

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра
Довженка

Кафедра професійної освіти та
комп'ютерних технологій

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**Тема: Іноваційні рішення плоских дахів будівель з методикою
викладання теми**

Виконав:
Федоренко Олександр Володимирович
015 Професійна освіта (Будівництво)

Науковий керівник:
канд. пед. наук,
Хоменко О.Г.

Допущено до захисту
" ___ " _____ 2025 р.

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: « ___ » _____ 2025 р.

Національна _____ оцінка

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Підписи членів комісії:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ (науковий ступінь, учене звання)

_____ Тетяна ВАСЕНОК

_____ (підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

для виконання магістерської роботи здобувачеві

Федоренко Олександр Володимировичу

015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Науковий керівник **Хоменко Олександр Григорович**, канд. пед. наук

Тема **Іноваційні рішення плоских дахів будівель з методикою викладання теми**

Термін подання здобувачем виконаної роботи «28» грудня 2024 р.

1. Перелік основних джерел за темою дослідження (вихідні дані): державні будівельні норми та стандарти з проектування та будівництва дахів, наукові праці фахівців з даної проблематики.
2. Зміст магістерської роботи:
 - розглянути перспективні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів;
 - виконати аналіз сучасних теплоізоляційних і покрівельних матеріалів та систем плоских дахів будівель;
 - розглянути інноваційні технології влаштування рулонної покрівлі плоских дахів;
 - розробити методику викладання теми «Іноваційні конструктивно-технологічні рішення дахів будівель» з використанням тестових технологій.
3. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: таблиці розрахунків, мультимедійна презентація роботи – 18-20 слайдів

Науковий керівник

_____ Олександр ХОМЕНКО

_____ (підпис)

Завдання отримав

«__» _____ 2024 р.

_____ Олександр ФЕДОРЕНКО

_____ (підпис здобувача)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(науковий ступінь, учене звання)

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ПЛАН-ГРАФІК
виконання магістерської роботи

Тема: Іноваційні рішення плоских дахів будівель з методикою викладання теми

Здобувач: Федоренко Олександр Володимирович

Спеціальність 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Будівництво)

№№ з/п	Розділи, підрозділи та їх зміст	Термін виконання	Відмітка наукового керівника про виконання
1.	Робота з інформаційними джерелами	02.02.24	виконано
2	Розробка наукового апарату дослідження і написання вступу	20.03.24	виконано
3	Розробка теоретичної частини дослідження	25.06.24	виконано
4.	Розробка тестів з теми «Іноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель»	27.10.24	виконано
5.	Написання висновків, оформлення роботи і підготовка до захисту	28.12.24	виконано

Підпис здобувача _____

Олександр ФЕДОРЕНКО

ЗМІСТ

Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. Конструктивно-технологічні рішення плоских дахів ...	8
1.1. Загальні відомості про плоскі дахи . Основні поняття та визначення.....	8
1.2. Конструктивні рішення плоских дахів	12
1.3. Теплоізоляційні матеріали для влаштування плоских дахів	19
1.4. Сучасні покрівельні рулонні матеріали	27
РОЗДІЛ 2. Технологія улаштування покрівлі плоских дахів	34
2.1. Технологія улаштування пароізоляції	34
2.2. Технологія улаштування теплоізоляції покрівлі	37
2.3. Технологія улаштування похилоутворюючих шарів із теплоізоляційних плит	41
2.4. Технологія улаштування гідроізоляції покрівлі з рулонних бітумно-полімерних матеріалів	45
РОЗДІЛ 3. Тестові технології для викладання теми «Інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель»	58
3.1. Сутність тестових технологій	58
3.2. Тести для контролю знань з теми «Інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель	64
Висновки	72
Список використаних джерел	76

Вступ

Актуальність теми. Конструкції традиційних плоских дахів будівель застосовується у будівництві житлових, громадських та промислових об'єктів. Відносна низька вартість технології влаштування плоских дахів сприяла масовому використанню її в житловому будівництві. Так, в Україні у 60–90-х роках минулого століття за типовими проектами збудовано десятки тисяч цегляних, панельних і блочних будинків з конструкціями плоских дахів.

Удосконалення конструкції плоских дахів та збільшення терміну їх експлуатації стало можливим завдяки застосуванню вентильованої або так званої «дихаючої» покрівлі.

Принципово новим інноваційним технологічним рішенням плоских дахів стало влаштування інверсійної покрівлі. Інверсійні покрівлі суттєво розширили функціональні властивості плоскої покрівлі. Термін «інверсійна» походить від латинського слова *inversio* – обернення, перевертання.

Порівняно із традиційним плоским дахом інверсійне покриття передбачає розміщення гідроізоляційного шару під шаром утеплювача на поверхні основи покрівлі. Ця технологічна відмінність інверсійного даху дозволяє зберігати гідроізоляційний шар від руйнівного впливу ультрафіолетових променів, різких температурних перепадів, механічних пошкоджень, і тим самим покращує функціональні властивості покрівлі та збільшує термін її експлуатації. В середньому термін служби інверсійної покрівлі становить від 50 до 60 років, що значно перевищує термін служби традиційної м'якої покрівлі даху до 20–25 років.

Зелений дах – це багат шарова покрівельна система, яка частково або повністю покрита рослинністю. У наші дні цей, стародавній спосіб влаштування даху все більше перетворюється у високу інноваційну технологію, набуває популярності у всьому світі.

«Зелені» дахи мають широкий спектр екологічних, соціальних та економічних переваг, у порівнянні з традиційними, і є перспективною технологією сталого розвитку міст.

Проблеми влаштування плоских дахів та удосконалення їх конструктивно-технологічних рішень досить активно досліджуються. Серед вітчизняних дослідників даної проблематики слід відзначити Г. І. Оніщука [12], Д.В. Жвана [9], О. М. Лівінського [15], Г. А. Міняйла [11], Г. Г. Фаренюка [17], О.В. Семка [18] та інших. Але наразі існує потреба систематизації та узагальнення інноваційних конструктивно-технологічних рішень улаштування плоских дахів.

Метою магістерської роботи є інноваційні конструктивні рішення і технології улаштування плоских дахів та методика тестового контролю знань при викладанні теми

Об'єктом дослідження є плоскі дахи будівель.

Предметом дослідження є інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів

Для реалізації поставленої мети вирішити наступні ***завдання***:

- розглянути конструктивні рішення плоских дахів;
- виконати аналіз сучасних теплоізоляційних та покрівельних матеріалів і систем плоских дахів будівель;
- розглянути інноваційні технології влаштування рулонної покрівлі плоских дахів;
- розкрити методичні аспекти тестових технологій та розробити комплекс тестових завдань при вивченні теми «Інноваційні конструктивно-технологічні рішення дахів будівель».

Методи дослідження полягають у аналізі літературних джерел, теоретичних досліджень, аналізі та узагальненні даних.

Інформаційною базою дослідження є держані будівельні норми та стандарти з проектування та будівництва плоских дахів, відповідні наукові праці вчених та фахівців.

Практичне значення результатів роботи. Отримані у роботі результати можуть використовуватись в підготовці фахівців будівельного профілю, у розробці нових дисциплін, у курсовому проектуванні, виробничому навчанні.

Обсяг та структура роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 70 сторінок.

РОЗДІЛ 1. Конструктивно-технологічні рішення плоских дахів

1.1. Загальні відомості про плоскі дахи. Основні поняття та визначення

У нормативній та спеціальній літературі [3, 14,18] використовують такі терміни та визначення понять дахів, покриття будинків та покрівельних систем

Дах – це верхня конструкція будівлі (покриття) для захисту приміщень від зовнішніх кліматичних факторів і впливів (атмосферні опади, сонячна радіація, вітер, шкідливі викиди промислових підприємств тощо) та від втрат тепла у будівлі взимку і перегрівання влітку.

Дах включає в себе покрівлю, основу під покрівлю, теплоізоляцію, пароізоляцію і несучі конструкції (залізобетонні плити, профільований настил та ін.).

Покрівля - верхній елемент покриття (даху), що захищає будинок від проникнення атмосферних опадів, і включає покрівельний матеріал, основу під гідроізоляційний килим, системи для забезпечення вентиляції, примикань, безпечного людей переміщення і експлуатації, снігозатримання та ін.

Ухил покрівлі – визначається як відношення падіння ділянки покрівлі до його довжини, виражене відносною величиною у відсотках (%) або в градусах (°); кут між лінією найбільшого скату покрівлі та її проекцією на горизонтальну площину.

До плоских відносять дахи з ухилом до 10 %.

До сучасних дахів ставляться такі основні вимоги:

- сприймання постійних (власна вага) і тимчасових (сніг, вітер, ожеледь та ін..) навантажень,
- відведення атмосферних опадів ,
- водонепроникнення,

- вологостійкість,
- вогнестійкість,
- стійкість проти впливу агресивних хімічних речовин, сонячної радіації, високих і низьких температур;
- тривалий термін експлуатації,
- енергоефективність і екологічність.

За розташуванням шарів дахи поділяють на традиційні, в яких гідроізоляційний килим розташований над теплоізоляційним шаром (рис.1.1) та інверсійні, в якого гідроізоляційний килим розташований нижче теплоізоляційного шару (рис.1.2).

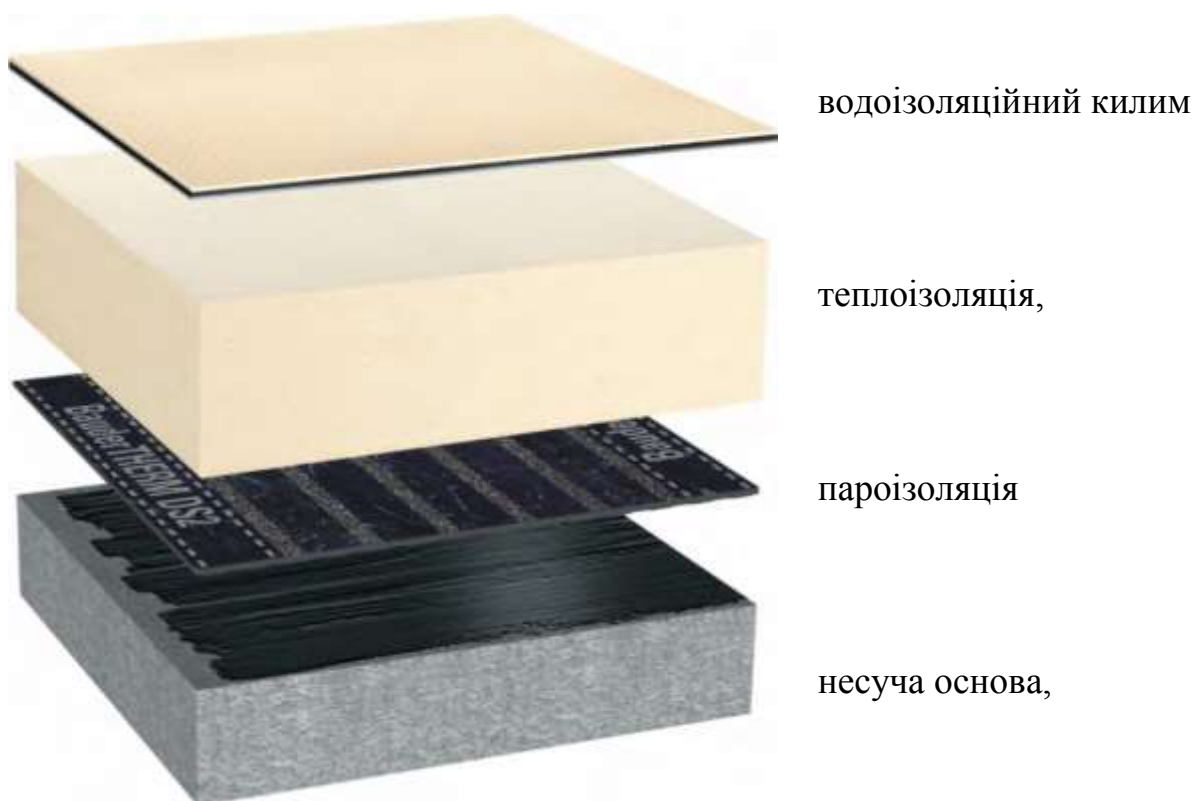


Рисунок 1.1 Традиційний плоский дах

Окрім виконання основних функцій – захисту будівлі від опадів, перепадів температур та ін.. плоский дах може бути розрахований на перебування людей та спеціально обладнаний захисним шаром та виконувати і інші функції. Такі дахи називають *експлуатованими*.



пішохідне покриття

гравійна засипка (баласт)
дренажний шар

водоізоляційний килим

теплоізоляція,

пароізоляція

несуча основа

Рисунок 1.2 Експлуатований плоский дах

Дахи розраховані на перебування людей, яке пов'язане тільки з періодичним обслуговуванням інженерних систем будівлі називають не експлуатованими.

Експлуатовані покриття бувають горищними і безгорищними (суміщеними). Останні можуть бути вентиляльованими і невентильованими.

Плоскі експлуатовані дахи за функціональним призначенням можна поділити на кілька типів:

- дахи з обмеженою можливістю для ходіння;
- пішохідні дахи;

«зелені» дахи;

дахи, придатні для руху транспорту і влаштування парковок.

Дуже часто ці типи дахів комбінують, наприклад, пішохідні доріжки можуть поєднуватися з зелененими ділянками.



Рис.1.3 Зелений плоский дах

Зелений дах – це дах, поверхня якого частково або повністю який складається з висаджених рослин, основного шару гідроізоляційного килима, теплоізоляції, а також спеціальних шарів, таких як розділового шару, дренажного і фільтруючого шарів, ґрунтового (рис.1.3).

За зовнішнім виглядом і призначенням «зелені» дахи можна розділити на такі типи:

- з інтенсивним озелененням;

- з «легким» озелененням (без дерев і високих чагарників);
- із трав'яною рослинністю (мінімальний ґрунтовий шар і ходіння тільки спеціальними доріжками).

1.2. Конструктивні рішення плоских дахів

Дах з традиційною покрівлею. Найбільш поширеною є традиційна система плоских дахів з розташуванням покрівельного килима поверх теплоізоляційного шару. Така система забезпечує влаштування суміщеного теплогідрозахисту та застосування широкого асортименту покрівельних і теплоізоляційних будівельних матеріалів.

Дах з традиційною плоскою покрівлею - це багат шарова конструкцію, яка складається, як правило з таких основних шарів:

- несуча конструкція
- пароізоляція,
- теплоізоляція,
- стяжка
- покрівля.

Похилоутворюючий шар застосовують на даху, якщо його несучими конструкціями ухили не задані.

Склад і розташування шарів традиційного даху показано на рис..1.4.

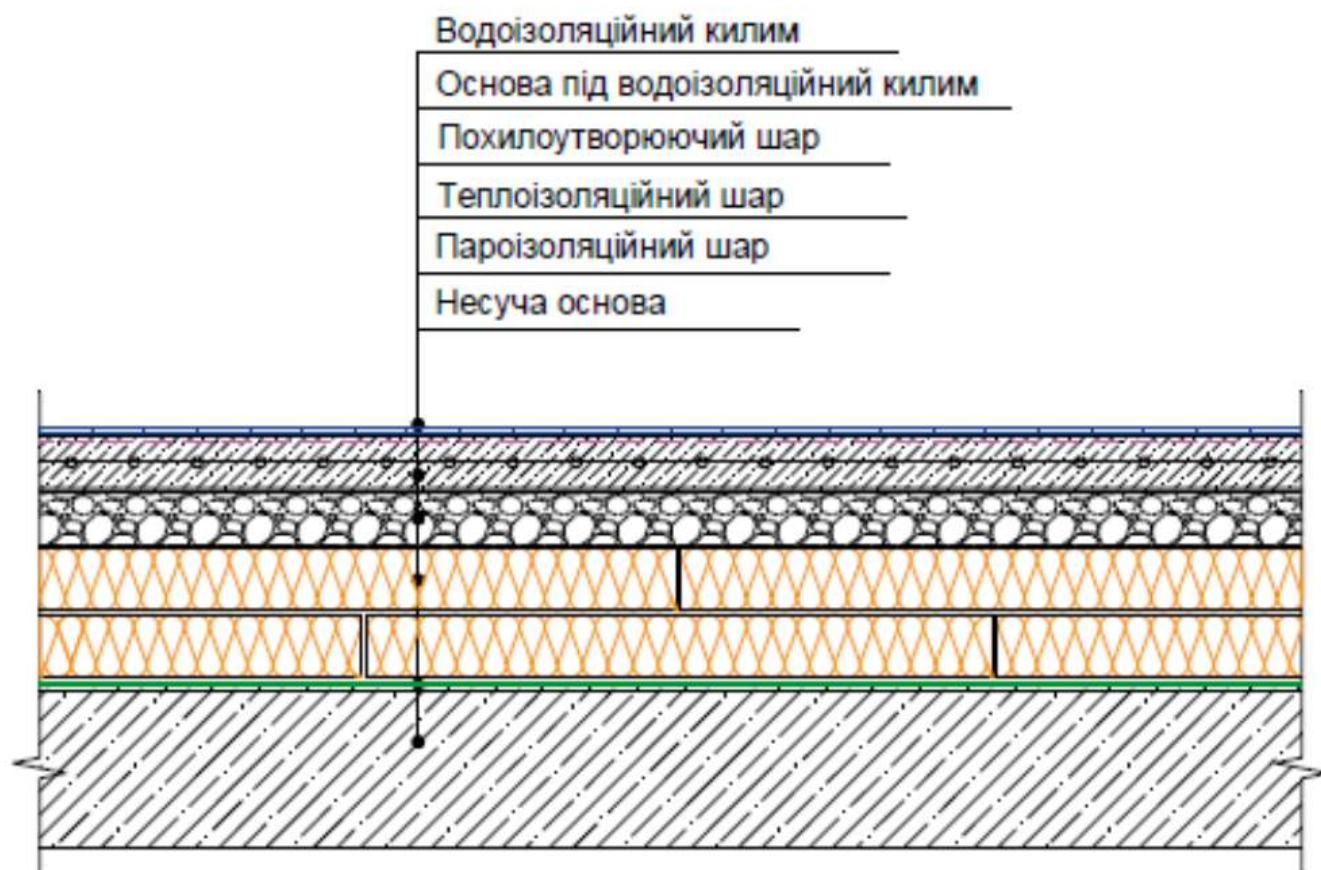


Рисунок 1.4 - Конструкція традиційного даху будівлі

Для захисту від зволоження теплоізоляційного шару парами теплових потоків в покриттях будинків передбачають пароізоляцію Шар пароізоляції перешкоджає проникненню в теплоізоляцію вологи з внутрішніх приміщень, тим самим, зберігаючи її експлуатаційні властивості і забезпечуючи довговічність. У якості пароізоляції застосовують поліетиленові та поліпропіленові плівки, рулонні матеріали без грубозернистого посипання, а також пароізоляційні мастики.

Теплоізоляцію розташовують на пароізоляційному шарі. Вона забезпечує стабільну температурний режим внутрішніх приміщень і захищає несучі конструкції від промерзання та зволоження в холодну пору року. Одночасно теплоізоляція виконує і звукоізоляційні функції.

Як теплоізоляцію застосовують жорсткі плити і плити підвищеної жорсткості з мінеральної вати або з пінополістиролу, тому що під час

монтажу та експлуатації системи теплоізоляція перебуває під впливом різних навантажень. Якщо розрахункової товщина шару теплоізоляції значна плити можуть бути укладені у кілька шарів з перев'язкою швів у шаховому порядку. У цьому випадку нижній шар може бути виконаний з напівжорстких мінераловатних плит.

Верхній елемент даху - покрівля - оберігає приміщення і матеріал покриття від проникнення атмосферних опадів. Основою під гідроізоляційний килим служать поверхні:

- несучих залізобетонних плит;
- монолітних стяжок з легких бетонів, а також матеріалів на основі цементного або бітумного в'язучого з легкими заповнювачами;
- монолітних стяжок з цементно-піщаного розчину;
- монолітних стяжок з асфальтобетонної суміші;
- збірних (сухих) стяжок, наприклад . хризотилцементних плит , цементно-стружкових плит тощо.

У системах, що використовують як теплоізоляцію плити підвищеної жорсткості, основою під покрівлю може служити поверхня теплоізоляції

Конструктивні рішення інверсійних покрівель. Найбільш слабким місцем традиційного покрівельного килима є верхній гідроізоляційний шар, що піддається впливу різних несприятливих чинників: різких перепадів температур, атмосферних опадів, ультрафіолетового (УФ)- випромінювання, термічної деформації захисного шару, механічних впливів тощо.

Принцип інверсійної покрівлі полягає в тому, що над гідроізоляційним шаром розміщується утеплювач, захищаючи гідроізоляцію від цих несприятливих впливів (рис. 1.5).

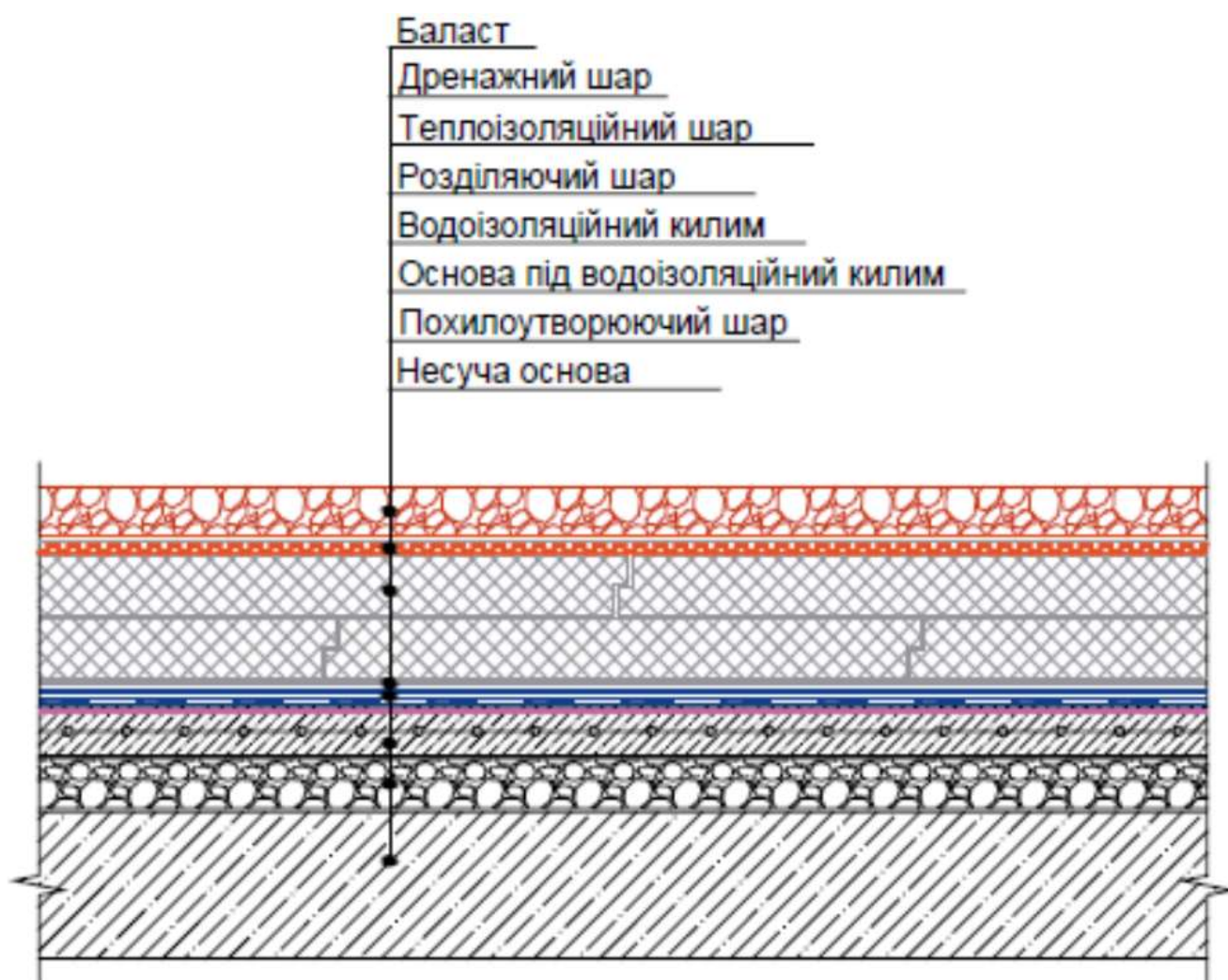


Рисунок 1.5 - Конструкція інверсійного даху

У інверсійному даху гідроізоляційний шар практично цілий рік перебуває у постійному температурному діапазоні, близькому до температур всередині будівлі, що фактично запобігає утворенню конденсату і тому відпадає необхідність влаштовувати пароізоляцію.

Інверсійні дахи рекомендується виконувати при ухилах від 1 до 5%.

У типовій конструкції інверсійної покрівлі (з пішохідним покриттям) гідроізоляційний шар розташовано на основі, виконаній із заданим ухилом, далі укладають теплоізоляційні плити, геотекстильне покриття (для захисту від осипу і проникнення дрібних частинок засипки в стики між плитами, а також і для механічної стабілізації теплоізоляційних плит шляхом розподілу навантаження присипного шару), дренажний шар, захисний шар.

Як верхній шар для захисту покрівлі від вітрового впливу на теплоізоляцію, як правило, насипається баластний шар гравію, гальки або вкладається тротуарна плитка. До того ж це значно знижує небажані впливи УФ-випромінювання та озону та, а у деяких випадках є необхідною умовою протипожежної безпеки. Товщина верхнього навантажувального шару має дорівнювати товщині теплоізоляційного шару, але не менше ніж 5 см. Настил із тротуарних плит рекомендується укладати поверх гравійної засипки (або піщано-гравійної суміші) та фільтрувального шару.

При використанні поверхні даху для проїзду транспорту (влаштування парковки) застосовують інверсійний варіант, оскільки за інтенсивних динамічних навантажень (продавлювання, вібрація) захищеність водоізоляційного килима набуває особливого значення. До того ж парковка на дахах може бути організована не тільки для легкового, але й для вантажного транспорту. У разі монолітного бетонного покриття перед бетонуванням влаштовують розділовий шар з поліетиленової плівки для запобігання потрапляння води в гравійний шар.

Склад і розташування шарів інверсійного експлуатованого даху показано на рис. 1.6.

До переваг інверсійних дахів можна віднести захист гідроізоляції від перепадів температури і від механічних пошкоджень, можливість швидкого монтажу за будь-якої погоди, відсутність необхідності в пароізоляційному шарі.

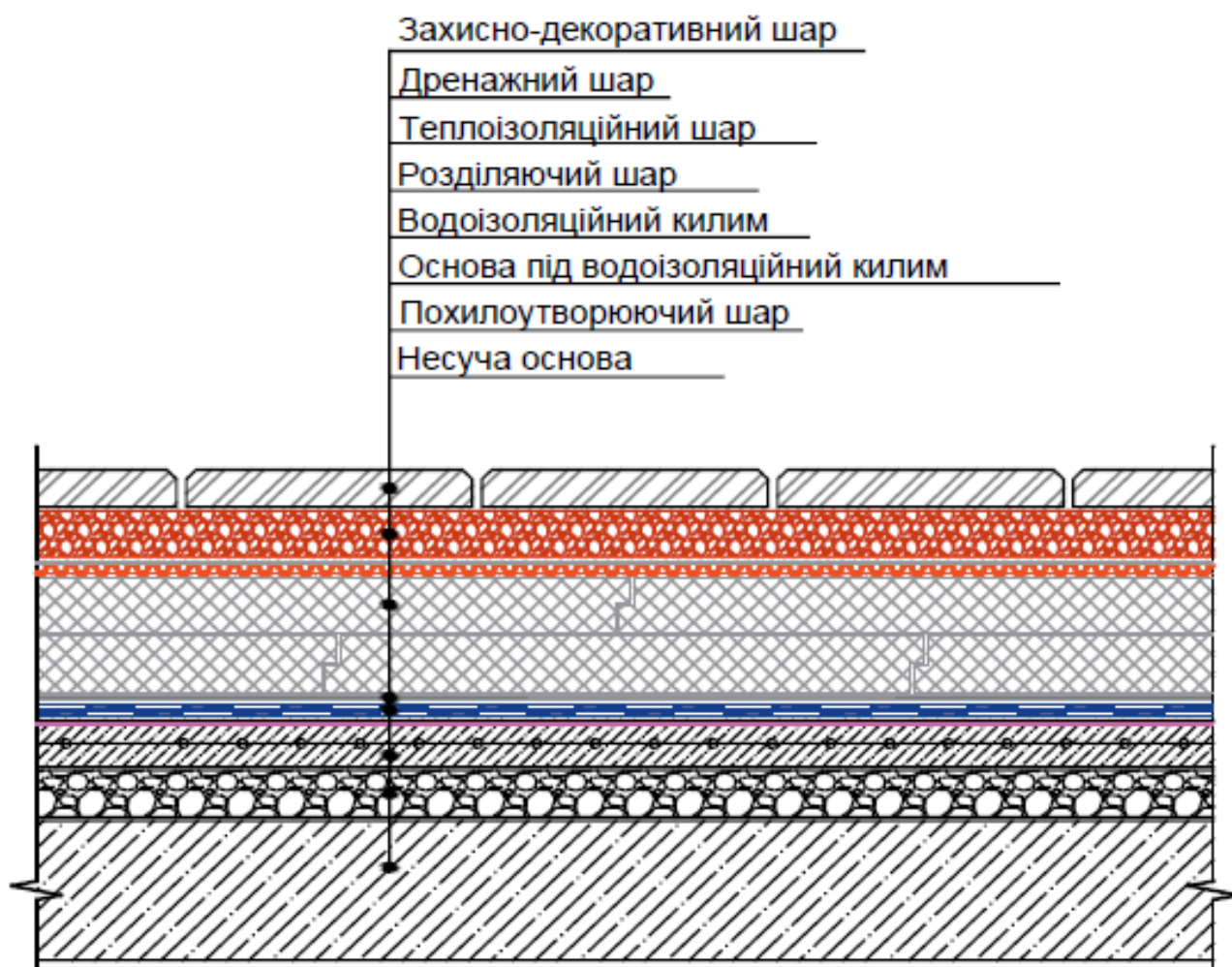


Рисунок 1.6 - Конструкція інверсійного експлуатованого даху

Переваги інверсійного даху порівняно з традиційним конструкцією даху:

- у конструкції інверсійного даху гідроізоляція захищена від температурних впливів (перепади температури, граничні значення, циклічне заморожування-відтавання), від руйнівного впливу УФ-опромінення та механічних пошкоджень;

- захищена шаром теплоізоляційного матеріалу, гідроізоляційна мембрана має менші експлуатаційні витрати;

- плити теплоізоляційного матеріалу не фіксуються на мембрані (вільне укладання), і тому не створюють руйнівних напружень на ділянках фіксації, які призводить до пошкоджень мембрани;

- гідроізоляційна мембрана, перебуваючи під шаром теплоізоляційного матеріалу, фактично виконує функцію пароізоляції, знижуючи ризик конденсації внутрішньої вологи та зменшуючи вартість конструкції даху;

- шар теплоізоляції (екструдований пінополістирол), а також захисний навантажувальний шар гравію, надійно захищають гідроізоляційну мембрану від будь-яких механічних впливів під час виконання будівельних та ремонтних робіт і подальшої експлуатації покрівлі;

- гідроізоляційна мембрана зафіксована на поверхні перекриття, що також знижує ймовірність механічних пошкоджень;

- під час демонтажу покрівельного перекриття (наприклад, реконструкція будівлі) плити з екструдованого пінополістиролу можуть бути використані повторно;

- при утворенні протікань місця порушення гідроізоляції можна легко знайти і ліквідувати, оскільки гравійний шар, роздільно-фільтраційний шар геотекстилю і плити екструдованого пінополістиролу легко знімаються і після усунення дефектів знову монтуються назад;

- для інверсійного типу покрівлі можливе створення «зелених» дахів, експлуатованих терас організації парковок шляхом використання теплоізоляційних плит різної міцності на стиск (максимально можливі навантаження до 70 тонн на квадратний метр);

- можливе збільшення теплотехнічних та ізоляційних характеристик покрівельного покриття;

- плити екструдованого пінополістиролу можуть укладатися за будь-яких погодних умов, що робить будівельний цикл практично всесезонним.

Основною проблемою інверсійних покрівель є волога, яка завжди присутня між тепло- і гідроізоляцією. Вона сприяє утворенню рослинного шару, який часто порушує герметичність покрівлі, створюючи розриви, через які відбувається інфільтрація води. Вологісний стан покрівлі впливає на її теплозахисні властивості, тому що теплопровідність зволжених матеріалів більша, а опір теплопередачі конструкції менший. І тому навіть тонкий

прошарок води між тепло- і гідроізоляцією може призвести до значного зменшення термічного опору конструкції даху.

Недоліки дахів інверсійного типу (з розміщенням утеплювача над покрівельним килимом):

- потребують водостійких утеплювачів з навантажувальним закріпленням;

- розміщення покрівельного килима в зоні пароізоляції суміщеного покриття потребує додаткових заходів щодо вентиляції розташованих під ним приміщень;

- ускладнюється вирішення надійного водовідводу з поверхні даху.

Влаштування експлуатованого даху - складне інженерне завдання, для вирішення якого доводиться задовольняти цілу низку вимог, залежно від функціонального призначення покриття.

1.3. Теплоізоляційні матеріали для влаштування плоских дахів

Основними експлуатаційними характеристиками теплоізоляційних будівельних матеріалів є :

- об'ємна маса (густина);
- коефіцієнт теплопровідності;
- гідрофобність;
- можливість ущільнюватися і чинити опір на розривання;
- горючість і термостійкість;;
- паро проникність;
- звуконепроникність.

У конструкції плоских дахів покрівлі теплоізоляційний матеріал повинен мати:

- високу теплоізоляційну здатність;
- мінімальне водопоглинання;
- знижену горючість;
- стабільністю геометричних розмірів;
- високою міцністю на стискання.

Підвищена вологостійкість і низьке водопоглинання теплоізоляційного матеріалу пов'язані з тим, що проникнення в структуру утеплювача водяної пари і вологи, багаторазові цикли заморожування-відтавання в кінцевому рахунку призводять до втрати теплоізоляційних властивостей і руйнування матеріалу.

Вищеперерахованим вимогам задовольняють теплоізоляційні матеріали, отримані шляхом спінювання. До них належать, зокрема, екструдовані пінополістироли, а також спінене, або ніздрювате скло.

На сьогодні основні обсяги теплоізоляції плоских покрівель виконуються з мінеральної вати та пінополістиролу.

Пінополістирол – твердий теплоізоляційний матеріал (рис.1.8). Теплоізоляційні матеріали на основі пінополістиролу отримують методом екструзії з полістиролу, вони здатні поглинати вологу, мають низький коефіцієнт теплопровідності (0,028-0,040 Вт/м °С), високу міцність на стиск та хімічну стійкість, але належать до горючих матеріалів (групи горючості – Г2-Г4). Їх дозволяється застосовувати за умови відсутності контакту з внутрішніми приміщеннями будівель.



Рисунок 1.7 – Плити пінополістирольного утеплювача

Щільність пінополістирольного утеплювача - від 20 до 50 кг/м³,
густина – 15-50 кг/м³;

Екструдований пінополістирол має рівномірну, замкнено порожнисту структуру, з діаметром порожнин 0,1-0,2 мм..

Теплопровідність екструдованого пінополістиролу не перевищує 0,03 Вт/(м °С). Основні характеристики матеріалу: густина – 30-40 кг/м³; висока міцність на стиск (при 10 % лінійній деформації - 0,3-0,5 МПа); висока морозостійкість (у діапазон робочих температур - від -50 до +75 °С; низька паропроникність -0,06 мг/(м год-Па).

Матеріал має тривалий термін експлуатації, при цьому він не руйнується від несприятливих впливів навколишнього середовища. Екструдований пінополістирол хімічно інертний майже з усіма хімічними сполуками і при горінні не виділяє шкідливих речовин, не підтримує горіння і горить тільки за високих температур.

Цей матеріал не гниє і не розпадається. Проводити монтаж екструдованих термоізоляційних матеріалів можна в будь-яку погоду.

Мінеральна (кам'яна) вата. Основною сировиною для виробництва кам'яної вати є гірські породи з - базальти, мергелі, сланці, суміші доломітів і вапняків з кремнеземом. Найбільш якісний матеріал виготовлений з габро-базальтових порід. Розплавлені гірські породи за температури 1400 °С піддаються процесу поділу на волокна, утворюючи кам'яну вату, що має волокнисту структуру. Базальтове волокно проходить обробку смолами формальдегідів, що надає йому необхідний рівень міцності.. Завдяки такій структурі вироблена з базальтових порід мінеральна вата має достатню міцність, а її ізоляційні властивості не змінюються з часом. При правильній експлуатації вона зберігає стабільність розмірів і не деформується, навіть в умовах змінної температури та вологості.

Кам'яна вата стійка до біологічної корозії та впливу хімічних речовин. Пружність і стабільність виробів із мінеральної вати забезпечує щільне прилягання, запобігаючи утворенню щілин, крізь які може виходити тепло.

Кам'яна вата - це негорючий матеріал, яка не горять і стійка до впливу вогню і високої температури. Теплоізоляція з кам'яної вати підвищує вогнестійкість ізольованих конструкцій.

Кам'яна вата поглинає шум, підвищує акустичну ізоляційну здатність конструкції від повітряних шумових забруднень.

Завдяки волокнистій структурі кам'яна вата вільно пропускає водяну пару. Таким чином, при її застосуванні в зовнішніх огорожувальних конструкціях будинку можливо уникнути вогкості й отримати здоровий мікроклімат у приміщеннях. Кам'яна вата погано вбирає вологу, тобто є гідрофобною і не поглинає вологу з повітря, тобто має мінімальну сорбційну вологість.



Рисунок 1.8 – Плити мінераловатного утеплювача

У 70-х роках минулого століття було розроблено утеплювач із пінополіуретану **Пінополіуретан** – це неплавка теплоізоляційна пластмаса з ніздрюватою структурою. При змішуванні двох рідких компонентів (полієфірполіол і поліізоціанат) починається реакція з утворенням піни. Її або напилують на об'єкт утеплення, або заливають у форми для подальшого використання у вигляді жорстких панелей. Технологія нанесення пінополіуретану передбачає наплення за допомогою насоса або змішування компонентів безпосередньо на поверхнях, які утеплюються. При цьому відбувається змішування складів і, потрапивши на поверхню, рідина спінюється, утворюючи жорсткий із закритими порами шар теплоізоляції. За одне нанесення виходить шар товщиною нанесення виходить шар товщиною

до 10 мм. За кілька нанесень отримують шар необхідної товщини. При цьому верхня поверхня шару має жорстку водонепроникнену оболонку.

Високі адгезійні властивості пінополіуретану дозволяють наносити його практично на будь-які поверхні. Метод нанесення матеріалу рівномірним напиленням забезпечує відсутність стиків і щілин між ділянками покриття. Це підвищує теплоізоляційні властивості даху, тому шар суцільного покриття не має «містків холоду», які викликають промерзання конструкції.

Основні характеристики пінополіуретану: коефіцієнт теплопровідності - 0,03-0,04 Вт/(м·К); густина – 40-80 кг/м³; горючість – Г2-Г4; високі хімічні і біологічна стійкість.

Але під впливом сонячних променів пінополіуретан втрачає експлуатаційні якості.

Пінополіуретан має закритопористу структуру, тому є не тільки теплоізоляційним шаром, а й одночасно гідроізоляцією.

Утеплювач із пінополіуретану може застосовуватися як під час влаштування нових дахів, так і під час ремонту або реконструкції покрівель.

Поліізоціанурат. Поліізоціанурат (скорочена назва PIR) – це піна з хімічно модифікованим поліуретановим наповнювачем, отримана в результаті хімічної реакції ізоціанурата і поліолу (співвідношення 2:1). Внаслідок цього отримують модифікований пінополіуретан, армований поліізоціануратними зв'язками. Пінополіуретан має пористу структуру, а також відрізняється значною легкістю та міцністю. Поліізоціанурат набуває широкої популярності і успішно витісняє теплоізоляційні матеріали з мінеральної вати та пінополістиролу. Цьому сприяють його найкращі теплоізоляційні властивості – низький коефіцієнт теплопровідності - 0,022 Вт/м·К, твердість, відповідність вимогам протипожежної безпеки. Загальна вага матеріалу становить приблизно 30 кг на кубічний метр. Поліізоціанурат характеризується підвищеним рівнем вогнестійкості, зберігаючи при цьому механічні та теплоізоляційні властивості. Пінополіізоціанурат

негігроскопічний матеріал. Міцність і дуже низький рівень вологопоглинання дозволяють використовувати його для теплоізоляції дахів будівель.



Рисунок 1.9 – Плити з пінополіізоціанурату

Панелі з пінополіізоціанурату (рис.1.9) забезпечують підвищений опір теплопередачі, мають малу вагу, що забезпечує легкість їх монтажу. Панелі з пінополіізоціанурату виготовляють з різними видами зовнішніх оболонкок: з скловолокна, які призначені для клеєних систем теплоізоляції;газонепроникною багат шаровою зовнішньою оболонкою, яка містить з алюмінієвими зовнішніми оболонками та ін. Пінополіізоціанурат не виділяє небезпечні речовини при експлуатації.

Сендвіч-панелі з поліізоціануратом мають високу стійкість до впливу температур (від 100 до 150 градусів) та дії вогню.

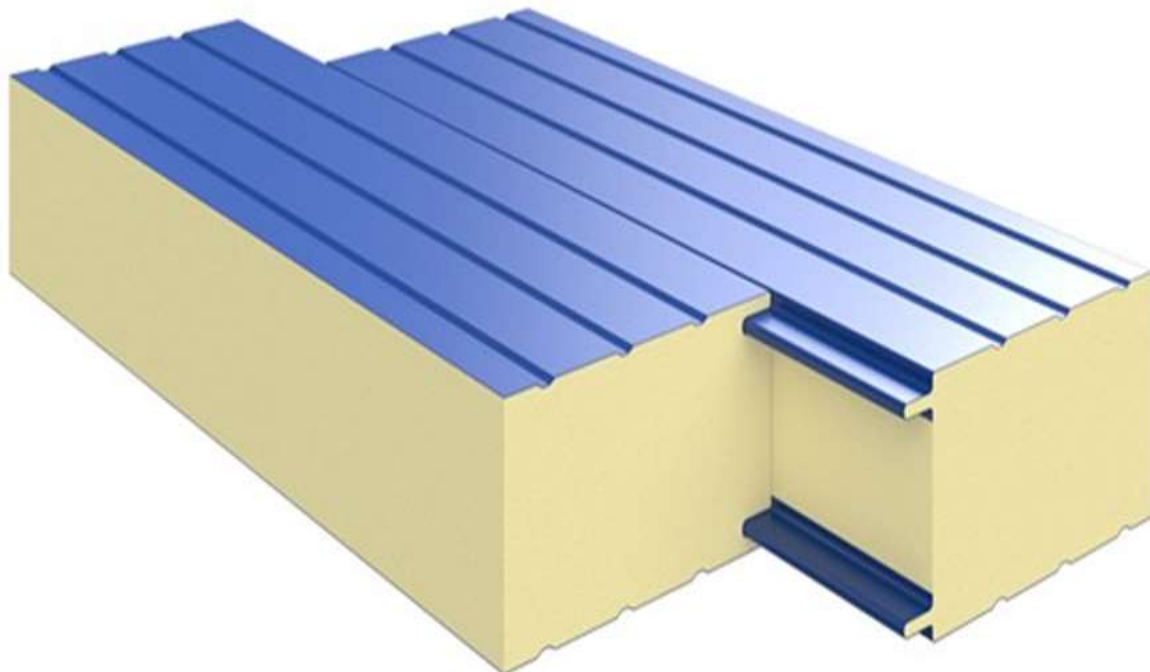


Рисунок 1.10 – Панелі з пінополіізоціанурату

Термін ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляції покрівель, повинен бути не менше ніж розрахунковий термін служби збірної конструктивної системи, але у всіх випадках не менше ніж 25 років.

1.4. Сучасні покрівельні рулонні матеріали

Бітумно-полімерні мембрани. Бітумно-полімерні мембрани - це наплавлений матеріал, основою якого є скловолокно або поліестер, просочені модифікованим бітумом. Бітумно-полімерні мембрани (євроруберойд) мають

підвищену міцність і еластичність, краще реагують на коливання температур, що досягається завдяки використанню модифікованого бітуму.



Рис. 1.11. - Бітумно-полімерні мембрани

Високі показники міцності і довговічності матеріалу полягають в застосуванні в якості основи неорганічного матеріалу, що запобігає гниттю, а також в особливому складі бітуму для просочення. Кожен виробник тримає рецептуру добавок модифікованого бітуму під секретом, оскільки від цього залежить якість євроруберойду.

Верхній шар матеріалу захищений посипкою з гранітної (сланцевої) крихти. Бітумно-полімерні покрівельні мембрани вирізняються особливою міцністю та еластичністю; стійкі до впливу ультрафіолету й озону; стійкі до окислення та мають морозостійкість.

Покрівельні ТПО-мембрани. Полімерна мембрана на основі термопластичного поліолефіну (ТПО-мембрана) є альтернативою бітумно-полімерним мембранам, в останні 15-20 років. Армована поліестеровим волокном ТПО-мембрана поєднує атмосферостійкість каучуку з гарною зварюваністю і високими експлуатаційними характеристиками термопластика: має підвищену міцність на розрив та на прокол, зберігає достатню гнучкість при мінусових температурах.



Рис. 1.11. - Полімерні мембрани

Армована ТПО-мембрана має високу стійкість до усадки та навантажень. Особливий склад мембрани забезпечує високу атмосферостійкість і стійкість до впливу ультрафіолету випромінювання, озону і хімічних речовин.

Системи на базі ТПО-мембран можуть бути використані для монтажу покрівель будівель будь-якого призначення. Матеріал може бути використаний як для влаштування нового, так і для реконструкції старого даху.

ТПО-мембрана є енергозберезувальним матеріалом. За рахунок світлого забарвлення своєї поверхні вона відбиває сонячне світло, що дає змогу скоротити витрати на охолодження повітря в будівлі. Хімічний склад мембрани не містить хлору та інших галогенів, а зварювання швів гарячим повітрям сприяє підвищенню екологічності покрівельної системи.

ТПО-мембрани випускаються шириною до 3,05 м, білого кольору. Можуть бути також бронзового і світло сірого кольору. Товщина мембрани - 1,14 мм (питома вага 1,22 кг/м²) і 1,52 мм (питома вага 1,71 кг/м²).

Переваги ТПО-мембран: Висока довговічність, зносостійкість і опірність проколюванням. Висока хімічна та бактеріальна стійкість і

атмосферостійкість. Відсутність пластифікаторів або хлорованих компонентів.

Слід уникати контакту матеріалу з маслами, нафтопродуктами, мастильними матеріалами та гарячим бітумом

Шви мембрани зварюються струменем гарячого повітря, що забезпечує швидкість укладання, високу міцність і якість стиків матеріалу.

Технологія стикування листів матеріалу ТПО-мембрани забезпечує можливість її укладання за різних погодних умов протягом усього року.

ТПО-мембрана має високу стійкість до розвитку цвілі та моху, а також до впливу хімічних речовин, які зазвичай присутні на дахах будівель.

Покрівельні EPDM-мембрани. Популярний матеріал, що є альтернативою бітумно-полімерним мембранам.

Синтетична каучукова EPDM-мембрана виготовляється з етилен-пропілен-дієнового термополімеру, змішаного з сажею, маслами, технологічними та вулканізувальними добавками.

Системи на основі EPDM-мембран можуть використовуватися для монтажу покрівель промислових, торгових, адміністративних і житлових будівель.

EPDM-системи не рекомендується використовувати для покрівель:

схильних до впливу хімічних викидів;

схильних до впливу надлишкового тиску, таких як дахи з вентиляваною основою, козирки, виступаючі верхні поверхи або звіси;

будівель із великими пройомами в стінах, які можуть випадково залишатися відкритими під час урагану таких як ангари, термінали тощо.

будівель, розташованих в особливих географічних зонах, таких як гірські схили і т. п.

EPDM-мембрани випускаються в рулонах шириною до 15 м і довжиною до 60 м, що зменшує кількість швів і скорочує час монтажу мембрани в покритті.

EPDM-мембрана міцний еластичний матеріал, має високий опір до тривалої дії озону та ультрафіолетового випромінювання. Зберігає свої властивості при температурі від - 40 до + 100 °С.

З огляду на відсутність у мембрані пластифікаторів та інгібіторів горіння, її характеристики залишаються стабільними і незмінними, що забезпечує довговічність покрівлі.

Мембрана зберігає гнучкість за температури до -45 °С, має здатність розтягуватись більш ніж на 300 %, пристосовуючись до зміщень конструкцій будівлі та перепадів температури.

EPDM-покриття не потребують значних витрат під час експлуатації.

Навіть після довготривалої експлуатації ремонт мембрани може бути легко виконаний за допомогою самоклеючих матеріалів, що випускаються виробниками EPDM-мембран.

EPDM-мембрана є інертним матеріалом і не виділяє токсичних речовин, що дає змогу проводити збір і використання стоків дощової води. Мембрана також може бути утилізована і повторно використана в асфальті тротуарів і дорожніх покриттів.

Проектний термін служби мембрани - до 50 років.

Покрівельні ПВХ-мембрани. ПВХ-мембрана - це мембрана, що складається з трьох шарів ПВХ (пластифікований полівінілхлорид) плівки. Особлива технологія виробництва дає змогу створювати на поверхні мембрани спеціальний верхній шар, що містить високу концентрацію ультрафіолетових абсорберів. Це забезпечує стійкість матеріалу до впливу ультрафіолету і подовжує його термін служби.

ПВХ-мембрани виробляють, як правило, сірого кольору, армовані сітками з поліестеру.

Мембрана призначена для гідроізоляції неексплуатованих покрівель із застосуванням механічного способу закріплення до основи.

Переваги ПВХ-мембран:

довговічність, надійність, ремонтпридатність навіть після тривалого періоду експлуатації;

високі технічні характеристики: морозостійкість, міцність, зносостійкість, водонепроникність, паропроникність;

стійкість до впливів навколишнього середовища (УФ-випромінювання, атмосферних опадів, низьких температур);

підвищені протипожежні характеристики;

високий рівень технологічності процесу укладання і висока швидкість монтажу;

виконання монтажу практично цілий рік.

Покрівельні ПВХ-матеріали мають міцний герметичний зварний шов (на стику полотен) і практично необмежені можливості щодо виконання найскладніших архітектурних елементів і примикань, тобто забезпечується якісна гідроізоляція покрівель будь-якої складності.

Гідроізоляційні покриття з ПВХ мають підвищену паро проникність, що дає змогу конденсатній волозі, яка накопичується в утеплювачі за зиму випаруватися протягом літнього періоду.

Покрівлі з ПВХ-матеріалів мають підвищену здатність сприймати температурні або інші деформаційні навантаження без порушення герметичності. Це досягається за рахунок високої еластичності матеріалів, зокрема й за низьких температур.

У конструкціях покрівлі з ПВХ-мембран не потрібно влаштування стяжки поверх утеплювача. Мембрана вільно укладається поверх утеплювача і механічно фіксується до основи або привантажується баластом.

Процес укладання ПВХ-мембран високо механізований, не потребує відкритих вогневих процесів і менш за все залежить від погодних умов.

ПВХ-мембрани ефективні у всіх типах покрівель, у тому числі експлуатовані та озеленені покрівлі.

ПВХ-мембрани мають підвищені протипожежні характеристики.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ УЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЛІ ПЛОСКИХ ДАХІВ

2.1. Технологія улаштування пароізоляції

Пароізоляція плоских дахів виконується з рулонних бітумних матеріалів, які володіють пароізолюючими властивостями і стійкі до механічних пошкоджень при монтажі. Такими матеріалами для теплих плоских дахів з несучою бетонною основою є:

- рулонні матеріали на армованій поліефірній основі з стирол-бутадієнстирола (СБС) модифікованого бітумно-полімерного в'язучого;
- рулонні матеріали на поліефірній основі, з металевою фольгою з СБС в'язучого з захисним з двох боків шаром полімерної плівки (для будинків з мокрим і вологим режимом приміщень).

Бітумно-полімерне в'язуче є однорідною сумішшю, яка складається з бітуму, полімера-модифікатора і мінерального наповнювача. В якості полімерів-модифікаторів застосовуються: стирол-бутадієнстирол (СБС), атактичний поліпропілен (АПП), ізотактичний поліпропілен, альфа-поліолефіни.



Рис. 2.1 - Суцільне наплавлення матеріалу на основу



Рис. 2.2 - Вільне укладання матеріалу зі зварюванням швів

Рулонні пароізоляційні матеріали закріплюють і укладають до основи покрівлі наплавленням або наклеюванням на бітумно-полімерній мастиці або без приклеювання, але з обов'язковим зварюванням швів (рис. 2.1, 2.2).

Перед приклеюванням пароізоляції основи бетонні або основи зі збірних листових стяжок обробляють ґрунтувальними бітумними складами (праймерами).

Вертикальні поверхні конструкцій стін, парапетів, вент шахт ґрунтують бітумним праймером по всій поверхні на висоту заведення пароізоляційного шару, заводячи його на висоту, яка дорівнює товщині теплоізоляційного шару(рис. 2.3).

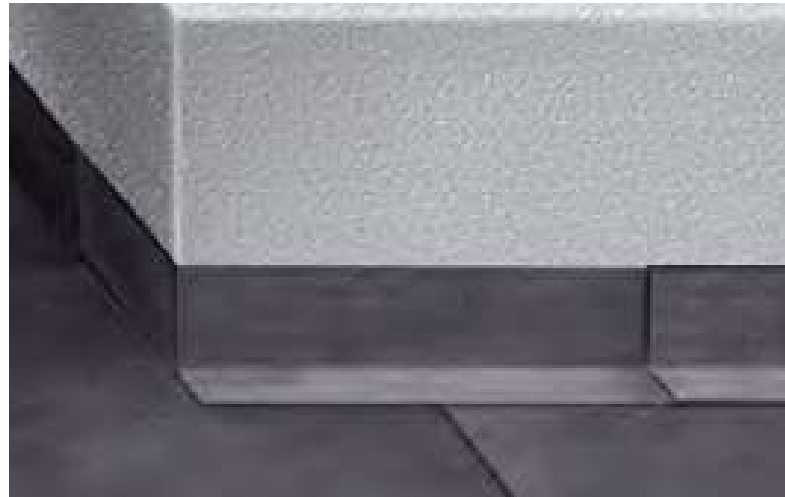


Рис.2.3 - Правила укладання пароізоляції з рулонних матеріалів

Пароізоляційні матеріали укладають з перекриттям в бічних швах на величину 100 мм, а у торцевих - 150мм (рис.2.4).

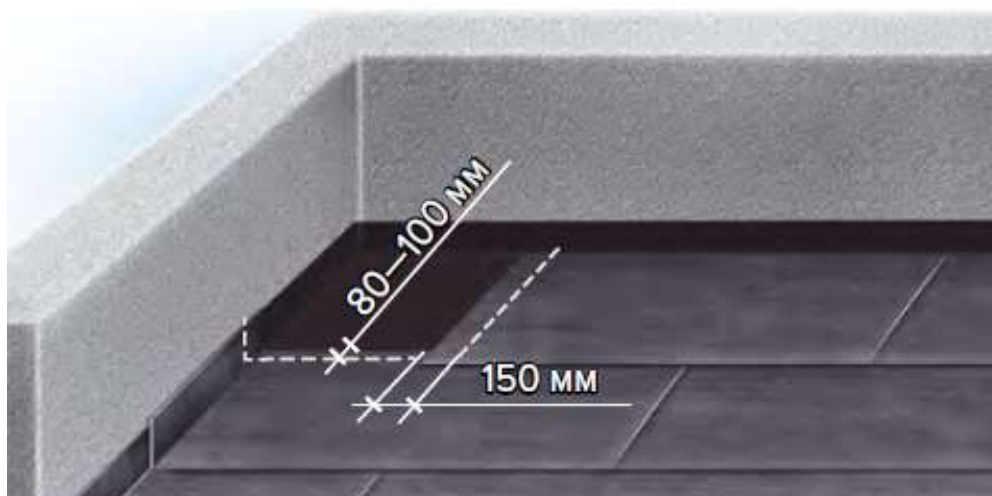


Рис.2. 4. Правила укладання полотнищ пароізоляції з рулонних матеріалів

Укладання пароізоляції на плоских дахах виконується від знижених місць даху до підвищеного або перпендикулярного нахилу даху.

2.2. Технологія улаштування теплоізоляції покрівлі

Теплоізоляційний шар призначений для зниження теплопередачі через конструкцію даху. Товщина теплоізоляційного шару плоского даху приймається на основі теплотехнічних розрахунків.

Вибір теплоізоляційних матеріалів залежить від:

- вимог пожежної безпеки;
- характеру, величини і інтенсивності експлуатаційних навантажень на дах;
- вартості покрівельних робіт.

Теплоізоляційний шар даху може виконуватись:

- одношаровим – матеріал одного типу та густини;
- багатошаровим – два і більше матеріалів різної густини та типу;
- комбінованим – теплоізоляційних виробів одного типу, виконаних із шарів різної густини.

Для влаштування теплоізоляційного шару традиційних плоских дахів застосовують кам'яну вату; екструзійний пінополістирол; пінополізоціанурат та поєднання цих матеріалів.

Для влаштування теплоізоляційного шару інверсійних дахів застосовують теплоізоляційні плити з екструзійного пінополістиролу.

Для влаштування теплоізоляційного шару дахів з традиційним розташуванням шарів застосовують:

- негорючі гідрофобізовані плити з кам'яної вати густиною 125- 180 кг/м³;

- плити екструзійного пінополістиролу густиною 20-35 кг/м³;

- плити пінополіізоціанурату густиною 35-40 кг/м³;

Для влаштуванні теплоізоляційного шару інверсійних дахів використовують:

- екструзійний пінополістирол густиною 25-45 кг/м³ - для неексплуатованих дахів і експлуатованих озелених і експлуатованих дахів під пішохідне навантаження;

- екструзійний пінополістирол густиною не менше 80 кг/м³ під автомобільне навантаження..

Теплоізоляційні плити можуть бути укладені вільно, приклеєні до нижчого шару або механічно закріплені до несучої основи..

Вільне укладання теплоізоляції можливе за наявності верхнього баластного шару, що забезпечує нерухомість плит при їх експлуатації. Під час виконання робіт необхідно передбачити заходи з запобігання зсуву теплоізоляційних плит в тому числі від вітрових впливів.

Теплоізоляційні плити одношарові укладаються із зсувом сусідніх рядів на половину їх довжини (рис.2.5). Шви між плитами утеплювача які більше 0,5 см заповнюють монтажною піною чи теплоізоляційним матеріалом.

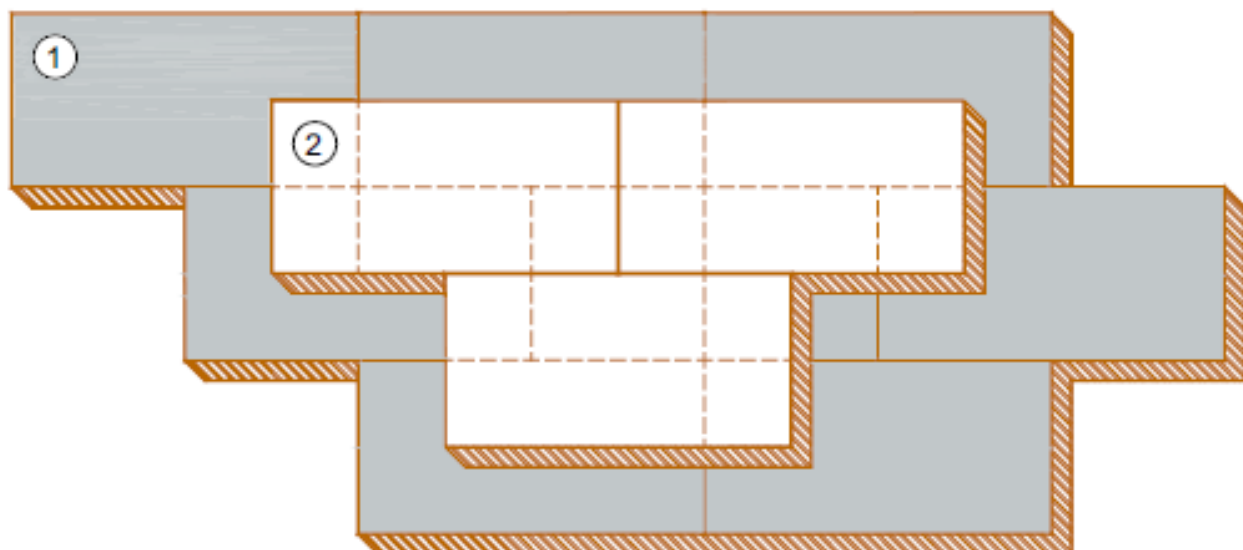


Рис. 2.5. Зміщення верхнього і нижнього шарів плит:

1 - нижній шар плит; 2 - верхній шар плит

При влаштуванні теплоізоляційного шару з двох і більше шарів шви між плитами розташовують в розбіг(рис.2.5).

Теплоізоляційні плити з кам'яної вати, PIR плити приклеюють до нижчого шару за допомогою бітумної мастики.

Клейовий метод кріплення плит теплоізоляції застосовують в системах з наплавленням покрівельного килима на теплоізоляцію.



Рис.2.6 - Наклеювання теплоізоляційних плит

Плити теплоізоляційні укладаються одразу після нанесення клейового шару.

Механічна фіксація теплоізоляційних плит застосовується в системах з укладанням покрівельного килима на теплоізоляцію. Кріплення в несучу основу встановлюють на відстані не менше 10 см від краю плити



Рис.2.7 - Механічне закріплення теплоізоляційних плит

2.3. Влаштування похилоутворюючого шару з клиноподібних плит теплоізоляції

Ухили потрібні для відведення води з даху. Для повного відведення з поверхні покрівельного килима води зовнішніми і внутрішніми водостоками плоского даху рекомендуєть ухили не менше 1,5%. В якості похилоутворюючого шару поверх теплоізоляції використовують клиноподібний плитний утеплювач, що є найшвидшим і надійним способом створення ухилу покрівлі. Перевагами застосування клиноподібних плит теплоізоляції є:

- зниження навантаження на несучі конструкції даху;
- економія трудовитрат на виконання ухилів;
- скорочення термінів виконання робіт.

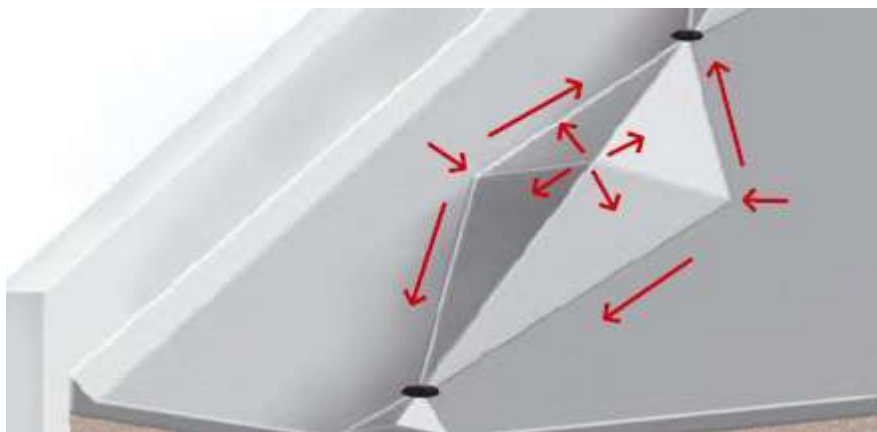


Рис.2.8 - Ухили покрівлі

При влаштуванні теплоізоляційного шару інверсійних неексплуатованих дахів і зеленених та дахів під пішохідне навантаження застосовується екструзійний пінополістирол.

Клиноподібні плити з екструзійного пінополістиролу застосовують в одношарових, двошарових та багатошарових системах утеплення дахів.

Плити укладають між шарами основної теплоізоляції або зверху основної теплоізоляції, або використовують в якості основи під гідроізоляційний килим.

Для створення основного ухилу укладають на верхній шар основної теплоізоляції клиноподібні плити з ухилом 1,7% типи «А» та «В» (рис. 2.9). Плити.

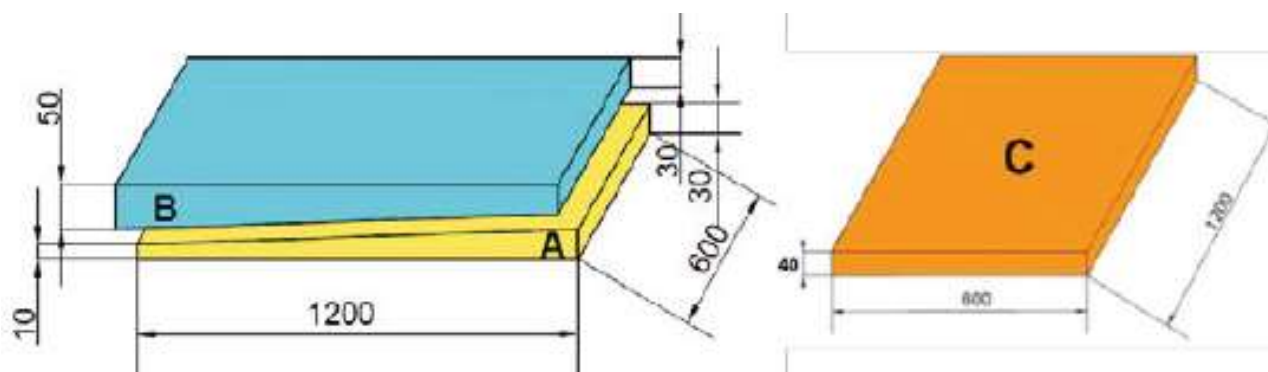


Рис. 2.9. Набір клиноподібних плит 1,7%

В якості додаткових, при формуванні ухилу з плит 1,7%, використовують плити основного теплоізоляційного шару (плита «С») завтовшки 0,4 см, які можна укладатися як під клиноподібну плиту, так і зверху

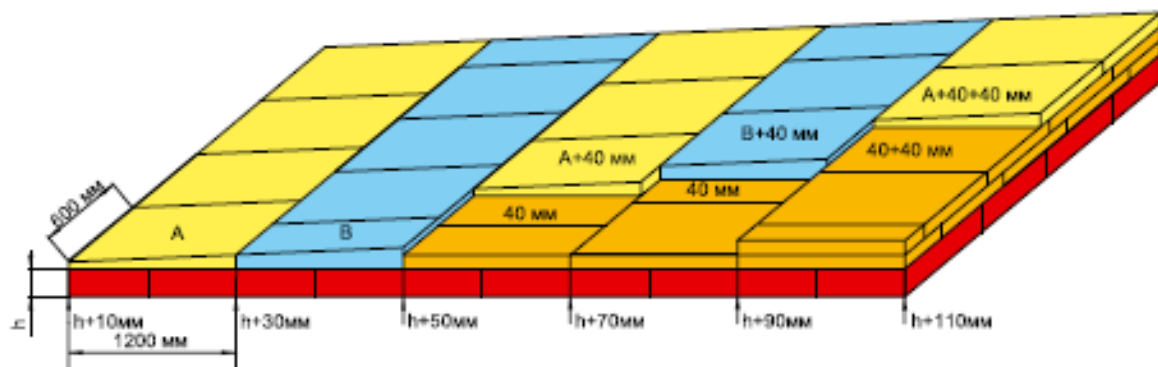


Рисунок 2.10. Приклад виконання похилоутворюючого шару з клиноподібних плит 1,7%

Для влаштування похилоутворюючого шару в розжолобку і біля парапету застосовують плити з ухилами 3,4% і 8,3% (плити типів J і K) або 8,3 (плити типу M) (рис.2.11).

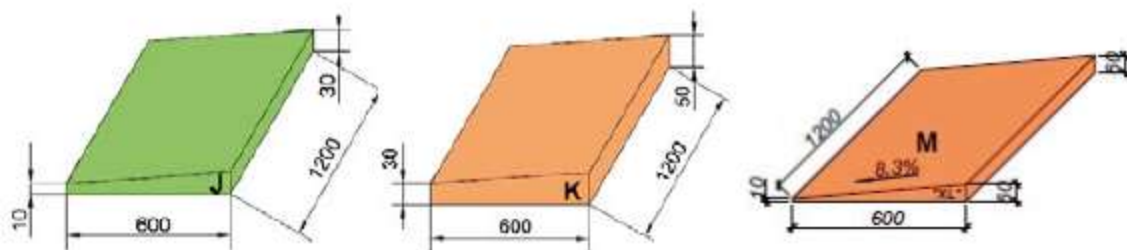


Рис.2.11. Клиноподібні плити для формування основного ухилу

Плити укладають від краю «ромба» до центру і паралельно сторонам «ромба». Висота ухилу збільшується до центру «ромба» (рис.2.12), що досягається поступовим збільшенням товщини клиноподібних плит.

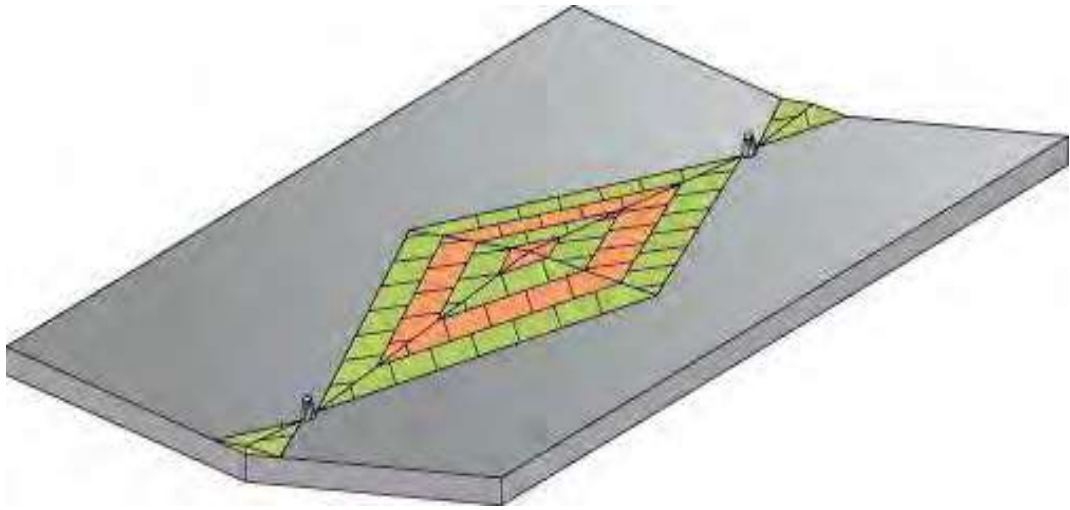


Рисунок 2.12. Приклад розкладки плит при влаштуванні похилоутворюючого шару між воронками.

Рекомендоване відношення довгої діагоналі ромба (b) до короткої (a) має бути $b/a \leq 3$

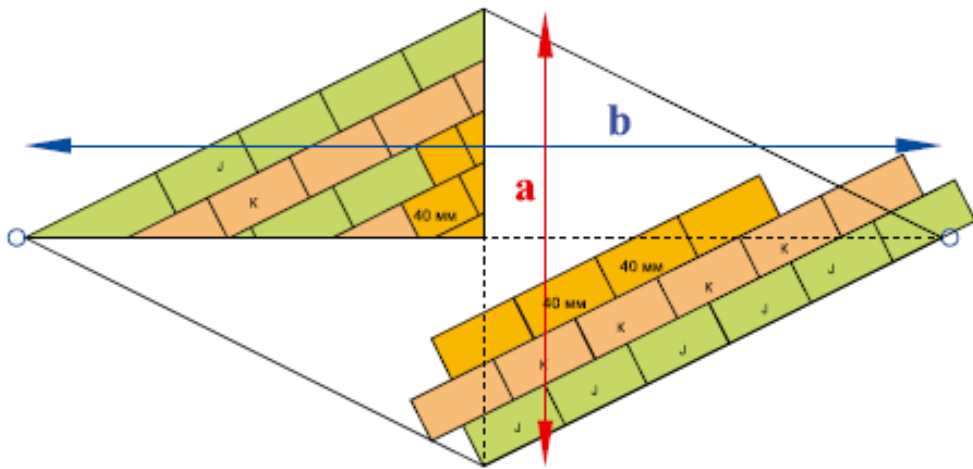


Рис. 2.13. Схема розкладки плит похилоутворюючого шару між воронками в розжолобку

Для створення похилоутворюючого шару з метою відведення води від парапетів та інших конструкцій застосовують клиноподібні плити 3,4% або

8,3% (рис. 2.14).

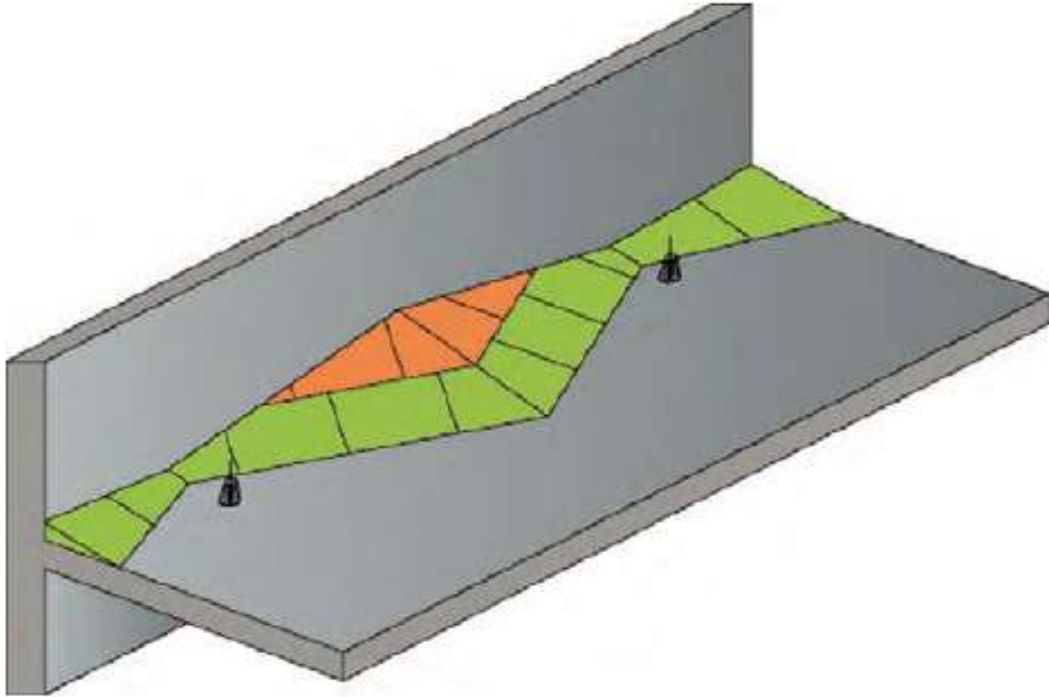


Рис. 2.14. Схема розкладки клиноподібних плит 3,4% і 8,3% в зоні парапету

2.4. Технологія улаштування гідроізоляційного шару з рулонних бітумно-полімерних матеріалів

Укладання рулонних бітумно-полімерних матеріалів на підготовлену бетонну основу виконують методом:

- наплавлення;
- приклеювання з застосуванням самоклеючих матеріалів або укладанням матеріалу на мастику;
- вільного укладання матеріалу з механічним закріпленням до основи;
- комбінованим методом, який включає в себе різні способи укладання.



Рис. 2.15



Рис. 2.16

Для приклеювання до основи можуть використовуватися самоклеючі матеріали та мастики.

Торцеві напуски полотен матеріалу водоізоляційного килима повинні бути зміщені один відносно одного не менше ніж на 50 см (рис. 2.17).

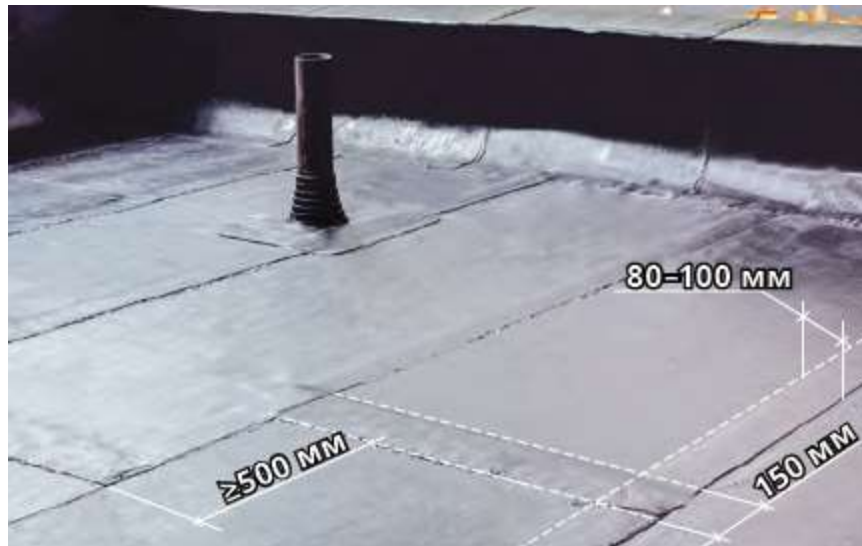


Рис. 2.17

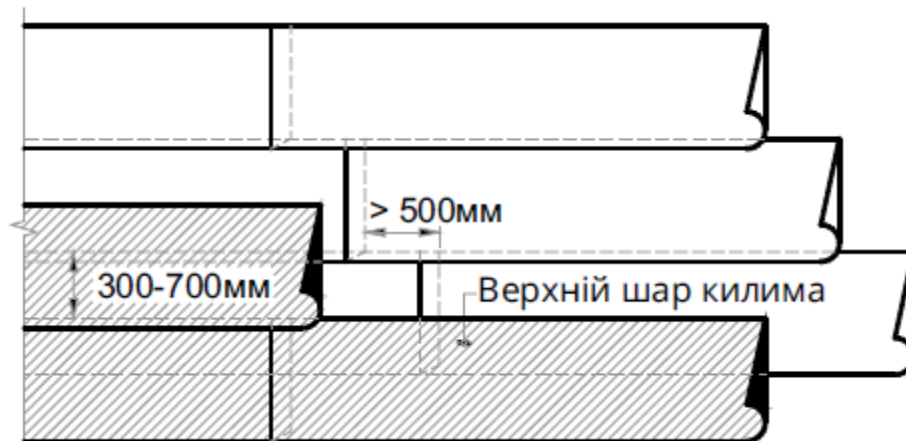


Рис.2.18 Зсув полотнищ покрівельного матеріалу в суміжних шарах

У процесі виконання покрівельних робіт бічний напуск полотен має бути:

- 8÷10 см - при двошаровому укладанні;
- 12 мм - при одношаровому гідроізоляційному килимі.

Торцевий напуск рулонів має складати 15 см (рис.2.19).

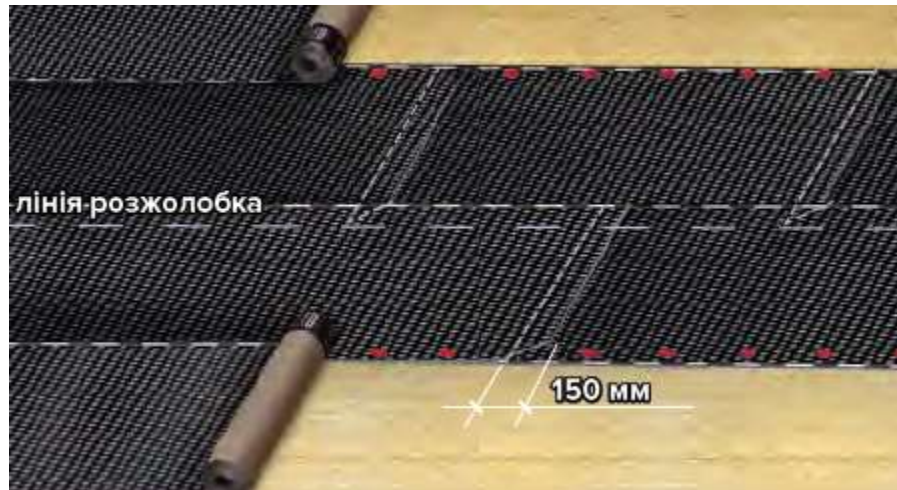


Рис.2.19

Для збільшення надійності і герметичності торцевого напуску виконують підрізку кута полотнища матеріалу, що знаходиться знизу (рис. 2.20).

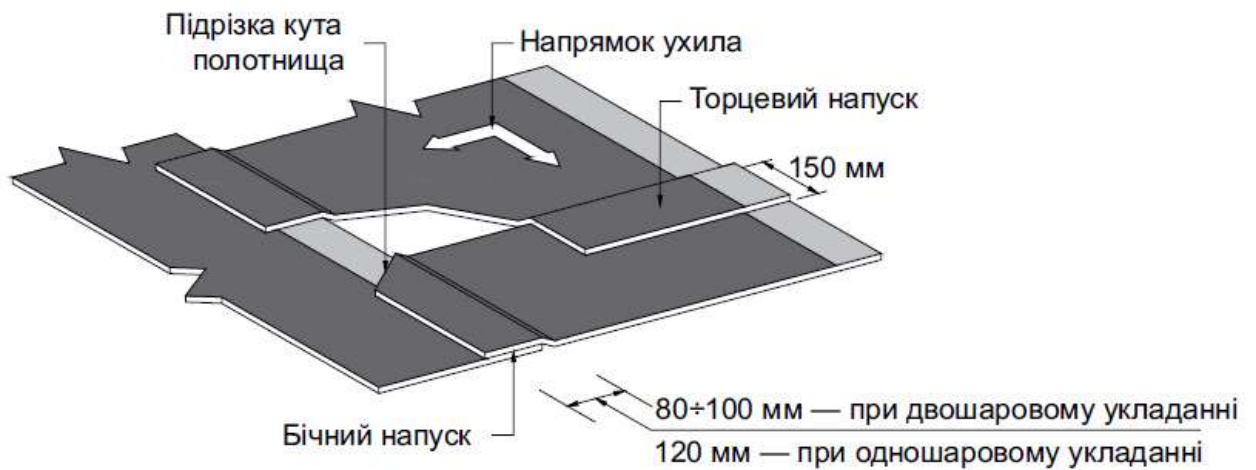


Рис. 2.20 Напуски полотнищ рулонних матеріалів при укладанні методом приклеювання

Технологія улаштування гідроізоляційного шару з полімерних мембран.

Укладання полімерних мембран виконують методом:

- індукційного закріплення;
- механічного закріплення за допомогою спеціальних кріпильних виробів;
- вільного укладання (для баластних покрівель);
- приклеюванням (частковим або повним).

Можливі два варіанти розкладки рулонів полімерних мембран: зі зміщенням торцевих напусків (рис.2.21) і з влаштуванням збірної смуги (рисунок 2.22).

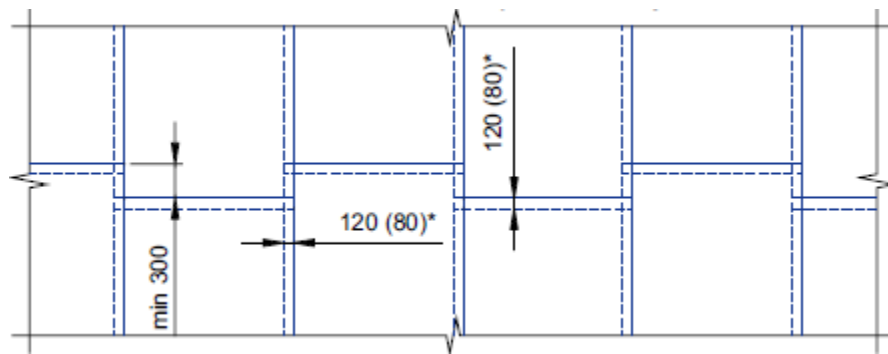


Рис. 2.21 Варіанти розкладки рулонів полімерних мембран зі зміщенням торцевих напусків

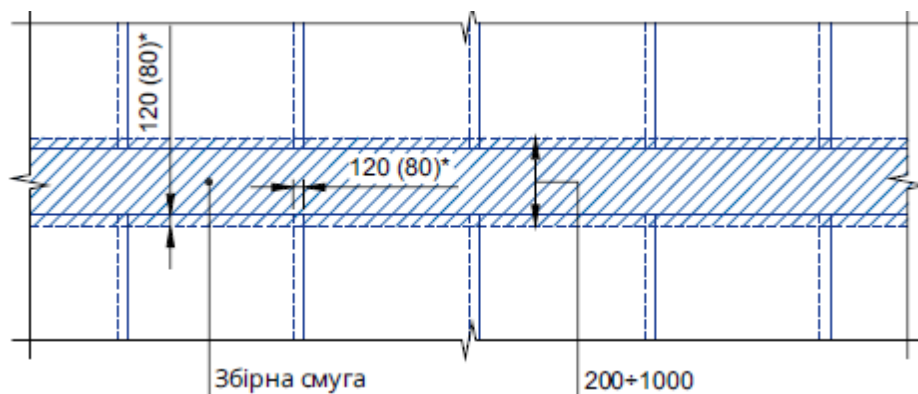


Рис. 2.22 Варіанти розкладки рулонів полімерних мембран з влаштуванням збірної смуги

Величина напусків: 12 см - механічна фіксація водоізоляційного килима; 8 см - вільна укладці і клейовий метод укладання гідроізоляційного килима.

При укладанні мембран з ПВХ або ТПО по твердим основам (старе бітумне покриття, залізобетон, цементно-піщана стяжка, збірна стяжка) передбачають шар з термообробленого геотекстилю (вага не менше 300 г/м²).

У разі влаштування ПВХ мембрани по основах з поризованих або спінених матеріалів (пінополістирол, екструзійний пінополістирол та ін.) передбачають розділий шар між мембраною і утеплювачем із скловолонна вагою не менше 100 г/м².

Якщо в якості основи використовуються плити з пінополіізоціанурата каширувані склополотном і вкриті фольгованим папером та іншими сумісними з ПВХ матеріалами, розділовий шар зі скловолонна між мембраною і теплоізоляцією можна не влаштовувати.

Водоізоляційний килим з полімерних мембран, що укладаються клейовим методом. Коли проєкт не дозволяє виконати монтаж мембрани механічним способом або висуваються підвищені вимоги до стійкості даху від дії вітрових навантажень, застосовують клейовий методу монтажу. У таких випадках використовується армована полімерна покрівельна мембрана з спеціальною підкладкою з поліестеру (флісом), що забезпечує надійне її приклеювання. Полотна мембрани, приклеюються до основи покрівлі (теплоізоляційні плити, бетон). Нахлести полотен мембрани - 50 мм.

Гідроізоляційний килим з полімерних мембран, що укладаються методом вільного укладання. В процесі виконання покрівельних робіт необхідно забезпечити напуск полотен мембрани (бічний і торцевої напуск) не менше 8 см. При влаштуванні покрівель з вільним укладанням мембрани, килим зверху навантажують баластом.

В якості підкладки під баласт укладають шар геотекстилю вагою не менше 300 г/м². Напуски полотен повинні складати не менше 10 см.

Гідроізоляційних килим, що укладається методом механічного кріплення. Механічний спосіб кріплення- найбільш поширений спосіб монтажу. Залежно від типу основи покрівлі (бетон, полістиролбетон,), виду утеплювача, вітрових навантажень, та інших умов експлуатації покрівлі, підбирають тип і кількість кріпильних елементів, способи закріплення (по краю полотна, за площею полотна або лінійний метод).

Кріплення по краю полотна. Кріпильні елементи встановлюються на відстані 35-40 мм від краю мембрани, наступне полотно мембрани накриває кріплення з нахлестом не менше 10 см, після чого полотна зварюються гарячим повітрям.

Кріплення по площині полотна. Кріпильні елементи ізолюють за допомогою смуги з тієї ж мембрани, що й основне полотно, завширшки не менше 15 см. Смуга мембрани приварюється гарячим повітрям до основного полотна.



Рис. 2.23

Даний метод застосовується для улаштування додаткового ряду кріплень в кутовій зоні та зоні периметру даху. Виключає необхідність нарізання мембрани вузькі смуги.



Рис. 2.24

Лінійна фіксація . Полотна мембрани притискають монтажною рейкою, крізь яку надалі вкручують кріпильні елементи. Смуга приварюється до основного полотна мембрани, й накриває собою монтажну рейку з кріпленнями. Цей метод фіксації застосовують, якщо товщина основи покрівлі неоднорідна та необхідно закріпитися в найміцнішу її ділянку.

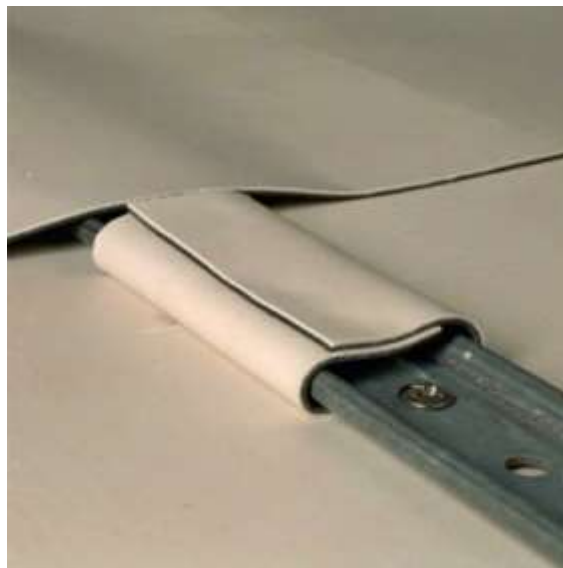


Рис. 2.25

Для збільшення надійності і герметичності торцевого напуску підрізують кути полотен матеріалу, який знаходиться знизу (рис.2.26).

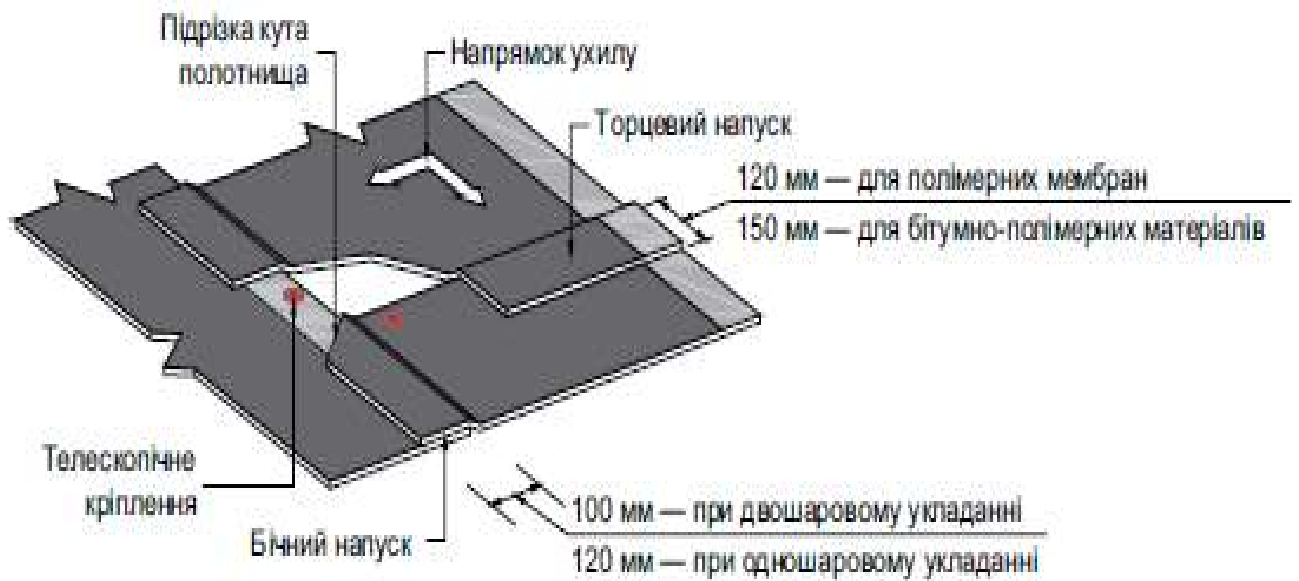


Рис. 2.26 Напуски полотен рулонних матеріалів при механічному кріпленні

Кріплення водоізоляційного килима в несучу бетонну основу здійснюють за допомогою пластикових телескопічних кріпильних елементів і спеціальних саморізів (рис.2.27).



Рис. 2.27

Опір висмикування кріпильних елементів з основи повинен відповідати значенням, вказаним в таблиці 2.1

Табл.2.1.

Основа для установки кріпильних елементів	Опір висмикуван кріплення Н, не менше
Важкий бетон М200, дрібний заповнювач, фракція зерен 0,63÷5,0 мм	850
Важкий бетон М300, дрібний заповнювач, фракція зерен 0,63÷5,0 мм	850
Важкий бетон класу В15 (М200), великий заповнювач, фракція зерен 10÷20 мм	900
Важкий бетон класу В20 (М250), великий заповнювач, фракція зерен 10÷20 мм	900

Довжина телескопічного кріплення повинна бути менше товщини шару теплоізоляції не менше ніж 20 мм для запобігання пошкодження водоізоляційного килима. Глибина кріплення в бетонну основу або цементно-піщану стяжку - 4,5 см.

Кріплення водоізоляційного килима до основи виконують за допомогою покрівельних сталевих круглих тарілчастих тримачів діаметром 5 смм і спеціальних саморізів.

При індукційному методі кріплення плити PIR кріпляться до основи через металеву тарілку з полімерним покриттям в поєднанні з поліамідним телескопічним кріпленням. Полімерна мембрана укладається з напуском не менше 60 мм. Далі за допомогою метало детектора вбудованого в індукційну машинку визначають положення металевих тарілок під мембраною. При центруванні металеві тарілки виконується процес зварювання.



Рис. 2.28 - Індукційний методі кріплення полімерної мембрани

Даний метод кріплення дозволяє рівномірно розподілити навантаження на несучу основу та використовувати двометрові полотна мембрани на всій площі покрівлі(рисунок 2.29).

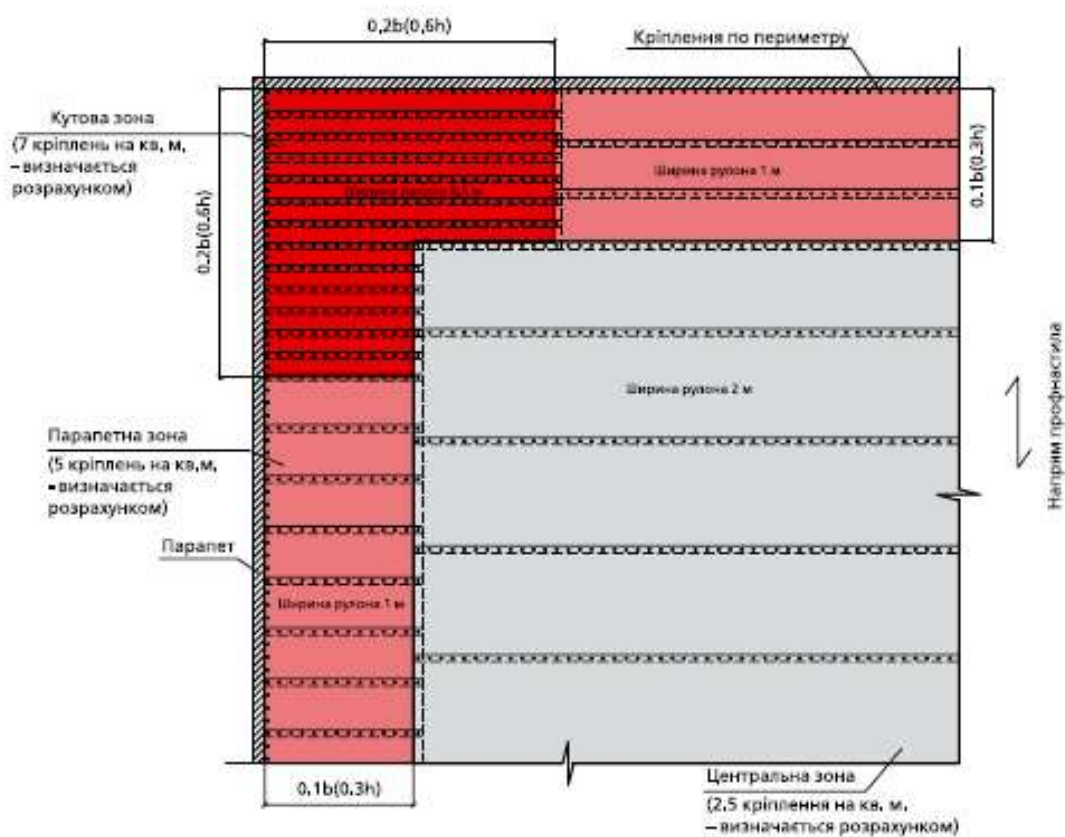


Рис. 2.28 Варіант розкладки і кріплення полотен полімерної мембрани

РОЗДІЛ 3. ТЕСТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ІННОВАЦІЙНІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПЛОСКИХ ДАХІВ БУДІВЕЛЬ»

3.1 Сутність тестових технологій

Поняття “тест” від англ. test з означає “проба”, “перевірка”.

Широке використання тестів у педагогогиці зумовлене :

- систематичністю контролю та індивідуальний підхід до іспитників.
- високою технологічністю перевірки результатів тестування;
- об’єктивністю оцінювання та незалежністю результатів тестування від суб’єктивної оцінки перевірників.

Тестування є ефективним та об’єктивним способом оцінювання знань. Тест дає змогу визначити не тільки рівень знань, а й системність знань. Перевагою тестових технологій є також уніфікація вимог, застосування єдиних критеріїв оцінки, економія часу викладачів та учнів.

Науковець В. Аванесов визначає педагогічний тест як «система завдань специфічної форми, певного змісту, складності, що зростає» і який «...створюється з метою об’єктивного оцінювання структури і вимірювання рівня підготовленості тих, хто навчається».

Технологія тестового контролю містить такі етапи:

Визначення мети тестування.

Добір змісту навчального матеріалу

Формування системи базових тестових завдань,

Проведення тестування

Оцінювання та аналіз тесту та тестових завдань.

Тестові завдання бувають чотирьох типів:

Перший тип завдань з вибором однієї або декількох правильних відповідей. У цьому типі тестових завдань у запропонованих декількох

відповідях правильною є лише одна. Тому виникають труднощі у підборі варіантів відповідей (дистракторів), які мають виглядати як достатньо правдоподібні.

Вимоги до завдань на вибір правильної відповіді

1. У формулюванні текстового завдання не повинно бути двозначностей або неточностей.

2. Питання бажано сформулювати у стверджувальній формі.

3. Завдання доцільно формулювати коротко та одним реченням.

4. Усі варіанти відповідей бажано щоб були приблизно однакової довжини .

5. Частота вибору варіанту правильної відповіді в усіх завданнях тесту має бути приблизно однаковою.

6. Усі відповіді мають бути правдоподібними для вибору правильної відповіді.

Приклади тестових завдань першої форми

1. Дах - це:

- a) верхній елемент покриття, що захищає будинок від проникнення атмосферних опадів
- b) верхня конструкція будівлі для захисту приміщень від зовнішніх кліматичних факторів і впливів.

2. Дах інверсійний- це

- a) дах, в якому гідроізоляційний килим розташований вищетеплоізоляційного шару.
- b) дах, в якому гідроізоляційний килим розташований нижче теплоізоляційного шару.
- c) дах, розрахований на перебування людей, пов'язане тільки з періодичним обслуговуванням інженерних систем будівлі.
- d) дах, розрахований на перебування людей, не пов'язаним з періодичним обслуговуванням інженерних систем будівлі.

3. Термін ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляції покрівель, повинен бути не менше

- a) 10 років
- b) 15 років
- c) 25 років
- d) 50 років

Другий тип тестових завдань– завдання відкритої форми

У завданнях відкритої форми потрібно вписати правильну відповідь у відведеному місці.

Завдання відкритої форми вимагають від тестованого самостійно сформулювати правильну відповідь на тестове запитання одним словом, цифрою, буквою, словосполученням або підготувати розгорнуту відповідь. До тестових завдань відкритої форми належать:

- 1) завдання з пропусками;
- 2) завдання на доповнення;
- 3) завдання з короткою відповіддю;
- 4) завдання з розгорнутою відповіддю.

Завдання з короткою відповіддю оцінюють знання та уміння обчислення, знання правил, понять, термінів тощо.

Завдання з розгорнутою відповіддю оцінюють результати навчання – розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінювання.

Приклади завдань другого типу

1 Продовжіть визначення:

Дах, в якого гідроізоляційний килим розташований нижче теплоізоляційного шару називається

2. При проектуванні плоских дахів з рулонних матеріалів можливі наступні способи закріплення водоізоляційного шару до основи:

-
-

—
—
—
—

Завдання відкритої форми з короткою відповіддю

1. Визначить ухил плоского даху ,якщо падіння ділянки покрівлі – 24 см, а її довжина - 8 метрів. Відповідь запишіть у відсотках (%).
2. Ухил плоского даху складає 3 градуси. Чому дорівнює ухил даху у відсотках (%)?

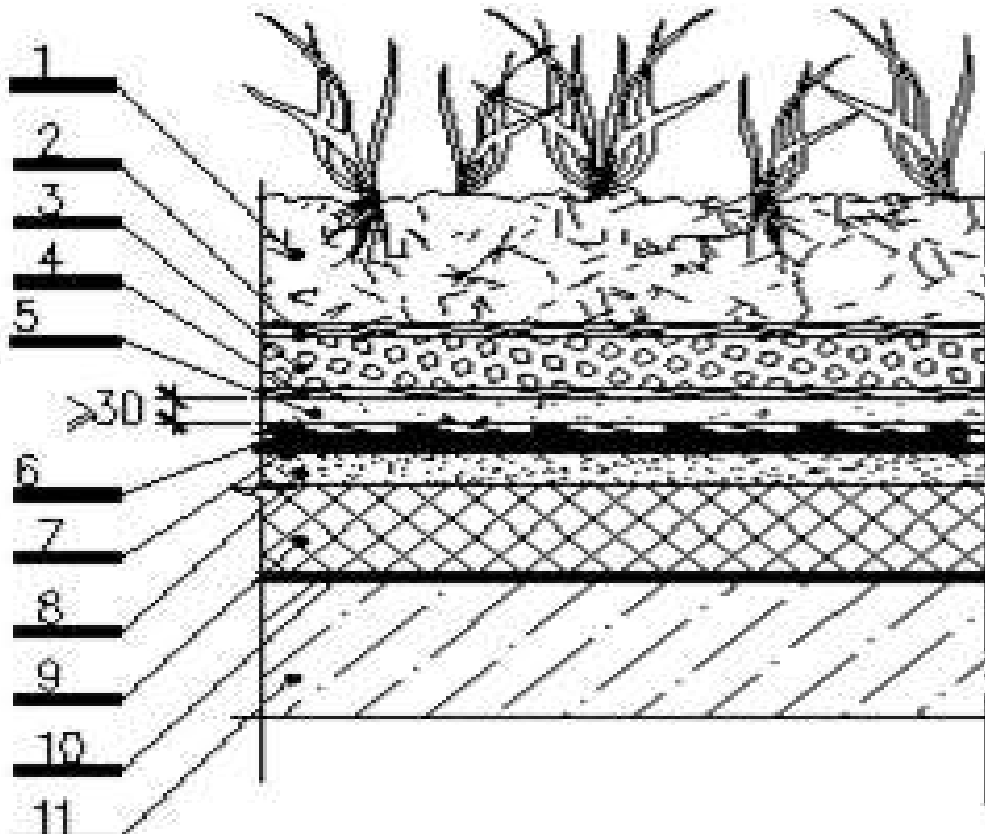
Третій тип тестових завдань – завдання на встановлення відповідності

У завданнях цієї форми встановлюється відповідність елементів одного блоку елементам іншого. Завдання складається з інструкції-завдання та двох блоків. Один блок – це перелік вихідних умов (формул, термінів тощо), до яких потрібно відшукати відповідь у другому блоці, який називають списком відповідей. Треба порівняти матеріал двох блоків та утворити правильні логічні пари.

Приклади завдань третьої форми .

1. Встановіть відповідність між шарами зеленого даху і цифрами, якими вони позначені

фільтруючий шар -
похилоутворюючий шар
дренажний шар
субстрат для озеленення даху
водонакопичувальний елемент
захисний шар
теплоізоляція
покрівельна мембрана
пароізоляція
бетонна основа



2. Встановіть відповідність між шарами інверсійного даху і цифрами, якими вони позначені

Залізобетонна плита перекриття

Похилоутворюючий шар із керамзитового гравію

Армована цементно-пісчана стяжка

Праймер бітумний

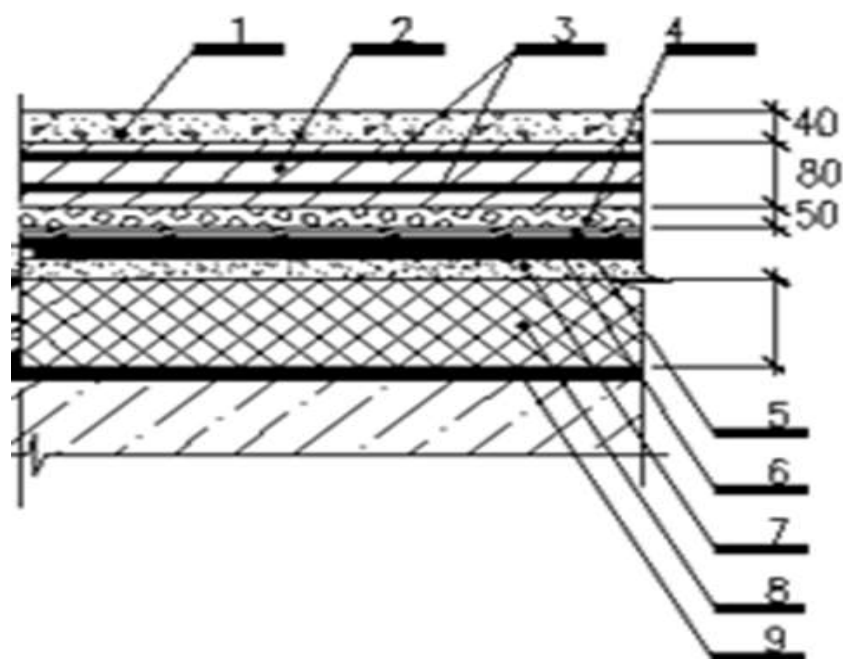
Гідроізоляційний шар,

Голкопробивний геотекстиль

Екструзійний пінополістирол,

Дренажна мембрана

Баласт (галька або гранітний щебінь, фракція 20-40 мм).



Четвертий тип – завдання на встановлення правильної послідовності

У цьому тестовому завданні необхідно встановити правильну послідовність елементів, дій, процесів, операцій тощо.

Завдання четвертої форми застосовуються для перевірки сформованості алгоритмічних знань та умінь.

1. Установіть послідовність виконання робіт з улаштування інверсійної покрівлі
 - улаштування шару утеплювача;
 - улаштування вирівнюючої стяжки ;
 - улаштування пароізоляції;
 - **у**лаштування водоізоляційного килима з рулонних матеріалів;
 - улаштування захисного шару по поверхні водоізоляційного килима.

Розроблені тести для тематичного оцінювання були експериментально перевірені при проходженні педагогічної практики (Іноваційно-педагогічна у закладах П(ПТ) та ФП освіти) у ДНЗ " Глухівське вище професійне

училище", що дозволило поліпшити якість тестових матеріалів і сформувавши комплекс тестових завдань Результати тематичного оцінювання показали, що систематичне тестування учнів сприяє підвищенню рівня їх знань та успішності. Для того, щоб отримати позитивний та об'єктивний результат перевірки знань необхідно систематично використовувати тести для поточного та тематичного оцінювання.

3.2. Тести для контролю знань з теми «Інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель»

Розроблений комплекс тестів для тематичного контролю знань з теми «Інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель» наведено нижче.

1. Дах це:

а) верхній елемент покриття, що захищає будинок від проникнення атмосферних опадів

б) верхня конструкція будівлі для захисту приміщень від зовнішніх кліматичних факторів і впливів.

2. Ухил плоского даху

а) 0 %

б) до 5 %

с) до 10 %

д) до 15 %.

3. Дах інверсійний- це

- a) дах, в якому гідроізоляційний килим розташований вищетеплоізоляційного шару.
- b) дах, в якому гідроізоляційний килим розташований нижче теплоізоляційного шару.
- c) дах, розрахований на перебування людей, пов'язане тільки з періодичним обслуговуванням інженерних систем будівлі.
- d) дах, спеціально обладнаний захисним шаром призначений в якості зони для відпочинку, розміщення спортивних майданчиків, басейнів, автостоянок, тощо, і розрахований на перебування людей, не пов'язаним з періодичним обслуговуванням інженерних систем будівлі.

4. Яке призначення теплоізоляційного шару даху

- a) захист несучої конструкції покриття.
- b) захист гідроізоляційного килима від механічних і атмосферних впливів
- c) зниження теплопередачі через конструкцію даху.
- d) забезпечення водонепроникності покрівлі при дії атмосферної вологи.

5. Які ефективні утеплювачі застосовують влаштування теплоізоляційного шару плоских дахів:

- a) кам'яна вата, пінопласт, екструзійний пінополістирол.
- b) керамзит, кам'яна вата, екструзійний пінополістирол.
- c) кам'яної вата, екструзійний пінополістирол, пінополіізоціанурат.
- d) пінопласт, екструзійний пінополістирол, пінополіізоціанурат.

6. Термін ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляції покрівель, повинен бути не менше:

- a) 10 років
- b) 15 років
- c) 25 років
- d) 50 років

7. Яке основне призначення шару (стяжки) товщиною 15–25 мм із цементно-піщаного розчину поверх теплоізоляції?

- a) захист несучої конструкції покриття;
- b) поліпшення теплозахисних властивостей утеплювача;
- c) забезпечення вирівнювання основи для наклеювання гідроізоляційного шару.
- d) забезпечення водонепроникності покрівлі при дії атмосферної вологи.

8. Яке призначення пароізоляційного шару покрівлі?

- a) забезпечує запобігання зволоження утеплювача й інших елементів покрівлі від парів, що проникають із приміщення.

- b) забезпечує водонепроникність покриття при дії атмосферної вологи.
- c) забезпечує водонепроникність вирівнюючої стяжки при дії атмосферної вологи.
- d) забезпечує захист гідроізоляційного шару від механічних і атмосферних впливів.

9. Бітумно-полімерні мембрани це:

- a) матеріал на основі скловолокна або поліестера, просочений модифікованим бітумом.
- b) матеріал на основі термопластичного поліолефіну
- c) матеріал з етилен-пропілен-дієнового термopolімеру
- d) матеріал з пластифікованого полівінілхлориду.

10. EPDM-мембрана це:

- a) матеріал на основі скловолокна або поліестера, просочений модифікованим бітумом.
- b) матеріал з термопластичного поліолефіну
- c) матеріал з етилен-пропілен-дієнового термopolімеру
- d) матеріал з пластифікованого полівінілхлориду.

11. Від чого залежить кількість шарів гідроізоляції покрівлі суміщеного плоского даху?

- a) кліматичного району будівництва;
- b) від призначення покриття й прийнятих ухилів покрівлі.

12. Яке призначення верхнього шару гідроізоляції покрівлі суміщених дахів, виконаного із дрібного гравію-гальки, утопленого в покрівельну мастику?

- a) захист несучої конструкції покриття;
- b) захист гідроізоляційного килима від механічних і атмосферних впливів.

13. Встановіть відповідність між шарами неексплуатованої баластної покрівлі даху і цифрами, якими вони позначені

залізобетонна плита перекриття

похилоутворюючий шар із керамзитового гравію

армована цементно-пісчана стяжка

праймер бітумний

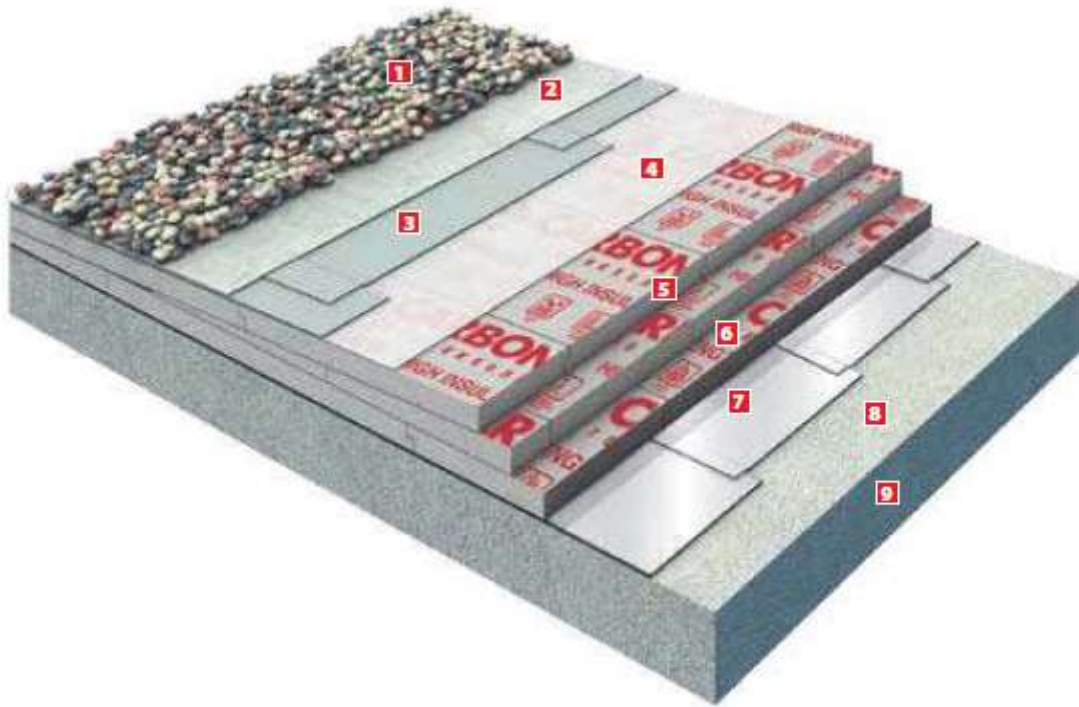
гідроізоляційний шар,

голкопробивний геотекстиль

екструзійний пінополістирол,

дренажна мембрана

баласт (галька або гранітний щебінь, фракція 20-40 мм).



14. Встановіть відповідність між шарами експлуатованої покрівлі даху під пішохідне навантаження і цифрами, якими вони позначені

полімерна мембрана

регульовані опори

тротуарна плитка

геотекстиль

розділовий шар

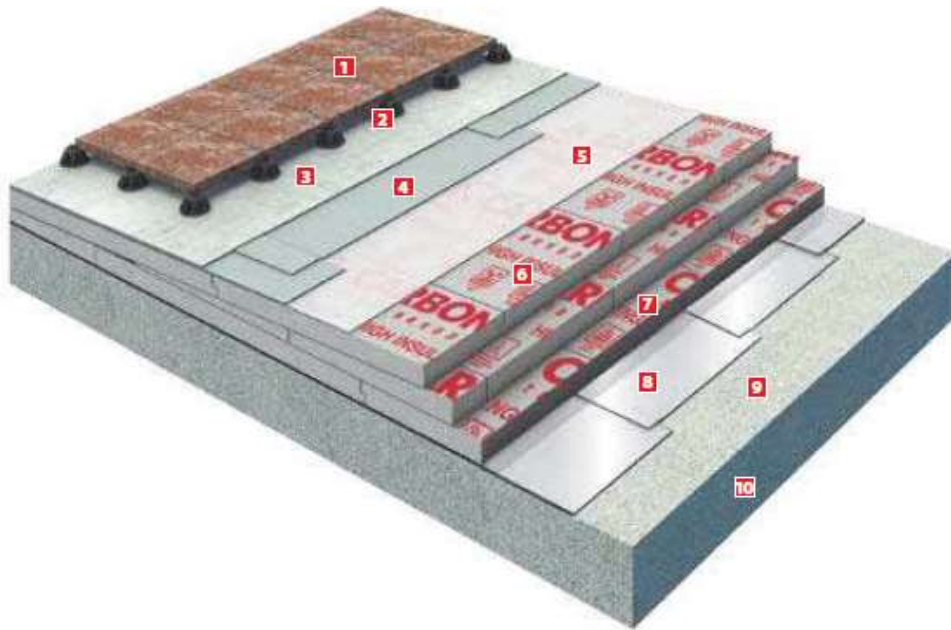
пароізоляція

похилоутворюючий шар з клиновидних плит

утеплювач з екструзійного пінополістиролу

цементно-піщана стяжка

залізобетонна основа



15. Встановіть відповідність між шарами зеленого даху і цифрами, якими вони позначені

пароізоляція

субстрат для озеленення даху

армована цементно-піщана стяжка

похилоутворюючий шар із керамзитового гравію

фільтруючий шар

дренажний шар

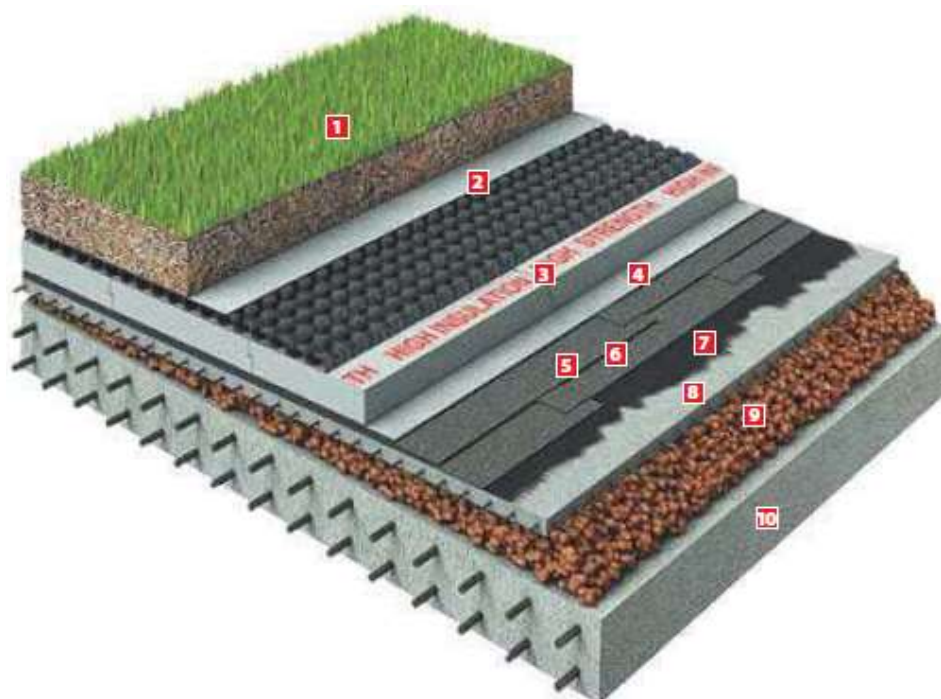
водонакопичувальний елемент

захисний шар (геотекстиль)

залізобетонна плита

профільована покрівельна мембрана

теплоізоляція (екструзійний пінополістирол)



16. Які дахи мають замкнутий простір між перекриттям і покрівлею?

- a) горищні.
- b) суміщені.

17. Які дахи об'єднують покрівлю з конструкцією перекриття?

- a) горищні.
- b) суміщені.

ВИСНОВКИ

1. Дах – це верхня конструкція будівлі (покриття) для захисту приміщень від зовнішніх кліматичних факторів і впливів та від втрат тепла у будівлі взимку і перегрівання влітку. Дах включає в себе верхній елемент - покрівлю, основу під покрівлю, теплоізоляцію, пароізоляцію, системи для забезпечення вентиляції та експлуатації і несучі конструкції.

До плоских относяться дахи з ухилом до 10 %. За розташуванням шарів плоскі дахи поділяють на традиційні та інверсійні, в якого гідроізоляційний килим розташований нижче теплоізоляційного шару.

Плоскі експлуатовані дахи за функціональним призначенням можна поділити на кілька типів: дахи з обмеженою можливістю для пересування; пішохідні дахи; «зелені» дахи; дахи придатні для руху транспорту і влаштування паркувань.

2. Найбільш слабким місцем традиційного покрівельного килима є верхній гідроізоляційний шар, що піддається впливу різних несприятливих чинників: різких перепадів температур, атмосферних опадів, ультрафіолетового (УФ)- випромінювання, термічної деформації захисного шару, механічних впливів тощо. Принцип інверсійної покрівлі полягає в тому, що над гідроізоляційним шаром розміщується утеплювач, який захищає гідроізоляцію від цих несприятливих впливів.

Також переваги інверсійного даху порівняно з традиційним:

- гідроізоляційна мембрана, перебуваючи під шаром теплоізоляційного матеріалу, фактично виконує функцію пароізоляції, знижуючи ризик конденсації внутрішньої вологи та зменшуючи вартість конструкції даху;

- шар теплоізоляції, а також захисний навантажувальний шар гравію, надійно захищають гідроізоляційну мембрану від будь-яких механічних впливів під час виконання будівельних та ремонтних робіт і подальшої експлуатації покрівлі;

- при утворенні протікань місця порушення гідроізоляції можна легко знайти і ліквідувати;

- плити екструдованого пінополістиролу можуть укладатися за будь-яких погодних умов, а під час демонтажу покрівельного покриття (наприклад, реконструкція будівлі) вони можуть бути використані повторно;

Недоліки дахів інверсійного типу :

- потребують водостійких утеплювачів з навантажувальним закріпленням;

- розміщення покрівельного килима в зоні пароізоляції суміщеного покриття потребують додаткових заходів щодо вентиляції розташованих під ним приміщень;

- ускладнюється технічні рішення надійного водовідводу з поверхні даху.

3. На сьогодні основні обсяги теплоізоляції плоских покрівель виконуються з мінеральної вати та пінополістиролу. Набуває широкої популярності і успішно витісняє теплоізоляційні матеріали з мінеральної вати та пінополістиролу поліізоціанурат (скорочена назва PIR). Цьому сприяють такі його властивості – низький коефіцієнт теплопровідності - 0,022 Вт/м·К, твердість, відповідність вимогам протипожежної безпеки. Загальна вага матеріалу становить приблизно 30 кг на кубічний метр. Міцність і дуже низький рівень вологопоглинання дозволяють використовувати його для теплоізоляції дахів будівель.

Для влаштування теплоізоляційного шару дахів з традиційним розташуванням шарів застосовують:

- негорючі гідрофобізовані плити з кам'яної вати густиною 125- 180 кг/м³;
- плити з екструзійного пінополістиролу густиною 20-35 кг/м³;
- плити з пінополіізоціанурату густиною 35-40 кг/м³;

Для влаштуванні теплоізоляційного шару інверсійних дахів використовують:

- екструзійний пінополістирол густиною 25-45 кг/м³ - для неексплуатованих дахів і експлуатованих озелених і експлуатованих дахів під пішохідне навантаження;
- екструзійний пінополістирол густиною не менше 80 кг/м³ для експлуатованих дахів під автомобільне навантаження..

4. Сучасними покрівельні рулонні матеріали для влаштування покрівлі плоских дахів є :

Бітумно-полімерні мембрана (інша назва євроруберойд)- це матеріал, основа якого скловолокно або поліестер, просочені модифікованим бітумом. Бітумно-полімерні мембрани мають підвищену міцність і еластичність, краще реагують на перепади температур.

ТПО-мембрана це полімерна мембрана на основі термопластичного поліолефіну. Армована поліестеровим волокном ТПО-мембрана поєднує атмосферостійкість каучуку з гарною зварюваністю термопластика і високими експлуатаційними характеристиками.

EPDM-мембрана - одношарова синтетична каучукова мембрана, яка виготовляється з етилен-пропілен-дієнового полімеру. Цей матеріал є альтернативою бітумно-полімерним мембранам при влаштуванні плоских дахів

ПВХ-мембрана - складається з трьох шарів пластифікованого полівінілхлориду. Цей матеріал мають значну міцність і еластичність. Особлива технологія виробництва дає змогу створювати на поверхні мембрани спеціальний верхній шар, що стійкий до впливу ультрафіолету та дії озону, що подовжує термін експлуатації мембрани до 60 років.

5. Технологія влаштування гідроізоляційного шару з мембран.

Укладання рулонних бітумно-полімерних матеріалів на основу виконують методом: наплавлення; приклеювання; вільного укладання з механічним кріпленням до основи за допомогою спеціальних кріплень; комбінованим методом, який включає в себе різні способи укладання нижнього і верхнього шару при влаштуванні двошарової (багатошарової) покрівлі.

Укладання рулонних полімерних мембран виконують методами: індукційного закріплення; механічного закріплення за допомогою спеціальних кріпильних виробів; вільного укладання (для баластних покрівель); приклеювання (частковим або повним приклеюванням).

6. Якісне засвоєння теми здобувачами освіти потребує створення продуманої системи тестових завдань. Існує багато вимог та рекомендацій щодо та методики розробки тестів, але найголовнішими вимогами, на наш погляд є те, що тести повинні бути *індивідуальні та диференційовані за складністю*, відповідати матеріалу теми, мати просту систему оцінювання.

Враховуючи це нами було розроблено систему тестів для оцінювання знань та умінь з теми “ Інноваційні конструктивно-технологічні рішення плоских дахів будівель” чотирьох типів:

Перший тип - завдання з вибором однієї або декількох правильних відповідей.

Другий тип – завдання відкритої форми

Третій тип– завдання на встановлення відповідності

Четвертий тип – завдання на встановлення правильної послідовності.

Розроблені тести була нами експериментально перевірені на педагогічній практиці у навчальному закладі " Глухівське вище професійне училище". Проведена апробація тестів дозволило поліпшити їх якість і розробити комплекс тестових завдань для тематичного оцінювання знань. Отримані результати можуть використовуватись в підготовці фахівців будівельного профілю, у розробці нових дисциплін, у курсовому проектуванні, виробничому навчанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельні конструкції: навчальний посібник / авт.. кол. Т.М. Пащенко, О.О. Сліпич, І.Б. Дремова – К. : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. – 310 с.
2. Булах І. Є. Створюємо якісний тест: навч. посіб. / І. Є. Булах, М. Р. Мруга. – К. : Майстер-клас, 2006 – 160 с.
3. Державні будівельні норми ДБН В.2.6-22:2017 «Покриття будівель і споруд.» Київ. Мінрегіонрозвитку будівництва та житлово комунального господарства України. 2017. – С.59.
4. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; головний ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
5. Карапузов Е. К. Матеріали і технології в сучасному будівництві /Карапузов Е. К., Соха В. Г., Остапченко Т. Е. – К. : Вища освіта, 2006. – 494 с.
6. Конструкції будівель та споруд, Покриття будівель та споруд : ДБН В.2.6-14-97. Том 1. Проектування. – Офиц. вид. – К. : Держкоммістобудування України, 1998. – С. 171.
7. Конструкції будівель та споруд, Покриття будівель та споруд : ДБН В.2.6-14-97. Том 2. Улаштування. – Офиц. вид. – К. : Держкоммістобудування України, 1998. – С. 78-96.
8. Конструкції будівель та споруд. Покриття будівель та споруд : ДБН В.2.6-14-97. Том 3. Експлуатація. – Офиц. вид. – К. : Держкоммістобудування України, 1998. – С. 96-111.
9. Кровельные и гидроизоляционные работы: учеб. пособие / В. Д. Жван, В. П. Семенихина, В. В. Жван, А. Л. Шутенко. – Х.: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2013. – 277 с.
10. Лівінський О. М. Ізоляційні роботи в будівництві / Лівінський О. М. – К. : Українська академія наук, Київський національний університет

будівництва і архітектури, Вінницький національний технічний університет, 2009. – 203 с.

11. Міняйло М.А., Сади на дахах та їх соціальний вплив / М. А .Міняйло, О. В . Філоненко // Збірник наукових праць. Будівництво, Матеріалознавство, Машинобудування. Вип. 81. – 2015. ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. Полтава – С. 111- 118.
12. Оніщук Г. І. Розроблення типових технічних рішень реконструкції плоских покриттів житлових будинків 0 / Г. І. Оніщук, Г. М. Агеєва, В. М. Куценко // Науково-технічний збірник №107 «Комунальне господарство міст». 2012. Київ. – С. 93-102.
13. Педагогічне оцінювання і тестування. Правила, стандарти, відповідність. Наукове видання / [Болюбаш Я. Я., Булах І. Є., Мруга М. Р., Філончук І. В.] – К. : Майстер-клас, 2007. – 272 с.
14. Посібник з проектування пласких дахів з застосуванням бітумних та полімерних мембран SWEETONDALE К. : ТОВ «Світондейл», 2020 – 130 с.
15. Покрівельні роботи: Навчальний посібник/ за ред. Лівінського О. М. – К.: МП Леся, 2008. – 276 с.
16. Сердюк В. Р. Розширення функціональних властивостей плоскої інверсійної покрівлі / Бармалюк В.М. // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції Енергоефективність в галузях економіки України-2019. Вінниця 12-14 листопада 2019. – Режим доступу:
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8281>.
17. Системи гідроізоляції будівельних конструкцій будівель і споруд «CERESIT»: посібник з проектування, улаштування і відновлення гідроізоляції. / К. : ТОВ «Хенкель Баутехнік (Україна)», 2006 – 198 с.
18. Утеплення, ремонт та реконструкція плоских покрівель цивільних будівель/ За ред. О.В. Семка - Полтава . ПП Астра – 238 с.