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: Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів

Виконав: студент *2* курсу, групи 8.1924-пцб
Кравченко Роман Сергійович
(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 кафедри міського будівництва і архітектури, доктор філософії Арутюнян Є.Е.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2025 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 таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«21» 02 2025 року

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

Кравченко Роман Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів.
керівник роботи Арутюнян Є.Е. ст.викладач кафедри міського будівництва і архітектури, доктор філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «21» 02 2025 року
№ 347-с
2 Строк подання студентом роботи 01.12.2025
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретичні основи впливу кліматичних змін на будівельні матеріали. 2. Вплив кліматичних умов на окремі групи будівельних матеріалів. 3. Технологічна карта на улаштування фасаду теплоізоляційно-опоряджувальною системою «БАУМІТ».
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.		

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичні основи впливу кліматичних змін на будівельні матеріали	з 01.10 по 24.10.2025	
2	Вплив кліматичних умов на окремі групи будівельних матеріалів	з 25.10 по 15.11.2025	
3	Технологічна карта на улаштування фасаду теплоізоляційно-опоряджувальною системою «БАУМІТ»	з 16.11 по 06.12.2025	

Студент _____ Р.С. Кравченко
(підпис) (ініціали та прізвище)

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

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Кравченко Р.С. Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів.

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, 2025.

У роботі розглянуто актуальну проблему впливу змін клімату на властивості та експлуатаційні характеристики будівельних матеріалів. В умовах глобального потепління та зростання екстремальних кліматичних явищ особливої ваги набуває дослідження процесів деградації матеріалів під дією підвищених температур, різких коливань вологості, інтенсивних опадів, ультрафіолетового випромінювання та агресивних середовищ. Проаналізовано, як зміни кліматичних умов впливають на міцність, довговічність, стійкість до корозії та морозостійкість різних груп матеріалів. Визначено ключові ризики передчасного старіння конструкцій та втрати їхньої надійності. Обґрунтовано необхідність адаптації будівельних норм і стандартів до нових кліматичних реалій та впровадження інноваційних технологій захисту й модифікації матеріалів. Отримані результати сприяють формуванню наукової основи для підвищення стійкості будівельного фонду в умовах кліматичних змін.

Ключові слова: Аналіз будівельних матеріалів, сучасні будівельні матеріали, , використання матеріалів, вплив змін клімату.

Кравченко Р.С., Арутюнян Є.Е. Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів. *Збірник наукових праць II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ «ІНЖЕНЕРНІ ІННОВАЦІЇ ТА РОЗБУДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ». 15-16 травня 2025 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2025..*

REPORT

Kravchenko R. Research on the impact of climate change on the strength and durability of building materials.

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 192 - Construction and Civil Engineering, scientific supervisor Y. Arutiunian, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhia National University, 2025.

The work considers the current problem of the impact of climate change on the properties and operational characteristics of building materials. In the context of global warming and the growth of extreme climatic phenomena, the study of the processes of material degradation under the influence of elevated temperatures, sharp fluctuations in humidity, intense precipitation, ultraviolet radiation and aggressive environments is of particular importance. It is analyzed how changes in climatic conditions affect the strength, durability, corrosion resistance and frost resistance of various groups of materials. The key risks of premature aging of structures and loss of their reliability are identified. The need to adapt building codes and standards to new climatic realities and to introduce innovative technologies for protection and modification of materials is substantiated. The results obtained contribute to the formation of a scientific basis for increasing the stability of the building stock in the conditions of climate change.

Keywords: Analysis of building materials, modern building materials, , use of materials, impact of climate change.

Кравченко Р.С., Арутюнян Є.Е. Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів. *Збірник наукових праць II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ «ІНЖЕНЕРНІ ІННОВАЦІЇ ТА РОЗБУДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ». 15-16 травня 2025 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2025.*

ЗМІСТ

	Вступ	7
1	**Теоретичні основи впливу кліматичних змін на будівельні матеріали**	9
1.1	Глобальні зміни клімату та їхні прояви	9
1.2	Кліматичні чинники, що впливають на матеріали (температура, вологість, опади, УФ-випромінювання, агресивні середовища)	11
1.3	Загальні механізми деградації та старіння будівельних матеріалів	24
2	**Вплив кліматичних умов на окремі групи будівельних матеріалів**	18
2.1	Бетон і залізобетон: морозостійкість, корозія арматури, карбонізація	18
2.2	Метали та сплави: атмосферна корозія та методи захисту	21
2.3	Деревина: вологісні деформації, біологічна стійкість	25
2.4	Полімери та композитні матеріали: вплив УФ-випромінювання та температурних змін	30
3	**Технологічна карта на улаштування фасаду теплоізоляційно-опоряджувальною системою «БАУМІТ»**	34
3.1	Пошарова специфікація системи та організація і технологія виконання робіт по улаштуванню скріпленої теплоізоляції Baumit	34
3.2	Калькуляції трудовитрат та приклади улаштування	63
3.3	Контроль якості, техніка безпеки і охорона праці	66
3.4	Адаптація будівельних норм і стандартів до нових кліматичних реалій	73
	Висновки	77
	Перелік використаних джерел	79

Вступ

У сучасних умовах проблема змін клімату набуває все більшої актуальності, оскільки її наслідки відчутні в усіх сферах життя суспільства, включаючи будівництво. Підвищення середньорічних температур, зростання кількості екстремальних погодних явищ, збільшення рівня опадів, часті цикли заморожування та відтавання, інтенсивне ультрафіолетове випромінювання та агресивні атмосферні середовища суттєво впливають на стан будівельних матеріалів. Це призводить до прискореного старіння, втрати міцності та скорочення терміну експлуатації конструкцій.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю забезпечення надійності та довговічності будівель в умовах кліматичних змін. Традиційні підходи до проєктування та вибору матеріалів часто не враховують нових кліматичних викликів, що створює ризик передчасного руйнування споруд і підвищує витрати на їх утримання та ремонт.

Метою цього дослідження є вивчити вплив кліматичних факторів на будівельні матеріали та визначити закономірності їх деградації, з метою розробки рекомендацій щодо підвищення міцності й довговічності конструкцій.

Об’єкт дослідження: будівельні матеріали, що використовуються у сучасному будівництві.

Предмет дослідження: вплив кліматичних змін на їхні фізико-механічні властивості, довговічність та експлуатаційні характеристики.

Основні задачі:

- проаналізувати основні прояви кліматичних змін та їх вплив на будівельні матеріали;
- дослідити механізми руйнування та старіння різних груп матеріалів;
- дослідити оцінку довговічності в умовах змінного клімату;
- проаналізувати фактичні технологічні практики.

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

Наукова новизна роботи полягає у систематизації впливу кліматичних факторів на матеріали та обґрунтуванні напрямів удосконалення методів прогнозування їх довговічності.

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

1 Теоретичні основи впливу кліматичних змін на будівельні матеріали

1.1 Глобальні зміни клімату та їхні прояви

У XXI столітті глобальні кліматичні зміни стали одним із найважливіших викликів для людства. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), середня температура поверхні Землі з початку індустріальної епохи зросла більш ніж на 1,1 °C, і ця тенденція має стійкий характер. Основними чинниками змін є антропогенне збільшення викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та оксиду азоту (N_2O).

Основні прояви глобальних змін клімату:

1. Зростання середньорічної температури повітря
   - Кожне десятиліття з 1980-х років є теплішим за попереднє.
   - Очікується подальше підвищення температури на 1,5–2 °C до 2050 року.
   - Це призводить до перегрівання міст, зміни температурного режиму будівельних матеріалів та прискореного старіння конструкцій.
2. Зміна режиму опадів
   - У багатьох регіонах спостерігається зростання кількості опадів, особливо у вигляді злив.
   - З іншого боку, деякі території стикаються з тривалими посухами.
   - Це створює додаткові навантаження на фундаменти, стіни, покрівлі, збільшує ризик корозії та руйнування матеріалів.
3. Підвищення частоти екстремальних погодних явищ
   - Урагани, бурі, зливи, хвилі спеки та холоду стали більш інтенсивними.

- Часті цикли «заморожування–відтавання» призводять до руйнування бетону, цегли, асфальту та інших матеріалів.

4. Танення льодовиків та підвищення рівня Світового океану

- Це безпосередньо впливає на прибережні регіони, підвищуючи вологість середовища.
- Для будівельних матеріалів це означає більший контакт з вологою та солями, що пришвидшує корозійні процеси.

5. Посилення ультрафіолетового випромінювання

- Через виснаження озонового шару збільшується інтенсивність УФ-променів.
- Це прискорює руйнування полімерних матеріалів, фарб, ізоляційних покриттів.

6. Зміни у вітрових навантаженнях

- Поривчасті та сильні вітри створюють додаткові механічні впливи на будівельні конструкції.
- Особливо вразливими є покрівельні системи та зовнішні фасадні матеріали.

Глобальні зміни клімату проявляються не лише у підвищенні температури, але й у комплексі взаємопов’язаних факторів – від екстремальних опадів до посилення ультрафіолетового випромінювання. Усе це має прямий і непрямий вплив на будівельні матеріали, що зумовлює необхідність глибокого дослідження їх довговічності в нових кліматичних умовах.

Таблиця 1.1 - Взаємозв’язок між проявами кліматичних змін та впливом на будівельні матеріали

Прояв глобальних змін клімату	Вплив на будівельні матеріали та конструкції
Зростання середньорічної температури	Прискорене старіння матеріалів; розширення і деформації через теплове розширення; зниження міцності бетону при тривалих високих температурах.
Зміна режиму опадів (зливи, часті дощі, посухи)	Підвищена вологість → корозія металевих конструкцій; руйнування цементних і вапняних розчинів; тріщиноутворення у сухих кліматах.
Часті цикли заморожування–	Руйнування бетону та цегли через розширення води при

Прояв глобальних змін клімату	Вплив на будівельні матеріали та конструкції
відтавання	замерзанні; відшарування оздоблювальних матеріалів; мікротріщини у фасадних покриттях.
Підвищення рівня ґрунтових вод і моря	Посилена капілярна вологопроникність матеріалів; агресивний вплив солей на бетон і цеглу; пришвидшена корозія арматури.
Посилення ультрафіолетового випромінювання	Деградація полімерних матеріалів, фарб, покриттів; втрата кольору та еластичності; зниження терміну служби гідроізоляційних мембран.
Посилення вітрових навантажень	Механічні пошкодження фасадів і покрівель; прискорене зношування захисних покриттів; підвищення ризику руйнування легких конструкцій.
Екстремальні погодні явища (бурі, спека, морози)	Термошоки → утворення тріщин; руйнування стиків і швів; підвищені вимоги до теплоізоляції та герметизації.

1.2 Кліматичні чинники, що впливають на матеріали (температура, вологість, опади, УФ-випромінювання, агресивні середовища)

Будівельні матеріали завжди знаходяться під безперервним впливом навколишнього середовища. Саме кліматичні чинники визначають, як довго матеріал зберігатиме свої експлуатаційні властивості та коли почнеться процес його руйнування.

Одним із ключових чинників є температура. Підвищення середньодобових температур пришвидшує процеси старіння матеріалів: полімери втрачають еластичність, бітумні гідроізоляційні покриття стають крихкими, а бетон при довготривалому нагріванні втрачає частину міцності. Різкі температурні коливання ще небезпечніші — вони створюють умови для появи внутрішніх напружень і тріщиноутворення. Особливо відчутні такі впливи у регіонах із великим добовим чи сезонним перепадом температур.

Не менш суттєвим фактором є вологість повітря та опади. Надмірна волога з часом призводить до корозії металевих конструкцій, до руйнування цегли та бетону через процеси капілярного всмоктування. Часті дощі чи підтоплення створюють сприятливі умови для накопичення води у порах

матеріалу, яка при замерзанні розширюється і викликає відшаровування або мікротріщини. Навпаки, занадто сухий клімат може спричиняти усадку та розтріскування деяких оздоблювальних покриттів, особливо тих, що містять глину чи цемент.

Окрему небезпеку становить ультрафіолетове випромінювання. Постійний вплив сонячних променів знижує міцність полімерних матеріалів, руйнує фарби та захисні покриття, спричиняє втрату кольору і блиску. Це явище особливо помітне на фасадних елементах та дахах, які безперервно зазнають сонячного впливу.

Серед кліматичних чинників слід згадати і агресивні середовища. Атмосфера в промислових містах часто містить підвищену концентрацію вуглекислого газу, сірчистих сполук, солей та інших домішок. Вони проникають у матеріали, вступають у хімічні реакції з їхніми складниками і пришвидшують процес руйнування. Яскравим прикладом є карбонізація бетону або утворення кірки на металі під дією соляних аерозолів у прибережних регіонах.

Таким чином, температура, вологість, опади, ультрафіолет та агресивні середовища виступають не ізольовано, а в комплексі, формуючи умови, в яких матеріали поступово втрачають свої властивості. Саме тому сучасне будівництво потребує все більшої уваги до вибору матеріалів і технологій, що здатні протистояти кліматичним викликам.

Найпоширенішим матеріалом у сучасному будівництві залишається бетон. Його вважають міцним і довговічним, однак волога, температурні перепади та агресивні домішки в атмосфері поступово змінюють його структуру. При замерзанні вода в порах бетону розширюється й викликає мікротріщини. У промислових містах вуглекислий газ спричиняє карбонізацію бетону, знижуючи його лужність і відкриваючи шлях до корозії арматури. Тривале перебування у вологому середовищі може суттєво зменшити довговічність конструкцій.

Метал також чутливий до клімату. Найбільша його вразливість — корозія. В умовах високої вологості та наявності солей (наприклад, у прибережних регіонах) процес іржавіння відбувається набагато швидше. При цьому навіть невеликі пошкодження захисного покриття стають осередками активного руйнування. У холодних кліматах метал втрачає пластичність і стає крихким, що створює небезпеку тріщиноутворення.

Дерево особливо чутливе до вологості. Воно вбирає воду, розбухає, а при висиханні — тріскається і деформується. Тривале перебування у вологих умовах сприяє розвитку грибків та цвілі, які руйнують структуру деревини. Сонячне випромінювання теж має свій вплив — під дією УФ-променів деревина втрачає колір і поступово руйнується верхній шар. Тому правильна обробка та захист дерев'яних конструкцій є критично важливими.

Полімерні матеріали (пластики, пінополістирол, мембрани) зазвичай добре захищають від вологи, але їхнім слабким місцем є УФ-випромінювання. Під дією сонця вони старіють, стають крихкими, втрачають еластичність. У результаті знижується ефективність утеплювальних систем чи гідроізоляційних покриттів.

Таблиця 1.2 - Взаємозв'язок між основними чинниками та наслідками для матеріалів.

Кліматичний чинник	Матеріал	Можливі наслідки
Температура (перепади, заморожування/відтавання)	Бетон	Мікротріщини, руйнування структури, корозія арматури
Вологість	Дерево	Набухання, розтріскування, розвиток грибків і цвілі
УФ-випромінювання	Полімери	Вицвітання, старіння, втрата еластичності
Вологість + солі	Метал	Корозія, зниження міцності, тріщини в холодному кліматі



Рисунок 1.1 - Кліматичні чинники, що впливають на матеріали

1.3 Загальні механізми деградації та старіння будівельних матеріалів

Будівельні матеріали протягом експлуатації піддаються різноманітним фізико-хімічним, біологічним та механічним впливам, що поступово призводять до їх деградації та старіння. Розуміння цих процесів є ключовим для проектування довговічних споруд та вибору матеріалів із оптимальними експлуатаційними властивостями. Загальні механізми старіння можна розділити на кілька основних груп: фізичні, хімічні, механічні та біологічні.

Фізичні механізми старіння. Фізичні процеси деградації матеріалів пов’язані з впливом зовнішніх факторів, таких як температура, вологість, ультрафіолетове випромінювання та циклічні зміни кліматичних умов.

Термічні впливи – це зміни властивостей матеріалів під дією високих або низьких температур. Наприклад, при нагріванні полімерних матеріалів відбувається їх м’якшання та втрата механічної міцності, а при охолодженні – крихкість і підвищена ламкість. Метали при тривалому нагріванні можуть зазнавати процесів рекристалізації, що змінює їх структуру та механічні властивості.

Вологість та вода – один із найпоширеніших факторів деградації. Будівельні матеріали можуть поглинати воду, що призводить до змін об’єму, набухання, утворення тріщин та зниження міцності. Наприклад, дерево при підвищеній вологості набухає, а при висиханні – усаджується, що створює внутрішні напруження. Бетон у вологому середовищі може зазнавати корозії арматури, що знижує його довговічність.

Циклічні температурні та вологості коливання (заморожування-розморожування, нагрівання-охолодження) викликають накопичення мікротріщин у матеріалах, поступову втрату цілісності та зниження міцності.

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання – особливо актуальне для органічних матеріалів (пластиків, лакофарбових покриттів, деревини). Під дією УФ-променів полімери піддаються фотодеградації: розпад довгих молекул, зміна кольору та погіршення механічних властивостей.

Хімічні механізми старіння. Хімічне старіння пов’язане з внутрішніми або зовнішніми хімічними реакціями, що змінюють склад та структуру матеріалу.

Окислення – поширений процес для металів та органічних матеріалів. Метали, особливо залізо, окислюються під дією кисню та вологи, утворюючи іржу, яка поступово руйнує металеву структуру. Органічні матеріали піддаються окисненню полімерних ланцюгів, що призводить до втрати еластичності та появи тріщин.

Кислотно-лужні реакції – бетон та цементні розчини особливо чутливі до кислих середовищ. Контакт із кислотами або сульфатами ґрунту або води може призвести до гідратаційних реакцій, розчинення кальцієвих сполук та зниження міцності.

Гідроліз – реакція з водою, що руйнує структуру органічних полімерів або деяких цементних сполук. Наприклад, поліестери та поліаміди при тривалому контакті з вологою можуть розпадатися, втрачаючи свої механічні властивості.

Корозія металів – особливий випадок хімічного старіння, який поєднує окислення та електрохімічні процеси. Корозія може відбуватися у вигляді поверхневого зношення або проникати глибоко, створюючи структурні дефекти та знижуючи довговічність конструкцій.

Механічні механізми деградації. Механічні пошкодження виникають під дією навантажень та зовнішніх сил. Вони включають:

- Втома матеріалу – процес поступового накопичення мікротріщин під повторюваними або циклічними навантаженнями.
- Абразія – зношування поверхні під дією тертя або контактного переміщення.
- Ударні та локальні навантаження – тріщини та сколи виникають при механічних ударах, падінні предметів або внаслідок сейсмічної активності.

Механічна деградація часто взаємодіє з фізичними та хімічними процесами, наприклад, тріщини, що утворилися внаслідок температурних змін, з часом поглиблюються під механічними навантаженнями.

Біологічні механізми старіння. Біологічні процеси старіння проявляються у вигляді дії мікроорганізмів, грибків, бактерій та шкідників. Вони особливо актуальні для деревини, органічних ізоляційних матеріалів та деяких полімерів.

- Грибкова та бактеріальна корозія – викликає гниття деревини, утворення пор і зниження механічної міцності.
- Дія комах та термітів – дерев’яні конструкції у вологому середовищі часто зазнають пошкоджень від шкідників.
- Біоплівки та мікроорганізми на бетоні – можуть змінювати кислотно-лужний баланс поверхні та прискорювати хімічну деградацію.

Взаємодія механізмів та комплексне старіння

У реальних умовах старіння матеріалів завжди комплексне. Наприклад:

- Металеві елементи, що піддаються вітровим навантаженням, пошкоджуються механічно, після чого тріщини стають шляхом для проникнення вологи та початку корозії.

- Дерев’яні конструкції, що постійно намокають, втрачають міцність, набухають і одночасно піддаються грибковому ураженню.
- Бетонні споруди, що контактують із кислотними дощами, піддаються хімічному розчиненню, а наявні мікротріщини сприяють швидшому руйнуванню арматури.

Тому сучасні матеріали та конструкції проектують з урахуванням усіх потенційних факторів старіння, застосовуючи захисні покриття, антикорозійні добавки, імпрегнацію та інші методи подовження експлуатаційного ресурсу.

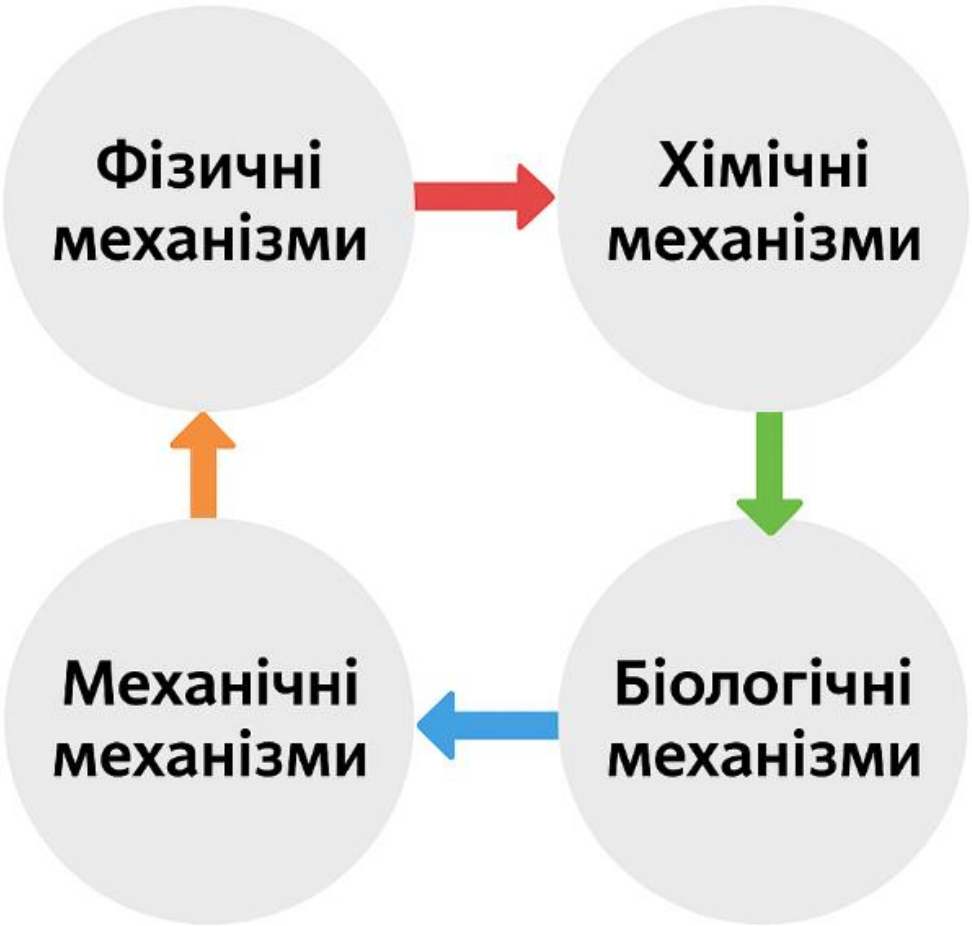


Рисунок 1.2 - Схема взаємодії фізичних, хімічних, механічних та біологічних процесів старіння

2 Вплив кліматичних умов на окремі групи будівельних матеріалів

2.1 Бетон і залізобетон: морозостійкість, корозія арматури, карбонізація

Бетон і залізобетон залишаються основними матеріалами для будівництва як житлових, так і інженерних споруд, проте їх поведінка під впливом природного середовища надзвичайно різноманітна. Одним із найскладніших чинників, що впливає на довговічність цих матеріалів, є клімат. Морози, цикли заморожування та відтавання, високі рівні вологості, інтенсивні опади і хімічна агресія середовища створюють серйозні випробування для бетону та арматури.

Морозостійкість — це здатність бетону витримувати багаторазові цикли заморожування та відтавання, зберігаючи міцність і структуру. У регіонах з суворими зимами ці процеси стають ключовим фактором старіння конструкцій. Коли вода в порах бетону замерзає, вона розширюється приблизно на 9%, створюючи внутрішні напруження. Навіть у добре ущільненому бетоні мікропори стають концентратами напружень, що з часом призводить до утворення тріщин. У процесі чергування мороз/відтавання ці мікротріщини ростуть, поверхневі шари бетону поступово сколюються, утворюючи відкриті канали для проникнення води, розчинів солей та агресивних іонів.

Особливу небезпеку становлять хлоридні солі та протиморозні реагенти, які використовуються для очищення доріг у зимовий період. Вони не лише роз’їдають поверхню бетону, але й прискорюють корозійні процеси в арматурі. Морозостійкість безпосередньо залежить від водоцементного співвідношення (чим воно нижче, тим менше пор і тим щільніший бетон), використання повітря-спінених добавок, які утворюють замкнуті повітряні бульбашки для компенсації розширення льоду, а також від режиму твердіння бетону та марки цементу. Дослідження показують, що у конструкціях із недостатньо щільним

бетоном тріщини можуть з’явитися вже після 20–30 циклів заморожування, що суттєво скорочує термін служби.

Корозія арматури. Залізобетонні конструкції особливо вразливі до корозії арматури. Сталь у бетоні зазвичай пасивізована через лужне середовище (високий pH ~12–13), проте проникнення води, а особливо води з хлоридами, руйнує цей захисний шар. Процес корозії підвищується у вологому кліматі, при наявності циклів заморожування/відтавання, в умовах частих дощів або в прибережних регіонах, де присутні морські аніони. Іржа, яка утворюється на арматурі, має більший об’єм, ніж сталь, що призводить до додаткових внутрішніх напружень у бетоні, появи тріщин і відшарувань поверхні. Внаслідок цього зменшується несуча здатність конструкції, погіршується водонепроникність, а руйнування прогресує у геометричній прогресії.

Особливу увагу слід приділяти товщині захисного шару бетону над арматурою та його щільності. Для критичних елементів товщина шару має бути не менше 25–30 мм, а щільний бетон з низьким водоцементним співвідношенням суттєво уповільнює корозійні процеси. Додатково застосовуються антикорозійні покриття, спеціальні марки сталі (наприклад, нержавіюча або арматура з епоксидним покриттям), що значно продовжують експлуатаційний термін конструкцій.

Карбонізація бетону

Карбонізація — це хімічний процес взаємодії вуглекислого газу (CO_2) з гідроксидом кальцію в бетоні з утворенням карбонату кальцію ($CaCO_3$). В результаті цього знижується лужність бетону, руйнується пасивний шар навколо арматури, і сталь стає вразливою до корозії. Кліматичні умови безпосередньо впливають на швидкість цього процесу: помірна температура та постійна вологість значно прискорюють проникнення CO_2 у пори бетону. Регулярне зволоження, дощі або сніг із подальшим відтаванням посилюють карбонізацію і, відповідно, підвищують ризик корозії арматури навіть у щільному бетоні.

Карбонізація часто взаємодіє з іншими процесами старіння: тріщини від морозостійких циклів стають каналами для проникнення вологи та газів, що прискорює хімічне старіння матеріалу. Навіть конструкції, які на перший погляд зберігають свою міцність, з часом можуть стати небезпечними без регулярного контролю та профілактики.

Взаємозв’язок кліматичних факторів

Цікаво, що ці процеси тісно переплітаються. Морозостійкість безпосередньо впливає на появу тріщин і пор, через які легше проникають вода і солі, що підсилюють корозію арматури. Карбонізація зменшує хімічний захист сталі, що робить арматуру вразливою навіть при незначній вологості. Таким чином, клімат впливає на бетон і залізобетон комплексно: механічні пошкодження, хімічне старіння та корозія взаємно підсилюють один одного, скорочуючи термін служби конструкцій і вимагаючи комплексних заходів захисту.

Практичні приклади

- У холодних регіонах, наприклад у Скандинавії або Канаді, дослідження показали, що незахищений бетон починає втрачати міцність через 15–20 років експлуатації, тоді як при застосуванні повітря-спінених добавок і контролі w/c термін служби збільшується до 50 років.
- У прибережних зонах, де присутні хлориди, без захисту арматури утворюються тріщини вже через 5–10 років, особливо у спорудах із великою кількістю циклів заморожування/відтавання.
- У помірному кліматі карбонізація може стати критичною через 30–40 років, якщо бетон недостатньо щільний або поверхня не оброблена водовідштовхувальними покриттями.



Рисунок 2.1 – вплив кліматичних умов на бетон і залізобетон

2.2 Метали та сплави: атмосферна корозія та методи захисту

Метали і сплави – це матеріали, які здаються вічними, особливо коли дивишся на величезні сталеві конструкції мостів, висотні каркаси будівель чи кораблі, що роками борознять океани. Але насправді метал “живе” разом із навколишнім середовищем, і його взаємодія з погодними умовами – постійний, складний і непомітний на перший погляд процес. Атмосферна корозія – це не просто іржа на металевій поверхні, це своєрідна хімічна війна металу з навколишнім середовищем, де волога, кисень, солі, забруднення та температура виступають головними союзниками руйнування.

Уявімо залізну балку на відкритому повітрі. Спочатку вона сяє, відбиваючи сонячне світло, здається, що вона вічна. Але вже перший дощ залишає тонкий шар води на її поверхні. Цей шар стає електролітом: атоми заліза віддають електрони, взаємодіють з киснем та водою, утворюючи іржу.

Спершу вона тонка, червонувата, майже декоративна, але з часом шар стає пухким, легко відшаровується, оголюючи свіжий метал, і процес повторюється знову і знову. Кожна крапля дощу, кожен туманний ранок прискорюють цей процес.

Якщо додати до цього фактори прибережних районів – солоність повітря – корозія починає розвиватися лавиноподібно. Іони хлору у солі порушують цілісність захисного оксидного шару, і залізо буквально «роз'їдає» сама морська вода. Сіль — це не просто хімічний подразник, вона створює ідеальний електроліт для окислювальних процесів. Тому кораблі, металеві опори мостів, каркаси прибережних будівель потребують спеціального захисту.

Алюміній виглядає інакше. Він створює тонкий, щільний оксидний шар, який пасивує поверхню, практично «самозаліковується» при невеликих ушкодженнях. Але навіть він не всесильний: в умовах морського клімату або при дії лугів оксидний шар може руйнуватися локально, утворюючи точкові порушення, які з часом можуть проростати у глибші руйнування.

Мідь і бронза – інші цікаві приклади. На дахах старих будівель ми бачимо зелену патину, яка насправді є захисним шаром, що сповільнює корозію. Але якщо метал піддається дії сірчаних і азотних сполук у промислових районах, ця патина може сама стати агресивною. Вона починає руйнувати поверхню, і метал втрачає свою міцність.

Нержавіючі сталі здаються ідеальним рішенням: їхній хромовий пасивний шар здатний роками захищати метал. Але локальні пошкодження, наявність хлоридів або високих концентрацій кислотних опадів можуть призвести до точкової корозії – маленькі "виразки" на поверхні, що непомітні на перших етапах, але поступово поширюються і можуть серйозно зменшити міцність конструкції.

Кліматичні умови грають надзвичайно різнобарвну роль. Висока температура прискорює хімічні реакції і електрохімічні процеси, низька – викликає цикли заморожування і відтавання, що буквально розриває метал зсередини. Вологість утворює на поверхні металу тонкий водяний шар, який

стає провідником для іонів і прискорює корозійні процеси. Дощ, роса, туман і сніг — все це каталізатори, які змушують метал «працювати» проти себе.

Захист металу – це не тільки фарба чи покриття, це ціла наука. Використання фарб, порошкових покриттів, антикорозійних емалей – перший і найпоширеніший бар'єр. Гальванічне покриття, наприклад цинкування, не лише захищає метал механічно, але й електрохімічно, рятуючи конструкцію, якщо основний метал піддається агресивному середовищу. Катодний захист, використання жертвованих анодів – ще один спосіб "відволікти" корозію, щоб не вразила основний метал.

Інженери також використовують хитрий підхід: вибір матеріалів для конкретних умов. Там, де можливо, застосовують корозійностійкі сплави, нержавійку, алюмінієві сплави, бронзу. А у місцях з підвищеним ризиком – локальні покриття, герметизація стиків, спеціальні конструктивні ухили для стоку води.

Обслуговування і регулярний контроль – ще один невід'ємний аспект захисту. Навіть найстійкіший метал не витримає тривалого контакту з пилом, сіллю і реагентами, якщо його не очищати, не відновлювати пошкоджене покриття, не оглядати вузли і стики. Інженери постійно ведуть цю невидиму боротьбу: спостерігають, чистять, відновлюють, щоб метал служив довго і надійно.

Якщо уявити все як схему, то можна побачити, що кліматичні фактори – вологість, температура, забруднення, солі – "тиснуть" на метал, запускаючи хімічні реакції, а методи захисту – покриття, катодний захист, пасивація – протистоять цьому натиску, як щит. І від того, наскільки ефективно ці два світи балансують один одного, залежить тривалість життя металевої конструкції.

Навіть найміцніший метал – це живий матеріал у постійному контакті з природою. Кожна крапля дощу, кожна порція пилу або солі – це маленький виклик, на який метал реагує. І лише правильне поєднання матеріалу, конструктивних рішень, покриттів та обслуговування дозволяє йому протистояти цьому виклику роками, а іноді й десятиліттями.

Кліматичні фактори

│

├─ Вологість

│ └─ Створює водяний шар на поверхні металу → прискорює електрохімічну корозію

│

├─ Температура

│ └─ Висока → прискорює хімічні та електрохімічні процеси

│ └─ Низька → цикли заморожування/відтавання → механічне руйнування захисного шару

│

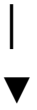
├─ Забруднення повітря

│ └─ Сірчані та азотисті сполуки → кислотні опади → прискорюють корозію

│

└─ Солі та хлориди

└─ Морське повітря або реагенти проти ожеледі → утворюють електроліт на поверхні металу



Атмосферна корозія

│

├─ Залізо та вуглецева сталь → утворюється іржа ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$), пухкий шар → подальше руйнування

├─ Алюміній → щільний оксидний шар (Al_2O_3), пасивує поверхню, але у морському кліматі можливі локальні пошкодження

├─ Мідь і бронза → утворюють захисну патину ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$), у промислових районах можлива ерозія

└─ Нержавіюча сталь → пасивний хромовий шар, локально може

виникати точкова корозія

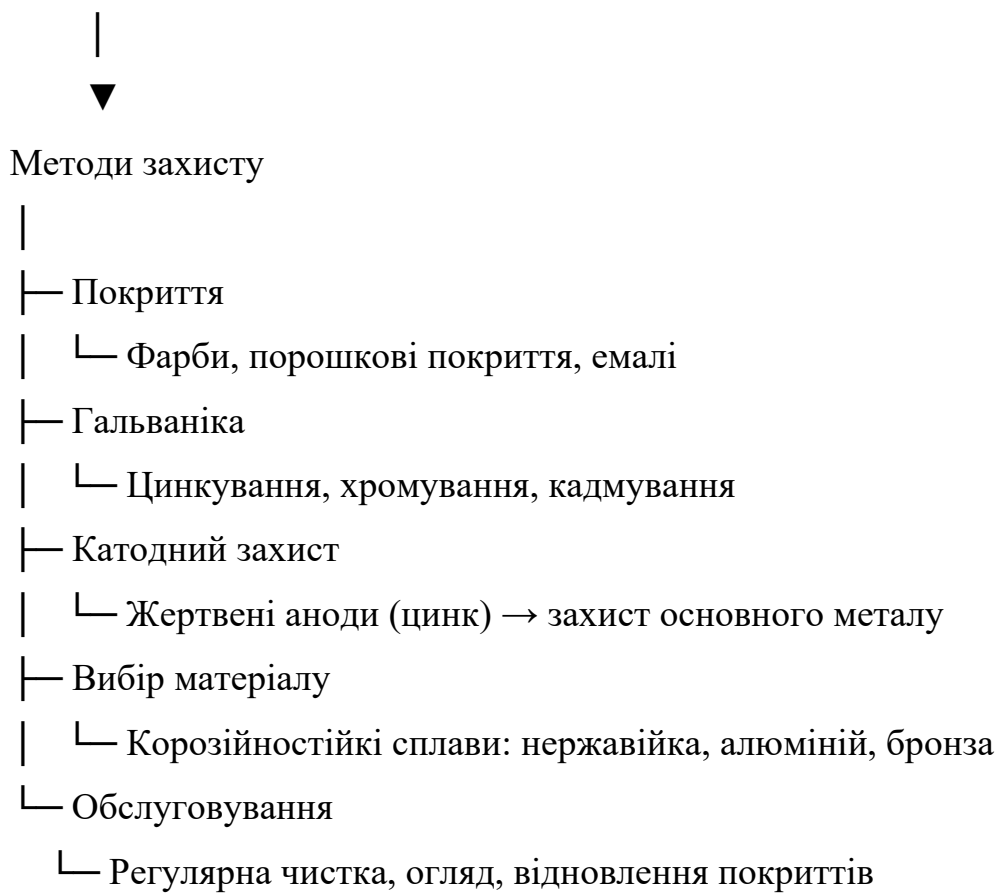


Рисунок 2.2 - Схема впливу кліматичних факторів

2.3 Деревина: вологісні деформації, біологічна стійкість

Деревина — це не просто будівельний матеріал, це живий органічний матеріал, який постійно взаємодіє з навколишнім середовищем. На відміну від металів чи бетону, деревина «відчуває» погоду, реагує на вологість і температуру, дихає і пристосовується до змін клімату. Її структура — це тонка мережа клітин, що містять воду, клітковину і лігнін, і саме ця структура визначає, як дерево буде поводитися у різних умовах.

Вологісні деформації. Найперший і найпомітніший вплив клімату на деревину — це вологість. Дерево має здатність поглинати вологу з повітря або віддавати її, реагуючи на зміни зовнішніх умов. Коли деревина насичується вологою, її клітини розширюються — вона розбухає. Коли дерево висихає, клітини стискаються — деревина усихає. Це явище називають гігроскопічними деформаціями.

Вологісні коливання призводять до деформацій у трьох напрямках: поздовжньому, радіальному і тангенціальному. Поздовжні зміни мінімальні, а ось радіальні та тангенціальні — значні. Саме через них дошки «крутяться», балки можуть викривлятися, а між елементами з’являються щілини. Особливо чутливі до цього хвойні породи, у яких структура клітин більш пориста і водопроникна.

Наприклад, дерев’яна підлога, укладена без урахування сезонної вологості, вже через кілька місяців може покритися щілинами взимку або деформуватися влітку, коли повітря більш вологе. Балки і стіни на відкритому повітрі зазнають тих самих процесів, але масштаб їх деформації може бути значно більшим. Тому будівельники завжди враховують, що деревина «живе» і розраховують зазори, кріплення та обробку з урахуванням змін вологості.

Крім розмірних змін, волога впливає на механічні властивості деревини. Суха деревина стає крихкішою, менш еластичною, а надмірно волога — м’якою, втрачає міцність на стискання і вигин. Це особливо важливо для несучих конструкцій, де баланс між вологою і міцністю визначає довговічність будівлі.

Біологічна стійкість. Деревина — живий матеріал, і її контакт з навколишнім середовищем робить її уразливою до мікроорганізмів, грибків, цвілі і комах. Висока вологість і тепло створюють ідеальні умови для розвитку біологічних агентів. Грибки починають руйнувати клітинні стінки деревини, розкладаючи лігнін і целюлозу, що призводить до гниття і втрати міцності. Комахи, такі як терміти або жукі-ксилофаги, прогризають деревину, залишаючи порожнини і підточуючи структуру.

Різні породи деревини мають різну природну стійкість. Дуб, модрина, акація і тик містять природні смоли та таніни, що відлякують шкідників і сповільнюють розвиток грибків. Хвойні породи більш уразливі до гниття та цвілі, особливо у вологих кліматичних умовах. Навіть тверді породи, які використовуються у відкритих конструкціях, вимагають додаткового захисту у регіонах з високою вологістю.

Вологість і температура визначають швидкість біологічного руйнування. У тропічних регіонах, де середньорічна вологість перевищує 70–80% і температура стабільно висока, деревина без обробки може втратити міцність за кілька років. У помірних кліматах процес йде повільніше, але і тут відсутність захисту призводить до появи цвілі, грибків і поступового ослаблення конструкцій.

Взаємодія вологи і біологічного руйнування. Цікаво, що вологість не лише викликає механічні деформації, а й сприяє біологічному руйнуванню. Волога деревина стає сприятливим середовищем для грибків, бактерій і комах. Якщо дошка розбухла через дощ, це вже створює сприятливі умови для біологічної активності. Тому деревина під відкритим небом або в приміщеннях без контролю вологості зазнає подвійного впливу: механічного (деформації) та біологічного (гниття).

Методи підвищення стійкості деревини

Щоб знизити вплив клімату, деревину піддають різним способам обробки:

1. Сушка — зменшення вологості деревини до стабільного рівня, що знижує ризик розтріскування і деформацій.
2. Хімічна обробка — антисептики і біоциди, які захищають від грибків і комах. Вони проникають у клітини деревини, створюючи бар’єр для мікроорганізмів.
3. Термічна обробка — вплив високою температурою зменшує гігроскопічність деревини, стабілізує її розміри та підвищує стійкість до біологічного руйнування.

4. Покриття — лак, масло, фарба або спеціальні просочення, що створюють зовнішній бар’єр проти вологи і шкідників.
5. Комбіновані методи — наприклад, термічна обробка з нанесенням антисептичного покриття дає подвійну захисну дію: зменшення деформацій і підвищення біостійкості.

Приклади реального впливу. Уявімо дерев’яну терасу на відкритому повітрі. Влітку, коли повітря вологе і тепло, дошки розбухають, трохи «пружинять» під ногами. Взимку, коли повітря сухе, дошки стискаються, між ними утворюються щілини. Без обробки деревина стає живим середовищем для цвілі та грибків. Якщо тераса виготовлена з термічно обробленої модрини і покрита антисептичним лаком, ці зміни будуть мінімальними, а конструкція прослужить десятки років.

У будівництві дерев’яних дахів, стін і перекриттів важливо враховувати сезонні коливання вологості. Крім того, правильне проектування вентиляції, захист від дощу та прямих опадів, а також періодичне обслуговування значно продовжують строк служби дерев’яних конструкцій.



Рисунок 2.3 - Деревина: вологісні деформації, біологічна стійкість

2.4 Полімери та композитні матеріали: вплив УФ-випромінювання та температурних змін

Полімери та композитні матеріали все ширше застосовуються в будівництві завдяки їхнім легкості, високій міцності, хімічній стійкості та можливості формування складних конструкцій. Проте, на відміну від металів та бетону, вони особливо чутливі до кліматичних факторів. Серед них головну роль відіграють ультрафіолетове (УФ) випромінювання, температурні коливання, вологість, опади та агресивні хімічні компоненти повітря. Ці фактори безпосередньо впливають на хімічну структуру полімерів, механічні характеристики композитів та довговічність конструкцій загалом.

1. Вплив ультрафіолетового (УФ) випромінювання

УФ-випромінювання сонця призводить до фотодеградації полімерів, тобто до розриву макромолекул у поверхневих шарах матеріалу. Цей процес супроводжується зміною кольору, зниженням міцності та еластичності, утворенням тріщин і поступовою крихкістю поверхні.

Механізми фотодеградації:

- Розрив макромолекул (chain scission): УФ-фотони викликають руйнування довгих ланцюгів полімерів, зменшуючи молекулярну масу та міцність матеріалу.
- Окислювальна деградація: Під дією кисню повітря утворюються пероксиди та кетони, що роблять матеріал більш ламким.
- Фотохромні зміни: Полімери втрачають первинний колір, часто набуваючи жовтуватого або сірого відтінку.

Приклади полімерів і композитів:

- Поліетилен (PE) та поліпропілен (PP): швидко стають ламкими при тривалому впливі УФ; на поверхні з’являється «корка», що кришиться.

- Полікарбонат (PC) та акрил (PMMA): прозорі матеріали жовтіють, з’являються тріщини, зменшується прозорість – критично для дахів, вікон та світлових конструкцій.
- Епоксидні та поліефірні композити: руйнується матриця, порушується зв’язок між армуючими волокнами та матрицею, що знижує механічну міцність.

Захист від УФ-випромінювання:

- УФ-стабілізатори (хімічні добавки, що поглинають УФ).
- Лаки та плівки з УФ-захистом.
- Покриття наночастинками оксиду титану чи цинку, що блокують фотонну енергію.

2. Вплив температурних змін

Полімери та композитні матеріали дуже чутливі до температурних коливань. Їхні властивості сильно залежать від термопластичності, склоподібного переходу (Tg) та кристалічності матеріалу.

Основні ефекти температурного впливу:

- Термічне старіння: при високих температурах активуються окислювальні та ланцюгові реакції в матриці, що знижує міцність і еластичність.
- Циклічне розширення і стиснення: викликає внутрішні напруження, мікротріщини та поступову деламінацію у композитах.
- Зміни механічних властивостей: при низьких температурах термопластику стає крихкою; при високих – надмірно пластичною, що призводить до деформацій або провисання конструкцій.

Приклади:

- Поліетилен високої щільності (HDPE): при морозах стає ламким; при спекотному сонці деформується, втрачаючи форму.
- Епоксидні композити з армуванням скловолокном: деламінація через термічні цикли від –30°C до +60°C.

- Полікарбонатні панелі: можуть розширюватися до 2–3 мм на 1 м довжини при високих температурах, що потрібно враховувати при кріпленні.

3. Взаємодія УФ та температури (синергетичний ефект)

В реальних умовах матеріали піддаються одночасній дії УФ та температурних коливань. Ці фактори підсилюють один одного:

- Мікротріщини, що виникають через термічні цикли, сприяють проникненню кисню та вологи, що прискорює фотодеградацію.
- Зміни кольору поверхні (наприклад, пожовтіння) збільшують поглинання сонячного тепла, що ще більше нагріває матеріал і активує термічне старіння.
- Комбінація УФ та температурних циклів може зменшувати механічну міцність полімерів у 2–5 разів швидше, ніж вплив лише одного фактора.

4. Вплив вологи та агресивних середовищ (доповнення)

Полімери та композити часто взаємодіють з атмосферною вологістю:

- Водопоглинання у деяких композитів (особливо на основі натуральних волокон) призводить до набухання, мікротріщин та зниження адгезії матриці і армуючих волокон.
- Агресивні середовища (кислоти, луги, сольові розчини) прискорюють хімічну деградацію матриці.

5. Практичні наслідки для будівництва

1. Скорочення терміну служби: без захисних заходів полімерні та композитні конструкції можуть втратити до 50% своєї міцності протягом 5–10 років експлуатації на відкритому повітрі.
2. Проблеми з естетикою: пожовтіння, тріщини, зморщування поверхні.
3. Порушення геометрії конструкцій: термічні деформації та деламінація можуть призвести до провисання панелей, розбіжності стиків та порушення герметичності.

4. Необхідність захисних технологій: лаки, плівки, стабілізатори, правильний підбір матеріалів відповідно до кліматичної зони, передбачення температурних зазорів та вентиляційних каналів.

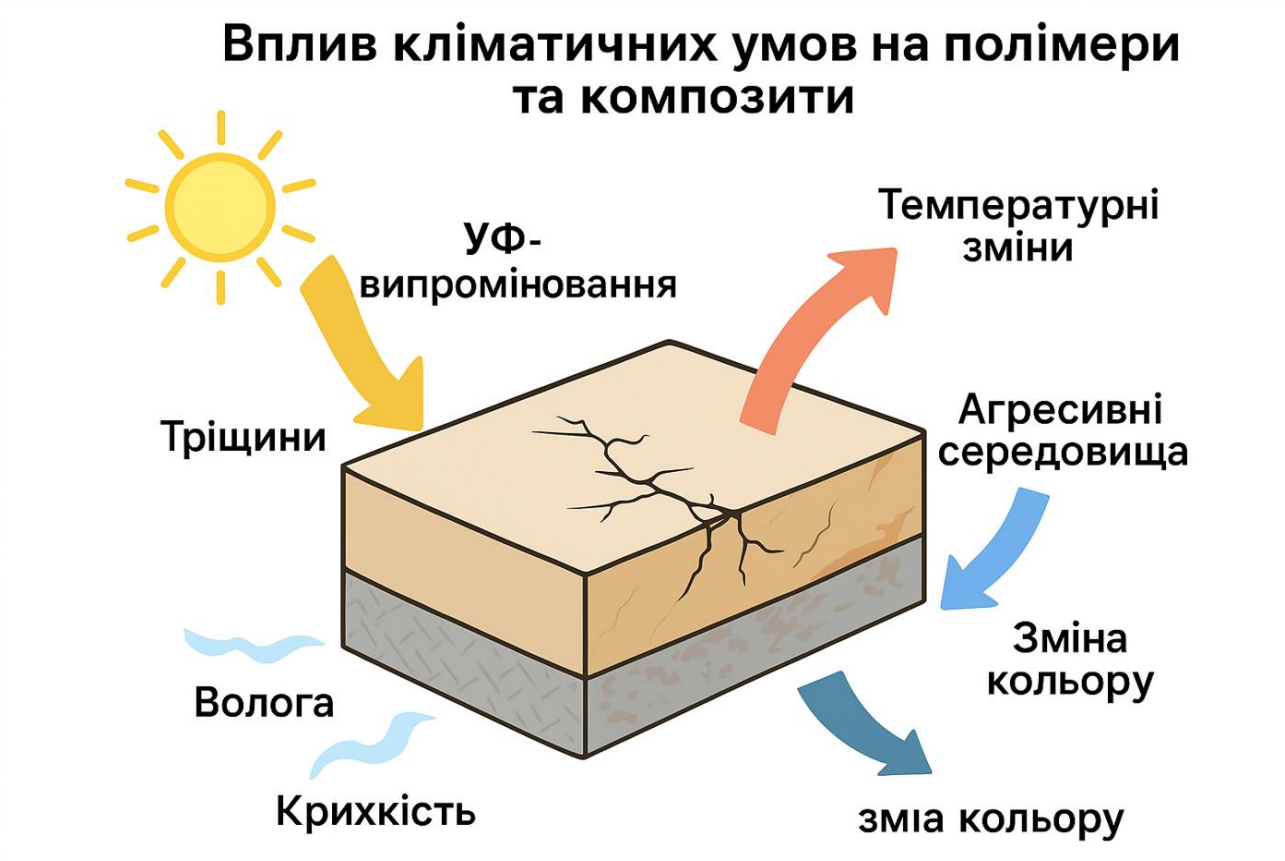


Рисунок 2.4 - Схема впливу УФ, температури, вологи та агресивних середовищ на полімери та композити

3 Технологічна карта на улаштування фасаду теплоізоляційно-опоряджувальною системою «БАУМІТ»

3.1 Пошарова специфікація системи та організація і технологія виконання робіт по улаштуванню скріпленої теплоізоляції Baumit

Технологічна карта розроблена для влаштування зовнішньої скріпленої теплоізоляції будівлі з використанням мінераловатних плит товщиною, визначеною проектом. В якості декоративного шару передбачено нанесення силіконової штукатурної суміші Baumit SilikonTop 1.5K (зерно 1,5 мм), з подальшим нанесенням декоративної штукатурки Baumit CreativTop Fine та фарбуванням фасадною фарбою Baumit NanoporColor. Тонування виконують згідно з колекцією кольорів Baumit «LIFE».

Розробка технологічної карти здійснена відповідно до вимог пункту 5.8 ДСТУ В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками». Мінераловатні плити приклеюють суцільним способом (тип К.1) відповідно до пункту 12.3.4 ДСТУ В.2.6-36:2008. Для даного об’єкту погоджено використання периметрально-маякового способу згідно з європейськими нормами ETAG-004 «Guideline for European technical approval of external thermal insulation composite systems with rendering».

Технологічна карта передбачає використання системи скріпленої зовнішньої теплоізоляції Baumit відповідно до ТУ У В.2.7-21685172.002-2001. Виконання зовнішньої теплоізоляції з подальшим оздобленням фасаду забезпечує відповідність мікроклімату внутрішніх приміщень, зменшення витрат енергії, стабілізацію теплового режиму, швидке прогрівання в опалювальний сезон і охолодження влітку, зменшення деформацій конструкцій та захист від корозії, а також архітектурно-естетичне оформлення фасаду.

Технологічна карта розроблена для утеплення та оздоблення зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі, що експлуатується в умовах помірного клімату (група У1 за ГОСТ 15150). Роботи виконуються із застосуванням сухих будівельних сумішей і пастоподібних матеріалів при температурі від +5°С до +30°С.

До складу робіт належать:

- Підготовка поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій;
- Приготування та нанесення клейової суміші Baumit ProContact для приклеювання плит утеплювача;
- Дублювання деформаційних швів і закріплення плит утеплювача тарілковими дюбелями;
- Армування кутів і торців будівлі захисними профілями Baumit та склосіткою Baumit StarTex;
- Нанесення вирівнюючого та гідрозахисного армуючого шарів шпаклювальної суміші;
- Ґрунтування поверхні гідрозахисного шару сумішшю UniPrimer;
- Штукатурення фасаду силіконовою декоративною штукатуркою Baumit SilikonTop, нанесення декоративного шару Baumit CreativTop Fine та фарбування Baumit NanoporColor у два шари;
- Кріплення металевих відливів у нижній частині віконних отворів;
- Герметизація місць примикання теплоізоляційного матеріалу до віконних та дверних блоків поліуретановими герметиками.

Ця технологічна карта забезпечує комплексний підхід до утеплення та декоративного оформлення фасаду, гарантує довговічність та енергоефективність будівлі в умовах помірного клімату.

Роботи по улаштуванню скріпленої теплоізоляції рекомендується виконувати з риш- тувань, захищених сіткою або самопід'ємних будівельних люльок. [24]

Контроль якості робіт по утепленню фасаду будівлі здійснюється згідно ДБН В.2.6- 22.2002 «Улаштування покриттів із застосуванням сухих

будівельних сумішей», ДСТУ В.2.6- 36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатур- ками» і технологічної карти

Скріплена теплоізоляція є конструктивною частиною будівлі і представляє багатошарову систему, склад якої відображено на Рисунок 3.1

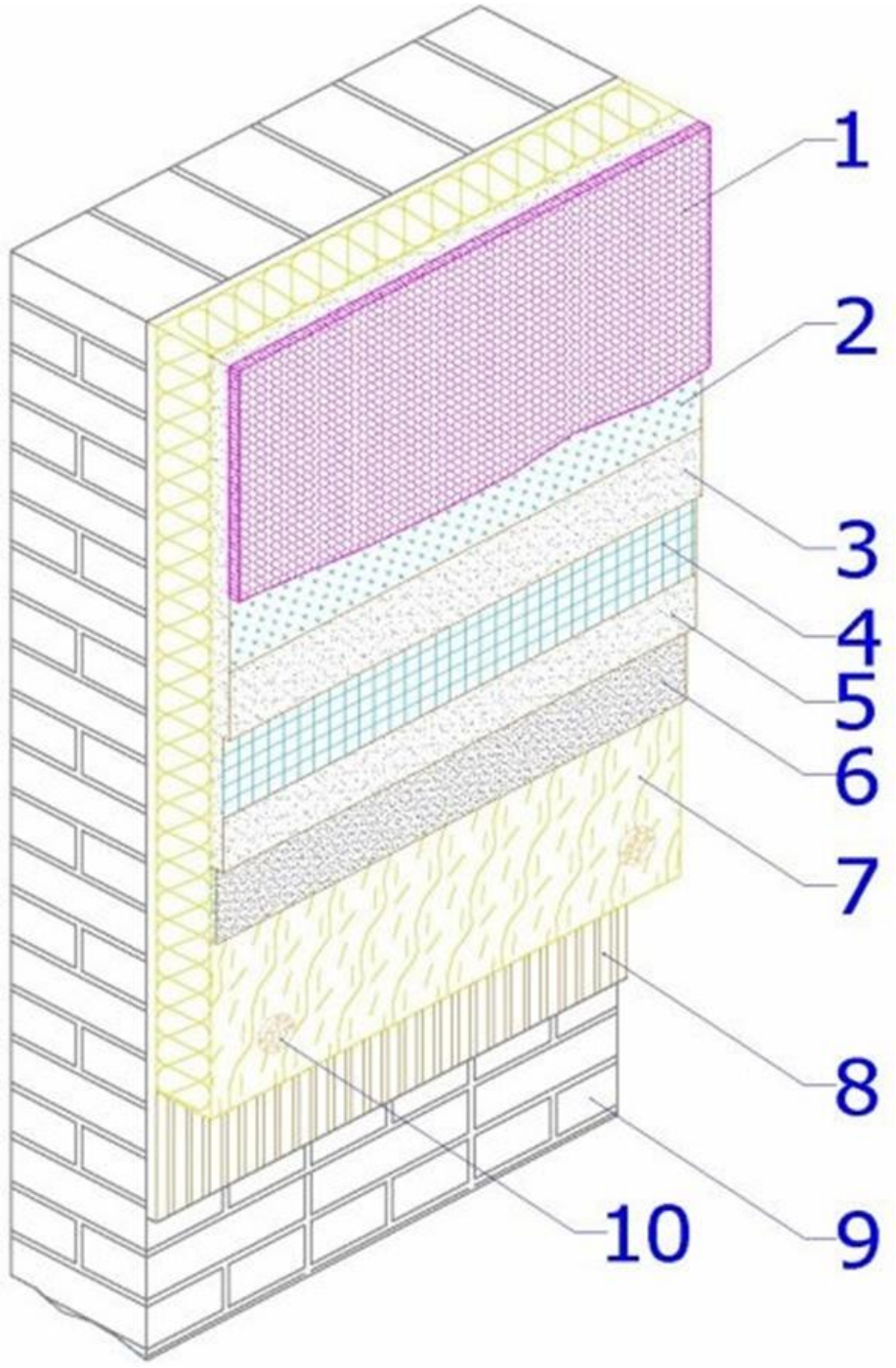


Рисунок 3.1 - Схема закріплення системи теплоізоляції Baumit на поверхні зовнішньої стінової конструкції

Пошарова специфікація і середні витрати

1. Шар силіконової декоративної штука- турки Baumit SilikonTop 1.5К – 2.5 кг/м², шар декоративної штукатур- ки Baumit CreativTop Fine – 3,5-3,8 кг/м², з подальшим фарбуванням фарбою Baumit NanoporColor в два шари – 0.5 кг/м²;

2. Універсальна ґрунт-фарба Baumit UniPrimer – 1 шар (витрати ~0,3 кг/м²);

3. Друге нанесення захисного шару Baumit ProContact товщиною 1-2 мм, загальна товщина гідрозахисного шару повинна становити 3-4 мм (~5 кг/м²);

4. Прокладена в гідрозахисному шарі лугостійка склосітка Baumit StarTex – 1,35 м²/м² поверхні;

5. Перше нанесення гідрозахисного шару Baumit ProContact товщиною 2 мм;

6. Контактний шар Baumit ProContact, товщиною 1-2 мм (для мінераловатних плит) – ~2 кг/м²;

7. Утеплювач мінераловатний марки НЖ (напівжорсткий), товщиною 100 мм (~0,107 м³/м²);

8. Клейовий шар Baumit ProContact для приклейки теплоізоляційних плит до поверхні зовнішніх стінових конструк- цій, товщиною 2-10 мм (~5 кг/м²);

9. Зовнішня стінова конструкція – залізо- бетонний каркас із заповненням газо- бетонними блоками, які укладені врі- вень із залізобетонним каркасом із попередньою обробкою глибокопро- никною ґрунтовкою Baumit Grund (~0,3 кг/м²);

10. Дюбелі фасадні тарілкові

Виходячи з досвіду реального виконання робіт, перевитрати можуть складати до 20% від розрахункових.

Організація виконання робіт.

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 і балконів;

в) огородження всіх конструктивних елементів, що виступають за площину фасаду буді-

влі;

г) закладення всіх отворів на фасаді будівлі для проходження інженерних мереж і кому-

нікацій;

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

Улаштування конструкції із фасадною теплоізоляцією класу А (тобто опорядженних штукатурками або дрібно-штучними виробами згідно ДСТУ Б В.2.6-36:2008) слід виконувати в такій послідовності:

– встановлення риштувань та підіймально-транспортного обладнання;

– огляд (за необхідності – детальне обстеження) технічного стану огороджувальних конс- трукцій фасадів будівлі;

– підготовка поверхні стіни і цоколя до виконання робіт з утеплення (очищення, ґрунтуван- ня, вирівнювання в разі потреби), встановлення профільних елементів кріплення по пе- риметру цоколя будівлі;

– розкладення механічно фіксуючих елементів кріплення та/або приготування клейової суміші;

– визначення місць деформаційних швів та їх улаштування;

– нанесення клейової суміші на поверхню плит утеплювача;

– закріплення плит теплоізоляційного матеріалу на поверхні стіни за допомогою клейової суміші та/або механічно фіксуючих елементів;

– приготування та нанесення захисного шару по теплоізоляційному шару із втепленням 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 шару (за потреби) та герметизація місць примикання плит утеплювача до ві- конних, дверних та ворітних блоків, парапету та цоколю, а також інших виступаючих елементів фасаду;

– встановлення відливів на вікнах та нанесення другого захисного шару;

– нанесення адгезійного ґрунтувального шару покриття;

– нанесення декоративно-захисного шару.

Огляд і обстеження об'єкту.

Під час огляду (детального обстеження) технічного стану огороджувальних конструкцій 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 ін- шого походження на поверхні стіни, цоколю та парапету з контурними розмірами понад 10 мм.

За результатами огляду (детального обстеження) складається акт, розраховуються об- сяги робіт із підготовки поверхонь стін до 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 класу А (тобто опоряджених штукатурками або дрібно-штучними виробами згідно ДСТУ Б В.2.6-36:2008) із застосуванням клеїв виконують за температури навколишнього середовища вище +5 °С

Таблиця 3.1 - Вимоги до поверхні основи

Технічні вимоги	**Граничні відхи-лення**	**Метод і об'єм контролю**
Допустимі відхилення поверхні осно-ви по горизонталі і вертикалі	**±10 мм**	Вимірювальний при допомозі двометрової рейки і набору шуру-пів. Не менше п'яти вимірів на ко-жні 100 м² поверхні.
Число нерівностей плавного окрес-лення відхилення яких складають **до ±10 мм** на довжині 2 м	**не більше 2**	Вимірювальний при допомозі двометрової рейки і набору шру-пів. Не менше п'яти вимірів на ко-жні 100 м² поверхні.
Допустима вологість основи із нізд-рюватих блоків перед нанесенням ґрунтовки не повинна перевищувати	4 %	Вимірювальний при допомозі во-логомірів. Не менше двох вимірів на кожні 100 м² поверхні констру-кції.

Підготовка поверхні стіни та цоколя до виконання робіт проводиться відповідно до фактичного стану конструкції. Незначні тріщини та западини до 2 мм включно очищають металевою щіткою від залишків розкришеного матеріалу. Западини розміром до 10 мм після очищення ґрунтують і вирівнюють розчинами на основі сухих будівельних сумішей групи РМ 2 згідно з класифікацією ДСТУ-П Б В.2.7-126. Виступи висотою понад 10 мм усувають за допомогою ручного електроінструменту.

Якщо дефекти на поверхні стіни невеликі, їх усувають ручними інструментами – зубилом, кайлом, скарпелем тощо. Западини глибиною понад 10 мм після очищення від розкришеного матеріалу та забруднень заповнюють розчинами на основі сухих будівельних сумішей групи РМ 1 відповідно до класифікації ДСТУ-П Б В.2.7-126.

Таблиця 3.2 - Види, способи та використовувані матеріали щодо підготовки поверхні стіни

Вид підготовки	Спосіб підготовки та використовувані матеріали
1 Очищення від пухких про-дуктів корозії	Обробка поверхні піскоструминним чи дробоструминним методом. Як абразивний матеріал рекомендується застосовувати пісок або дріб розміром 0,75 мм — 1,2 мм. При невеликих обсягах робіт поверхню слід очищати 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_2CO_3, тринатрій- фосфат — Na_3PO_4, пірофосфат натрію -$Na_4P_2O_7$, триполіфосфат натрію — $Na_3PO_4 \cdot 2NaPO_3$. Як ПАР рекомендується використовувати неіоногенні ПАР (ОП-7, ОП-10), що являють собою продукти оксиетилювання моно- і діалкілфенолів. Роз- чини солей мають бути від 4 % до 5 % концентрації. При приготуванні рекоменду- ється додавати до них не більше як 1 % ПАР. Обробка органічними розчинниками. Для знежирення рекомендується застосовувати такі розчинники, як трихлоретилен – $CHCl = CCl_2$, перхлоретилен – $CHCl_2 = CCl_2$, уайт-спірит. У разі обробки мокрих і вологих поверхонь до хлорованих вугле- воднів рекомендується додавати аміак, триетаноламін або уротропін. Обробка емульсійними сумішами, до складу яких входять органічні розчинники, вода і ПАР. Очищення від плям мастил, які не висихають. Обмазування плям жирною глиною
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 проми- ванням 4 % розчином гідрооксиду натрію NaOH
6 Очищення від водних і неводних плям	Обробка скребками (при невеликих обсягах робіт). Обробка піскоструминним апа- ратом (при великих обсягах робіт). Обробка органічними та неорганічними рідинами для змивання з наступним очи-щенням механічним способом. З лужних сумішей рекомендується використовувати розчинені у воді гідрооксиди лужних металів, до яких додають прискорювач. Як прискорювач рекомендується використовувати трипропіленгліколь або його суміш із монофеніловим ефіром етиленгліколю. Вміст прискорювача в суміші — від 1 % до 10 % (за масою). Для видалення епоксидних і поліуретанових покриттів рекомен- дується використовувати суміші на основі неорганічних кислот з наступним проми- ванням 4 % розчином гідрооксиду натрію — NaOH. Для виведення олійних фарб рекомендується використовувати сухі будівельні суміші на основі органічних роз- чинників
7 Очищення від бруду	Обдування стисненим повітрям.Піскоструминна обробка. Промивання розчином карбонату натрію – Na_2CO_3.Промивання водою з додаванням ПАР
8 Виведення з поверхні слі-дів очищувальних сумішей	Механічне очищення. Промивання водою. Обдування стисненим повітрям
9 Сушіння поверхні (вико-нується 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

Після підготовки поверхні стіни та цоколя та влаштування передбачених проектом деформаційних швів виконують закріплення плит утеплювача у спосіб і терміни, зазначені в технологічній карті. Для збірних систем класу А (ДСТУ Б В.2.6-36:2008) застосовують плитні теплоізоляційні матеріали визначеного ступеня жорсткості та вогнестійкості, які відповідають проектним рішенням і вимогам стандарту.

Перед наклеюванням клей наносять безпосередньо на плиту утеплювача відповідно до п. 4.2.3 ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Тип склеювання обирають залежно від стану поверхні:

- суцільний (тип К.1) – якщо поверхня стіни рівна;
- периметрально-маяковий (тип К.2) – при нерівностях від 5 мм до 10 мм.

Для мінераловатних плит за стандартом застосовується лише тип К.1, проте для даного об’єкту за європейськими нормами ETAG-004 погоджено використання периметрально-маякового способу при нерівності стін 5–10 мм. Щілини між плитами не повинні перевищувати 2 мм; у разі більшого зазору їх заповнюють смужками з матеріалу утеплювача.

Після закріплення теплоізоляційного шару наноситься захисний шар із зануреною армувальною сіткою з лугостійкого скловолокна у два етапи:

1. Перший шар клейового (гідроізоляційного) покриття товщиною 1–2 мм із зануреною склосіткою;
2. Другий вирівнюючий або захисний шар (за потреби) з високоадгезійним ґрунтовим покриттям, що відповідає типу декоративного шару.

Для тонкошарових штукатурок товщина захисного покриття – не менше 3 мм, для фарб – не менше 5 мм. Герметизацію примикань плит утеплювача до віконних, дверних та ворітних блоків виконують поліуретановими герметиками.

Вертикальні ребра примикань на першому поверсі та біля прорізів дверей на верхніх поверхах зміцнюють перфорованими кутиками 25×25×0,5 мм, які вдавлюють у ще свіжий клейовий шар із наступним ґрунтуванням. Кінцівки армувальної склосітки, що втоплені до кутів фасаду, накладають на кутики зі

складкою шириною не менше 100 мм. Нижній край теплоізоляційного шару на цоколі закріплюють аналогічним кутовим профілем.

Армувальну склосітку утоплюють у захисне покриття зверху вниз із нахлестом полотен приблизно 100 мм. На поверхню фундаменту після закріплення плит і сітки наносять гідроізоляційний шар: 2,5–3,5 мм суміші групи Г І1 або 1,5–2 мм – групи Г І2. При необхідності утеплення нижче рівня ґрунту додатково наносять гідроізоляційний шар товщиною 1–1,5 мм з армуючою склосіткою. Через 5 діб додатковий шар засипають гідроізоляційною сумішшю групи Г І1 або Г І2 і після затвердіння котлован засипають і ущільнюють ґрунтом.

Декоративне опорядження фасаду розпочинають не раніше 3 діб після нанесення другого шару гідроізоляційної суміші групи Г І3. Затверділий гідрозахисний шар покривають декоративною штукатуркою або фарбою валиком чи щіткою. Для ґрунтування не застосовують суміші з органічними розчинниками, щоб уникнути руйнування утеплювача. Штукатурні суміші та фарби готують на будмайданчику та наносять відповідно до ДБН В.2.6-22. Декоративно-захисний шар наносять не раніше 7 діб після нанесення попереднього адгезійного ґрунтового шару.

Після завершення декоративного опорядження, за необхідності, влаштовують деформаційні шви будівлі.

Порожнина шва формується у процесі закріплення теплоізоляційного шару. При цьому торці плит, що примикають до шва, захищають двома шарами гідрозахисної суміші ГІ 3, ар- мованої склосіткою. Шар склосітки заводять на зовнішню поверхню плити не менше ніж на 50 мм.

Улаштування деформаційних швів виконують у такій технологічній послідовності:

– порожнину шва очищають від пилу, штукатурки, фарби тощо;

– за допомогою щітки наносять шар ґрунтовки групи ЗК за класифікацією ДСТУ Б В.2.7- 233:2010 «Суміші будівельні рідкі модифіковані. ТУ»;

– встановлюють поліетиленові пружні прокладки, обтиснення яких має бути не меншим 30 %;

– наносять шар силіконового герметика, товщина якого по осі шва становить від 2 до 4 мм, а в місці контакту з торцем плит утеплювача – від 6 мм до 8 мм.

Для влаштування деформаційних швів рекомендовано застосовувати поліетиле- нові або полівінілхлоридні профілі.

Технологія виробництва робіт матеріалами Baumit.

Складові системи кріплять до конструкції будівлі пошарово. Улаштування кожного подальшого шару виконують після перевірки якості виконання відповідного попереднього шару і складання акту огляду прихованих робіт.

Роботи по улаштуванню скріпленої теплоізоляції будівлі виконують в такій послідо- вності:

– підготовка поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій до виконання робіт по уте- пленню;

– готують розчин клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact;

– наносять розчин клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact на поверхню плит утеплювача і приклеюють їх до поверхні огороджуючих конструкцій;

– закріплюють плити утеплювача дюбелям (вид дюбеля і глибина свердління в стіні – визначається після пробних випробувань на об'єкті будівництва);

– готують розчин клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact;

– по плитах з мінеральної вати виконують вирівнюючий (контактний) шар товщиною до 2 мм із клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact;

– готують розчин клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact;

– наносять розчин клейової шпаклювальної суміші Baumit ProContact на поверхню плит утеплювача за допомогою зубчастого шпателя з розміром зуба 10 мм;

– укладають склосітку Baumit StarTex в свіжонанесений шар клейової шпаклювальної су- міші Baumit ProContact, після чого поверхню загладжують;

– ґрунтують поверхню армуючого шару універсальною ґрунтувальною сумішшю Baumit UniPrimer;

– наносять силіконову декоративну штукатурку Baumit SilikonTop 1.5K;

– наносять декоративну штукатурку Baumit CreativTop Fine;

– фарбують фарбою Baumit NanoporColor в два шари;

– кріплять на нижніх ділянках віконних прорізів металеві відливи;

– герметизацію місць примикання плитного теплоізоляційного матеріалу на основі мінера- льної сировини до віконних, дверних та ворітних блоків виконують матеріалами на основі поліуретанового зв'язуючого.

Підготовка основи

Основа має бути сухою, не промерзлою, міцною, здатною нести навантаження, очищеною від пилу, бруду, масел, жирів, мастил, залишків старої фарби та відповідати вимогам СНіП 3.04.01-87, ДБН В.2.6-22-2001. Неміцні ділянки поверхні видалити. Відколи, раковини, тріщини відновити з використанням ремонтних сумішей Baumit. Основи, пошкоджені мікроор- ганізмами, очистити механічним способом та обробити антимікробною сумішшю Baumit SanierLosung.

Залишки старої фарби очистити за допомогою металевого шпателю, неміцні ділянки ви- далити вручну за допомогою скарпеля або механізовано, наприклад, за допомогою піско- струминних апаратів.

Провести провішування фасаду (огороджувальних конструкцій). Фрагменти фасаду від- хилення яких більше допустимих норм зазначених у ДБН В.2.6-22-2001 очистити, зволожити і вирівняти за допомогою штукатурної суміші Baumit MPA 35.

Після підготовки і вирівнювання відхилень основу проґрунтувати ґрунтовною сумішшю Baumit Grund.

Спосіб застосування: перед застосуванням ґрунтувальну су- міш перемішати за допомогою будівельного міксера.

Не додавати в ґрунтувальну суміш добавки, які не рекомендова- ні виробником.

За допомогою пензлю, валика або щітки рівномірно нанести на підготовлену, поглинаючу поверхню ґрунтувальну суміш Baumit Grund.

Витримати технологічну перерву не менше 8-12 годин (залежно від основи) перед подальшим виконанням робіт (при температурі +20 ° С і відносній вологості повітря 60%).



Рисунок 3.2 - ґрунтувальна суміш Baumit Grund

Закріплення цокольного профілю



Рисунок 3.3 - Контроль горизонтальності при допомозі будівельного (водяного) рівня



Рисунок 3.4 - Свердління отворів



Рисунок 3.5 - Усунення нерівностей основи при допомозі дистанційних прокладок



Рисунок 3.6 - Закріплення цокольного профілю дюбелями

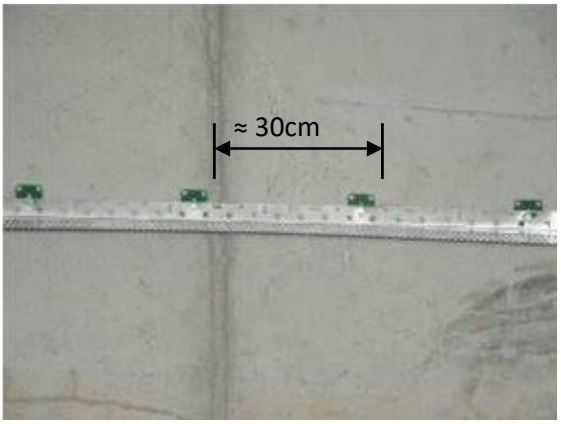


Рисунок 3.7 - Відстань між дюбелями приблизно повинна бути 30 см

Приготування розчину Baumit ProContact

Розчинову суміш Baumit ProContact готують безпосередньо на будівельному майданчику в обладнаній для цього ділянці з водоподачею та мірником для води.

Для замішування 25 кг сухої суміші Baumit ProContact засипають у ємність з 5,1–5,2 літрами чистої води і перемішують будівельним міксером приблизно 3 хвилини до отримання однорідної маси без грудок. Після цього суміш витримують 5 хвилин і повторно перемішують.

Готову розчинову суміш слід використовувати протягом 3 годин. Додавати воду або суху суміш у вже готовий розчин забороняється. Не допускається змішування з іншими матеріалами. Завжди замішують увесь вміст мішка.

Для подачі розчину на місце виконання робіт використовують підйомники, лебідки з блоками або піднесення вручну у відповідній тарі (полімерні відра, бачки).

Нанесення клейової суміші Baumit ProContact на теплоізоляційні плити

Перед нанесенням суміші на плиту з мінеральної вати обов’язково попередньо втирають її у волокна плити.

Час від нанесення клейової суміші на поверхню плити до її приклеювання на основу не повинен перевищувати 20 хвилин.

Якщо поверхня стіни рівна, клей наносять суцільним шаром по всій поверхні плити. Розчин наносять зубчатим шпателем з розміром зубців 10×10 мм, рівномірно покриваючи всю площу теплоізоляційної плити.

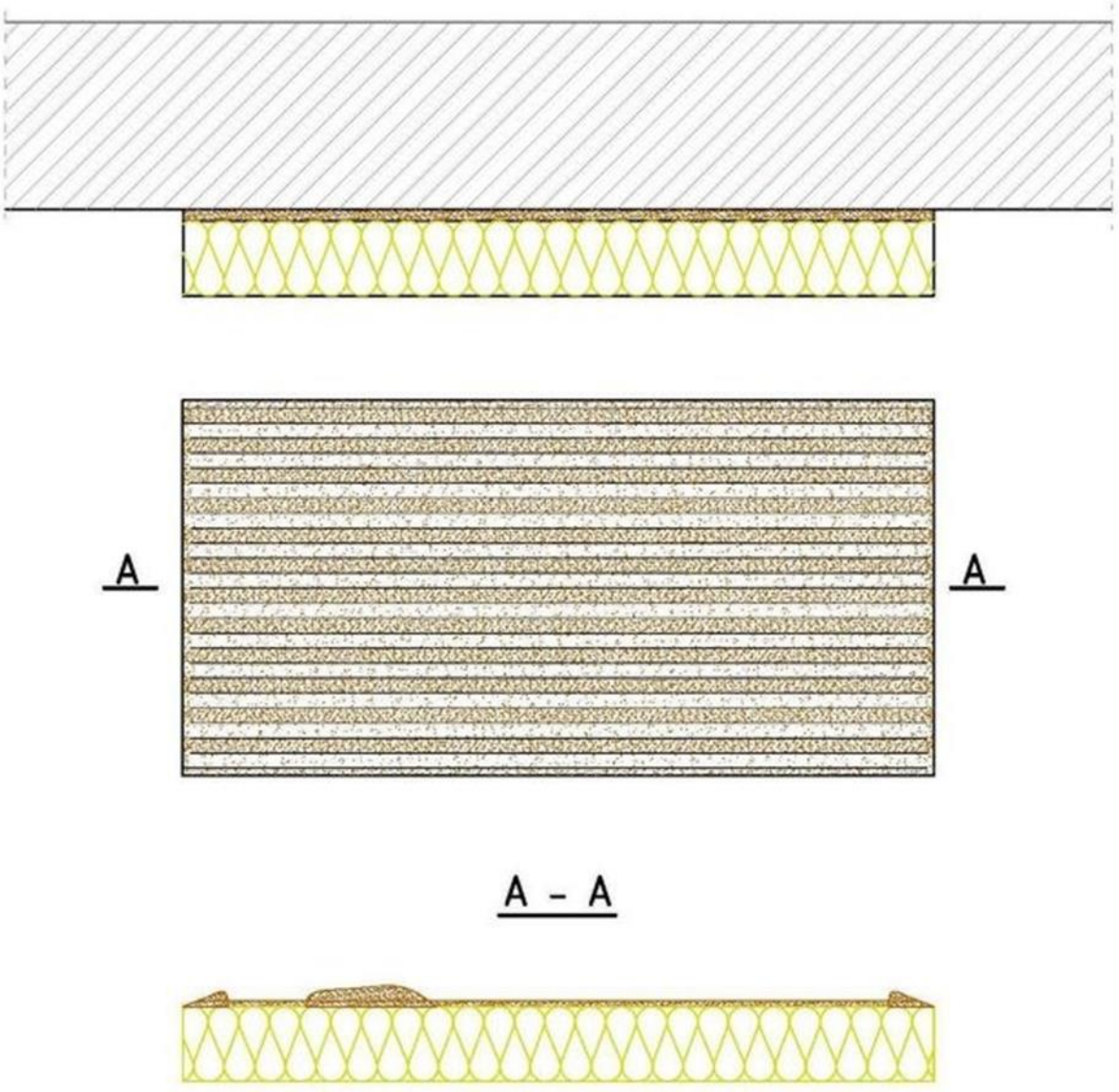


Рисунок 3.8 - Для мінераловатних плит застосовувати тип приклейки тільки суцільний (К.1), згідно розділів 4.2.3, 12.3.4 ДСТУ Б В.2.6-36:2008

У разі якщо поверхня стіни має нерівності від 5 до 10 мм рекомендується наносити клей- шпаклівну суміш Baumit ProContact на фасадну теплоізоляційну плиту з мінеральної вати по периметру суцільною безперервною смугою шириною близько 50 мм і додатково у вигляді окремих клейових точок діаметром не менше 160 мм (не менше трьох) по центру плити.

Перед нанесенням клей-шпаклівної суміші на плиту з мінеральної вати обов'язково провести втирання її у волокна плити. Площа приклеювання повинна становити не менше 40% від площі плити.

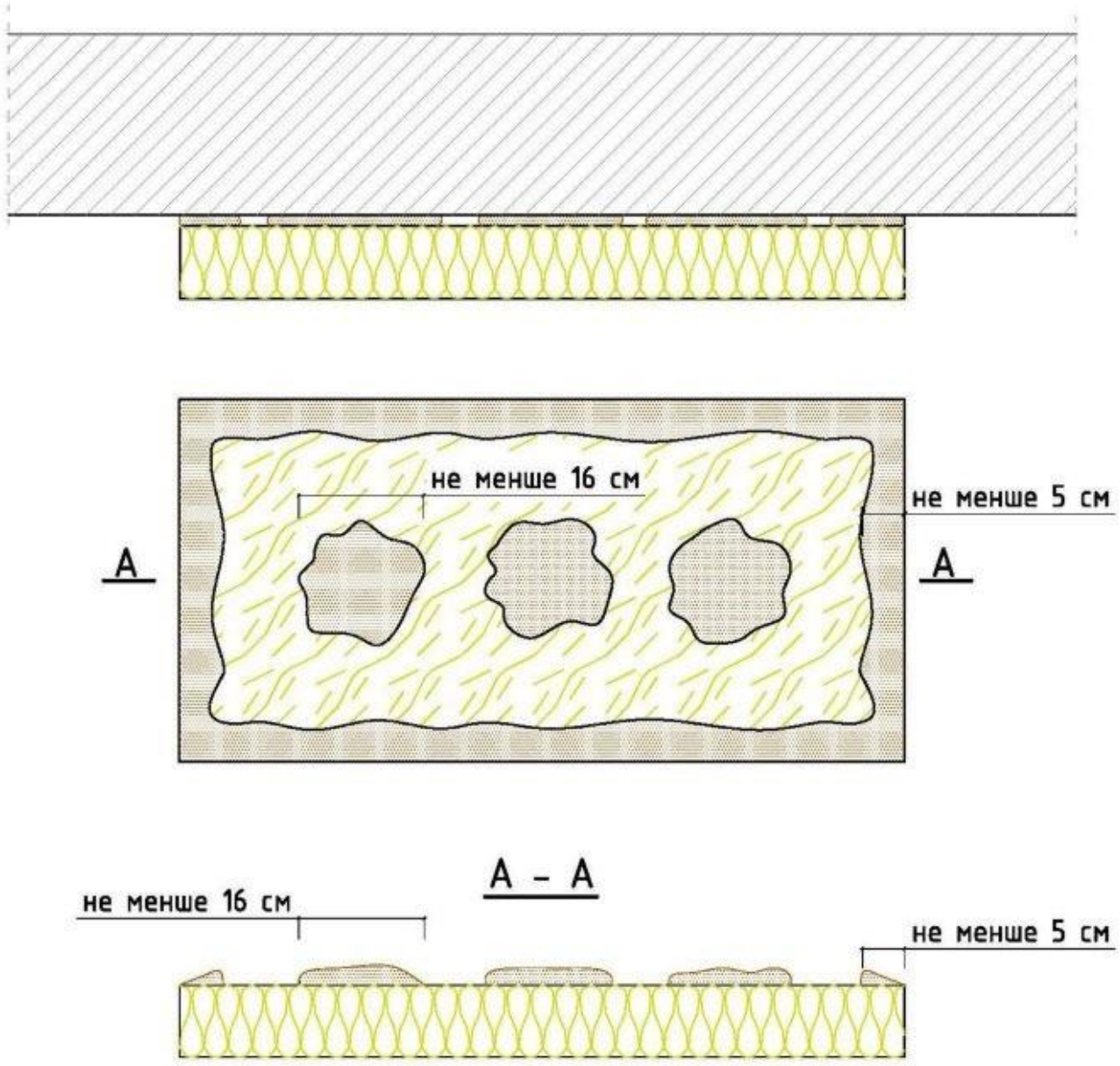


Рисунок 3.9 – Схема приклеєвання мінераловатних плит

Приклейка теплоізоляційних плит

Плити утеплювача приклеювати від низу до верху, з дотриманням правил перев'язки швів:

– зсув швів по горизонталі;

– зубчаста перев'язка плит на кутах будівлі;

– обрамлення віконних і інших отворів плитами з підігнаними по місцю вирізами.

Після нанесення розчину суміші Baumit ProContact плиту необхідно відразу встановити в проектне положення і притиснути. Плити необхідно приклеювати впритул одна до іншої, в одній площині

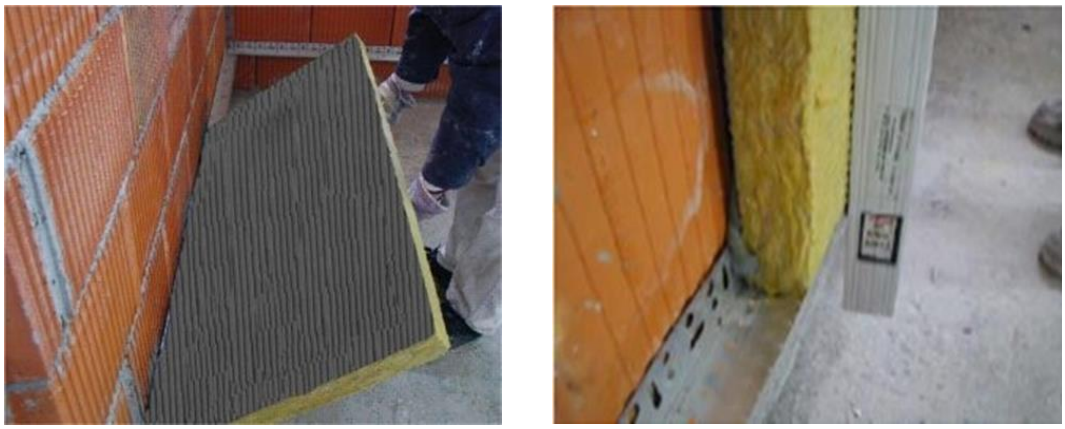


Рисунок 3.10 – Мінераловатні плити

Для забезпечення щільного прилягання плити до основи, її необхідно спочатку прикласти до поверхні стіни на відстані 20-30 мм від проектного положення, а потім притиснути за допомогою дерев'яного напівтерку із зсувом в проектне положення, ударяючи напівтерком до тих пір, аж поки її площина вирівняється із площиною сусідніх плит.

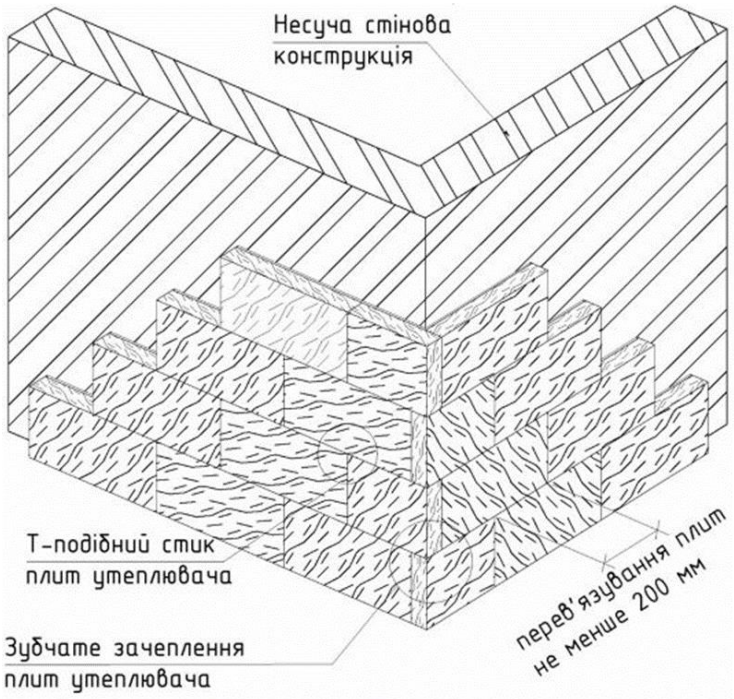


Рисунок 3.11 – Перев’язування плит

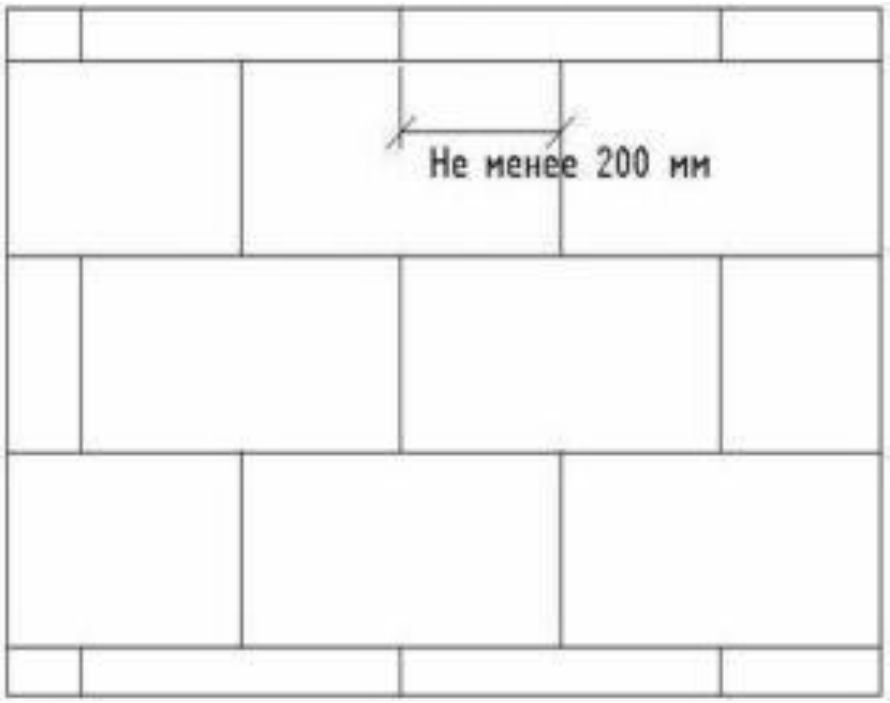


Рисунок 3.12 – Відстань між теплоізоляційними плитами в місці улаштування деформаційного шва повинна складати від 20 до 30 мм

Ширина шва між плитами не повинна перевищувати 2 мм.

У тому випадку, коли шов вийшов ши- рше, його слід заповнити смужкою, вирізаною з пли- ти утеплювача.

При приклеюванні плит утеплювача до поверхні зовнішніх обгороджувальних конструкцій, не допус- кається потрапляння розчину клейової суміші Baumit ProContact в шов між плитами.

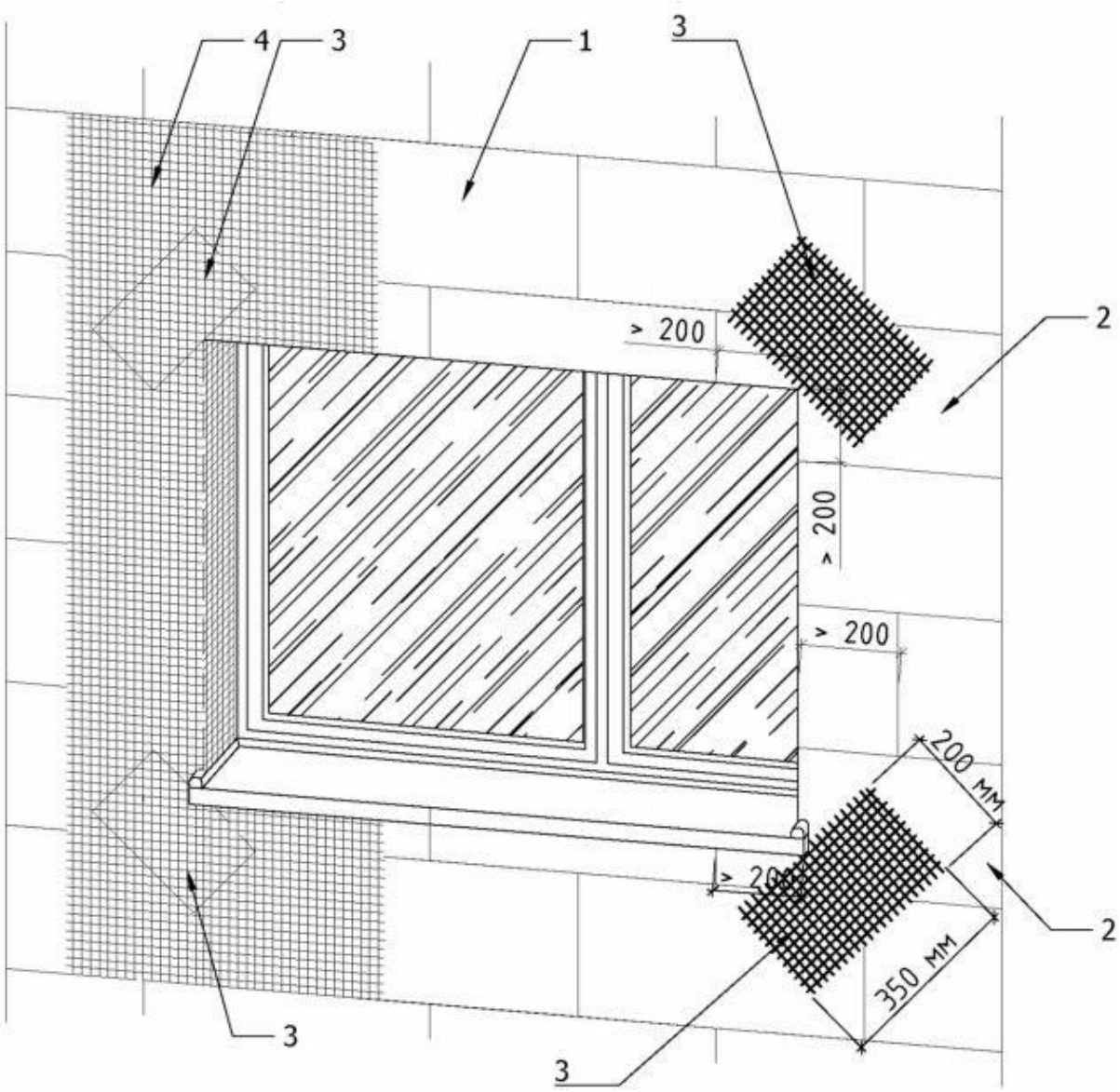


Рисунок 3.13 – Загальна схема утеплення і армування віконних і дверних прорізів

1. Шар утеплювача;

2. На кутах віконних або дверних прорізів підрізується тільки цільна плита;

3. Косинки із лугостійкої склосітки розміром 350×200 мм, для армування віконних та две- рних кутів;

4. Загальний шар армування гідрозахисного прошарку.

Одразу після приклеювання плиту не можна зрушувати, щоб не послабляти з'єднання її з основою.

При неправильному приклеюванні плити на поверхню фасаду, плиту слід відірвати, ви- далити на ній і зі стіни клейову суміш, покрити тильну сторону плити свіжою порцією розчи- нової клейової суміші Baumit ProContact і приклеїти знову до стіни.

Деформаційні шви виконувати після закріплення плит утеплювача, а порожнечі дефор- маційних швів заповнити смужками із утеплювача розміром 20-30 мм та закрити деформа- ційним профілем прямим Е-образним – Baumit E-Form або кутовим V-образним – Baumit V- Form.

Закріплення плит дюбелями виконувати не раніше ніж через 24 години.

Вертикаль поверхні приклеєних плит потрібно перевіряти за допомогою довгого будівельного рівня (ватерпаса).

Додаткове механічне закріплення плит утеплювача:

Закріплювати плити утеплювача дюбелями* слід не раніше, ніж через 24 години після приклейки їх до поверхні стінових конструкцій.

Дюбелі встановлювати рівно без перекосів із забезпеченням необхідної анкерної зони:

– не менше 50 мм в основу з монолітного бетону,
– не менше 90 мм в основу з пустотної цегли;
– не менше 110 мм в основу з газобетонних блоків;

і необхідної кількості дюбелів (не менше 6 шт./м²) залежно від висоти будівлі і крайових зон.

Тарілка дюбеля не повинна виступати над площиною поверхні плит утеплювача. Прави- льність установки дюбелів підлягає обов'язковій перевірці. Місця установки дюбелів зашпак- льовувати клейовою шпаклювальною сумішшю Baumit ProContact.



Рисунок 3.14 – Вид дюбелю і глибина свердління в стіні визначається після випробних іспитів на об’єкті будівництва

Роботи по закріпленню плит утеплювача до зовнішніх конструкцій, що захищають, дюбе- лями виконують в такій послідовності:

– розмітка отворів під перший ряд дюбелів за схемою;
– буріння отворів під дюбелі;
– установка дюбелів в отвори за допомогою спеціальної насадки;
– забивання розпірного елементу (штифта).

Отвори свердлити електродрилем або перфоратором. Для стін із газобетонних блоків спосіб свердління отворів – тільки обертальний. Для стін із бетону спосіб свердління до- зволяється з ударною дією.

Мінімальна глибина отворів, що висвердлюються в конструкціях має бути:

– для монолітного бетону і повнотілої цегли - не менше 60 мм;
– для пустотілої цегли - не менше 90 мм;
– для газобетонних блоків - не менше 110 мм.

Кількість механічно фіксуючих елементів залежить від висоти будівлі та вітрових наван- тажень (дивись витримку із ДСТУ Б В.2.6-36 2008 додаток «Г», що приведений на сторін- ці 26).

Вставляють в отвір дюбель, притискаючи кільце диска дюбеля до поверхні утеплювача і забивають розпірний елемент (штифт) до упору. При цьому дюбель повинен бути втоплений в плиту не більше ніж на 2 мм.

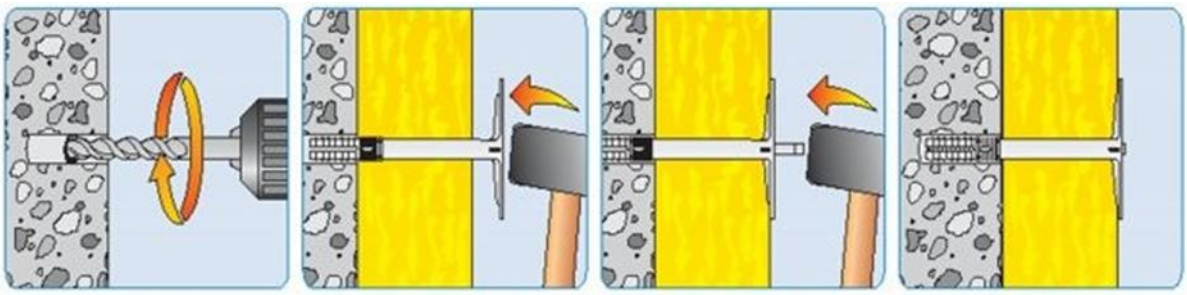


Рисунок 3.14 – Способи закріплення дюбелю

Таблиця 3.3 – Кількість дюбелів на м^2 у крайовій зоні

Вітровий район згідно з ДБН В.1.2-2:2006	Висота будівлі, м			
	До 5 поверхів	5-9 поверхів	9-16 поверхів	16-25 поверхів
1, 2	6	8	10	12
3, 4, 5	8	10	12	14

Таблиця 3.4 – Кількість дюбелів на м^2 у звичайній зоні

Висота будівлі	Пінополістирольні плити	Мінераловатні плити
До 5 поверхів	4	6
5-16 поверхів	6	8
16-25 поверхів	8	10
Примітка. Дюбелі в звичайній зоні розміщуються по периметру плити і всередині, при цьому охоплюють перпендикулярно розміщені шви двох рядів плит.		

Таблиця 3.5 - Величина крайової зони

Кількість поверхів	До 9	9-16	16-25
Ширина торця будинку, м	12	12-18	більше 18
Крайова зона, м	1,0	1,5	2,0

Кількість дюбелів на 1 м² теплоізоляційної системи, залежить від типу застосовних теплоізоляційних ма- теріалів і вітрових навантажень (дивись схему закріплення мінераловатних плит на сторінці 27).

Кількість дюбелів вказано для теплоізоляційних плит розміром 1000х500 мм.

Вітровий тиск на споруду приймається по ДБН В.1.2-2:2006 і для Одеси складає 500 Па (50 кгс/м²).

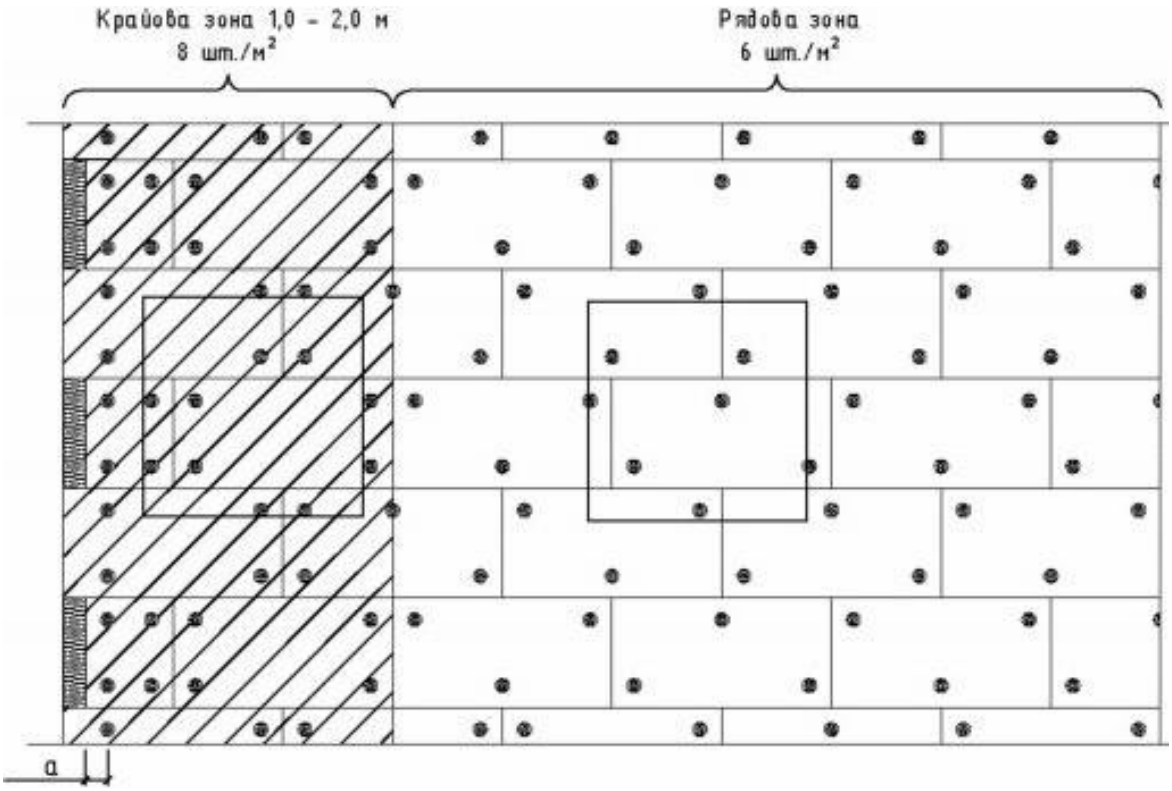


Рисунок 3.15 – W-подібна поверхова схема закріплення фасадних плит із мінеральної вати тарілковими дюбелями в 3-му вітровому районі України

Для плит MW. Вітровий район 3. Висота дюбеління до 5 поверхів

а – розмір від кута стіни:

- для бетону не менше 50 мм;
- для цегли не менше 100 мм;
- для піно- газобетонних блоків не менше 200 мм.

Для стін балконів і холодних переходів, а також стін сходових клітин утеплювач кріпити дю- белями, що визначаються у нормативній документаці або які приймаються у відповідності з нату- рними випробуваннями у кількості не менше 6 шт./м²; для теплоізоляції стель кількість дю- белів слід приймати не менше 10 шт./м².

Улаштування гідрозахистного шару по фасадним теплоізоляційним плитам

Для попереднього армування укосів віконних і дверних прорі- зів будівлі, посилення внутрішніх і зовнішніх кутів, улаштування контактного шару по мінераловатному утеплювачу і подальшому армуванню гідрозахистного шару застосовувати клейову шпаклівку Baumit ProContact.

Додаткове зміцнення захисного шару в кутах віконних і дверних прорізів

У місцях примикання системи теплоізоляції Baumit до віконних і дверних прорізів рекомендується встановити примикаючий профіль для віконних укосів. Всі внутрішні кути укосів віконних і дверних прорізів рекомендується додатково армувати вирізами з лугостійкої склосітки Baumit StarTex і проклейкою її клей-шпаклівкою Baumit ProContakt на глибину укосу.

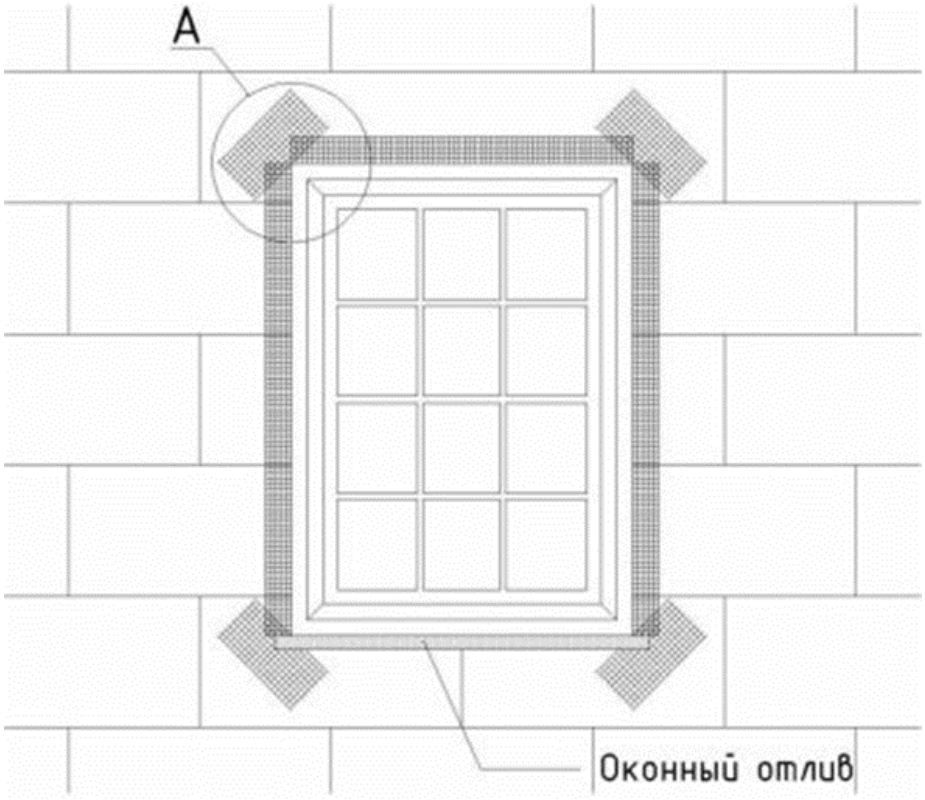


Рисунок 3.15 – Схема армування укосів віконних (дверних) прорізів склосіткою і клейовою шпаклівкою

Армування кутів та прорізів

Всі вершини віконних і дверних прорізів додатково армують прямокутними вирізами «косинками» з лугостійкої склосітки Baumit StarTex розміром не менше 300×200 мм. Верхні сформовані кути будівлі (наприклад, верхній укіс віконного чи дверного прорізу, нижній кут балконної плити) рекомендується додатково армувати кутовим профілем з крапельником.

Улаштування контактного шару

Контактний шар Baumit ProContact наносять не раніше ніж через 24 години після приклеювання і закріплення теплоізоляційних плит. На рівних і

ретельно укладених плитах фасаду суміш наносять зубчатим шпателем з нержавіючої сталі (зуб 10×10 мм). Товщина шару становить 1–2 мм.

Не допускається вирівнювання контактним шаром плит, які укладені неправильно. Для подальших робіт витримують технологічну перерву 1–2 дні.

Улаштування армуючого гідрозахистного шару

Основний захисний шар Baumit ProContact наносять суцільно та армують склосіткою Baumit StarTex:

1. Рівномірно наносять клей-шпаклівну суміш товщиною 2–3 мм зубчатим шпателем 10×10 мм.
2. У свіжий шар суміші вертикальними полотнищами занурюють склосітку на 1/2–2/3 товщини, суміжні полотна перекривають на ≥100 мм.
3. Поверхню загладжують сталевою теркою, уникаючи надмірного натягу сітки та її поглиблення до утеплювача. Сітка має перебувати між двома шарами суміші.

Не допускається вирівнювання армуючого шару на плитах, укладених неправильно. Технологічна перерва перед подальшими роботами – не менше 5 діб.

Загальна товщина контактного і армуючого гідрозахистного шару для плит з мінеральної вати становить 3–5 мм відповідно до ДСТУ Б В.2.6-36:2008.

Дрібні нерівності після висихання шару усувають наждачним папером.

Ґрунтування під тонкошарові штукатурки

Для поліпшення зчеплення та вирівнювання поверхні армованого гідрозахистного шару її проґрунтовують універсальною ґрунтовкою Baumit UniPrimer. Ґрунтування виконують після повного висихання шару ProContact.

- Наносять валиком або щіткою рівномірно за один прохід;
- На нерівномірно всмоктуючих поверхнях – у два шари;
- Технологічна перерва між шарами не менше 24 годин.

Не змішувати ґрунтовку з іншими матеріалами.

Приготування та нанесення декоративної штукатурки

Штукатурну суміш ретельно перемішують будівельним міксером до робочої консистенції. При необхідності додають до 160 мл чистої води на відро 30 кг. Важливо дотримуватися однакової кількості води для всіх порцій, щоб уникнути плям, «залисин» та колірних відтінків.

Якщо на об’єкті використовується матеріал з різних дат виробництва, його слід попередньо змішати. Додавати будь-які інші матеріали забороняється.

Нанесення. Не раніше ніж через 24 години після нанесення ґрунтувальної суміші Baumit UniPrimer за допомогою шпателя з нержавіючої сталі рівномірно нанести готову штукатурну суміш Baumit SilikonTop товщиною в розмір зерна.

Роботи у межах однієї захватки виконувати без перерви.

Затирання теркою тонкошарової штукату- рки. Структура «баранець» - відразу після нане- сення структурувати пластмасовою теркою круго- вими рухами.

Рівномірність кольору гарантується тільки в рамках поставки однієї партії матеріалу.

При застосуванні в комплексних системах те- плоізоляції Baumit необхідно враховувати коефі- цієнт відбивання світла HBW (не ниже 25!). Диви- тись колірник Baumit «LIFE».

Не працювати при температурі нижче +5°С і вище +30°С, при дії на поверхню прямого сонячного випромінювання, дощу, сильного вітру або протягу. Приймати заходи по усуненню дій вказаних чинників.

Висока вологість повітря та низькі температури або різко змінюючі погодні умови можуть значно збільшити час твердіння фарби, викликати колірні відмінності (плями).

Після повного твердіння утворені впадини і нерівності відшліфувати та підготувати під нанесення декоративної штукатурної суміші Baumit CreativTop Fine.

Нанесення декоративної штукатурки Baumit CreativTop Fine

Після висихання штукатурки Baumit SilikonTop нанести декоративну штукатурну суміш Baumit CreativTop Fine.

Перед застосуванням Baumit CreativTop Fine ретельно перемішати будівельним міксе- ром. За допомогою шпателя з нержавіючої сталі рівномірно нанести на підготовлену поверх- ню декоративну штукатурну суміш Baumit CreativTop Fine товщиною біля 1 мм.

Після повного твердіння утворені впадини і нерівності відшліфувати шліфувальним па- пером та підготувати під фарбування. При необхідності можуть бути нанесенні додаткові шари Baumit CreativTop Fine до повного вигладжування.

Нанесення фарби на декоративну штукатурку

Послідовність нанесення шарів:

1- й – шар фарби Baumit NanoporColor розбавлений водою (не більше 10-15%); Технологічна перерва – не менше 12 год;

2- й – шар фарби Baumit NanoporColor.

Нанесення ґрунтовки (фарби). Фарбу розбавити водою (не більше 10-15%), ретельно перемішати за допомогою будівельного міксера протягом 3-5 хвилин та нанести в якості ґрунтувального шару на всю пове- рхню. Технологічна перерва – не менше 12 годин.

Залежно від основи, але не раніше ніж через 12 годин після ґрунтування, нанести 1-2 шари нерозбав- леної фарби Baumit NanoporColor.

При двошаровому нанесенні, між першим та дру- гим шаром фарби Baumit NanoporColor витримати тех- нологічну перерву не менше 4 годин.

Фарбу наносити валиком або пензликом. Роботи у межах однієї захватки виконувати без перерви.

При постачанні на один об'єкт матеріалів з різною датою виробництва, необхідно перемішати їх між со- бою, щоб уникнути колірних відтінків. При виконанні вищевказаних робіт дотримувати вимог діючих норм і правил, а також технологічних карт «Baumit».

Не домішувати інші матеріали!

Рівномірність кольору гарантується тільки в рам- ках поставки однієї партії матеріалу.

При застосуванні в комплексних системах теплоі- золяції Baumit необхідно враховувати коефіцієнт від- бивання світла HBW (не ниже 25!). Дивитись колірник Baumit «LIFE».

Не працювати при температурі нижче +8°C і вище +30°C, при дії на поверхню прямого сонячного випромінювання, дощу, сильного вітру або протягу. Приймати заходи по усуненню дій вказаних чинників.

Висока вологість повітря та низькі температури або різко змінюючі погодні умови можуть значно збільшити час твердіння фарби, викликати колірні відмінності (плями).

3.2 Калькуляції трудовитрат та приклади улаштування

Таблиця 3.5 - Калькуляції трудовитрат та приклади улаштування

Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу, на одиницю об'єму, люд.-год	Витрати часу на об'єм робіт, люд.-год	Примітка
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1. Очищення стін від напливів бетону або розчину (вручну)	м²	100	1,24	1,24	
2. Очищення стін від пилу	м²	100	0,12	12	
3. Подача плит утеплювача від місця складування до місця підіймання (при товщині плит утеплення 50 мм і щільності матеріалу 150 кг/м³)	т	4	1,2	4,8	
4. Підіймання плит утеплювача на ви-соту до 10 м (на кожні послідуючі 5 м пі-діймання додаються 0,12 люд-год)	м³	10	2,2	22	
5. Кріплення цокольних профілів до цоколю будівлі дюбелями	п.м.	10	0,009	0,09	
6. Приготування розчинної суміші	м³	1,0	1,58	1,58	
7. Подача розчинної суміші в тарі, від місця приготування до місця підіймання	т	1,4	1,2	1,68	
8. Підіймання розчинної суміші в таріна висоту до 10 м (при підійманні на ви-соту вище 10 м на кожні 5 м додавати 0,27 люд-год)	м³	1,0	5,4	5,4	
9. Нанесення клейової розчинної сумі-ші на поверхню теплоізоляційних плит	м³	100	0,32	32	
10. Наклеювання плит утеплювача на поверхню зовнішніх стінових конструкцій	м²	100	1,3	130	
11. Кріплення плит утеплювача дюбе-лями	шт.	100	0,53	53	
12. Шліфування пінополістирольних плит утеплювача	м²	100			
13. Приготування розчинної суміші	м³	0,40	1,58	0,64	
14. Подача розчинної суміші в тарі від місця приготування до місця підіймання	т	0,56	1,2	0,67	
15. Підіймання розчинної суміші в таріна висоту до 10 м (при підійманні на ви-соту вище 10 м на кожні 5 м додавати 0,27 люд-год)	м³	0,4	5,4	2,16	
16. Подача кутиків і цокольних профіліввід місця складування до місця виконан- ня робіт	т	0,003	1,4	0,0042	
17. Кріплення кутиків по периметру ві-конних і дверних прорізів за допомогою розчинної суміші Baumit	т	0,003	33	0,099	
18. Улаштування деформаційних швів	м.п.	10	0,19	1,9	
19. Улаштування контактного шару з клейової суміші на плитах із мінеральної вати	м²	100	0,82	82	

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
20. Улаштування гідрозахисного шару з клей-шпаклівної суміші, армованого склосіткою	м²	100	0,82	82	
21. Ґрунтування гідрозахисного шару	м²	100	0,015	1,5	
22. Приготування мінеральної декора-тивної штукатурної розчинної суміші	м³	0,3	1,56	0,5	
23. Подавання мінеральної декоратив-ної штукатурної розчинної суміші в тарі від місця приготування до місця підій- мання	т	0,45	1,2	0,54	
24. Подавання пастоподібної декорати-вної штукатурної розчинної суміші в таріві місця приготування до місця підій- мання	т	0,45	1,2	0,54	
25. Підіймання розчинної суміші на ви-соту до 10 м (при підійманні на висоту вище 10 м на кожні 5 м додавати 0,27 люд-год)	м³	0,3	5,4	1,62	
26. Нанесення мінеральної декоратив- ної штукатурної розчинної суміші на по-верхню зовнішніх стінових конструкцій	м²	100	0,13	13	
27. Фарбування мінерального декорати-вного покриття зовнішніх стінових конс- трукцій	м²	100	0,03	3	
28. Нанесення пастоподібної декорати-вної штукатурної суміші на поверхню зо-внішніх стінових конструкцій	м²	100	0,13	13	

1 Роботи по улаштуванню скріпленої фасадної теплоізоляції виконує ланка з чотирьох ро- бітників: два робітника – готують клейову або гідрозахисну суміш та підіймають її на не- обхідну висотну відмітку будівлі та ще два робітника наносять на тильний бік плит утеп- лювача клейову суміш і приклеюють плити на поверхню стінової конструкції або викону- ють гідрозахисний шар, в залежності від етапу виконуваних робіт.

2 Роботи по улаштуванню гідрозахисного і декоративно-оздоблювального шарів виконує ланка з шести робітників: штукатур IV розряду – 1 чол., штукатур III розряду – 3 чол., шту- катур II розряду – 2 чол.

3 Кріплення плит утеплювача дюбелями виконує ланка з трьох робітників: IV розряду – 1 чол., III розряду – 2 чол.

Таблиця 3.6 Приклад. Улаштування теплоізоляції мінераловатними плитами на прямолінійних стінах

№ п/п	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Витрати, хв./м²	Трудовитрати на одиницю, люд./год.
1	Приклейка плит утеплювачана прямолінійних поверхнях	1 м²	1	24	0.40
2	Закріплення плит утеплювача дюбелями	1 м²	1	6	0.10
3	Улаштування армувального гідрозахисного шару	1 м²	1	27	0.45
4	Нанесення ґрунтівки на поверхню	1 м²	1	3	0.05
5	Нанесення декоративного фінішного шару	1 м²	1	15	0.25
	ВСЬОГО			**75**	**1.25**

Таблиця 3.7 - Приклад. Улаштування теплоізоляції мінераловатними плитами укосів

№ п/п	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Витрати, хв./м²	Трудовитрати на одиницю, люд./год.
1	Приклейка плит утеплювачана поверхні укосів	1 м²	1	45	0.75
2	Улаштування армувального гідрозахисного шару	1 м²	1	40	0.67
3	Нанесення ґрунтівки на поверхню	1 м²	1	5	0.08
4	Нанесення декоративного фінішного шару	1 м²	1	22	0.37
	ВСЬОГО			**112**	**1.87**

3.3 Контроль якості, техніка безпеки і охорона праці

Роботи з утеплення будівель скріпленою теплоізоляцією виконуються відповідно до конструктивних рішень, передбачених проектом і цією технологічною картою.

1. Матеріали:

Для виконання робіт дозволяється використовувати лише ті матеріали, які передбачені проектом.

Контроль якості матеріалів проводять згідно з нормативними документами та вимогами технологічної карти, а також відповідно до методів випробування, передбачених стандартами.

2. Відсутність «містків холоду»:

Ефективність змонтованої системи утеплення визначається відсутністю «містків холоду».

- Місця з'єднання теплоізоляції з віконними і дверними блоками, а також з утеплювачем покрівлі та покрівельним покриттям, повинні бути ретельно ущільнені герметизуючими сумішами.
- Після закінчення робіт у процесі експлуатації не допускається відшаровування системи утеплення або окремих її шарів від поверхні конструкції.

3. Шви та армування:

- Ширина швів між плитами утеплювача не повинна перевищувати 2 мм.
- Нахльостування полотнищ армованої склосітки в місцях з'єднання повинно бути не менше 10 мм.
- Температурні та деформаційні шви в теплоізоляційному і обробному шарах повинні бути ущільнені еластичними герметизуючими сумішами.

4. Поверхня фасаду:

- Поверхня утепленого фасаду має бути рівною, без виривів і пошкоджень теплоізоляційного матеріалу та обробних шарів.

- Контроль рівності виконують за допомогою контрольної 2-метрової рейки: проміжок між рейкою і поверхнею не повинен перевищувати 5 мм.
- У теплоізоляційному, штукатурному та обробному шарах не повинно бути тріщин.

5. Кольорова гама:

- Колір фасаду повинен відповідати проектним вимогам.
- Відтінки на різних ділянках фасаду не повинні відрізнятися.
- Смуги, плями від висолів і видимі місцеві виправлення обробного шару не допускаються.

6. Контроль стану конструкцій та інструментів:

- Стан і готовність будівель, споруд, окремих конструктивних елементів і їх поверхонь контролюють візуально та за допомогою інструментальних методів.
- Наявність і стан механізмів та інструментів перевіряють візуально та відповідно до нормативних документів на ці механізми й інструменти.

Таблиця 3.8 - Граничні відхилення технічних показників від нормативних значень і методи їх контролювання

Технічний показник	Граничне відхилення від нормативних значень	Метод контролювання
1	**2**	**3**
Максимально допустима вологість основи, %: а) із збірних матеріалів; б) із монолітних матеріалів	 4 5	Вимірювальний – не менше п'яти вимірювань на кожні 50-70 м^2 площі покриття, вологомір згідно з ГОСТ 25932
Товщина клейового шару, мм	2-5	Те саме, лінійка згідно з ДСТУ ГОСТ 427
Ширина вертикальних та горизонтальних щі- лин між плитами теплоізоляційного шару, мм, не більше	2	»
Товщина теплоізоляційного шару, мм	±5	»
Проміжок між контрольною двометровою рейкою та поверхнею армованого гідроізоля- ційного шару, нанесеного по плитах утеплю- вача, мм	5	»
Порядок розташування вертикальних швів	Шаховий (пере- в'язування)	Візуальний огляд поверхні

Таблиця 3.9 - Методи і способи контролю якості оздоблювальних робіт і покриттів

Контрольовані параметри	Метод контролю	Засоби контролю
1	2	3
1. Відхилення від вертикалі	Вимірювання відхилень	Нахиломір рівневий; рівень (ГОСТ 9392); висок (ГОСТ 7948); набір щупів (ТУ 22- 034-0221197-011); штангенциркуль (ГОСТ 166)
2. Відхилення від горизонталі	Вимірювання відхилень	Правило (ГОСТ 25782); рівень (ГОСТ 9416); теодоліт (ГОСТ 10529)
3. Наявність і розміри тріщин	Наявність - візуально; розміри (довжину, ширину, глибину) - вимірюванням	Металева лінійка (ГОСТ 427); рулетка (ГОСТ 7502); набір щупів (ТУ 22-034-0221197-011)
4. Відхилення радіуса криволінійних поверхонь від проектного значення	Вимірювання відхилень радіу-су криволінійних поверхонь	Лекала; контрольна 2-метрова рейка
5. Відхилення ширини косяків від проектного значення	Вимірювання відхилень ширини косяків	Металева лінійка (ГОСТ 427); косинці (ГОСТ 3749)
6. Відхилення тяг від прямої лінії між кутом перетину тяг і пристінків	Вимірювання відхилень	Рейка довжиною до 3 м; косинці (ГОСТ 3749); рівень (ГОСТ 9416)
7. Міцність основи	1. Визначення міцності методами неруйнівного контролю:	
	а) простукування дерев'яним молотком	Киянка формувальна (ГОСТ 11775) або киянка за ТУ 22.5865
	б) за ГОСТ 22690 (методи пружного відскоку, пластичних деформацій, ударного ім- пульсу, відриву)	Молоток Кашкарова; прилади типу КМ, ВСМ, ПМ-2, Ц-22, А-1; індикатори годинникового типу (ГОСТ 577); лупа (ГОСТ 25706); мікроскоп (ГОСТ 8074)
	в) за ГОСТ 17624 (ультразвуковий метод)	Ультразвуковий прилад УК-14П або УК-10
	2. Визначення міцності за контрольними зразками, відібрани-ми з конструкції (ГОСТ 10180, ГОСТ 18105, ГОСТ 28570)	Свердлильні верстати типу ИЭ-1806 (ТУ22-5774); випробувальна машина (ГОСТ 10180); розпилювальний верстат типу УРБ-175 (ТУ 34-13-10500) або УРБ-300 (ТУ 34-13-10910) з різальним інструмен-том (ГОСТ 10110)
8. Вологість поверхні конструкції	Вимірювання вологості нейтронним або діель-кометрич- ним методом - не менше трьох вимірювань на 10м2 площі поверхні	Вологомір (ГОСТ 21196, ГОСТ 25932); електронний вологомір ВСКМ-Т2 або інші вологоміри, що відповідають вимогам ГОСТ 29027
9. Сполучення суміжних поверхонь, радіус закруглення фаски	Вимірювання радіуса закруглення	Косинець (ГОСТ 3749); лекала
10. Рівність поверхні, висота виступів і глибина западин	Вимірювання просвітів між прикладуваною рейкою та поверхнею	Дерев'яна рейка завдовжки 3 м; штангенциркуль (ГОСТ 166); набір щупів (ТУ 22-034-0221197-011)

Таблиця 3.10 - Контрольовані параметри, методи і способи їх контролю

Контрольовані параметри	**Метод контролю**	**Засоби контролю**
1	**2**	**3**
1. Температура навколиш-нього середовища	Вимірювання температури в процесі виконання робіт і до набору розчиномпроектної міцності	Термометри з межами вимірю-вання температури від –30 до +50 °С
2. Швидкість вітру	Вимірювання швидкості вітру в процесівиконання робіт	Анемометр (ГОСТ 6376)
3. Співвідношення сухої сумі-ші та води	Візуально - при об'ємному дозуванні сухої суміші та води згідно з паспортомна суху суміш	-
4. Тривалість перемішуваннясухої суміші та води	Вимірювання часу витраченого на пере-мішування	Годинник (ГОСТ 3145 і ГОСТ 10733); двострілковий секун-домір
5. Рухливість робочої (розчи-нової) суміші	Вимірювання рухливості розчиновоїсуміші	Конус (ГОСТ 5802)
6. Технологічна послідов-ність і відповідність кількостіоперацій кожного виду опо-рядження дійсної карти	Візуально - в процесі виконання робіт зопорядження; у випадку виникнення сумнівів – видалення оздоблювальних шарів до основи на вибраних ділянках	-

Наявність і стан механізмів та інструментів, що застосовуються при виконанні робіт по утепленню фасадів, перевіряють візуально, а також відповідно до методів, зазначених у но- рмативних документах на ці механізми й інструменти.

Кількість виконаних операцій з підготовки та обробки основи, якість виконання цих опе- рацій і відповідність основи вимогам дійсної карти контролюють візуально, а також із застосу- ванням методів, інструментів і приладів, наведених в Таблиця 5 і Таблиця 6.

Перелік параметрів, які потрібно контролювати при виконанні всіх видів робіт по утеп- ленню фасадів, виконаних із застосуванням сухих сумішей, а також рекомендовані методи й засоби контролю наведені в Таблиця 5.

Таблиця 3.10 - Методи контролю виконуваних робіт по утепленню фасадів

Парметр, який контролюєть-ся	Спосіб контролю	Засоби контролю
1	**2**	**3**
Товщина склеювального шару	Вимірювання товщини клеючого шару	Лінійка металева; набір щупів, штангенциркуль
Ширина стиків між плитами	Вимірювання ширини стиків між плитами	Лінійка металева; набір щупів
Наявність, кількість і площа дефектів у плитах утеплювача	Встановлення кількості дефектіві визначення їх розмірів	Лінійка металева; штангенциркуль
Порядок розміщення плит утеплювача на фасаді	Візуально у процесі виконання робіт згідно розділ 5	-
Відхилення товщини ізоляційного шару від проекту	Вимірювання товщини ізоляційного шару	Лінійка металева, штанген-циркуль
Наявність нерівностей на поверхні плит утеплювача після їх приклейки	Визначення кількості і розмірів виступів і западин	Рейка завдовжки 3 м; набір щу-пів
Правильність з'єднання теплоізоляційного матеріалу з плоским і похилим дахом, вікнами і дверима	Візуально	-
Товщина армованого шару	Вимірювання товщини армованого шару відразу після його нанесення	Набір щупів; лінійка металева; рулетка
Товщина штукатурного шару	Вимірювання товщини штукатурного шару відразу після нанесення	Набір щупів; лінійка металева
Якість оштукатурювання	Візуально перевіряють відповідність кольору і фактури виконаної штукатурки до вимог проекту	-
Міцність зчеплення клею і захисного шару з утеплювачем	Вимірюванням міцності зчеплення клею і захисного шару з утеплювачем (за контрольними зразками)	Пристосування для визначення міцності зчеплення, адгезио- метр
Терміни витримки клейового з'єднання	Визначення часу витримування кожного шару до нанесення подальшого	Годинник
Якість обладнання деформацій-них швів	Візуально по повноті заповнен-ня шва герметизуючою масти- кою	
Якість теплоізоляції огороджувальних конструкцій	Контроль за ГОСТ 26629	Тепловізор

Вимоги з техніки безпеки і охорони праці

До початку робіт усі робітники і інженерно-технічний персонал повинні бути ознайомлені із проектом виробництва робіт або з технологічною картою.

На території будівельного об’єкту перед початком робіт по улаштуванню елементів фа- саду повинні бути визначені зони, небезпечні для робіт і проходи людей.

До початку робіт необхідно:

– визначити місця складування і зберігання матеріалів, обладнання і інструментів на будіве- льному майданчику;

– забезпечити будівельний об’єкт питною і технічною водою, а також засобами для надання першої медичної допомоги;

– обладнати місця відпочинку робітників;

– забезпечити всіх робітників засобами індивідуального захисту і проінструктувати про поря- док користування та догляду за ними.

Організація робочих місць на будівництві повинна забезпечувати безпеку виконання робіт.

Робітники, які працюють на обладнанні теплоізоляції, забезпечуються робочим одягом відповідно до діючих норм.

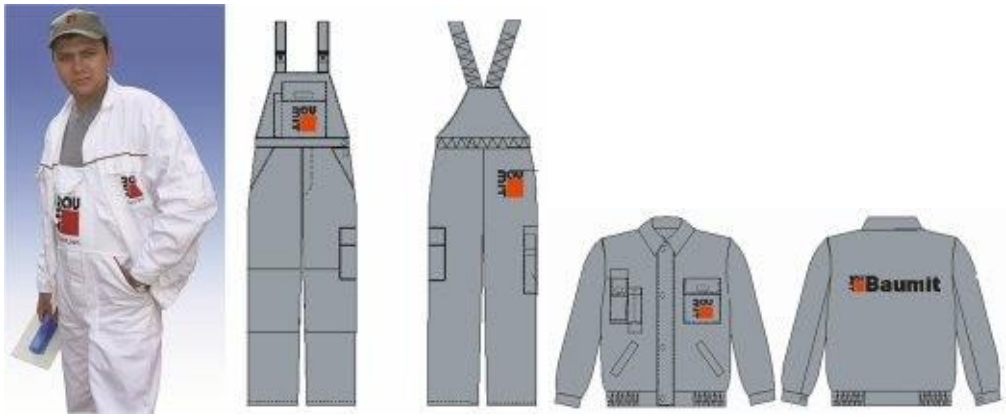


Рисунок 3.15 – Захисний одяг

Перед початком будь-яких робіт на об’єкті необхідно переконатися, що всі небезпечні місця, де може утворюватися шкідливий газ, добре провітрюються. Люди, які працюють у таких зонах, повинні мати протигази або кисневі прилади. Всі відкриті отвори в стінах, перекриттях або робочих настилах огороджуються щонайменше на один метр. Якщо роботи ведуться на висоті понад 1,1 метра і немає можливості зробити настил з огорожею,

обов’язково використовуються запобіжні пояси з надійними точками кріплення. Всі пояси, ланцюги та канати повинні мати паспорти або проходити випробування за стандартом.

Одночасне виконання робіт у двох і більше ярусах по одній вертикалі забороняється, якщо немає спеціальних захисних пристосувань. Будівельні машини, механізми та інструменти мають бути справними, відповідати характеру робіт і мати всі необхідні огорожі. Керування електричними машинами дозволяється тільки людям із відповідним посвідченням, а використання підйомників і кранів для підйому людей суворо заборонено. Робота несправним устаткуванням або з механізованим інструментом на приставних драбинах забороняється. Всі електродвигуни, інструменти та освітлення підключаються тільки штатними способами, а викручування лампочок під напругою допускається лише кваліфікованим робітником у гумових рукавицях.

Переносити матеріали на носилках по горизонталі можна лише у виняткових випадках на відстань до 50 метрів; по сходах — заборонено. Для жінок і підлітків діють граничні норми перенесення та підйому вантажів. Сухі сипучі матеріали, такі як цемент або вапно, розвантажують тільки механізовано. Скидання матеріалів або сміття з висоти понад один поверх без жолобів заборонено.

Риштування та настили повинні бути міцними та надійно прикріпленими. Дошки настилів розташовуються щільно, щілина між ними не більше 10 мм, товщина дощок — не менше 50 мм, стики не повинні потрапляти між опорами. Поручні і бортові дошки мають бути надійними, без виступаючих цвяхів або скоб. Настили регулярно очищають від сміття. Драбини та містки обладнуються пристроями для кріплення запобіжних поясів, а прогин настилу під навантаженням не повинен перевищувати 2 см.

Устаткування і підйомні механізми використовуються лише справні, з усіма засобами безпеки. Рухомі частини, що становлять небезпеку,

закриваються огорожами або захисними пристроями. Всі кабелі ізольовані, корпуси обладнання заземлені.

Кожен робітник має бути забезпечений засобами індивідуального захисту: каскою, респіратором, окулярами, комбінезоном, рукавицями, взуттям. Ті, хто працює на висоті, використовують запобіжні пояси.

Під час роботи щоденно перевіряють справність машин, механізмів, проводів, кабелів та шлангів. При виявленні напруги або несправностей роботу негайно зупиняють, вимикають обладнання і здають в ремонт. Машини під час перерв повинні бути відключені від мережі. Кабелі та шланги слід контролювати, щоб вони не перегиналися і не потрапляли під колеса. Барабани змішувачів очищають тільки після повної зупинки двигуна. Допоміжне обладнання (трансформатори, перетворювачі, захисно-відключні пристрої) обслуговують лише чергові електромонтери.

Місця для приготування матеріалів обладнуються централізовано з вентиляцією, щоб рівень пилу та шкідливих речовин не перевищував допустимий. Після роботи або перед їжею робітники миють руки щіткою та милом. Матеріали зберігаються у межах змінної потреби, а відходи збирають у контейнери і видаляють через спеціальні жолоби.

3.4 Адаптація будівельних норм і стандартів до нових кліматичних реалій

Сьогодні будівництво стоїть перед унікальним викликом: клімат стрімко змінюється. Раніше будівельні норми ґрунтувалися на багаторічних статистичних даних, де середньорічна температура, середня кількість снігу або тривалість дощових періодів змінювалися повільно. Тепер же ми спостерігаємо різкі коливання: від аномальної спеки влітку до несподіваних снігопадів у

міжсезоння, від зливових паводків до тривалих посух. Це означає, що старі стандарти часто не враховують реальну небезпеку для будівель.

Будівельні норми сьогодні потребують живої адаптації, щоб споруди залишалися безпечними, енергоефективними і довговічними. Це не просто оновлення цифр у документах — це повна переоцінка підходів до матеріалів, конструкцій та технологій.

1. Перегляд кліматичних параметрів

Старі норми брали за основу «середні» значення температури, швидкості вітру або кількості снігу. Тепер ці середні значення більше не відображають реальність. Наприклад:

- Висока спека навесні та восени змушує переглядати розрахунки систем кондиціювання.
- Сильні зливи змінюють вимоги до дренажу дахів та фундаментів.
- Нестійка вологість впливає на корозію металів і деформацію деревини.

Сучасні норми повинні спиратися на дані кліматичних моделей, які прогнозують не лише середнє значення, а й екстремальні події, які можуть повторюватися частіше, ніж передбачалося.

2. Енергетична ефективність у нових умовах

Колись утеплення будівель зводилося до «зимових» розрахунків: мінімум теплопровідності для опалення. Сьогодні треба думати і про літню спеку, і про перепади температур.

- Вимоги до теплоізоляції стін і дахів зростають, але разом із тим з’являється потреба у пасивних охолоджувальних системах: вентиляційних шахтах, зелених дахах, сонцезахисних екранах.
- Системи опалення та охолодження проектують з урахуванням майбутніх екстремальних температур — тепер вони повинні бути «готовими до всього»: і до -20°C взимку, і до +40°C влітку.

В Україні, як і в інших країнах, будівельні норми поступово інтегрують принципи енергоефективності, орієнтовані на мінімізацію споживання ресурсів та максимальний комфорт для людей.

3. Водозахист і стійкість до екстремальних опадів

Паводки, затоплення та локальні зливи стають частими «сюрпризами». Фундаменти та підвали без додаткового захисту ризикують швидко деградувати. Тому стандарти змінюють підхід до:

- Дренажних систем і відведення води: дахи та території проектуються так, щоб вода швидко йшла в систему водовідведення.
- Гідроізоляції фундаментів: сучасні матеріали та методи дозволяють будівлям «пережити» навіть сильні зливи без втрати експлуатаційних властивостей.
- Вибору матеріалів: бетон із підвищеною водостійкістю, метал із антикорозійними покриттями, деревина з додатковою обробкою — все це стає нормою.

4. Біокліматична адаптація будівель

Норми починають враховувати взаємодію будівлі з навколишнім середовищем, а не лише її внутрішню структуру. Це означає:

- Орієнтація будівлі під сонце та вітри.
- Використання зелених насаджень як природних «кліматичних буферів».
- Матеріали, які відбивають тепло, або конструкції, що акумулюють холод у спекотні дні.

Ідея полягає в тому, щоб будівля сама «адаптувалася» до клімату, а не навпаки — щоб люди постійно страждали від спеки або вогкості.

5. Гнучкість та готовність до змін

Норми майбутнього не будуть «жорсткими», вони повинні залишати простір для адаптації:

- Передбачають «запас безпеки» на навантаження та довговічність матеріалів.

- Розробляють рекомендації щодо модернізації будівель без демонтажу основних конструкцій.
- Підтримують модульність конструкцій, яку легко реконфігурувати під нові умови.

Це робить будівлі стійкішими до непередбачуваних змін клімату — так, ніби вони «навчаються виживати».

6. Приклади світової практики

- ЄС: стандарти енергетичної ефективності переглядають кожні 5 років із врахуванням кліматичних прогнозів.
- США: ASHRAE 90.1 включає оновлені кліматичні карти для систем опалення та охолодження.
- Україна: поступово інтегрує дані про кліматичні ризики у ДБН, особливо в регіонах з підвищеною вологою та ризиком підтоплення.

7. Виклики

- Недостатньо локальних кліматичних даних для точних прогнозів.
- Застарілі матеріали та технології, які не витримують нових кліматичних навантажень.
- Необхідність інтеграції нормативів із прогнозами та інноваційними рішеннями для забезпечення безпечного та комфортного середовища.

Таблиця 3.11 - Ключові напрямки адаптації

Кліматичні параметри	Енергетична ефективність	Водозахист та дренаж
Температура	Утеплення стін і дахів	Гідроізоляція
Вологість	Пасивне охолодження	Відведення води
Опади	Енергоефективні системи	Фундаменти
Вітер		

Висновки

Дослідження впливу змін клімату на міцність та довговічність будівельних матеріалів показало, що сучасні кліматичні реалії ставлять перед будівництвом нові, раніше нехарактерні виклики. Підвищення середньорічних температур, збільшення кількості екстремальних опадів, частіші цикли заморожування та відтавання, а також зростання вологості й інтенсивності УФ-випромінювання роблять традиційні підходи до вибору матеріалів і проектування конструкцій недостатніми. Матеріали, які довгий час вважалися надійними, сьогодні демонструють різку чутливість до цих факторів: метал швидше піддається корозії, бетон і залізобетон більш вразливі до карбонізації та руйнування арматури, деревина змінює форму та втрачає міцність через вологісні коливання, а полімери та композити поступово деградують під дією ультрафіолету та теплових циклів.

Виявлено, що наслідки кліматичних змін не обмежуються лише фізичними деформаціями матеріалів. Вони впливають на експлуатаційні характеристики будівель у цілому, підвищуючи ризик зменшення терміну служби конструкцій, збільшення витрат на обслуговування та ремонт, а також на енергоефективність споруд. Одночасно, зміни клімату вимагають переосмислення підходів до нормативної бази: оновлення розрахункових кліматичних параметрів, інтеграція нових матеріалів із підвищеною стійкістю до вологи, УФ-випромінювання та температурних коливань, а також застосування сучасних технологій захисту конструкцій і пасивних методів регулювання мікроклімату всередині будівель.

Дослідження показали, що ефективне забезпечення довговічності будівель можливе лише за умови прогнозного підходу і постійного моніторингу стану матеріалів у процесі експлуатації. Це дозволяє виявляти слабкі місця на ранніх стадіях, планувати модернізацію конструкцій і своєчасно впроваджувати корекційні заходи. Крім того, сучасні тенденції будівельного матеріалознавства

свідчать про перспективу використання високостійких та адаптивних матеріалів, які здатні витримувати екстремальні кліматичні навантаження і при цьому зберігати експлуатаційні характеристики протягом тривалого часу.

У підсумку, дослідження підтвердило, що зміни клімату безпосередньо впливають на довговічність та міцність будівельних матеріалів, що робить критично важливим не лише вдосконалення нормативної бази, а й практичне застосування матеріалів і технологій, здатних протистояти новим кліматичним викликам. Адаптація будівництва до сучасних умов стає не лише питанням ефективності та економії, а й ключовим фактором безпеки та надійності інфраструктури.

Перелік використанних джерел

1. ДБН В.1.1-12:2016. Навантаження та впливи. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц.. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.

2. ДБН В.2.6-31:2020. Будинки та споруди. Конструкції бетонні та залізобетонні. [Чинний від 2020-07-01]. Вид. офіц.. Київ: Мінрегіон, 2020.

3. Мартинов, С. П., & Ковальчук, О. В. (2021). Вплив кліматичних факторів на довговічність будівельних матеріалів. *Будівельні матеріали та конструкції*, 23(4), 45–56.

4. Ейзенберг, А. Н., & Руденко, В. І. (2019). Корозійна стійкість металів у змінених кліматичних умовах. *Металургія і матеріалознавство*, 15(2), 34–42.

5. Ткаченко, І. В. (2020). Вплив вологи та температурних коливань на фізико-механічні властивості деревини. *Лісове господарство України*, 12(1), 17–27.

6. ASHRAE Standard 90.1-2019. *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2019.

7. European Committee for Standardization (CEN). EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1 – Actions on structures. Part 1-4: General actions – Wind actions. Brussels, 2005.

8. Khattab, R., & Al-Ayash, A. (2020). Impact of Climate Change on Concrete Durability: A Review. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(6), 04020105.

9. United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Adaptation of Infrastructure to Climate Change: Guidelines and Best Practices*. Nairobi: UNEP.

10. Гончарук, М. П. (2018). Біокліматичний підхід у будівництві та архітектурі. *Архітектура і містобудування*, 25(3), 59–68.

11. Петров, С. І., & Литвиненко, А. Ю. (2022). Довговічність композитних матеріалів у будівництві: вплив УФ та температури. *Композитні матеріали і технології*, 8(2), 22–35.

12. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2007. 182 с.

13. Жван В. Д. Технологія будівельного виробництва в житлово-комунальному господарстві : навч. посібник. Харків. нац. акад.. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2010. 316 с.

14. Жван В. Д., Помазан М. Д.,. Жван О. В. Зведення і монтаж будівель і споруд: навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2011. 395 с.

15. Фокин Г. С.. Кондращенко Е. В.Строительные материалы: справочник. Харків : АЛЕФ ИнфоТрейд, 2008. 425 с.

16. Губій М. М., Ахмеднабієв Р. М. Проектування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навч. посібник. Харків : Тимченко, 2007. 192 с.

17. Карапузов Є. К., Соха В. Г., Остапченко Т. Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: підручник. Київ : Вища школа, 2004. 416 с.

18. А. Печонкін. Матеріали німецьких виробників для влаштування підлог різного призначення. *Технології будівництва*. 2002. № 1. С. 92 – 98.

19. Клименко Є. В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: навчальний посібник. Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. 304 с.

20. Гавриляк А. І., Базарник І. Б., Кінаш Р. І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель : навч. посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. 540 с.

21. Ярмоленко М. Г., Романушко Є. Г. Технологія будівельного виробництва : підручник / за ред. М. Г. Ярмоленка. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища школа, 2005. 342 с.

22. De Araujo, V., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Garcia, J., Souza, A., Savi, A., Morales, E., Molina, J., Vasconcelos, J., Christoforo, A., & Lahr, F. (2016).

Classification of Wooden Housing Building Systems. BioResources, 11(3), 7889-7901. Retrieved from https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_11_3_Review_DeAraujo_Classification_Woo den_Housing_Systems/4688

23. Про затвердження Технічного регламент будівельних виробів, будинків і споруд : Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 року №1764. Офіційний вісник України. 2006. № 51, ст. 3415.

24. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». [Чинні з 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України.2019. 32 с.

25. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.

26. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.

27. Пшегорлінська О.А. Організація та планування будівництва об’єктів та комплексів:методичні вказівки до виконання курсового та дипломного проектів. Запоріжжя, 2002.