Концептуальна схема енергоефективної будівлі

Формування наукових засад організації та управління життєвим циклом енергоефективних будівель потребує розробки системи показників для оцінки їхньої енергоефективності на всіх стадіях життєвого циклу. В даний час розроблено та впроваджено низку нормативних та методичних документів, що містять показники енергоефективності, у тому числі і для будівель. Проте єдиної системи таких показників немає. У зв'язку з цим виникла і залишається актуальною проблема визначення показників енергетичної ефективності

будівель, що враховують усі види споживаних енергетичних ресурсів, типи будівель, способи отримання та контролю показників, на основі яких будівлям присвоюється клас енергоефективності.

В даний час енергоефективність будівель оцінюється за ступенем їх відповідності нормативним питомим показникам витрати енергетичних ресурсів на опалення та вентиляцію одиниці площі або обсягу житлових та громадських будівель. Нормативні документи, що розробляються з 1990-х років на федеральному та регіональному рівні, містять різні показники оцінки енергетичної ефективності будівель, що мають різний утримання та одиниці виміру. Окрім цього, нині великі науково-дослідні організації будівельного профілю розробили та впровадили у практику свої показники енергетичної ефективності будівель.

Наявність великої кількості факторів, що впливають на енергетичну ефективність будівель, а також необхідність обліку всіх видів енергетичних ресурсів, що споживаються та виробляються будівлею як єдиною енергетичною системою, зумовили необхідність аналізу та класифікації показників енергетичної ефективності будівель. З метою формування класифікації авторами проаналізовано еволюцію показників, що регламентують енергетичну ефективність будівель з моменту появи перших показників у 1999 році до нашого часу.

Таким чином, еволюція показників енергетичної ефективності будівель до обліку практично всіх видів енергетичних ресурсів. Очевидно, що показники енергетичної ефективності будівель повинні враховувати не лише кількість споживаних енергетичних ресурсів, а й види та методи вимірювання показників, стадії життєвого циклу будівель, цілісність та тип будівель. Вказані напрямки обліку прийнято за основу запропонованої класифікації показників енергетичної ефективності будівель.

1.3 Енергоефективність при виробництві, будівництві та експлуатації основних будівельних матеріалів.

Системний підхід до формування енергоефективності будівель протягом життєвого циклу передбачає управління енергозберігаючими характеристиками будівель та факторами, що визначають енергетичну ефективність. Життєвий цикл будівель безпосередньо залежить від життєвого циклу матеріалів, що застосовуються при будівництві. Будівництво – одна з найбільш матеріалоємних галузей народного господарства. Витрати на матеріали, що витрачаються безпосередньо на зведення будівель та споруд, становлять понад половину загальної вартості будівельно-монтажних робіт та близько 1/3 капітальних вкладень у народне господарство Російської Федерації. Будівництво споживає понад 30% усієї продукції сфери матеріального виробництва. Будівельні матеріали та конструкції майбутньої будівлі визначаються на стадії проектування. При цьому важливим критерієм відбору є їхня енергоефективність, у тому числі витрати енергоресурсів на їхнє виробництво. Основними будівельними матеріалами, з яких в основному будуються будівлі, є бетон, цегла (керамічна та силікатна) та дерево. Технологічні процеси виробництва будівельних матеріалів, виробів та конструкцій потребують значних витрат енергетичних ресурсів, особливо таких енергоємних як бетон, скло, металеві вироби. Технологічні особливості виробництва скла вимагають високих температур (до 1500 0С), піноскла до 1900 0С, цементний клінкер вимагає температури випалу 1450 0С, випалення вапна вимагає

температури близько 1200 0С, при виробництві керамічної цегли потрібна температура 1100 0С. Одержання таких високих температур потребує більших енергетичних витрат, також великих енергетичних витрат вимагають технологічні процеси, пов'язані з високодисперсним подрібненням речовин, що складають суміші.

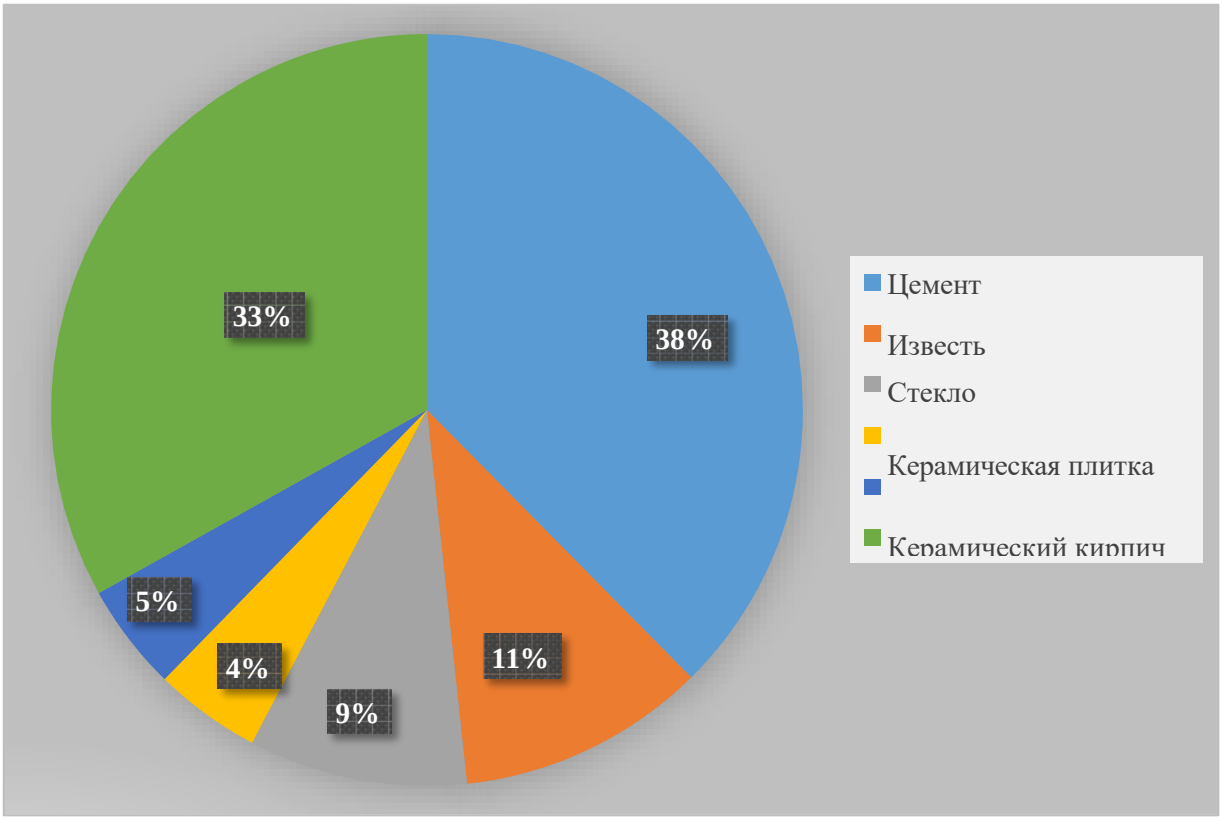


Рисунок 1.6 – Частки енергетичних ресурсів виробництва основних будівельних матеріалів

Перехід будівельної галузі на енергозберігаючі технології дає змогу знизити не лише витрати тепла на одиницю продукції, а й підвищити продуктивність праці в галузі. При цьому необхідно враховувати ту обставину, що енергоємність, рівень теплозахисту та довговічність продукції будівництва тісно пов'язані між собою, тому енергетична ефективність галузі загалом залежить від сумарних витрат енергії при будівництві будівель та їх експлуатації. В одних випадках заміна більш енергоємних конструкцій будівель, що захищають, на менш енергоємні дає позитивний ефект. В інших, навпаки, така заміна менш енергоємних на менш енергоємні та довговічні також може дати економію енерговитрат. Впровадження енергозберігаючих технологій часто потребує додаткових капітальних та енергетичних витрат. Тільки при спільному розгляді впливу енергоємності, довговічності та теплозахисту компонентів будівельної продукції можна отримати економію

енергії протягом тривалого (більше 100 років) терміну служби будівлі. Промислові підприємства з виробництва будівельних матеріалів, виробів та конструкцій є великими споживачами енергії. Щорічний витрата енергії галуззю становить близько 60 млн. тонн умовного палива та близько 40 млрд. кВт·г електроенергії, що становить близько 6% від усіх видобутих і витрачається на внутрішні потреби паливно-енергетичних ресурсів. Найбільші витрати пального припадають на виробництво цементу – 28 млн. т.у.т, а на виготовлення глиняної цегли – 13 млн. т..

Найбільш енергоємним будівельним матеріалом є цемент. На виробництво 1 т шлакопортландцементу марки 300 необхідно витратити 140 кг у. Витрати енергії ще вищі при виробництві 1 т портландцементу марки 600 - 345 кг у. Тому збільшення виробництва шлакопортландцементу може дати значну економію енергії. При переході з мокрого способу виробництва цементу на сухий також можна отримати економію первинних енергоресурсів до 55%. Іншим перспективним енергозберігаючим заходом у промисловості будівельних матеріалів є виробництво цементу з магнітосприйнятливими добавками. Термічна та індукційна обробка

відформованого бетону в магнітних тунельних камерах дозволяє знизити витрати цементу на 15-20%. За рахунок застосування теплової обробки підвищується продуктивність праці, покращуються санітарно-гігієнічні умови виробництва та в 1,5-2 рази скорочується час термообробки виробу.

Великим споживачем енергії в промисловості будівельних матеріалів є виробництво глиняної та силікатної цегли. Впровадження комплексних, механізованих та автоматизованих технологічних ліній з використанням ЕОМ у цегляній промисловості дозволяє значно скоротити енергоємність та підвищити продуктивність праці. Основні витрати енергії припадають на сушку сирця цегли та її випал. Сумарні питомі витрати енергії на виробництво 1000 шт. глиняної цегли становлять близько 300 кг у. Резерви економії енергії зосереджені у значному зниженні тепла з газами, що йдуть, у печах для сушіння та випалу. Сушарки встановлюються перед тунельними печами, призначеними

для випалення. Щоб зменшити тепловтрати при сушінні та випаленні цегли, проводиться цілий ряд заходів: зменшення підсмоктування холодного повітря, оштукатурювання печей та сушарок, застосування підвісних склепінь, раціональне розміщення пальників. Використання для сушіння енергетичного потенціалу тепла газів, що виходять з тунельних печей, температура яких дорівнює 120°С, знижує енергоємність виробництва глиняної цегли. Перелічені вище заходи дали можливість на передових цегельних заводах країни скоротити питому витрату палива на 100 кг у.т на 1000 шт. цегли. Автоматичне керування тепловими процесами при сушінні та випаленні цегли дозволяє також скоротити витрати енергії.

Енергоємність силікатної цегли в порівнянні з глиняною в кілька разів нижча і становить близько 85 кг у.т на 1000 шт. цегли. Технологічний цикл його виробництва у 8-10 разів коротший. У той же час силікатна цегла поступається глиняному за показниками теплозахисту та довговічності. При виробництві глиняної та силікатної цегли можна досягти значного зниження енергоємності та збільшення теплозахисту за рахунок виробництва їх модифікованих виробів з пустотами. У разі збільшення порожнечі цегли на 20% витрата енергії знижується на 0,12 ГДж. на 1000 шт., але в 30% – зменшується на 0,17 ГДж. на 1000 шт., що становить приблизно 10% від середньої питомої витрати палива та електричної енергії на їхнє виробництво. Зовнішні огороджувальні конструкції з легких бетонів складають конкуренцію стінам з цегли. Легкі бетони виготовляються на основі пористих заповнювачів (керамзиту, шунгізиту, спученого перліту та ін. матеріалів). Об'ємна маса пористих заповнювачів повинна бути не більше 400 кг/м3, тому що при більш високій об'ємній масі енергоємність легкобетонних стін стає рівною енергоємності стін із глиняної цегли або перевищуватиме її. Крім того, при збільшенні об'ємної маси пористого заповнювача зменшується теплозахист. Так, опір теплопередачі керамзитобетонної стіни з об'ємною масою керамзиту 400 кг/м3 (марки 400) на 25% вище за таку саму стіну, виготовлену з керамзиту марки 500. Питома енергоємність керамзиту становить близько 100 у.т/м. Для

його виробництва переважно витрачається котельно-пічне паливо та невелика частка електроенергії. Наприклад, на виробництво 1 м3 керамзиту марки 400 витрачається на 15% палива менше, ніж на керамзит марки 500. Велику економію енергії можна отримати і при застосуванні відходів виробництва – питома енергоємність доменних шлак яких становить 8-30 кг у.т/м3 , Що значно менше, ніж у керамзиту.

2 СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА КОНСТРУКЦІЇ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ

2.1 Енергоефективні композиційні будівельні матеріали

XXI століття – це століття композиційних матеріалів. Природні і навіть синтетичні матеріали в їхньому природному вигляді вже не цілком задовольняють вимоги конструкторів, архітекторів та технологів. Суть композитів полягає в тому, що в поєднанні різних матеріалів проявляються їхні найкращі свої сторони в тій мірі, якою це потрібно для кожного конкретного випадку застосування [51]. Застосування композиційних будівельних матеріалів підвищує енергоефективність будівель протягом усього життєвого циклу за рахунок комплексу факторів:

- композиційні будівельні матеріали виготовляються з покращеними порівняно з традиційними матеріалами показниками теплового захисту, що підвищує клас енергоефективності будівлі;

- при виготовленні композиційних будівельних матеріалів часто використовуються відходи промислового виробництва, що зменшує екологічне навантаження на навколишнє середовище та знижує енергоємність життєвого циклу матеріалу;

- композиційні будівельні матеріали можуть мати підвищений термін експлуатації та здатність до рециклінгу.

Енергоефективним композиційним будівельним матеріалом є композитна арматура (також її називають базальтова арматура, пластикова арматура, полімерна арматура, АСП), виконана на основі скловолокна та базальт-волокна (рисунок 6).

Область її застосування не обмежується застосуванням лише при будівництві мостових конструкцій, але широко застосовується у промислово-цивільному будівництві та поверхневих шарах бетонної конструкції, у

конструкціях, що піддаються в процесі динамічних навантажень. Це особливо актуально для мостових конструкцій, в процесі експлуатації вони піддаються постійному динамічному впливу від руху транспорту.

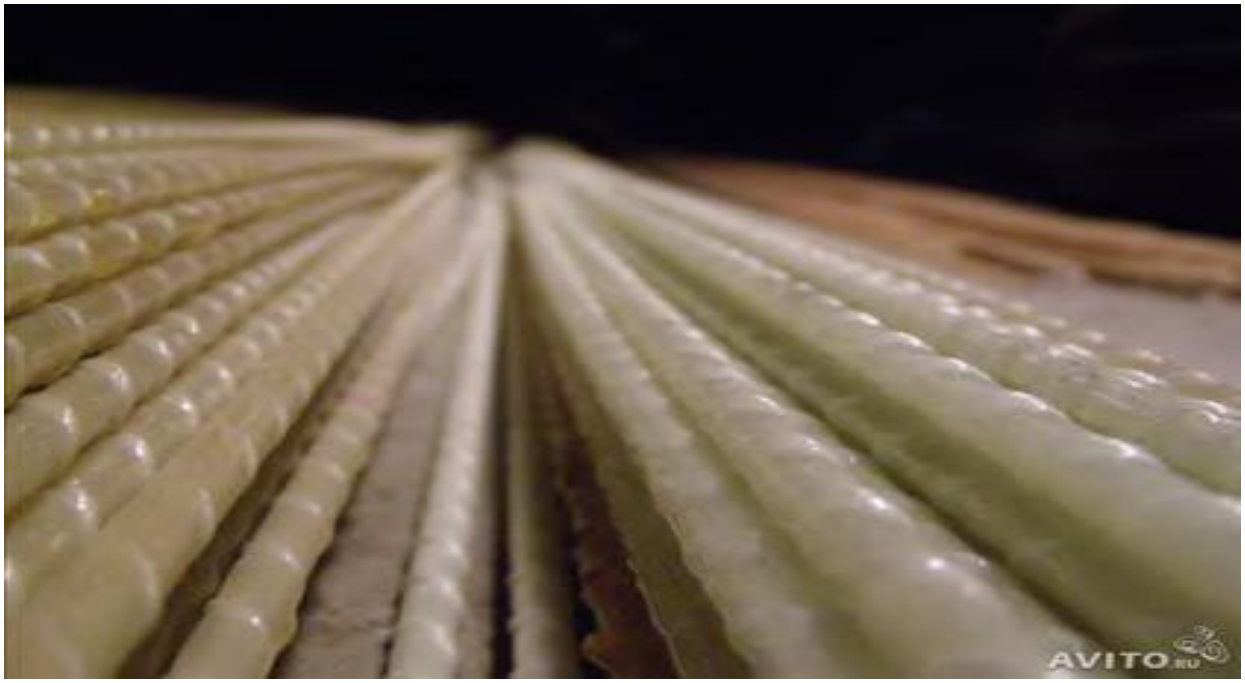


Рисунок 2.1 – Склопластикова арматура

Безперечною перевагою є мала питома вага композитної арматури (у 4-5 разів менша, ніж у сталевої). Відомо, що вибір крана для встановлення балок безпосередньо залежить від ваги конструкції: чим менша вага конструкції, тим вантажопідйомність крана має бути меншою, відповідно і витрати на роботу техніки – вартість будівництва буде меншою. Значну перевагу має і полегшене транспортування композитної арматури.

Також композитна арматура може працювати в широкому діапазоні температур від -70 до +100 градусів С. За своїми технічними якостями 8 мм композитної арматури замінює 10 мм металевої арматури.



Рисунок 2.2 – Сітка з композитної арматури

За умови серійного будівництва конструкцій зі склопластику скорочується і загальна кошторисна вартість будівництва за рахунок зменшення власної ваги несучих конструкцій. Будівництво мостів із композиційних матеріалів дозволить суттєво заощадити на їх експлуатаційних витратах. Термін служби мостів з цільно-композитними прогоновими будовами (за висновками виробників скло-пластиків) - 100 років, за практично «нульової» вартістю обслуговування в процесі експлуатації. Вартість мостового переходу з такою прогоновою будовою сьогодні більша, ніж вартість мосту з традиційними матеріалами прогонових будов приблизно в 1,5 раза. Велика різниця у вартості обумовлена індивідуальним виготовленням окремих елементів ферми (куточків, поясів) з виробником, що випускаються заводом, стандартних профілів, що призводить до великих трудовитрат і нереалізованих відходів склопластику. При масовому виробництві елементів прогонових будівель вартість склопластику зменшуватиметься, оскільки виготовлення елементів ферм можна буде вести зі стандартних профілів заводу виробника саме для проектованої прогонової будови.

Порівняльний економічний ефект застосування склопластикової арматури матеріалів проведено за допомогою порівняльної оцінки питомих витрат на

зведення та експлуатацію мостової споруди зі склопластикової та металевої арматури. Передбачається ресурс мосту, відповідно, 50 років для металевої арматури при щорічному техобслуговуванні та 100 років (приймаючи потенційний термін служби) із склопластикової. Фактичний термін служби залізобетонних та металевих мостів не перевищує 40-50 років, при цьому капітальний ремонт таким конструкціям потрібний, як правило, вже через 20-25 років експлуатації.

2.2 Енергоефективні синтетичні матеріали

Розвиток сучасної будівельної галузі неможливий без застосування інноваційних будівельних матеріалів, організаційно-технологічних рішень та технологій. З прийняттям законодавчих актів, спрямованих на ресурсо-і енергозбереження в Росії, з'явився реальний попит на інноваційні технології та матеріали, особливо в будівельному комплексі, що є великим споживачем енергоресурсів та визначальним ресурсо- та енергозбереження в інших галузях промисловості та ЖКГ. Енергоефективність в авангарді стратегії інноваційного розвитку Росії. Посилення «зелених тенденцій» поставило ще одне завдання – комбінувати ефективність будівельних матеріалів та конструкцій з безпекою для людини та навколишнього середовища. Для цього прийнято законодавчі акти та директивні документи, виконуються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, реалізуються енергозберігаючі заходи та технології. Від того, як будуть спроектовані та побудовані будівельні об'єкти, залежить не тільки їх ресурсо- та енергоспоживання, а й споживання ресурсів здійснюваних виробничих процесів. Одним із ефективних напрямів є пошук нових будівельних ресурсо- та енергозберігаючих матеріалів, конструкцій та технологій, яскравим прикладом яких є геоматеріали, впровадження яких у будівельну практику є предметом дослідження, яке проводить автори. Геосинтетичні матеріали застосовуються у світовій практиці досить давно,

основними споживачами є транспортне, промислове та гідротехнічне будівництво [3]. Термін «геосинтетичні матеріали» об'єднує широку групу матеріалів, в яких як мінімум одна зі складових частин виготовлена з синтетичних або натуральних полімерів, або плоских форм, рулонів або тривимірних структур, що застосовуються в геотехніці або інших областях будівництва в контакті з ґрунтом та (або) іншими будівельними матеріалами. Ринок геосинтетичних матеріалів нині розвивається досить активно, що підтверджує їхню перспективність. Регіональний аналіз промисловості геосинтетичних матеріалів показав, що структура інноваційної діяльності в галузі геоматеріалів корелює із загальним обсягом виробництва, що свідчить насамперед про економічну перспективність випуску подібної продукції, а також про зацікавленість у ній регіонів та готовність розвивати її асортиментний ряд.

Одним з ефективних напрямків є пошук нових будівельних ресурсо- та енергозберігаючих матеріалів, конструкцій та технологій, яскравим прикладом яких є геоматеріали. У будівельній практиці широко застосовують саме геосинтетичні полімерні матеріали, виготовлені з синтетичних або натуральних полімерів у вигляді плоских форм, стрічок або тривимірних структур. Тканe геополотно використовується як армуючий, розділовий та водовідвідний прошарки в дорожньому будівництві, будівництві продуктопроводів, а також при зведенні ґрунтових споруд у всіх видах будівництва.

У дослідженні [5] автори, виконавши порівняльний розрахунок робіт з влаштування збірного залізобетонного фундаменту із застосуванням геотекстилю, пальового фундаменту без геосинтетики та монолітного фундаменту із залізобетонною подушкою, дійшли висновку, що найбільш дорогим, трудомістким, матеріалом витратним та енерговитратним є монолітний фундамент. У порівнянні з монолітним, збірний залізобетонний та пальовий фундаменти є економічнішими за вартістю за рахунок зниження витрати бетону, обсягу земляних робіт, трудомісткості робіт та витрат на експлуатацію машин та обладнання. Найбільш матеріало- та енергоефективним є збірний залізобетонний фундамент із застосуванням геотекстилю.

Застосування тканого геотекстилю дає економію матеріальних ресурсів, енергетичних ресурсів, а також підвищує інноваційність організаційно-технологічних рішень. Крім того, застосування геоткстилю в конструкції піщаної подушки запобігає вимиванню ґрунту подушки, збільшує термін служби фундаменту. Необхідність транспортних робіт знижується на 70-85%, а ймовірність розсади будівлі під час експлуатації знижується вдвічі. Зазначені переваги врешті-решт дозволяють знизити кошторисну вартість будівництва будівлі в цілому. Застосування тканого геотекстилю дає економію матеріальних ресурсів, енергетичних ресурсів, і навіть підвищує інноваційність організаційно- технологічних рішень.

2.3 Сучасні конструкційно-теплоізоляційні будівельні матеріали

Сучасні будівельні норми у країнах встановлюють споживання енергії лише на рівні 80-100 кВт-ч/м2 рік. У нового покоління будинків, що проектуються та будуються відповідно до концепції Passive House (пасивний будинок), рівень енергоспоживання може бути знижений до 15-30 кВт-год/м2 рік залежно від регіону будівництва. Визначальним фактором, який дозволяє забезпечувати такий норматив, є застосування ефективної теплової ізоляції у будівельних конструкціях.

Обсяги виробництва та споживання теплоізоляційних матеріалів в Україні зросли за останні 10 років більш ніж у 4 рази – з 3-4 млн м3 у 1998 р. до 12-13 млн м3 у 2008 р. Прогноз на 2020 р. становив 20-22 млн м3.

Сучасна індустрія пропонує широкий спектр теплоізоляційних матеріалів, що характеризуються різним призначенням та різними технічними та якісними характеристиками. Переважними видами теплоізоляційних матеріалів є скловолокно та кам'яна вата, їхня частка становить відповідно 38 і 37%. Значна частка (близько 22%) належить пінополістиролу, зокрема екструзійному (5,3%).

У країнах Європи все більшого розвитку набуває будівництво будівель з мінімальним енергоспоживанням за концепцією Passive House. На основі цієї концепції вже збудовано і будується цілий ряд будівель у Німеччині, Данії та інших країнах.. Пропоновані технічні рішення найефективніші для малоповерхового житла, частка якого у сучасному житловому будівництві України становить близько 10%.

Найбільший потенціал енергозбереження у будівельному секторі та ЖКГ пов'язаний саме зі зниженням енерговитрат на опалення. За рахунок цього загальне енергоспоживання будівель може бути знижено, за експертними оцінками, на 50-55%. Високе споживання теплової енергії в будівельному секторі економіки пов'язане як з високими тепловими, насамперед трансмісійними втратами будівель, так і з високими тепловими втратами в системах теплопостачання.

Основними факторами, що дозволяють знизити енергоспоживання будівель до мінімального рівня 15-30 кВт-год/(м2 рік), є:

• підвищення термічного опору конструкцій, що захищають, до максимального технічно можливого рівня;

• збільшення термічного опору світлопрозорих конструкцій до максимального технічного рівня;

• зведення до мінімуму теплових мостів;

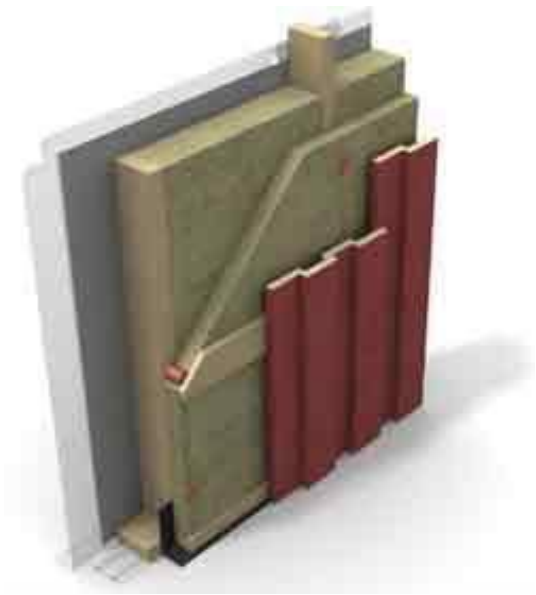
• забезпечення необхідної герметичності будівлі щодо надходження зовнішнього повітря;

• створення систем примусової вентиляції приміщень із рекуперацією тепла вентиляційного повітря;

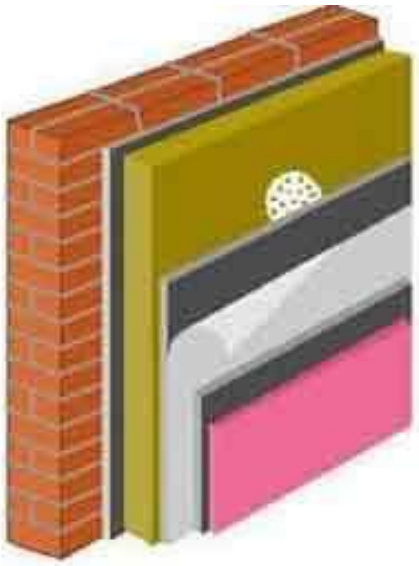
• оптимізація архітектурних форм та розташування будівлі з урахуванням впливу вітру та можливості використання сонячної радіації.

Поєднання зазначених вище факторів забезпечує мінімальне енергоспоживання будівлі. При цьому визначальними факторами підвищення енергоефективності будівлі є збільшення термічного опору його конструктивних елементів.

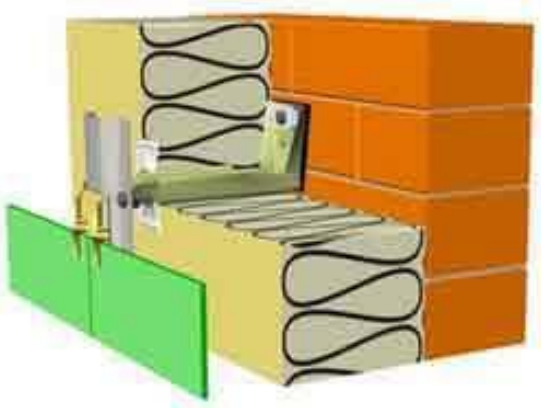
Для зниження енергоспоживання будівель до рівня Passive House необхідно підвищити термічний опір конструкцій будівель, що захищають. Такі значення термічного опору не можуть бути отримані за допомогою традиційних конструктивних рішень та будівельних матеріалів (цегли, бетону та ін.) без застосування ефективних утеплювачів. Необхідний рівень теплозахисту будівель досягається шляхом застосування багатошарових будівельних конструкцій з використанням ефективних утеплювачів.



А



Б



В



Г

Рисунок 2.3 – Утеплені огороджувальні конструкції: А – каркасна стіна; Б - система зовнішнього утеплення зі штукатурним покриттям; В – конструкція навісного вентильованого фасаду;

Г - багатошарова конструкція плоского покриття з рулонною покрівлею.

Ефективність застосування утеплювачів розглянута на прикладі утеплення стін пінополістиролом. Розрахунки виконані для кліматичних умов м. Іваново для адміністративної будівлі площею стін 2840 м2. Пропонується їх утеплення пінополістирольними плитами товщиною 10 см з використанням кріпильних елементів з наступною штукатуркою.

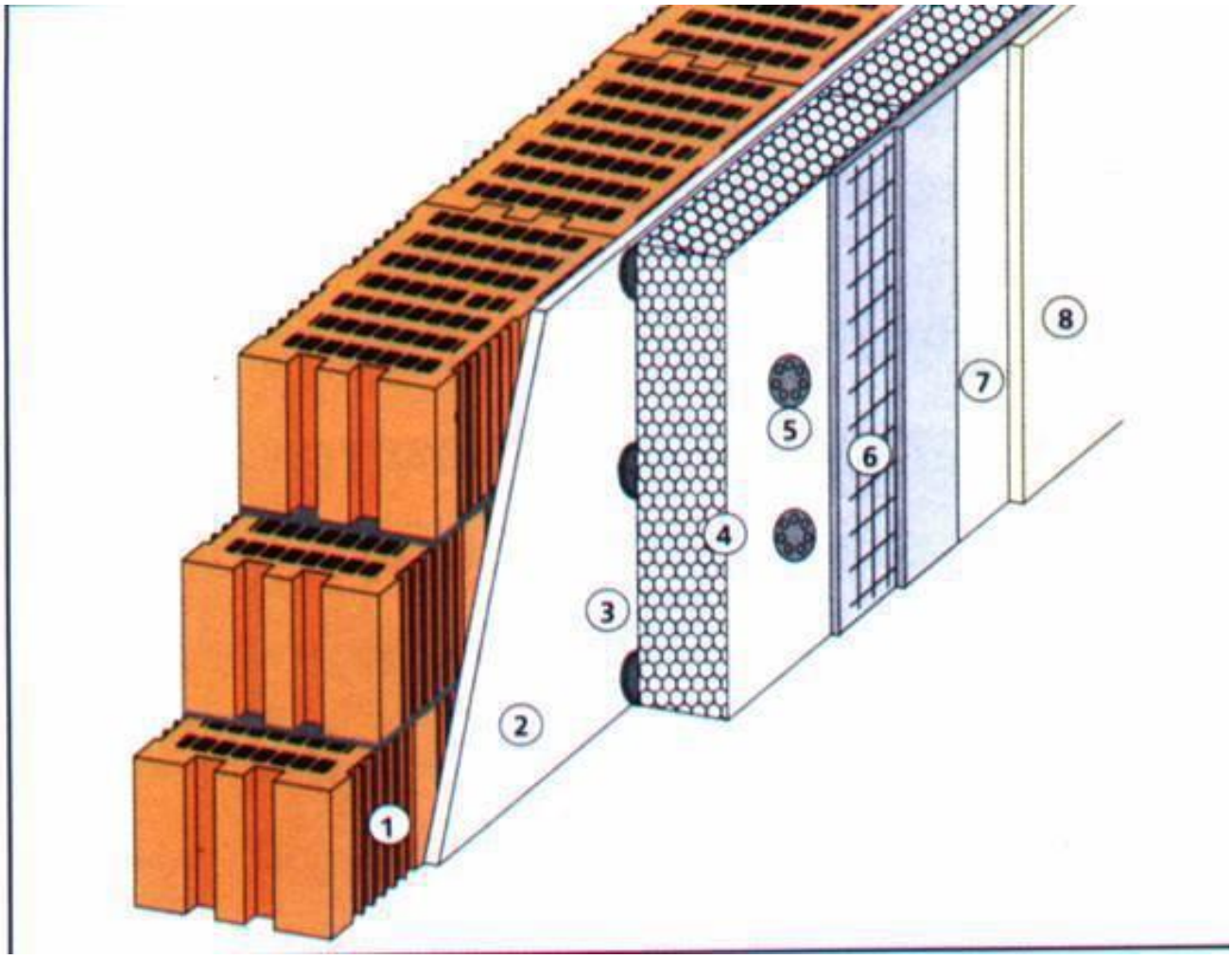


Рисунок 2.4 – Система додаткового утеплення зовнішніх стін за допомогою пінополістиролу

Умовні позначення:

1. Стіна.
2. Наявна штукатурка.
3. Клеюча маса.
4. Пінополістиролова плита.
5. Розпірний штифт із притискною прокладкою.
6. Сітка зі скловолокна, вкрита клеєм.

7. Грунтувальний шар.

8. Тонкий шар штукатурки.

3.1 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА УЛАШТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ТМ BAUGUT З ОПОРЯДЖЕННЯМ ШТУКАТУРКОЮ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ ТА ПІНОПОЛІСТЕРОЛЬНИХ ПЛИТ

3.1 Галузь застосування та класифікація систем теплоізоляції

Технологічна карта розроблена для влаштування системи утеплення фасадів будівель із застосуванням продукції ТМ BauGut. Ця технологічна карта розроблена згідно з вимогами п.5.8. ДСТУ В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками».

Система утеплення належить до класу А згідно з ДСТУ Б В.2.6-34.

Зовнішню скріплену теплоізоляцію з наступним оздобленням фасаду будівлі виконують з метою забезпечення:

– відповідності мікроклімату внутрішніх приміщень будівлі вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;

– зменшення витрат енергії для створення необхідних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень будівлі;

– стабілізації теплового режиму у внутрішніх приміщеннях будівлі в різні пори року;

– швидкого прогрівання в період опалювального сезону та швидкого охолодження в літній період року повітря внутрішніх приміщень;

– кращого збереження будівлі за рахунок зменшення деформацій конструкцій, що викликаються різкими перепадами температури навколишнього середовища, а також за рахунок забезпечення захисту від корозії зовнішніх огороджувальних конструкцій;

– додання фасаду будівлі архітектурно-естетичної виразності.

Технологічна карта розроблена на утеплення та оздоблення поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі, що експлуатується в умовах

клімату України.

Усі роботи щодо утеплення й обробки фасаду будівлі виконуються із застосуванням сухих будівельних сумішей і пастоподібних матеріалів при температурі довкілля не нижче +5°С і не вище +30°С.

До переліку робіт утеплення стінових конструкцій, що розглядаються картою, входять:

- підготовка поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій довиконання робіт з утеплення;
- закріплення цокольних профілів;
- приклеювання плит утеплювача;
- закріплення плит утеплювача за допомогою дюбелів;
- закріплення перфорованих кутників по периметру віконних та дверних хпройм, кутів будівлі;
- влаштування гідрозахисного армованого шару;
- нанесення ґрунтувальної фарби;
- нанесення декоративної штукатурки;
- фарбування фасаду.

Класифікація систем теплоізоляції ТМ BauGut

Система теплоізоляції є конструктивною частиною будівлі і представляє багатошарову складову, основним елементом утеплення якої є пінополістирольніплити (рисунок 3.1) або мінераловатні плити (рисунок 3.2).

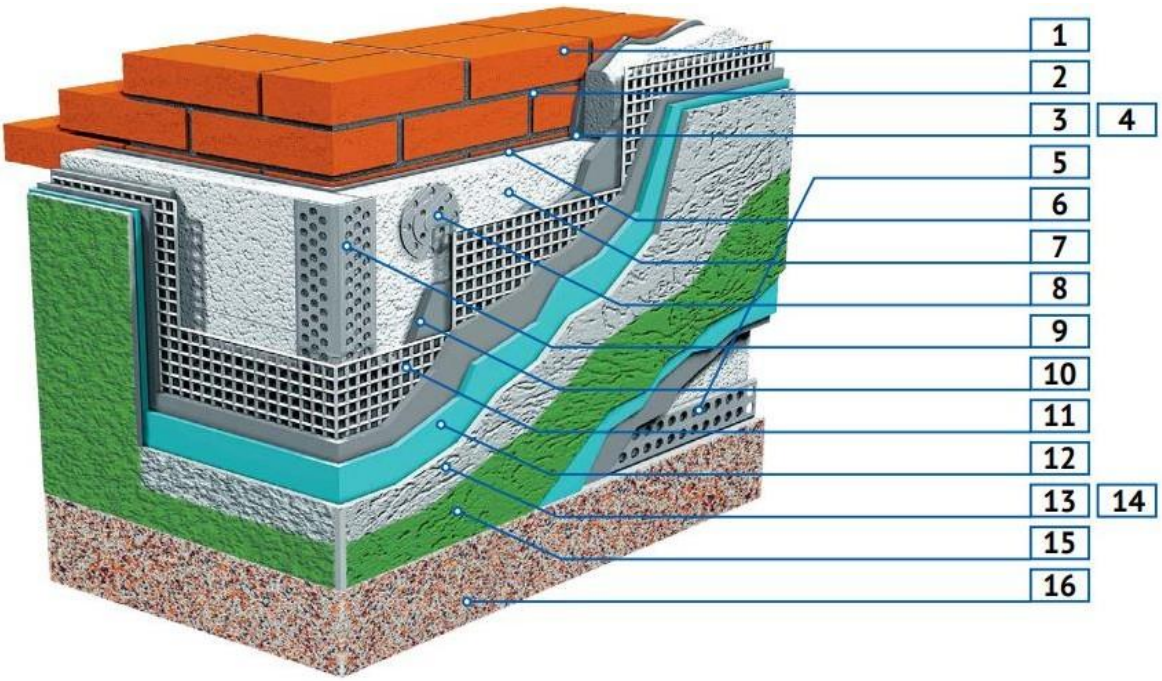


Рисунок 3.1 - Схема теплоізоляції ТМ BauGut з пінополістирольним утеплювачем

Система телоізоляції з пінополістирольними плитами:

1. Огороджувальна конструкція (блок, цегла тощо).
2. Мурувальна суміш (залежно від виду стінових матеріалів).
3. За потреби, шар для вирівнювання поверхні стіни, що підлягає утепленню (штукатурка цементна).
4. Ґрунтувальний шар (залежно від поверхні та стану огороджувальної конструкції), ґрунтовка плівкоутворювальна BauGut HTG, ґрунтовка зміцнювальна глибокопроникна BauGut TFG.
5. Цокольний профіль.
6. Клей для кріплення теплоізоляції BauGut KLT.
7. Плити теплоізоляційні пінополістирольні BauGut STIROPOR EPS-80.
8. Пластиковий дюбель BauGut Stiropor Dubel.
9. Кутовий профіль.
10. Суміш армувальна для теплоізоляції BauGut KLA.
11. Армувальна лугостійка скловолокниста сітка BauGut ARG.
12. Ґрунтувальна фарба BauGut GDF+ (за потреби).

13. Штукатурки мінеральні декоративні: «камінцева» BauGut KPT або

14. «короїд» BauGut RPT.

15. Фарби фасадні.

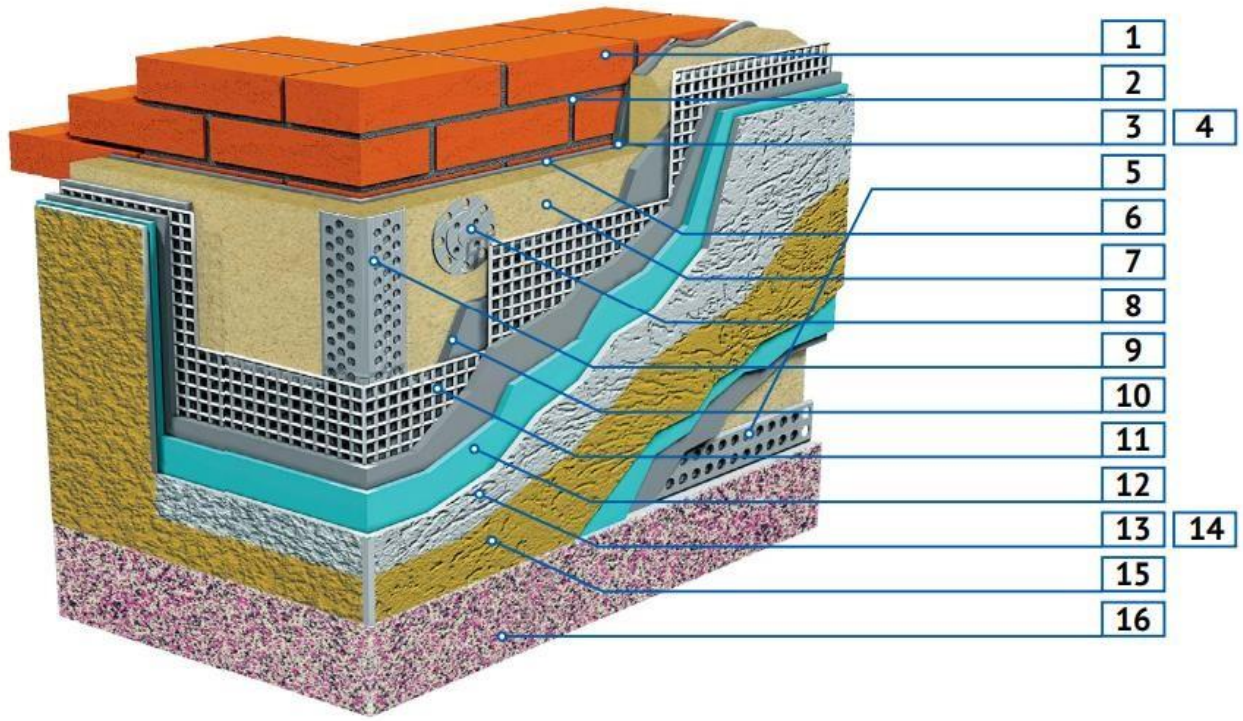


Рисунок 3.2 - Схема теплоізоляції ТМ BauGut з мінераловатним утеплювачем

Система телоізоляції з мінераловатними плитами:

1. Огороджувальна конструкція (блок, цегла тощо).

2. Мурувальна суміш (залежно від виду стінових матеріалів).

3. За потреби, шар для вирівнювання поверхні стіни, яка підлягає утепленню (штукатурка цементна).

4. Ґрунтувальний шар (залежно від поверхні та стану огороджувальної конструкції), ґрунтовка плівкоутворювальна BauGut HTG, ґрунтовка зміцнювальна глибокопроникна BauGut TFG.

5. Цокольний профіль.

6. Клей для кріплення теплоізоляції BauGut KLT.
7. Плити теплоізоляційні мінераловатні BauGut MWL 135.
8. Пластиковий дюбель BauGut Stiropor Dubel.
9. Кутовий профіль.
10. Суміш армувальна для теплоізоляції BauGut KLA.
11. Армувальна лугостійка скловолокниста сітка BauGut ARG.
12. Ґрунтувальна фарба BauGut GDF+ (за потреби).
13. Штукатурки мінеральні декоративні: «камінцева» BauGut KPT або
14. «короїд» BauGut RPT.
15. Фарби фасадні.

3.2 Вимоги і характеристика матеріалів та збірних елементів, підготовка до виконання робіт

Матеріали ТМ BauGut відповідають чинним державним стандартам ДСТУ Б В.2.7-126:2011, ДСТУ Б В.2.7-233:2010, ДСТУ Б В 2.6-35:2008, ДСТУ Б В 2.6- 36:2008, ДСТУ Б В.2.7-167:2006, ДСТУ EN 13163, ДСТУ EN 13162. Найменування і призначення матеріалів для влаштування системи утеплення подані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Найменування та призначення матеріалів

№	**Найменування елемента системи**	**Матеріал шару**	**Призначення суміші**
1	Ґрунтувальний шар	Ґрунтовка глибокого проникнення BauGut HTG, Ґрунтовка зміцнювальна BauGut TFG	Обробка штукатурок, бетону, гіпсокартону, ДСП перед їх фарбуванням, шпаклюванням чи наклеюванням шпалер для покращення адгезії, зменшення водопоглинання основи, зменшення витрат оздоблювальних матеріалів. Особливо ефективна для закріплення слабких основ. Для внутрішніх та зовнішніх робіт
2	Вирівнювальний шар	Цементна штукатурка BauGut ZPT	Вирівнювання поверхонь із цегли, бетону, старої штукатурки
3	Клейовий розчин	Клей для кріплення теплоізоляції BauGut KLT	Закріплення пінополістирольних і мінераловатних плит на цегляних, бетонних, поштукатурених поверхнях при влаштуванні системи утеплення
4	Клейовий розчин, захисний армований шар	Суміш армуюча для теплоізоляціїBauGut KLA	Закріплення армувальної сітки та виконання гідрозахисного армованого шару при влаштуванні систем утеплення будівель із плит з пінополістиролу та мінеральної вати
5	Адгезійний шар	Грунтувальна фарба BauGut GDF+	Підготовка основ із бетону, цементних та цементно-вапняних штукатурок перед нанесенням акрилових та мінеральних декоративних штукатурок
6	Зовнішній декоративний шар	Штукатурка мінеральна декоративна «камінцева» BauGut KPT	Отримання шару штукатурки з декоративною фактурою типу «шуба» з розміром зерна 2 та 1,5 мм на бетонних, цементних та цементно-вапняних основах, захисних армованих шарах у системах утеплення
7	Зовнішній декоративний шар	Штукатурка мінеральна декоративна «короїд» BauGut RPT	Отримання шару штукатурки з декоративною фактурою типу «Короїд» з розміром зерна, відповідно, 2 та 3 мм на бетонних, цементних та цементно-вапняних основах, захисних армованих шарах у системах утеплення

Підготовка до виконання робіт

Склад послідовність виконання окремих етапів робіт з улаштування конструкцій із фасадною теплоізоляцією мають регламентуватись у проєкті організації будівництва (ПОБ) та проєкті виконання робіт (ПВР), які розробляють відповідно до вимог і рекомендацій ДБН А.3.1-5 та цієї технологічної карти.

До початку робіт з улаштування конструкції із фасадною теплоізоляцією при новому будівництві слід виконати, а при реконструкції та капітальному ремонті перевірити:

а) герметизацію швів між стіновими блоками (панелями) на фасаді будівлі, а також місць примикання віконних, балконних, дверних та ворітних блоків до огороджувальної конструкції стіни;

б) улаштування вимощень та гідроізоляції терас, лоджій та балконів;

в) огородження всіх конструктивних елементів, що виступають за площинуфасаду будівлі;

г) закладення всіх отворів на фасаді будівлі для проходження інженернихмереж і комунікацій;

д) засклення вітражів, вікон, балконних дверей та інших елементів фасаду, які за проєктом підлягають обрамленню світлопрозорими конструкціями.

Улаштування конструкції фасадної теплоізоляції ТМ BauGut з опорядженням штукатуркою слід виконувати в такій послідовності:

- вхідний контроль та випробування матеріалів;
- встановлення риштувань та підіймально-транспортного обладнання;
- огляд (за необхідності, детальне обстеження) технічного стануогороджувальних конструкцій фасадів будівлі;
- підготовка поверхні стіни та цоколя до виконання робіт з утеплення (очищення, ґрунтування, вирівнювання в разі потреби), встановлення профільних елементів кріплення по периметру цоколя будівлі;
- розкладення механічно-фіксувальних елементів кріплення;
- приготування клейової суміші;
- визначення та улаштування місць деформаційних швів згідно з

проєктомта нормативною документацією;

- нанесення клейової суміші на поверхню плит утеплювача; закріплення плит теплоізоляційного матеріалу на поверхні огороджувальних конструкцій за допомогою клейової суміші та/або механічно-фіксувальних елементів (дюбелів, анкерів, шпильок та ін.);

- приготування та нанесення захисного шару суміші по теплоізоляційному шару з втопленням у нього армованої сітки з лугостійкого скловолокна;

- закріплення профільних елементів на торцях балконних, дверних та ворітних прорізів в огороджувальній конструкції стіни, ущільнення місць примикання;

- нанесення захисного шару суміші та герметизація місць примикання плит утеплювача до віконних, дверних та ворітних блоків, парапету та цоколю, а також інших виступаючих елементів фасаду;

- нанесення адгезійного ґрунтувального шару покриття;

- приготування штукатурних сумішей декоративно-захисного шару;

- нанесення декоративно-захисного шару;

- фарбування фасаду будинку (за потреби);

- встановлення відливів на вікна, закріплення водостічних труб та ін.

Усі складові конструкції фасадної теплоізоляції влаштовують шар за шаром після перевірки якості попереднього і складання акта на приховані роботи.

Під час огляду (детального обстеження) технічного стану огороджувальнихконструкцій фасаду будівлі виявляють:

- наявність пошкоджень на поверхні стін, цоколю, парапету, у місцях примикання віконних, дверних та ворітних блоків до огороджувальної конструкції стіни;

- наявність пошкоджень у конструкціях покрівлі, що примикають до поверхні стіни;

- наявність нерівностей (виступів та/або западин), плям хімічних речовин, забруднень іншого походження на поверхні стіни, цоколю та парапету

з контурними розмірами понад 10 мм.

За результатами огляду (детального обстеження) складається акт, розраховуються обсяги робіт із підготовки поверхонь стін до улаштування теплоізоляції та визначаються способи закріплення плит теплоізоляції до поверхні стіни.

Правильність встановлення риштування та підіймально-транспортного обладнання перевіряють на відповідність паспортним даним та супровідній технічній документації.

Після встановлення риштування захищають сіткою або плівкою з негорючих матеріалів.

Роботи з улаштування збірних систем із застосуванням клею для кріплення теплоізоляції виконують за температури навколишнього середовища вище +5 °С.

Підготовку поверхні стіни і цоколя до виконання робіт виконують з огляду на її фактичний стан згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-23 та ДСТУ-Н Б В.2.6-212.

При наявності на поверхні забруднень (мастила, бруду, висолів, кіптяви та інше) видалити їх вручну або за допомогою механічних засобів на глибину проникнення. Види, способи та використовувані матеріали щодо підготовки поверхні стіни для влаштування конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками або дрібноштучними виробами наведені в Таблиці

Неміцні ділянки необхідно видалити:

- великі за площею поверхні обробити дробоструминним методом або промити водою під високим тиском;
- при невеликих обсягах робіт поверхню очистити за допомогою ручногобудівельного інструменту (зубила, сталеві щітки, кирки та інше);
- напливи бетонів та розчинів видалити за допомогою ударного інструменту(перфоратор, відбійний молоток);
- поверхні, покриті цементним «молочком», зачистити за допомогоюручного або механічного інструменту;

- гладкі бетонні поверхні для поліпшення адгезії обробити ґрунтовкою BauGut Betonkontakt (витримати не менше 12 годин) або зачистити металевою щіткою та відчистити від пилу;

- наявну штукатурку перевірити простукуванням дерев'яним молотком на наявність порожнин (у разі виявлення порожнин – видалити штукатурку);

- поверхні, покриті лакофарбовими покриттями, перевірити на міцність зчеплення з основою. У разі малої адгезії та низької паропроникності фарби потрібно видалити покриття за допомогою піскоструминного, дробоструминного методів або ручними будівельними інструментами;

- ділянки основи, які не можна видалити, для зміцнення старих або слабких мінеральних основ та просочення сильнопоглинальних основ обробити ґрунтовкою BauGut TFG та витримати не менше 24 годин.

Таблиця 3.2 – Методи та засоби очищення поверхні

Вид підготовки	**Спосіб підготовки та використовувані матеріали**
1. Очищення від пухких продуктів корозії	Обробка поверхні піскоструминним або дробоструминним методом. Як абразивний матеріал рекомендується застосовувати пісок або дріб розміром 0,75 мм-1,2 мм. При невеликих обсягах робіт поверхню слідочищати від пухких, неміцних шарів ручним будівельним інструментом
2. Знежирення	Обробка водяними лужними розчинами, що містять поверхнево- активні речовини (далі — ПАР). Як солі слід використовувати карбонат натрію — Na_2C0_3, тринатрій-фосфат — Na_3P0_4, пірофосфат натрію — $Na_4P_20_7$, триполіфосфат натрію — Na_3P0_4-2$NaP0_3$. Як ПАР рекомендується використовувати неіоногенні ПАР (ОП-7, ОП-10), щоявляють собою продукти оксиетилювання моно- і діалкілфенолів. Розчини солей мають бути від 4% до 5% концентрації. При приготуванні рекомендується додавати до них не більше як 1% ПАР. Обробка органічними розчинниками. Для знежирення рекомендується застосовувати такі розчинники, як трихлоретилен CHCI = CCI_2, перхлоретилен - CHCI = CCI_2, уайт-спірит. У разі обробки мокрих і вологих поверхонь до хлорованих вуглеводнів рекомендується додавати аміак, триетаноламін або уротропін. Обробка емульсійними сумішами, до складу яких входять органічнірозчинники, вода і ПАР.

Продовження таблиці 3.2

1	2
3. Очищення від висолів	Обробка розчином соляної кислоти концентрацією до 6% з наступною обробкою 4% розчином гідрооксиду натрію NaOH
4. Очищення від плям бітуму	Обробка скребками (при невеликих обсягах робіт). Промивання розчинником (уайт-спіритом, нефрасами)
5. Очищення від кіптяви	Промивання 3% розчином соляної кислоти з наступним промиванням 4% розчином гідрооксиду натрію NaOH
6. Очищення від водних і неводних плям	Обробка скребками (при невеликих обсягах робіт). Обробка піскоструминним апаратом (при великих обсягах робіт). Обробка органічними та неорганічними рідинами для змивання з наступним очищенням механічним способом. З лужних сумішей рекомендується використовувати розчинені у воді гідрооксиди лужних металів. Для видалення епоксидних і поліуретанових покриттів рекомендується використовувати суміші на основі неорганічних кислот із наступним промиванням 4% розчином гідрооксиду натрію — NaOH. Для виведення алкідних фарб рекомендується використовувати змивки на основі органічних розчинників
7. Очищення від бруду	Обдування стисненим повітрям. Піскоструминна обробка. Промивання розчином карбонату натрію (кальцинована сода) – Na_2CO_3. Промивання водою з додаванням ПАР
8. Виведення з поверхні слідів очищувальних сумішей	Механічне очищення. Промивання водою. Обдування стисненимповітрям
9. Сушіння поверхні (виконується за потреби: при значному зволоженні, а також після очищення з наступним промиванням великим об'ємом води)	Природне сушіння за температури 20 °С ±5 °С.Обдування теплим повітрям із калориферів

Ремонт поверхні:

- нерівності, невеликі тріщини, що не розширюються (шириною до 4 мм), раковини глибиною менше 5 мм очистити повітрям під тиском;
- раковини глибиною більше ніж 5 мм, великі тріщини розшити за допомогою ручного інструменту;

- тріщини і пошкодження глибиною до 10 мм обробити ґрунтовкою BauGut HTG і витримати не менше 12 годин, далі відремонтувати розчином, приготовленим із сухої суміші BauGut ZPT, витримати не менше 24 годин;
- тріщини, міжпанельні шви або пошкодження глибиною більше ніж 10 мм попередньо відремонтувати розчином, приготовленим із сухої суміші BauGut ZPT з використанням армувальної композиції замість води; в окремих випадках, коли необхідно відремонтувати більш глибокі (максимум 100 мм) пошкодження, заповнення провести в кілька шарів із використанням склотканної штукатурної сітки, витримуючи кожен шар не менше 24 годин;
- поверхні, що сильно вбирають рідину, для створення контактного шару обробити ґрунтовкою BauGut HTG за допомогою щітки або валика і витримати не менше 12 годин;

Якщо вологість основи більше 4%, потрібно висушити поверхню (допускається використовувати сушильне обладнання).

Підготовлена поверхня має бути міцною, чистою та однорідною за водопоглинанням.

Усі ремонтні та підготовчі роботи закінчити:

- перед обробкою цементною шпаклівкою – не менше ніж за 2 доби;
- перед приклеюванням теплоізоляції або плитки, нанесення декоративних матеріалів – не менше ніж за 7 діб.

3.3 Виконання робіт із влаштування системи теплоізоляції

Після підготовки поверхні стіни та цоколя та влаштування передбачених проєктом деформаційних швів виконують закріплення плит утеплювача в спосіб та в терміни, встановлені ПОБ та ПВР.

Улаштування конструкції фасадної теплоізоляції необхідно розпочати із закріплення цокольних профілів для установки першого ряду теплоізоляційних плит на проєктній відмітці. Ширина полиць профілів повинна дорівнювати

товщині плит застосовуваного утеплювача (товщина плит утеплювача вказується в проєкті виробництва робіт на підставі теплотехнічного розрахунку).

Цокольний профіль прикріплюється до основи горизонтально в одній площині по периметру будинку за допомогою дюбелів, що є основою для рівної поверхні всього теплоізоляційного шару.

Між сусідніми цокольними профілями залишається зазор шириною 2-3 мм для з'єднання за допомогою спеціальних пластмасових сполучних елементів. Для установки конструкції на кутах будівлі цокольний профіль формується за допомогою двох надрізів під кутом 45° і подальшого згину. Цокольний профіль з крапельником на нижній полиці сприяє безпечному стоку води.

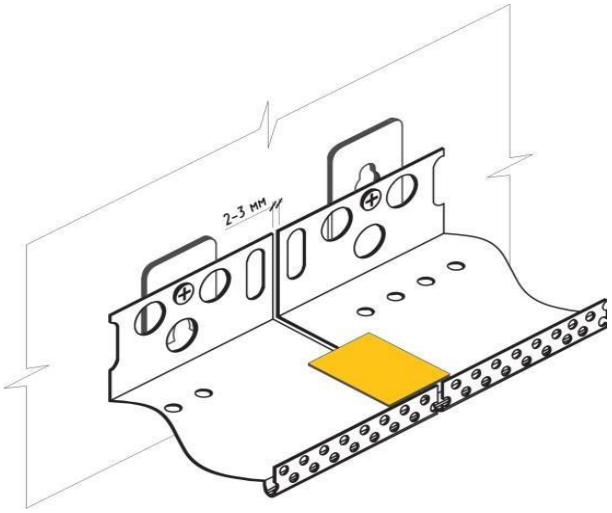


Рисунок 3.2 - Схема улаштування профілю

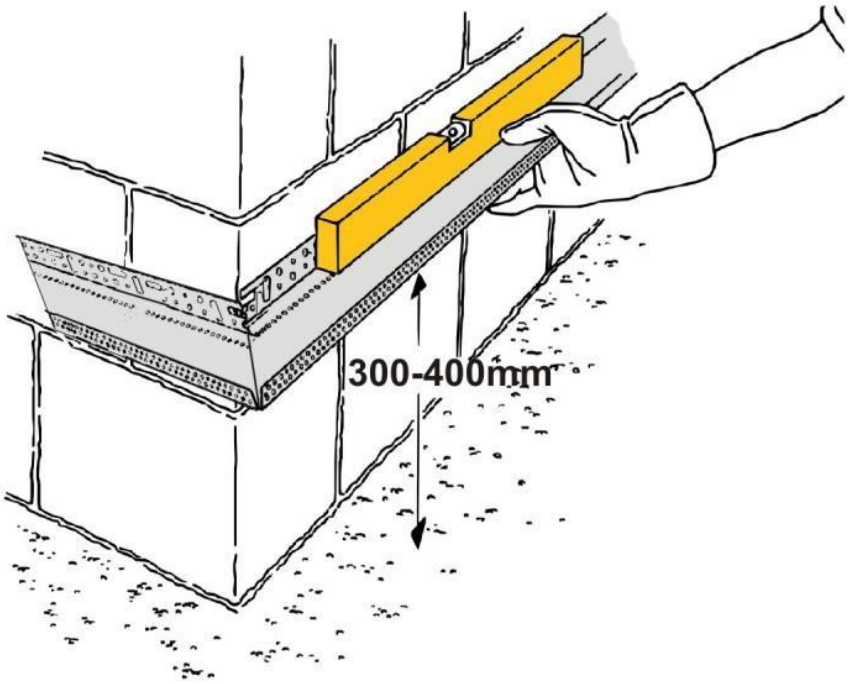


Рисунок 3.3 - Перевірка улаштованного профілю

Профілі закріплюють до цоколю будинку по периметру за допомогою дюбелів діаметром 6мм, які розміщуються на відстані 0,35 м один від одного з використанням шайб.

При теплоізоляції будівель із неопалювальними підвальними приміщеннямитеплоізоляція повинна заходити на цокольну частину стіни не менше ніж на 0,5 мвід нижньої частини плити перекриття.

Утеплення опалювальних підвальних приміщень виконується на глибину не менше ніж на 2 м від рівня відмостки з наступним улаштуванням гідроізоляційного шару по системі теплоізоляції та із з'єднанням з відсікаючою горизонтальною гідроізоляцією.

1.1 Приготування клейової розчинової суміші BauGut KLT.

- у чисту робочу ємкість налити воду з розрахунку 0,17-0,19 л на 1 кг сухоїсуміші (4,25-4,75 л на 1 мішок);

- поступово додати суху суміш і перемішати низькообертовим міксером доотримання пастоподібної маси без грудок;

- витримати розчинову суміш 5 хвилин і знову перемішати протягом 1 хвилини.

Термін придатності розчинової суміші становить 2,5-3 години (за нормальних умов – температура +20°С, відносна вологість повітря 60%). У випадку загуснення розчинову суміш слід перемішати низькообертовим міксером без додавання надлишкової води. Виконання робіт із нанесення клейової розчинової суміші на теплоізоляційні плити.

Перед наклеюванням на підготовлену поверхню стіни клей наносять безпосередньо на плиту утеплювача в спосіб, визначений конкретним проєктнимрішенням (Рисунок 3.4 а, б, в).

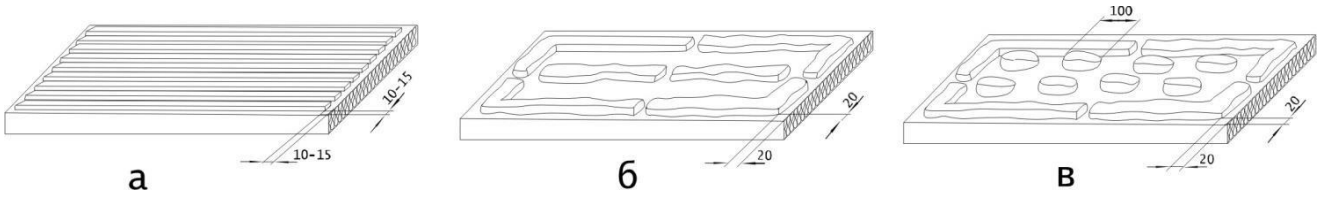


Рисунок 3.4 - Способи кріплення теплоізоляційних матеріалів

- У разі використання теплоізоляційних плит з екструдованого пінополістиролу перед кріпленням поверхню плити необхідно зачистити металевою щіткою для поліпшення адгезії.
- У випадку, коли нерівність оброблюваної поверхні сягає 3 мм, клейовий розчин наноситься на поверхню теплоізоляційних плит суцільним шаром зубчатим шпателем із розміром зубців 10х10 мм (а). На мінераловатні плити клей наносять тільки суцільним шаром; у випадку, коли нерівність оброблюваної поверхні сягає 20 мм, клейовий розчин наноситься на поверхню теплоізоляційних плит у вигляді маяків діаметром приблизно 10-15 мм, з розрахунку 6-8 маячків на плиту розміром 0,5×1 м^2 (в).

- Після нанесення клейової розчинної суміші теплоізоляційну плиту встановлюють у проєктнеположення і притискають із таким зусиллям, щоб, як мінімум, на 40% від площі нанесення розчинова суміш розподілилася між основою стіни і теплоізоляційною плитою.
- Необхідна кількість клейової суміші розраховується так, щоб після притиснення плити до основи не менше як 60% її поверхні було покрито розчином.
- Приклеювати плити до стіни потрібно знизу вгору в шаховому порядку, не допускаючи збігу вертикальних швів, дотримуючись правил перев'язки.
- Після нанесення клею на плиту протягом не більше 20 хвилин потрібноустановити її в проєктне положення і притиснути. Для забезпечення щільного прилягання плити до основи її спочатку потрібно прикласти до поверхні стіни на відстані 2-3 см від проєктного положення, а потім притиснути за допомогою дерев'яного напівтерка або рівня зі зміщенням у проєктне положення, ударяючи ним доти, доки площина плити не зрівняється з рівнем сусідніх плит.

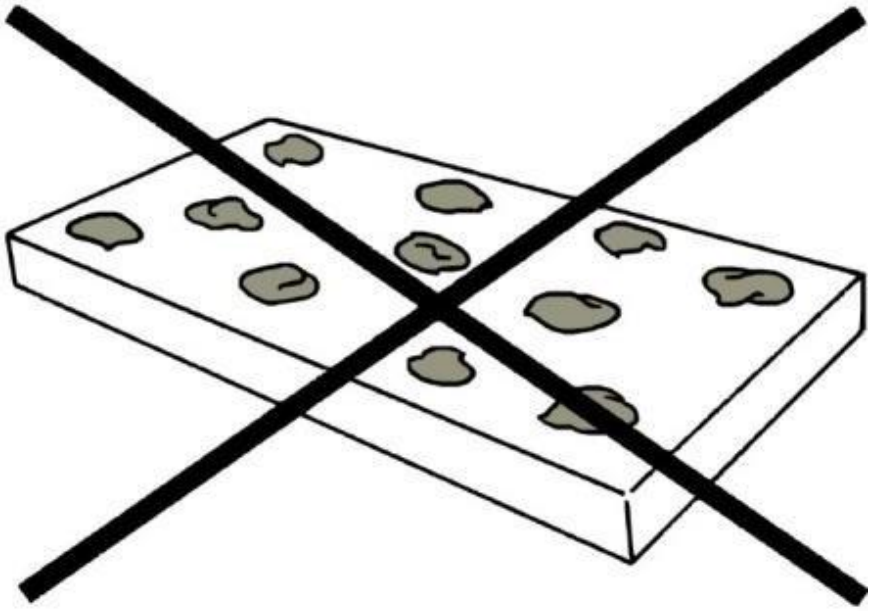


Рисунок 3.5 – Не рекомендованне кріплення теплоізоляційних матеріалів

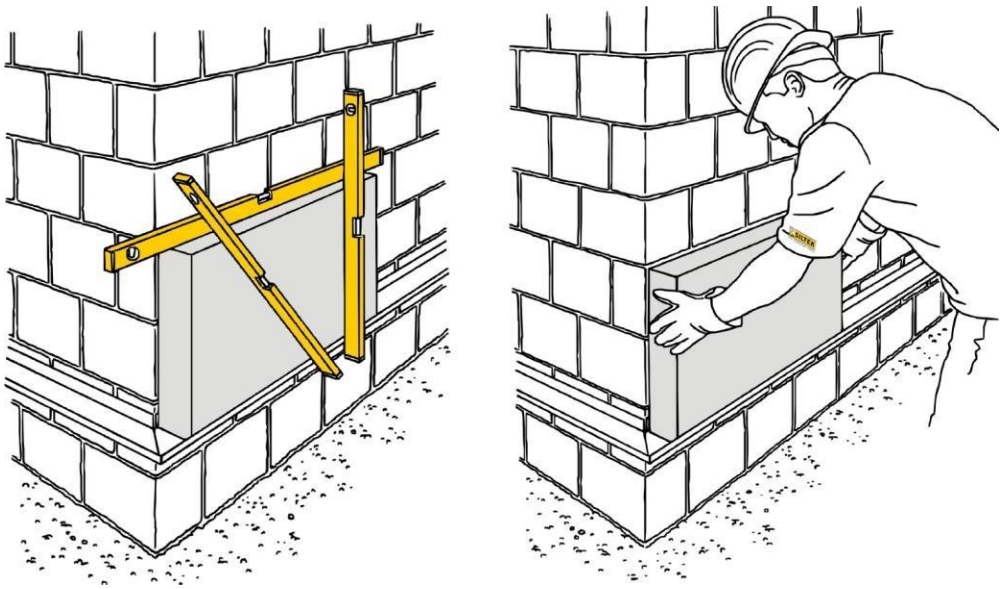


Рисунок 3.6 –Прилягання теплоізоляційних матеріалів

- Плити мають щільно прилягати одна до одної та створювати рівну поверхню. Ширина швів між плитами не повинна перевищувати 2 мм; шви розкриттям більше ніж 4 мм необхідно заповнити клиновими смужками, вирізаними з теплоізоляційної плити.
- При встановленні теплоізоляційного шару необхідно забезпечити щільне прилягання плит одна до одної та до опорної частини стіни. Загальна площа повітропроникних щілин не має перевищувати 5% площі поверхні фасаду.

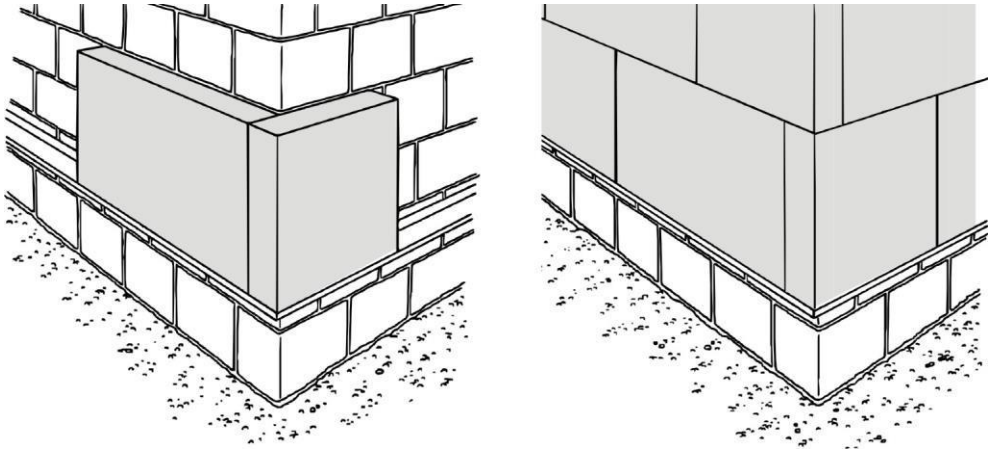


Рисунок 3.7 – Кути прилягання теплоізоляційних матеріалів

- Після приклеювання плиту не можна рухати, щоб не послабити її

зчеплення з основою. Якщо плита добре не приклеїлася, її треба відірвати, видалити з неї та зі стіни клей, вкрити тильний бік плити свіжим клеєм і знову приклеїти до стіни.

- Залишки клейової суміші повинні бути видалені до їх затвердіння (шви між торцями та поверхнями плит повинні бути без клею); якщо залишати клейовий розчин між плитами утеплювача, він утворює «місток холоду», цим самим знижує ефективність всієї збірної системи.
- Після закінчення або зупинки робіт інструмент ретельно вимити.

У випадку наявності нерівностей між сусідніми плитами утеплювача після затвердіння клейової суміші (для мінеральної вати – 24 години, для пінополістиролу – 48 годин), їх потрібно видалити за допомогою терки з наждаковим папером. Поверхня плит із мінеральної вати не шліфується, тому їх потрібно встановлювати якомога точніше.

Для забезпечення більш надійного функціонування системи теплоізоляції рекомендується провести ще й механічне кріплення теплоізоляційних плит до основи фасадними дюбелями BauGut Stiropor Dubel, але не раніше ніж через 48 годин після приклеювання.

Номенклатура кріпильних елементів, схема їх встановлення приймаються на основі проєктної документації на збірну систему, при розрахунках якої враховано матеріал і структуру основи огороджувальної конструкції, вид теплоізоляційного матеріалу, вимоги пожежної безпеки, вплив розрахунковихнавантажень.

Послідовність виконання робіт щодо закріплення теплоізоляційних плит дозовнішньої поверхні стін така:

- розмітка отворів за визначеною схемою з наступним бурінням;
- отвори свердлять електродрилем або перфоратором;
- очищення отворів від пилу в процесі свердління;
- встановлення дюбелів за допомогою спеціальної насадки, притискаючи кільце диска дюбеля до поверхні утеплювача;
- укручування кріпильного стрижня або забивання розпірного елемента

до упору. При цьому дюбель не має виступати над поверхнею плити утеплювача більше ніж на 1 мм.

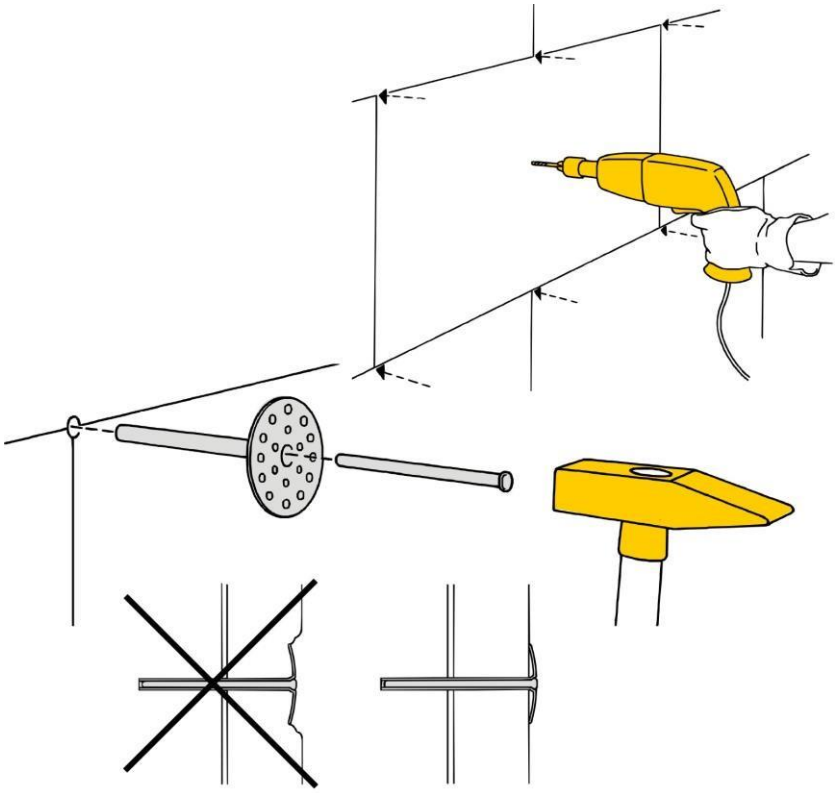


Рисунок 3.8 – Кріплення до поверхні теплоізоляційних матеріалів

Для бетонних і цегляних конструкцій застосовують ударно-обертовий, для конструкцій з порожнистих блоків – обертовий спосіб свердління. Мінімальна глибина отворів у опорних огороджувальних конструкціях повинна бути не менш ніж: у стінах із бетону і повнотілої цегли – 50 мм;

- у стінах із порожнистих блоків і газобетону – 90-110 мм, відповідно.

Відхилення діаметру отвору від проєктного значення становить ±5%. Відхилення вертикальності отворів відносно поверхні зовнішньоїогороджувальної конструкції має бути +2%.

Після закріплення теплоізоляційного шару одним із передбачених проєктом способів для захисту його поверхні від механічних та атмосферних впливів наносять захисний шар із втопленою армованою сіткою з лугостійкого скловолокна у два етапи.

Приготування розчинової суміші BauGut KLA:

- у чисту робочу ємкість налити воду з розрахунку 0,19-0,21 л на 1 кг сухоїсуміші (4,75-5,25 л на 1 мішок);

- поступово додати суху суміш і перемішати низькообертовим міксером доотримання пастоподібної маси без грудок;

- витримати розчинову суміш 5 хвилин і знову перемішати протягом 1 хвилини.

У місцях підвищеного напруження, а також на ділянках можливого механічного пошкодження потрібно виконати додаткове зміцнення армування. Для зміцнення кутів віконних і дверних прорізів застосовують додаткові смуги зармувальної сітки розміром 250х350 мм. Армувальні елементи слід вкладати на попередньо нанесену клейову розчинову суміш BauGut KLA діагонально відносно віконного чи дверного блока (під кутом 45°) так, щоб середина довшогобоку (350 мм) прилягала до зовнішнього кута прорізу і втоплювати за допомогою шпателя.

Ці операції потрібно виконувати, щоб запобігти виникненню тріщин, які поширюються від кута прорізу по поверхні фасаду.

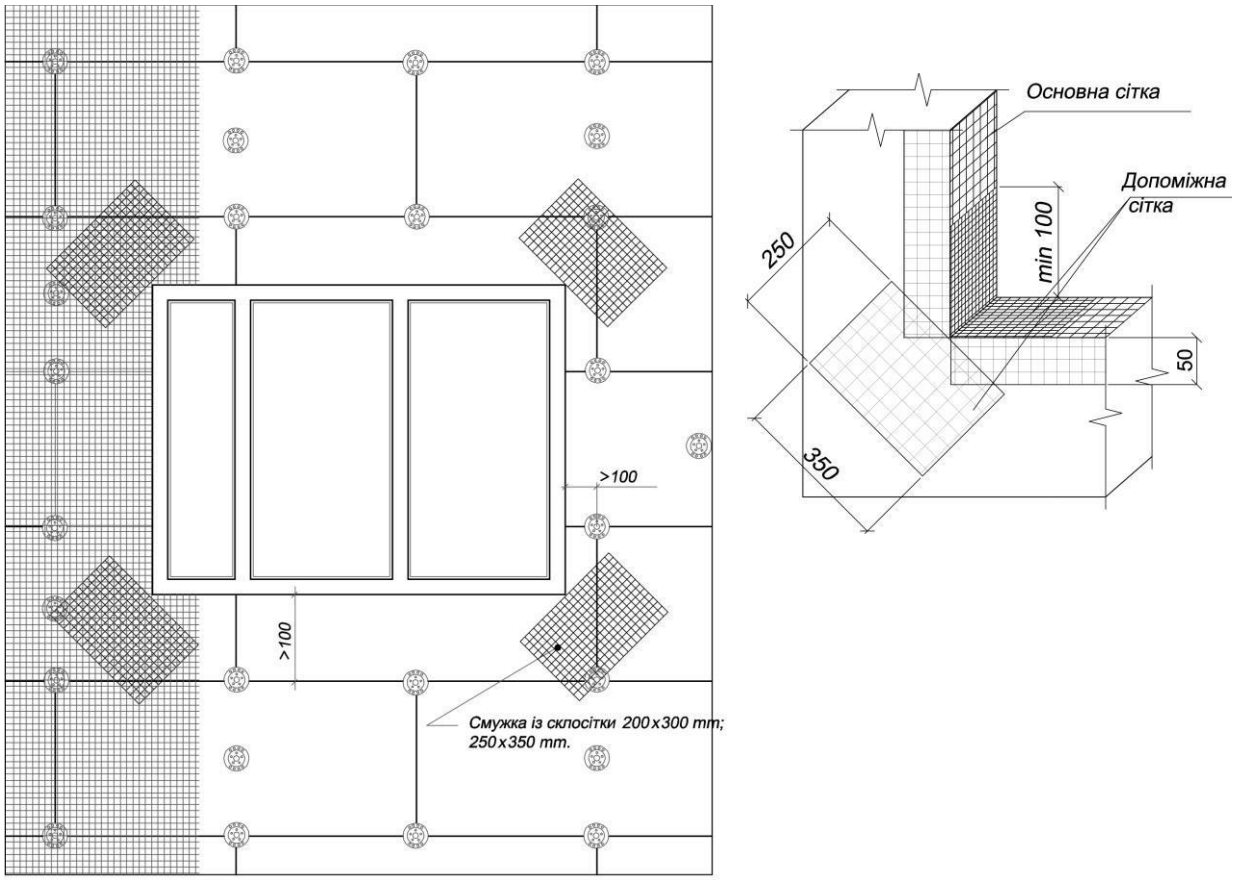


Рисунок 3.9 – Укріплення теплоізоляційних матеріалів

У місцях примикання різнорідних теплоізоляційних плит необхідно виконати місцевепосилення армування з перекриттям цього стику не менше ніж на 100 мм вобидва боки.

При використанні тонкошарових штукатурок загальна товщина захисного покриття має становити не менше ніж 3-4 мм, а при використанні фасадних фарб не менше ніж 5 мм.

Герметизацію місць примикання плитного теплоізоляційного матеріалу на основі мінеральної сировини до віконних, дверних та ворітних блоків виконуютьматеріалами на основі силіконового або акрилового в’яжучого.

Після висихання додатково зміцнених шарів можна приступати до виконання робіт з улаштування основного захисного шару:

- на поверхню утеплювача нанести розчинову суміш товщиною до 2 мм і шириною, що відповідає ширині склотканної сітки;

- армувальну склосітку втопити у захисне покриття зверху донизу розрівнюючи її так, щоб не було складок із з’єднанням окремих полотен у

напусток завширшки близько 100 мм по всій поверхні стіни до фундаменту; за допомогою шпателя нанести другий шар армувальної суміші товщиною приблизно 2 мм та вирівняти поверхню сталевою теркою так, щоб сітка стала непомітною;

- сліди від терки можна усунути за допомогою шліфувального паперу вже наступного дня, коли захисний шар ще не зовсім зміцнів;
- після закінчення робіт інструмент ретельно вимити;
- запобігати швидкому висиханню (уникати протягів, прямих сонячних променів, нагрівальних приладів), за необхідності – зволожувати.

Усі вертикальні ребра примикань на першому поверсі будівлі, а на решті поверхів лише біля прорізів вхідних і балконних дверей перед втоплюванням армувальної склосітки зміцнюють перфорованими кутиками розмірами 25мм×25мм×0,5мм. Профіль кутика вдавлюють у свіжонанесене клейове (захисне) покриття з наступним нанесенням шару цієї ж суміші. На верхній горизонтальний відкіс рекомендовано встановлювати спеціальний профіль із крапельником.

Після приклеювання кутових профілів кінцівки армувальної склосітки, що втоплені до кожної зі стін, які утворюють кут фасаду, накладають на профіль з утворенням складки завширшки не менше ніж 100 мм.

Кути віконних та дверних прорізів, а також кути будинку слід формувати спеціальною кутовою теркою.

Частини будівлі, які можуть зазнати механічних пошкоджень при експлуатації, а саме — стіни першого поверху до висоти 2-2,5 м, цоколі, а також в місцях примикання сходових маршів, терас і балконів, за необхідності можуть бути укріплені додатковим шаром сітки – подвійним армуванням, або армування виконують за допомогою панцирної сітки в один шар. На кутах будівлі сітка повинна бути вивернута на 15 см із кожного боку (якщо не застосовуються кутові профілі). При застосуванні панцирної сітки армування проводиться в стик.

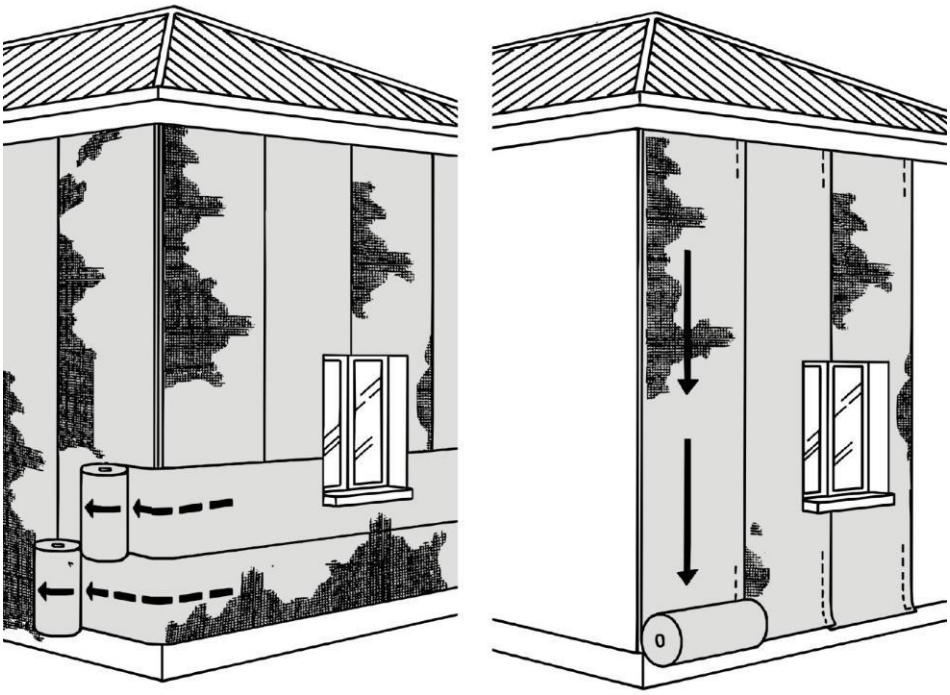


Рисунок 3.10 – Армування панцирною сіткою

До нижнього краю плит теплоізоляційного шару, закріплених на цоколі будівлі (без використання цокольного профілю), необхідно прикріпити кутовий перфорований профіль, втопити його у клейове (гідроізоляційне) покриття з наступним нанесенням шару цієї ж суміші.

Після закріплення плит теплоізоляційного шару та армувальної склосітки на поверхню фундаменту наносять гідроізоляційний шар завтовшки від 2,5 мм до 3,5 мм із застосуванням сухих будівельних сумішей групи ГІ 1 та від 1,5 мм до 2 мм — суміші групи ГІ 2 за класифікацією ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 «Суміші будівельні сухі модифіковані».

За необхідності влаштування теплоізоляції огороджувальної конструкції нижче рівня ґрунту, включаючи стіни підвалів, необхідно виконати наступні роботи.

Для запобігання капілярного підйому вологи в цоколі будівлі повинна бути влаштована горизонтальна гідроізоляція.

Утеплення цоколю виконують приклеюванням теплоізоляційних плит зверху вниз, починаючи від цокольного профілю. У якості утеплювача необхідно застосовувати екструдований пінополістирол, здатний зберігати

теплозахисні властивості у вологому середовищі з водопоглинанням, близьким до нуля.

Бажано застосовувати плити утеплювача з рифленою поверхнею та профільованим краєм із ступінчастою кромкою для приклеювання утеплювача суцільним способом.

При утепленні стін підвалів плити утеплювача кріпляться до зовнішньої поверхні стіни поверх гідроізоляційного шару (також рекомендується використовувати бітумні гідроізоляційні матеріали).

Монтаж утеплювача починають не раніше ніж через 5-7 днів після закінчення гідроізоляційних робіт (час повного випаровування розчинників, що містяться в бітумній гідроізоляції). Для приклеювання теплоізоляційних плит також рекомендується використовувати клейові матеріали на бітумній основі безрозчинників.

Плити утеплювача повинні бути захищені від руйнівної дії навколишнього середовища захисним штукатурним шаром.

Засипну частину фундаменту, а також цоколь і стіну будівлі на висоту близько 2 м над рівнем ґрунту покривають додатковим захисним шаром розчинової суміші (BauGut KLA) завтовшки від 1 мм до 1,5 мм з армувальною склосіткою BauGut ARG.

Після п’яти діб із моменту нанесення додаткового захисного шару засипну частину фундаменту покривають гідроізоляційною сумішшю, після остаточного затвердіння якої котлован засипають та ущільнюють свіжим шаром ґрунту. Для збільшення терміну експлуатації нанесений шар гідроізоляції перед засипанням котловану необхідно захистити від механічного впливу більш міцними покриттями (полімерцементна штукатурка, плитка, фарби по бетону та ін.).

Цокольну частину будівлі рекомендовано покривати полімерцементною декоративною штукатуркою.

Запобігання контакту зовнішнього штукатурного шару з вологим ґрунтом прилеглий до цоколя ґрунт видаляють, а виїмку, що утворилася, засипають

гравієм.

При водонасичених ґрунтах рекомендується влаштувати дренаж для відведення води з підвалу. Дренажні труби укладають нижче за рівень підлоги підвалу на подушку з гравію з ухилом 3-5% і засипають шаром гравію. З боку ґрунту утеплювач можна захистити дренажними плитами, після чого виїмку знову заповнюють ґрунтом, заздалегідь видаливши з нього великі камені.

Для запобігання засміченню або засипанню частинками ґрунту гравій захищають спеціальним фільтруючим геотекстильним матеріалом.

Улаштування деформаційних швів (за необхідності) виконують у такій технологічній послідовності:

- порожнину шва очищають від пилу, штукатурки, фарби тощо;
- на торці плит утеплювача, розташованих у бік деформаційного шва, наносять захисний армувальний шар (BauGut KLA), армований сіткою зі скловолокна BauGut ARG. Шар склосітки заводять на зовнішню поверхню плити не менше ніж на 50 мм;
- встановлюють поліетиленові пружні прокладки, обтиснення яких має бутине меншим 30 %;
- наносять шар силіконового герметика, товщина якого по осі шва становитьвід 2 мм до 4 мм, а в місці контакту з торцем плит утеплювача — від 6 мм до 8 мм. Також деформаційний шов можна закрити деформаційними пластинами.

Для влаштування деформаційних швів можна застосовувати поліетиленові, полівінілхлоридні або оцинковані профілі.

Заповнення швів герметизуючим матеріалом виконується через 7 діб після закінчення улаштування армувального захисного шару, при температурі навколишнього середовища від + 5°С до + 30°С.

Горизонтальні поверхні конструкції фасадної теплоізоляції на виступаючих частинах фасаду перед нанесенням декоративного покриття повинні бути гідроізольовані еластичною гідроізоляцією. Шар гідроізоляції повинен заходитина вертикальну поверхню стіни не менше ніж на 150 мм.

Улаштування декоративно-захисного шару.

Для запобігання просвічуванню штукатурки і захисного шару в тонких місцях, які утворюються при формуванні фактури, перед нанесенням декоративної штукатурки рекомендується обробити поверхню ґрунтувальною фарбою BauGut GDF+ не раніше ніж за 4-6 годин до нанесення декоративного шару.

Ґрунтувальна фарба BauGut GDF+ поліпшує адгезію покриття до основи, зміцнює верхній шар основи та знижує водопоглинання.

Перед використанням ґрунт-фарбу необхідно ретельно перемішати. Нанесення на поверхню виконувати за допомогою щітки або валика рівномірно за один прохід.

До ґрунтування слід приступати після трьох діб із моменту нанесення другого шару захисної армувальної суміші.

Приготування розчинової суміші декоративної фасадної штукатурки BauGutRPT – «короїд» (зерно 2 мм); BauGut KPT «камінцева» (зерно 1,5 або 2,5 мм):

- у чисту робочу ємність налити воду з розрахунку 0,20-0,22 л на 1 кг сухоїсуміші (5,0-5,5 л на 1 мішок);
- поступово додати суху суміш і перемішати низькообертовим міксером доотримання пастоподібної маси без грудок;
- витримати розчинову суміш 5 хвилин і знову перемішати протягом 1 хвилини.

Виконання робіт із нанесення декоративної фасадної штукатурки:

- розчинову суміш нанести металевим шпателем на поверхню шаром 3-6 мм;
- сформувати шар штукатурки до необхідної товщини (залежно від максимального розміру зерна), тримаючи металевий шпатель під кутом 40- 50° до поверхні;
- залежно від температури навколишнього середовища та водопоглинання поверхні протягом 5-15 хвилин після нанесення розчинової

суміші надати декоративному шару відповідної фактури за допомогою пластикової або металевої тертки;

- залежно від інтенсивності та напрямку руху терки можна отримати різноманітні фактури: горизонтальні, вертикальні, колові, перехресні та багато інших;

- під час формування фактур інструмент потрібно тримати паралельно оброблюваній поверхні;

- після закінчення або зупинки робіт інструмент ретельно вимити;

- запобігати швидкому висиханню сформованої поверхні декоративного захисного шару (уникати протягів, прямих сонячних променів, нагрівальних приладів), за необхідності — зволожувати.

У разі технологічної або вимушеної перерви потрібно приклеїти до основи паперову самоклейку стрічку, яку наклеюють уздовж накресленої на поверхні опорядження лінії з легким находженням декоративної штукатурки на стрічку. Після затирання штукатурки з отриманням бажаної фактури потрібно відразу зняти приклеєну раніше стрічку. На край штукатурки, що вже затужавіла, знову наклеюється захисна паперова стрічка до поновлення подальшої роботи з опорядження.

По закінченні технологічної перерви штукатурка наноситься на наступну ділянку. Після формування фактури штукатурки захисна стрічка відразу ж знімається. Так, ділянки нанесеної штукатурки щільно з’єднуються, утворюючи однорідну рівну поверхню.

За необхідності, полімерцементним штукатурно-декоративним покриттям можна надати потрібного кольору за допомогою фарбування спеціальними фасадними фарбами. Для цього необхідно використовувати фарби (силіконові, силікатні, акрилові групи) стійкі до стирання, з високою паропроникністю, атмосферостійкістю, лугостійкістю, вологостійкістю. Колір фарби повинен відповідати паспорту фасаду затвердженому у відповідному органі містобудування та архітектури**.**

Фарбування можна виконувати:

- фарбою на водній основі – не раніше ніж через 3 доби після нанесення декоративного-захисного шару;
- фарбою на органічній основі – не раніше ніж через 7 діб.

Фарбу перед використанням слід ретельно перемішати.

Роботи на одній поверхні варто виконувати безупинно, дотримуючись правила нанесення «мокре на мокре».

У разі необхідності змінити консистенцію фарби можна, додавши невелику кількість чистої води (не більше 10% для першого шару), і знову перемішати. При нанесені другого шару фарбу розбавляти не рекомендується.

Фарбу необхідно наносити щіткою, малярським пензлем, валиком або фарборозпилювачем у два шари. У випадку перерви в роботі приклеїти липку стрічку уздовж лінії, де планується завершення роботи. Нанести фарбу з находженням на стрічку. Після чого стрічку видалити разом із залишками свіжої фарби.

Отверділа фарба видаляється тільки механічним шляхом або за допомогою органічних розчинників.

Під час висихання фарбу не можна зволожувати. Тривалість її висихання залежить від температури та вологості навколишнього середовища й становить приблизно 3 години.

Під час роботи не можна застосовувати інструменти і ємності, що іржавіють. Для збереження рівномірності кольору під час роботи на однорідних та великих поверхнях бажано використовувати матеріали з однієї партії, вказаної наупаковці, а також воду з одного джерела.

Свіжонанесену фарбу необхідно оберігати від дощу, перегріву, потрапляння прямих сонячних променів та від’ємних температур. Роботи необхідно виконувати при температурі повітря від +5° до +30°С. Найбільш ефективний результат досягається при температурі +20°С та відносній вологості 60%. Вінших умовах робочі параметри фарб можуть змінитися.

В якості опоряджувального шару в конструкціях фасадної теплоізоляції також передбачене облицювання дрібноштучними виробами.

Виконувати облицювання за даною схемою рекомендується не вище трьох поверхів із використанням додаткових дюбелів (4-8 шт/м^2) та заходів (кріплення металевої сітки).

Додаткові рекомендації

- Не слід укладати штукатурку на поверхні, що обігріваються, на які потрапляє пряме сонячне проміння, а також виконувати опорядження під час дощу;
- на одній поверхні бажано застосовувати матеріали декоративно-оздоблювального шару однієї партії, вказаної на кожній упаковці;
- протягом 2-3 діб декоративні штукатурні покриття оберігають від дощу, надмірного висихання і впливу від'ємних температур;
- інструмент і посуд очищують відразу після закінчення робіт;
- рештки розчинової суміші змивають водою, затверділий розчин видаляютьмеханічним способом;
- паперові мішки та залишки розчину утилізувати згідно з вимогами ЗУ

«Про відходи», ДСТУ 4462.3.01:2006 «Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій».

4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА СИСТЕМИ

4.1 Навісні вентильовані фасади.

Навісний вентильований фасад є закріпленою на огороджувальній стіні конструкцією, що складається з теплоізоляції, що направляють для кріплення облицювання та самого облицювання. Між теплоізоляцією та облицюванням є повітряний зазор.

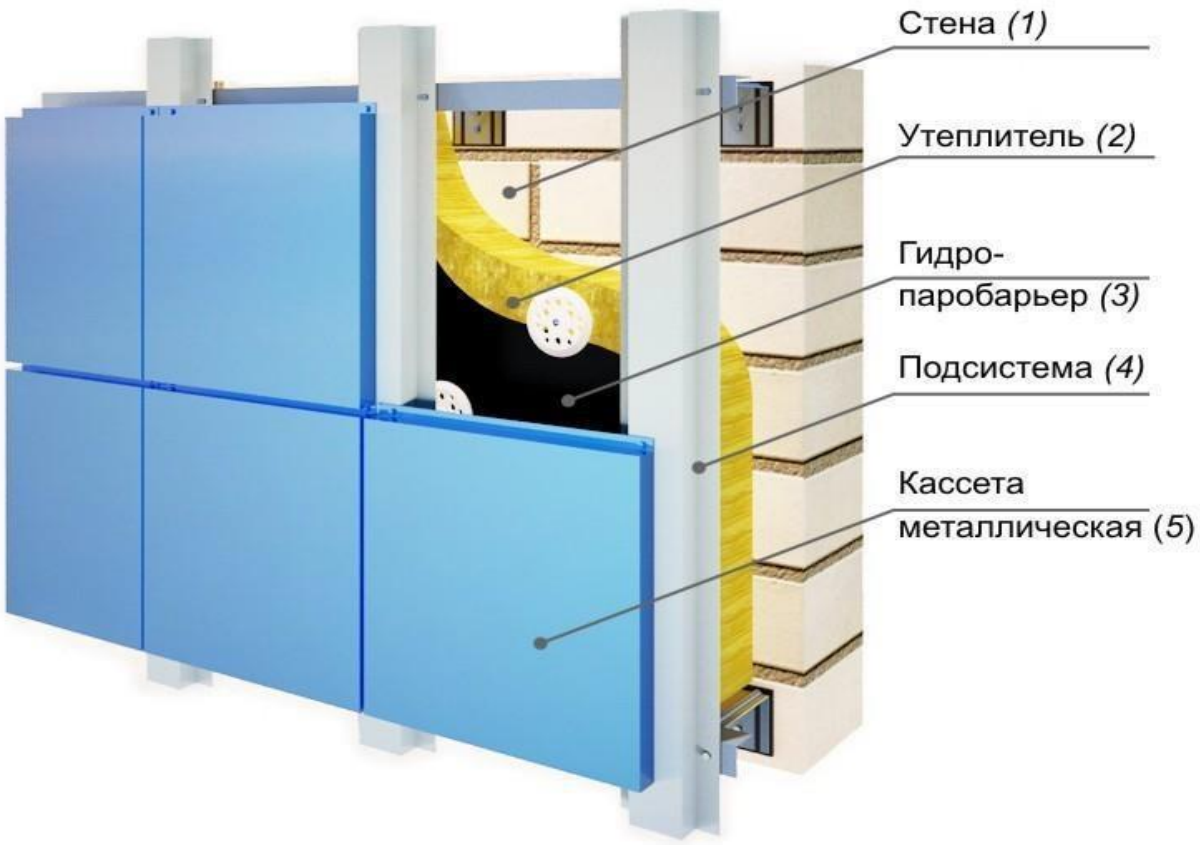


Рисунок 4.1 – Навісний вентильований фасад

Однією з головних переваг навісного фасаду є надійний захист стін від опадів. Додатковою перевагою є те, що як особу використовують матеріали не

тільки стійкі до зовнішніх впливів, але й красиві, що виконують функцію зовнішньої обробки: керамограніт, натуральний камінь, композитні панелі з алюмінію або пластику, цементно-волокнисті плити, тоноване скло. Керамограніт і натуральний камінь довговічні, безремонтний термін служби фасаду становить до 50 років.

Крім захисно-декоративної функції, вентильований фасад виконує утеплення стіни, що вимагається за сучасними будівельними нормами. Завдяки утеплювачу, укладеному під облицювання, втрати втрати через стіну скорочуються в 2-3 рази, через що помітно знижуються витрати на обігрів будівлі. Крім того, теплоізольовані стіни створюють у приміщенні сприятливий для людини мікроклімат. Важливо, що вентильований фасад - це система зовнішнього утеплення, яка переважно системи внутрішнього утеплення. Розміщена зовні теплоізоляція дозволяє скоротити кількість циклів замерзання - відтавання несучої стіни, збільшуючи термін служби останньої. До того ж, у цьому випадку не зменшується корисна площа будівлі. При влаштуванні повітряного фасаду не потрібна пароізоляція – обов'язковий атрибут систем внутрішнього утеплення, оскільки точка роси зсувається з стіни, що несе, в теплоізоляційний шар. Конструкція вентильованого фасаду сприяє виведенню зі стіни водяної пари, що є всередині приміщення і що прагне із зони тепла в зону холоду – на вулицю. Оскільки стіна не відволожується, її тепловий опір не зменшується, не відбувається утворення цвілі та грибків, які в результаті могли б призвести до її руйнування. При цьому вартість утеплювача становить лише близько 10% вартості конструкції фасаду.

До переваг вентильованих фасадів слід віднести можливість вирівнювання стін, що досить складно зробити у разі штукатурних фасадів. Через відсутність «мокрих» процесів, обов'язкових при штукатурних роботах, фасад, що вентилюється, можна монтувати при мінусових температурах. Крім того, на відміну від оштукатурених фасадів, навісні не потрібно буде з часом оновлювати, таким чином скорочуються витрати на експлуатацію. Конструкція вентильованого фасаду є ремонтопридатною: облицювальні плити легко

знімаються та встановлюються назад. Можливі комбіновані рішення фасаду: вентильований та оштукатурений на одній стіні – для підвищення архітектурної привабливості споруди.

Основна основа вентильованого фасаду – це елементи, що забезпечують кріплення облицювального матеріалу до стіни. У складі підконструкції – кронштейни, вертикальні або горизонтальні напрямні, що монтуються на кронштейни, а також комплектуючі, за допомогою яких кріпиться облицювальний матеріал. Кронштейни проходять крізь утеплювач, від їхньої довжини залежить розмір повітряного зазору. Кронштейни можуть бути нерегульовані та регульовані. У першому випадку це вироби фіксованого розміру, у другому – що складаються з двох частин, що скріплюються через пазове з'єднання, що дозволяє регулювати довжину кронштейна. Матеріал кронштейнів та напрямних – алюміній, оцинкована або нержавіюча сталь. Переважно вироби з нержавіючої сталі, так як у порівнянні з іншими вони мають меншу теплопровідність, вищу довговічність і вогнестійкість.

Оскільки вентильований фасад покликаний берегти тепло, проблема зменшення тепловтрат через нього – одна з основних. Єдиним містком холоду в конструкції є кронштейн – він завжди металевий, а метал має високу теплопровідність. До певної міри промерзання кронштейна усувається завдяки утеплювачу, «надітому» на нього. Крім того, між стіною та кронштейном обов'язково має бути морозостійка прокладка – бар'єр на шляху у холоду. Також зменшення теплопровідності кронштейн може мати перфоровану структуру, у своїй його міцність зберігається.

Між стіною та облицювальним матеріалом знаходиться шар теплоізоляції, товщина якого визначається теплотехнічним розрахунком для конкретної будівлі. У розрахунку враховується, зокрема, матеріал несучої стіни, призначення будівлі та кліматичний регіон, у якому вона знаходиться. Зазвичай вентфасад утеплюється в один шар плитою необхідної товщини. Одношарове утеплення дозволяє заощаджувати час та трудовитрати під час монтажу. Плита кріпиться до стіни не тільки кронштейнами, а й, як правило,

двома грибковими дюбелями з металевим або вуглепластиковим сердечником. Допускається застосування лише спеціальних дюбелів, міцність та надійність яких підтверджена відповідними випробуваннями. Вибір дюбеля багато в чому залежить від матеріалу стіни, що несе. Наприклад, пористий бетон (пінобетон, газобетон) і пустотіла цегла мають відносно низьку щільність і міцність, тому вимагають використання більш надійного, і, отже, дорогого кріплення.

Серед вимог до теплоізоляції — висока паропроникність, необхідна для того, щоб пара не затримувалась у плитах. Утеплювач повинен мати низьке водопоглинання: якщо під час монтажу пішов дощ, вода не повинна вбиратися в плиту, а стікати з неї. У разі утеплювача з волокнистою структурою потік повітря, що циркулює у вентиляційному зазорі, може виривати волокна з плити. Щоб уникнути цього плита має бути досить міцною на відрив шарів. В іншому випадку плити слід закривати вітрозахисними мембранами з високою паропропускною здатністю, які фіксуються на стіні тим же кріпленням, що й утеплювач. Принциповий момент: потрібно використовувати тільки якісні мембрани, оскільки їх паропропускаюча здатність зберігається протягом усього терміну експлуатації вентфасаду, а у дешевого вітрозахисту пори можуть швидко забитися пилом та льодом.

Сучасні вимоги до стін з опору теплопередачі неможливо виконати без використання теплоізоляційних матеріалів. У цьому контексті вентильований фасад – перспективне вирішення проблеми, оскільки він дає змогу утеплити будівлю ефективними матеріалами та водночас надійно захистити стіни від опадів, а також надати їм неповторного вигляду.

4.2 Система штукатурних фасадів

Штукатурний фасад є конструкцією, що складається з теплоізоляції, клею, пластикових дюбелів, армуючої склосітки і тонкошарової штукатурки. Основну роль цій системі грає теплоізоляція. Як правило, у штукатурних фасадах використовуються мінераловатні плити. Пристрій штукатурного фасаду виглядає так. На підготовлену поверхню несучої або самонесучої стіни наноситься спеціальний клей. На нього з використанням спеціальних пластикових тарілчастих дюбелів в один шар кріпиться теплоізоляційний матеріал, на який наноситься армуюча склосітка з клейовим розчином. По склосітці тонким шаром наносяться штукатурка, грунтовка та фарба. Склад шарів штукатурного фасаду представлений на малюнку 31. Основні переваги такої конструкції – невелика вага, отже, економія енергоресурсів досягається також під час транспортування та монтажу.

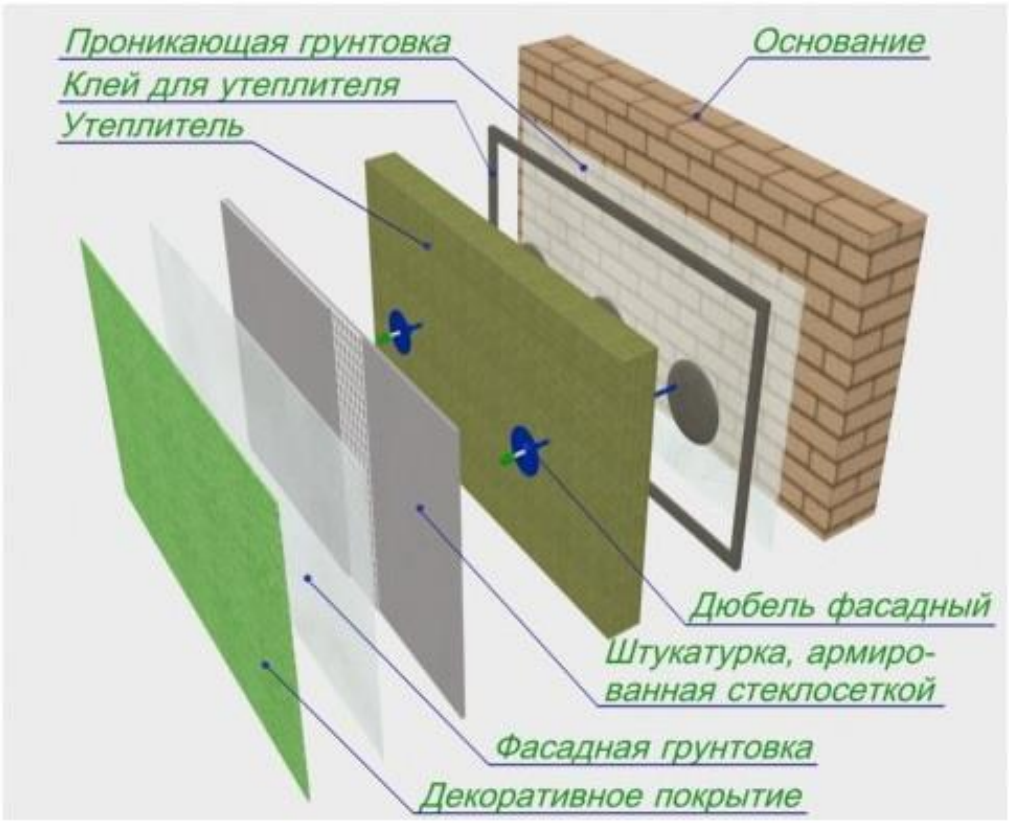


Рисунок 4.2 – Склад шарів штукатурного фасаду

Якщо конструкція кріпиться на клей та пластикові дюбелі до несучої або самонесучої стіни, а основний елемент – теплоізоляція, то система має бути легкою, щоб витримувати власну вагу. Отже, мала вага системи не нестиме додаткове навантаження на фундамент будівлі. Відповідно, у тих випадках, коли влаштування штукатурного фасаду закладається в проект, легкість та простота системи дозволяють спочатку знизити витрати на будівництво за рахунок зниження загальної ваги конструкцій будівлі та зменшення обсягів земляних, бетонних та інших робіт. Особливо важливим цей показник стає при реконструкції будівель та споруд. Навіть мінімальне збільшення ваги конструкції, наприклад, при відновленні пам'ятника старовини, може мати катастрофічні наслідки. Теплоізоляційні матеріали з мінеральної вати мають вкрай низьку теплопровідність, менше 0,038 Вт/м·оС. Щільне прилягання теплоізоляції до стіни та прилягання інших шарів «пирога» один до одного значно зменшують виникнення містків холоду, а отже, «не випускають» тепло із споруди. Адже саме через огороджувальні конструкції втрачається більша частина тепла у традиційній для Росії шаруватій кладці і навіть у сучасних системах вентильованих фасадів. Клей, армуюча сітка, шпаклівка і пластикові дюбелі теж не мають значних теплопровідних властивостей. Отже, при застосуванні теплоізоляції з мінеральної вати досягаються вищі показники енергоефективності, забезпечується необхідне опір теплопередачі. Також щільне прилягання плит одна до одної дозволяє звести до мінімуму або навіть унеможливити вирівнювання поверхні під штукатурку.

Матеріал може укладатися на будь-яку конструкцію фасаду, що у поєднанні з декоративними властивостями штукатурки знімає всі обмеження для фантазії проектувальників та архітекторів. Крім декоративної функції (різноманіття кольорів та ефектів) штукатурка виконує ще й захисну функцію — вона запобігає попаданню вологи та ультрафіолетового випромінювання на теплоізоляційний шар.

При застосуванні будь-якої фасадної системи проектувальники, архітектори та будівельники повинні звертати увагу на показник горючості

матеріалів. Мінеральна вата має найнижчий показник горючості. Температура початку спікання волокон - понад 1000 оС. Ще один важливий параметр – взаємодія будівельних матеріалів між собою. Адже якщо в теплоізоляції, клеї або армуючій склосітці міститься луг, то може відбутися реакція, яка призведе до появи плям на стінах зведеної або відремонтованої будівлі. Більше того, з часом луг може роз'їсти склосітку, що призведе до деформації системи. Дуже важливо, щоб теплоізоляція була хімічно нейтральна. При досягненні цього параметра теплоізоляція особисто поєднується з цеглою, бетоном, будівельними розчинами. Міцність та довговічність конструкції також є важливою у даній конструкції. Матеріали повинні відповідати високим стандартам за двома показниками – міцність на відрив шарів та міцність на стиснення. Ці показники повинні встановлюватися під час проведення лабораторних випробувань, і лише підтверджені випробуваннями матеріали будуть визнані якісними та зможуть забезпечити захист від поривів вітру та вандалізму. При установці подібної системи «точка роси» зсувається в теплоізоляційний шар, що дозволяє уникнути промерзання стіни та виникнення конденсату в приміщенні. При правильному пристрої та монтажі фасадної системи, коли кожен наступний шар більш паропроникний, утеплювач укладений в один шар і створює конструкцію необхідної товщини, показники паропроникності дуже високі.

Природно, що для збереження теплоізолюючих властивостей фасадна система має бути сухою. Тому при виборі системи необхідно перевіряти показники водопоглинання та не допускати намокання матеріалу під час монтажу. Також система має бути стійкою як до високих температур, так і до перепадів температури, коли відбувається замерзання/відтавання конструкції. Це необхідно для забезпечення міцності фасадної системи.

Легкість ремонту та відновлення – також важливий показник. Подібні системи виграють за цим показником у порівнянні з шаруватими кладками, так як теплоізоляція знаходиться зовні і її легко можна демонтувати та замінити на нову. Понад те, при застосуванні систем штукатурних фасадів відбувається

комплексна економія коштів. Витрати на будівельні матеріали та проведення будівельних робіт порівняно з шаруватими кладками та вентильованими фасадами значно нижчі. Ще одна корисна властивість: штукатурні фасади в 1,5-2 рази підвищують показники звукоізоляції краплинних стін. Штукатурні фасади застосовуються не тільки для відновлення або реновації будівель, але й для будівництва нового цивільного та промислового будівництва. Традиційною популярністю штукатурні фасади користуються при будівництві нового багатоповерхового будинку. Також у структурі споживання значну частку займають промислові та комерційні об'єкти. Активно розвивається і приватне котеджне будівництво із застосуванням штукатурних фасадних систем. При виборі системи особлива увага приділяється відповідності нормативним вимогам для забезпечення необхідного енергозбереження, здатності створювати оригінальну архітектуру та економію коштів.

4.3 Енергозберігаючі підлоги. Енергозберігаючі вікна

Однією з важливих інженерних систем енергоефективних будівель є системи опалення підлоги, які називаються «Тепла підлога». Ці системи можна умовно поділити на водяний та електричний залежно від виду теплоносія. Широкий спектр застосування одержав електричний. Найновіші сучасні розробки фірм виробників у цьому напрямку дозволяють застосовувати будь-яке підлогове покриття.

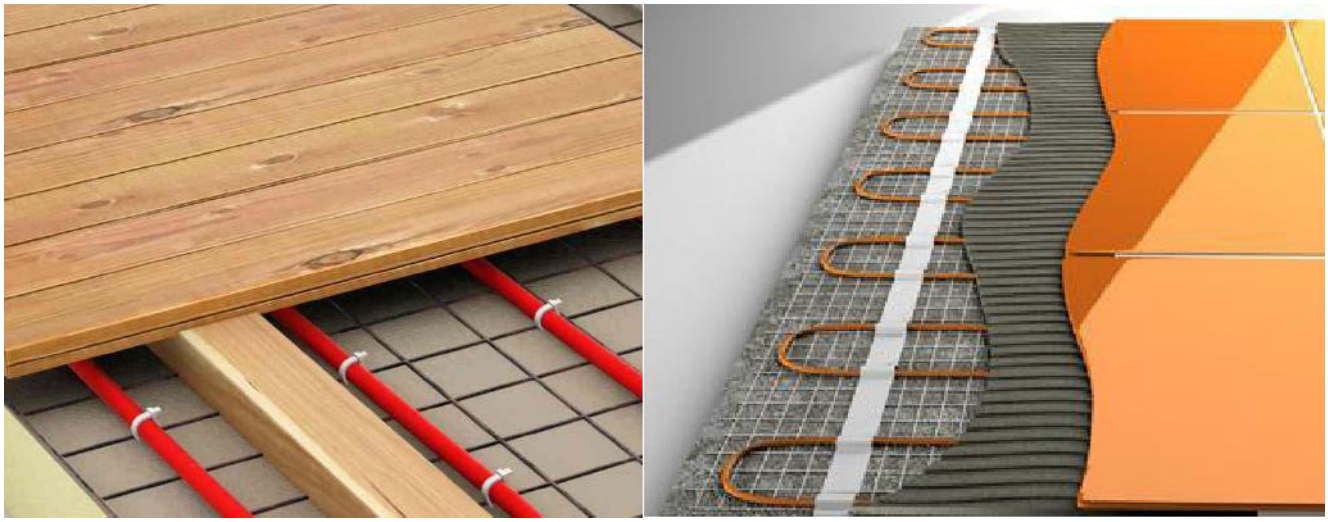


Рисунок 4.3 – Тепла підлога

Сучасна плівка включає променевий обігрів, який працює на основі інфрачервоних променів. Провідникові смуги розташовані на відстані 13 міліметрів, що зводить до мінімуму їх потенційний перегрів та робить обігрів безпечним для здоров'я. Плівкові системи є ідеальними для приміщень з дерев'яними підлогами або ламінатом. Часто переважну кількість фірм виробників випускають у рулонному вигляді. Також його можна встановлювати під плитку. Його монтаж можливий як на горизонтальній поверхні, так і на вертикальній.

Методика економії електрики закладена в терморегулюючі елементи. Економічність становить близько 40% електричної енергії. До нестачі цих статей можна віднести невисокий термін служби (15 років).

Інфрачервоні покриття для підлоги відрізняються від традиційних мініматів і резистивних кабелів і мають ряд переваг. Більш ніж 90% випромінювання енергозберігаючої теплої підлоги далекого інфрачервоного діапазону (довжина хвилі від 5 до 20 мкм) проходять крізь покриття для підлоги, нагрівають не тільки приміщення, але і предмети, і тіло людини. Прогрів приміщення виходить рівномірним не тільки завдяки випромінюванню, але і завдяки вторинній конвекції.

Температура приміщення важлива для того, щоб створити сприятливу атмосферу, затишок та особливий мікроклімат. Людина повинна почуватися комфортно. Температура, за якої людина почувається добре при використанні інфрачервоного випромінювання нижче на 4-5 градусів, ніж при використанні традиційних джерел обігріву приміщення. Саме в діапазоні інфрачервоного випромінювання відбувається найінтенсивніше поглинання тепла. Крім цього, тепла підлога підвищує концентрацію негативно заряджених іонів у приміщенні в 4 рази, що набагато ефективніше, ніж численні аналоги – різні генератори, сучасні складні системи.

Ще один плюс - це відсутність шуму, запаху, вібрації, пилу при роботі інфрачервоної теплої підлоги. Шкідливе електромагнітне випромінювання мінімально походить від таких систем.

Електричну інфрачервону теплу підлогу можна встановити без клею та стяжок. Такий вид обігріву відмінно підходить у тих приміщеннях, де проведено косметичний ремонт, тому що можна швидко встановити під плитку, наприклад, і відразу ж почати користуватися ними. Під час експлуатації заощадить близько 20% електроенергії (енергозберігаючий і набагато вигідніший за резистивні кабелі та міні-мати). Ви можете також використовувати програмовані терморегулятори в процесі використання, які скоротять ваші витрати приблизно на 25%.

Важливим плюсом установки є те, що термоплівка підходить майже для всіх покриття для підлоги. Енергозберігаюча тепла підлога сумісна з багатьма видами покриттів (наприклад, з ламінатом, ковроліном, лінолеумом, усіма видами керамічної плитки та керамограніту). Він унікальний ще й тим, що під ковролін, ламінат і лінолеум він укладається без стяжки та клею (так званий «сухий монтаж»).

Через вікна, частка площі яких на фасадах житлових будинків становить близько 20%, втрачається значна кількість тепла, яка у загальному балансі витрат на опалення будівлі становить 30-40 і навіть 50% м2·°С/Вт [88].

Виробники сучасних конструкцій з ПВХ-профілю, склопластику, дерева, алюмінію забезпечують максимальну герметичність, тепло та звукоізоляцію за рахунок підвищення коефіцієнта опору теплопередачі профілю та віконної коробки. Проте більшість вікна – це склопакет. Відповідно до вимог московських міських будівельних норм (МГСН) 2.01-99 «Енерго- заощадження в будинках», коефіцієнт опору теплопередачі склопакета

(R) повинен бути не менше 0,54 м2 ° С/Вт. стандартного однокамерного склопакета – R = 0,32 м2·°С/Вт, двокамерного – 0,44 м2·°С/Вт. Застосування в однокамерних склопакетах спеціального низькоемісійного теплозахисного К-скла дозволяє забезпечити опір теплопередачі на рівні R = 0,55 м2·°С/Вт.

В даний час розроблені спеціальні, високоефективні теплозахисні склопакети, які дозволяють підвищити коефіцієнт опору теплопередачі до 2 і більше.

За даними досліджень вітчизняних учених, типовий 5-ти поверх, спроектований у 60-ті роки, при -20°С у разі аварії на тепломережах повністю промерзає за 8 годин. Якщо виконати скління такого будинку із застосуванням низькоемісійного скла, то будинок простоїть без тепла і не промерзне 72 години.

Це скло зі спеціальним покриттям: твердим чи м'яким. Тверде покриття відрізняє стійкість до будь-яких кліматичних впливів, і наноситься воно у процесі виробництва скла так званим піролітичним способом або

високотемпературним піролізом (розчин, що розпорошується на скло, випаровується і на його поверхні залишається міцне покриття). М'яке покриття відрізняє меншу стійкість до атмосферних впливів, воно наноситься у вакуумних камерах методом напилення.

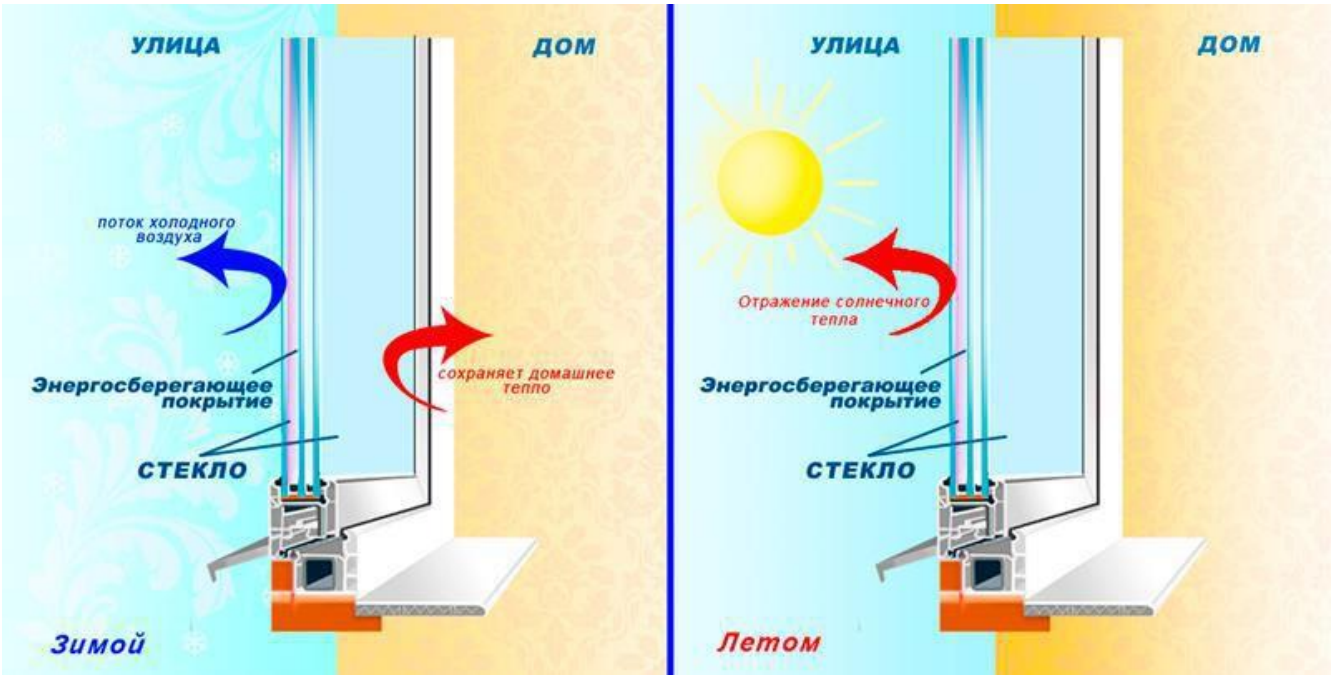


Рисунок 4.4 – Принцип дії енергозберігаючого вікна

Скло з м'яким напиленням встановлюється тільки всередині склопакета, з твердим - як усередині, так і зовні. Скло з покриттям значно менше випромінює тепла, ніж звичайне, цим і пояснюються його теплозберігаючі властивості. Втрати тепла можуть відбуватися за рахунок конвекційного перенесення (до 15%), що тим більше, що більша ширина внутрішньої повітряної камери. Це відбувається і у двокамерних склопакетах, якщо відстань між склом перевищує 16 мм. Оптимальне співвідношення: 4x16x4x16x4 (4мм товщина скла, 16 мм – повітряна камера). Заповнення інертними газами (криптоном або аргоном) у поєднанні із застосуванням низькоемісійного скла дозволяє досягти високої ефективності теплозбереження. За оцінкою науково-дослідного інституту типового та експериментального проектування, існуючий коефіцієнт опору

теплопередачі таких вікон вже в найближчий період має бути підвищений до 0,8-1,0 м2·С/Вт, а в перспективі - до 1,5-2,0 м2 · ° С / Вт. Цього можна досягти за рахунок застосування у двокамерному склопакеті двох низькоемісійних стекол, теплоізолюючих дистанційних рамок та заповнення його інертними газами, наприклад, аргоном

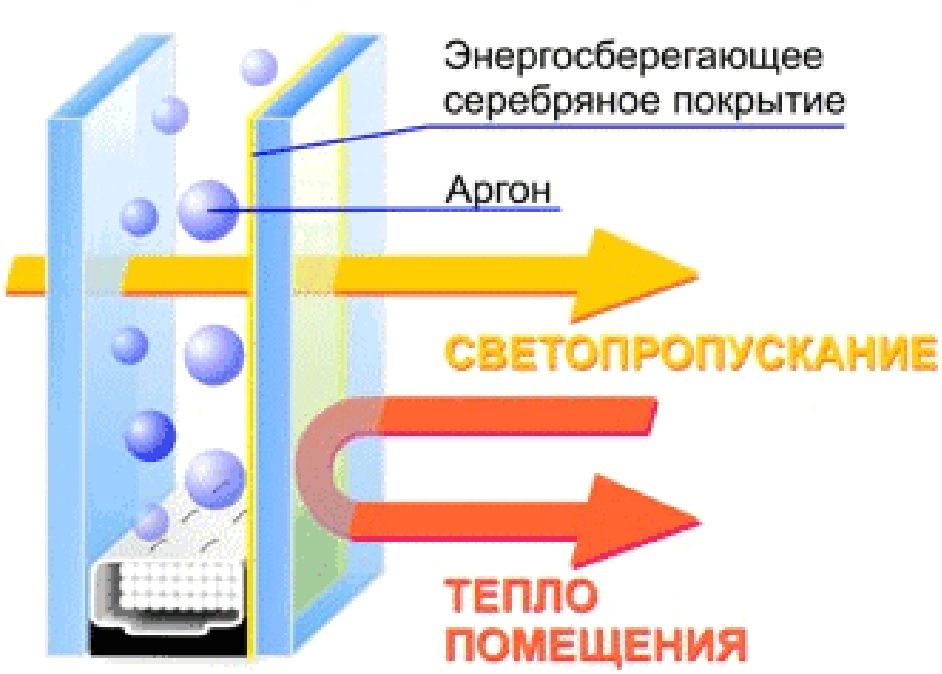


Рисунок 4.5 – Енергозберігаючий склопакет, заповнений аргоном

Отже, застосування енергозберігаючих вікон дозволяє як підвищити тепловий захист будівлі, а й поліпшити мікроклімат, т.к. спеціально покриття сприяє кращому світлопропусканню як влітку, так і взимку, т.к. ці вікна не замерзають. При цьому необхідно вибирати вікна з можливістю вентиляції за допомогою спеціальних пристроїв.

Автори вважають, що комплексне застосування зазначених факторів енергозбереження (енергозберігаючі будівельні матеріали, вироби та конструкції, системи енергозберігаючих фасадів, підлог, вікон) забезпечить високу енергетичну ефективність будівель на всіх етапах життєвого циклу.

Використання сучасних будівельних матеріалів дозволяє значно знизити енергоспоживання будівель за рахунок зменшення втрат тепла через огороджувальні конструкції. Дослідження показали, що будівлі, побудовані з використанням новітніх матеріалів, можуть зменшити витрати на опалення та кондиціонування до 40-60%. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню експлуатаційних витрат.

Висновки

За даними відомої датської компанії Velux 90% нашого часу ми проводимо в будівлях, на життєзабезпечення яких витрачається 40% енергії, що виробляється в світі. На даний час навіть в Європі до 30% всіх будівель не забезпечують здоровий мікроклімат в приміщеннях. В Україні на потреби опалення існуючого комунального житлового фонду щорічно використовується оцінково до 200 кВт·годин на 1 кв. м. опалювальної площі, що зумовлено великими дисипативними втратами теплоти через огороджувальні будівельні конструкції будинків (вікна, стіни, дахи, підвали тощо). Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживання теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це призводить до надмірної перевитрати природного газу для потреб теплозабезпечення.

Згідно з нормативно-технічними вимогами України будинки високої енергетичної ефективності повинні щорічно споживати до 65…75 кВт·годин на 1 кв. м. площі, для Німеччини аналогічний показник становить 40 кВт·годин на 1 кв. м., а для будівель так званого «пасивного типу» - не більше 15 кВт·годин на 1 кв. м. Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплозбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною. Одним із напрямків вирішення нагальних завдань енергозбереження в існуючому будівельному фонді та в новобудовах є впровадження пілотних проектів по термомодернізації будівель; по пасивним, «зеленим», екологічно чистим, «активним» будинкам; з обов'язковим довгорічним моніторингом їх показників реального енергоспоживання.

У ході проведеного дослідження щодо впливу використання сучасних будівельних матеріалів на енергоефективність будівель були досягнуті наступні результати та зроблені відповідні висновки:

У процесі дослідження було проведено детальний аналіз сучасних будівельних матеріалів, що використовуються для зведення та утеплення будівель. Було виявлено, що новітні матеріали, такі як аерогелі, вакуумні ізоляційні панелі, матеріали на основі нанотехнологій, пінополіуретан та екологічно чисті ізоляційні матеріали, мають значно вищі теплоізоляційні властивості порівняно з традиційними матеріалами, такими як бетон, цегла та скло.

Використання сучасних будівельних матеріалів дозволяє значно знизити енергоспоживання будівель за рахунок зменшення втрат тепла через огороджувальні конструкції. Дослідження показали, що будівлі, побудовані з використанням новітніх матеріалів, можуть зменшити витрати на опалення та кондиціонування до 40-60%. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню експлуатаційних витрат.

Хоча сучасні будівельні матеріали мають вищу вартість порівняно з традиційними, їх використання є економічно доцільним у довгостроковій перспективі. Зниження витрат на енергоспоживання та підвищення комфортності проживання дозволяють швидко окупити додаткові витрати на новітні матеріали. Аналіз показав, що період окупності інвестицій у сучасні матеріали становить від 5 до 10 років, в залежності від конкретних умов експлуатації будівлі.

На основі проведених досліджень були розроблені рекомендації щодо впровадження сучасних будівельних матеріалів у практику будівництва. Зокрема, рекомендується використовувати аерогелі та вакуумні ізоляційні панелі для утеплення стін та дахів, пінополіуретан для утеплення підлоги та перекриттів, а також наноматеріали для створення високоефективних теплоізоляційних систем. Крім того, слід активно впроваджувати екологічно

чисті матеріали, такі як целюлозні утеплювачі та натуральні волокна, для зниження негативного впливу будівництва на довкілля.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення існуючих матеріалів та розробку нових, ще більш ефективних теплоізоляційних систем. Особлива увага повинна бути приділена вивченню можливостей інтеграції відновлюваних джерел енергії в конструкцію будівель, а також дослідженню впливу новітніх матеріалів на загальну екологічну стійкість будівельного сектора.

Отже, результати проведеного дослідження підтверджують, що використання сучасних будівельних матеріалів значно підвищує енергоефективність будівель, сприяє зниженню експлуатаційних витрат та покращенню комфортності проживання. Впровадження новітніх матеріалів у будівництві є економічно доцільним та екологічно обґрунтованим кроком, який дозволяє зробити будівлі більш стійкими та ефективними в умовах сучасних екологічних викликів.

Перелік використанних джерел

1. Боровик Ю. Т., Єлагін Ю.В. Стійке будівництво: сутність, принципи, тенденції розвитку. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. №72-73. С. 47-56
2. Іванова Л.С. Енергоефективні інновації у будівництві. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2018. №52. С. 302-306
3. Кращі практики щодо енергозбереження у житлово-комунальному господарстві України. Київ : Центр громадської експертизи, 2011. 184 с.
4. Практика інноваційних розробок у сфері територіально-просторового розвитку міст і регіонів : монографія / за заг. ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. 286 с.
5. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату від 17.11.2006. URL:http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_801.
6. Про затвердження Стратегії енергетичної безпеки : Постанова Кабінету Міністрів України від 4 серп. 2021 р. № 907-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-р
7. Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель. № L 153. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2018. № L 156. С. 75
8. World Energy Trilemma Index 2022: Monitoring the Sustainability of National Energy Systems. World Energy Council. 2022. URL: https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2022
9. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці

країн. Київ : Відділ інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції, 2017. 113 с.

10. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). URL: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings-directive-epbd_en
11. Basics [Passipedia EN]. Passipedia - The Passive House Resource [Passipedia EN]. URL: https://passipedia.org/basics (date of access: 13.03.2023).
12. Houses made of sip panels. ECOPAN. URL: https://ecopanua.com/ru/doma-iz-sip-panelej-sip-paneli-sip-paneli/
13. Аспект плюс. Скло. Види скла. Обробка скла. URL: http://aspectplus.com.ua/content/view/105/lang,ua/
14. Літинський та Літинський. Все, що треба знати про віконні конструкції. URL: http://litinskyandlitinsky.com/article_in.html
15. ДСТУ Б В.2.7-107:2008. Будівельні матеріали. Склопакети клеєні будівельного призначення. [На заміну ДСТУ Б В.2.7-107-2001 (ГОСТ 24866-99); чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 32 с.
16. Кужель Л.М. Закономірності теплопередачі через віконні конструкції : дис. канд. техн. наук : 05.14.06 / Інститут технічної теплофізики НАН України. Київ, 2017. 190 с.
17. Кицкай Л. І. Енергоефективність в Україні: аналіз, проблеми та шляхи підвищення. *Інноваційна економіка.* 2013. №3. С. 32-37.
18.
19. Фаренюк Є.Г. Тепловий режим світлопрозорих огороджувальних конструкцій сучасних багатоповерхових будівель : дис. канд. техн. наук : 05.23.01 / Національний університет водного господарства та природокористування. Рівне, 2015. 172 с.

20. Velux: Вікна спеціального призначення. URL: https://www.velux.ua/uk/products/mansardni_vikna/special-function
21. Герасимчук З.В., Аверкина М.Ф. Зарубіжний досвід використання покрівлі типу «зелений дах» в контексті забезпечення стійкого розвитку міста. Збірник наукових праць Буковинського університету. Економічні науки. Чернівці : Книги ХХІ, 2013. С. 125 - 132.
22. Бородай С.П., Бородай Д.С., Бородай А.С. , Бородай Я.О. Екологічні технології будівництва у сучасній народній архітектурі північно-східної України. Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2021. № 77. С. 85-99.
23. Дадіверіна Л.М., Комишня А.В. Інженерні, економічні, соціальні та екологічні переваги зеленої покрівлі. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* Дніпро, 2018. № 5. С. 60 - 65.
24. Салій Ю. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. *Київський міський журнал «ХМАРОЧОС»*. URL: https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenyuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/
25. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 130 с.
26. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. Зміна № 1. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 75 с.
27. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 185 с.

28. ДБН Б.1.1-15:2012 Склад та зміст генерального плану населеного пункту. [Чинний від 2012-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 37 с.
29. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об`єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 47 с.
30. ДБН Б.1.1-14:2012 Склад та зміст детального плану території. [Чинний від 2012-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 25 с.
31. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 70 с.
32. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 27 с.
33. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Вікна та зовнішні двері. [Чинний від 2021-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 81 с.
34. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об’єктів [Чинний з 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 42 с.
35. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний з 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 117 с.
36. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний з 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 54 с.
37. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. [Чинний з 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 36 с.

38. ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови. Зі зміною № 1. [Чинний з 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2007. 16 с.
39. ДСТУ 9027:2020 Системи управління якістю. Настанови щодо вхідного контролю продукції. [Чинний з 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 20 с.
40. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 12 с.
41. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 14 с.
42. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 31 с.
43. ДСТУ 4304:2004 Пояс запобіжний монтерський. Загальні технічні умови. [Чинний з 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2005. 17 с.
44. Хмельнюк, М. Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник. Ч. 1 / М. Г. Хмельнюк, О. Ю. Яковлева, О. В. Остапенко ; під заг. ред. М. Г. Хмельнюка. Херсон : Вид. Грінь Д.С., 2016. 224 с.
45. Санницький М.А. , Позняк О. Р., Марущак У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 236 с.
46. Суходоля О. М. Енергоефективність економіки в контексті національної безпеки: монографія. Київ : НАДУ, 2006. 424 с.
47.