

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

**Кафедра промислового та цивільного будівництва**

**Кваліфікаційна робота/проект**

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: **Аналіз використання сучасних технологій і матеріалів для систем будівель з покращеними гідроізоляційними та теплозахисними**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб-3  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво  
(код і назва освітньої програми)

Дяченко Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н. Данкевич Н.О.

осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал

Рецензент проф., д.т.н. Радкевич А.В.

осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал

Запоріжжя

2023

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

Кафедра Промислового та цивільного будівництва  
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень  
(другий (магістрський) рівень)  
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
(шифр і назва)  
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ПЦБ  
проф. Арутюнян І.А.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Дяченко Тарас Вікторович  
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз використання сучасних технологій і матеріалів  
для покрівельних систем будівель з покращеними гідроізоляційними  
та теплозахисними характеристиками.

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

затверджені наказом ЗНУ від " 01 " 05 2023 року № 687 - с \_\_\_\_\_  
01 грудня 2023 р.

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Загальна характеристика і особливості застосування  
покрівельних систем при улаштуванні плоских покрівель, технічних характеристик устаткування на ос  
інфрачервоного випромінювання і технології його застосування науково-технічна, навчальна,  
нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ. Аналіз використання рулонних покрівельних матеріалів і покрівельних систем для  
улаштування плоских покрівель. Аналіз і обґрунтування застосування системного підходу при  
улаштуванні плоских покрівель. Аналіз та обґрунтування використання покрівельного  
устаткування на основі інфрачервоного випромінювання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
вступ, основні питання дослідження, конструктивні системи плоских покрівель,  
варіантне порівняння покрівельних систем, організаційно-технологічні рішення.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

02 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Аналіз використання рулонних покрівельних матеріалів і покрівельних систем для улаштування плоских покрівель	10.09.2023	
2.	Аналіз і обґрунтування застосування системного підходу при улаштуванні плоских покрівель	10.10.2023	
3.	Аналіз та обґрунтування використання покрівельного устаткування на основі інфрачервоного випромінювання	20.11.2023	
4.	Оформлення та підготовка до захисту	30.11.2023	

Студент

Дяченко Т.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту

Данкевич Н.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Данкевич Н.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

по  
тема  
ке  
на  
цита  
аб

вл

ек

до  
нама  
реін  
рапо  
бена  
55

## АНОТАЦІЯ

Дяченко Т.В. Аналіз використання сучасних технологій і матеріалів для покрівельних систем будівель з покращеними гідроізоляційними та теплозахисними характеристиками.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2023.

Розглянуті та проаналізовані конструктивні системи плоских покрівель та сучасні види матеріалів для покрівлі. Визначена сфера застосування того або іншого матеріалу покрівлі з урахуванням фізико-технологічних властивостей та експлуатаційних умов, які дозволяють досягти високої економічності в сфері проектування об'єктів будівництва. Виконано за допомогою методів порівняння та аналізу техніко-економічне обґрунтування найбільш ефективних теплоізоляційних і гідроізоляційних покрівельних матеріалів, а також покрівельного устаткування для нового будівництва й ремонту вже існуючих будинків і споруджень на території України.

Ключові слова: плоска покрівля, покрівельна система, інноваційні технології, ефективність, контроль якості, ресурси, параметри, раціональна технологія.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Дяченко Т.В. Аналіз застосування енергоефективних покрівель. *Геостратегічні трансформації та траєкторія національної безпеки в контексті відбудови і сталого розвитку України*: зб. тез міжн. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 25-26 трав. 2023р. Запоріжжя, 2023. С. 552-556.

2. Данкевич Н.О., Дяченко Т.В. Аналіз використання сучасних технологій і матеріалів для покрівельних систем будівель з покращеними

гідроізоляційними та теплозахисними характеристиками. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023.*

## АБСТРАКТ

Dyachenko T.V. Analysis of the Use of Modern Technologies and Materials for Roofing Systems of Buildings with Improved Waterproofing and Thermal Insulation Characteristics

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M. Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

Structural systems of flat roofs and modern types of roofing materials are considered and analyzed. The scope of application of one or another roofing material is determined, taking into account the physical and technological properties and operating conditions that allow achieving high efficiency in the field of designing construction objects. Technical and economic substantiation of the most effective heat-insulating and waterproofing roofing materials, as well as roofing equipment for new construction and repair of existing buildings and structures on the territory of Ukraine, was carried out using methods of comparison and analysis.

Keywords: flat roof, roofing system, innovative technologies, efficiency, quality control, resources, parameters, rational technology.

### List of postgraduate publications

1. Данкевич Н.О., Дяченко Т.В. Аналіз застосування енергоефективних покрівель. *Геостратегічні трансформації та траєкторія*

*національної безпеки в контексті відбудови і сталого розвитку України: зб. тез міжн. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 25-26 трав. 2023р. Запоріжжя, 2023. С. 552-555.*

2. Данкевич Н.О., Дяченко Т.В. Аналіз використання сучасних технологій і матеріалів для покрівельних систем будівель з покращеними гідроізоляційними та теплозахисними характеристиками. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РУЛОННИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ПЛОСКИХ ПОКРІВЕЛЬ .....	10
1.1 Характеристика рулонних покрівельних матеріалів на бітумній основі.....	10
1.2 Характеристика синтетичних рулонних покрівельних матеріалів.....	23
1.3 Загальна характеристика і особливості застосування покрівельних систем при улаштуванні плоских покрівель.....	34
2 АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ УЛАШТУВАННІ ПЛОСКИХ ПОКРІВЕЛЬ.....	37
2.1 Закономірність використання покрівельної системи при улаштуванні плоских покрівель.....	37
2.2 Покрівельна система ROCKROOF.....	42
2.2.1 Пароізоляційна плівка ROCKbarrier .....	43
2.2.2 Теплоізоляційні плити ROCKWOOL .....	46
2.2.3 Система механічного кріплення ROCKclip .....	52
2.2.4 Гідроізоляційна ПВХ мембрана ROCKmembran .....	53
3 АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКРІВЕЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	56
3.1 Порівняльне дослідження використання вогневого і інфрачервоного устаткування при улаштуванні покрівель з рулонних матеріалів, що наплавляються.....	56

3.2 Аналіз технічних характеристик устаткування на основі інфрачервоного випромінювання і технології його застосування.....	59
3.3 Рекомендації з технічній послідовності улаштування покрівельного покриття за допомогою інфрачервоного устаткування.....	68
3.4 Оцінка доцільності застосування сучасних покрівельних технологій при улаштуванні покрівель, що наплавляються.....	71
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74



## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження:** Важливою складовою будь-якої будівлі, яка сприймає навантаження та впливи та захищає від них несучі конструкції та внутрішні приміщення, є покрівля. Покрівельні системи виконуються різними методами, але всі вони захищають внутрішні приміщення від атмосферних впливів, опадів, а також виконують теплоізоляційні функції для опалювальних приміщень.

На початок ХХІ століття в Україні все ще основними покрівельними матеріалами залишалися прості рулонні матеріали типу руберойду. Доля їх в загальному балансі покрівельних матеріалів - більше 90%. Причина цього - збірне житлове будівництво з малоухильними дахами

Сьогодні на ринку будівельних матеріалів з'явилася велика кількість різноманітних зарубіжних і вітчизняних покрівельних матеріалів. Така велика кількість матеріалів дає в руки архітекторів-проектувальників величезні можливості, але це ж і ускладнює вибір оптимального для конкретного даху матеріалу.

При виборі рішення для покрівлі необхідно враховувати не тільки первісну вартість робіт, а й вартість її експлуатації, а також довговічність. Дешевизна деяких покрівельних систем на етапі пристрою не є економічно правильним рішенням, оскільки невеликі фінансові вкладення пристрій покрівель обертаються великими щорічними витратами експлуатацію. Заплативши один раз за сучасний матеріал з хорошими характеристиками та довговічністю, споживач отримує значну економію коштів утримання покрівлі.

Підвищення ефективності та якості будівництва, збереження ресурсів можуть бути досягнуті за рахунок забезпечення комплексної механізації робіт, застосування нових матеріалів та організаційно-технологічних рішень. Важливе значення в цьому плані набуває вдосконалення технологій влаштування покрівель, що належать до найбільш трудомістких і технологічно

складних робіт. Від їх ефективності та якості залежать надійність та довговічність покрівель.

Рулонні матеріали, що наплавляються, мають шари які приклеюють з бітумних або бітумно-полімерних складів, що наносяться на основу в заводських умовах. Як основу застосовують іноді картон, але найчастіше довговічні (негниючі) скло матеріали або полотна із синтетичних волокон.

Улаштування покрівель з рулонних матеріалів, що наплавляються, принципово відрізняється від звичайного приклеювання рулонного матеріалу на мастики. Ця відмінність полягає в тому, що полум'ям спеціального пальника під час розкочування рулонів матеріалу, що наплавляється, підплавляють його мастичний шар з нижньої сторони полотнища. В цьому випадку відпадають трудомісткі процеси з виготовлення мастик у будівельних умовах, їх транспортування до місць застосування, підвищується культура виробництва покрівельних робіт, збільшується продуктивність і знижується витрата бітумних матеріалів [17, 22,24].

Поява нових покрівельних матеріалів тягне за собою у ряді випадків використання нових прийомів виконання робіт.

Таким чином, в цій роботі представлені і проаналізовані сучасні технології і матеріали для улаштування покрівельних систем будівель і дані критерії вибору оптимального варіанту покрівельної системи для цивільних будівель з урахування використання нових технологічних прийомів виконання робіт.

**Мета магістерської роботи:** узагальнення та порівняльний аналіз найбільш ефективних теплоізоляційних та гідроізоляційних покрівельних матеріалів, що використовуються для улаштування плоских покрівель з застосування більш ефективного покрівельного обладнання.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і вирішені **наступні завдання:**

1) Аналіз існуючих теплоізоляційних та гідроізоляційних покрівельних матеріалів, що застосовуються для улаштування плоских покрівель;

- 2) Аналіз методів улаштування покрівель та видів покрівельних матеріалів;
- 3) Аналіз використовуваного обладнання для покрівельних робіт, що застосовується для влаштування плоских покрівель;
- 4) Техніко-економічний аналіз варіантів застосування різноманітних покрівельних матеріалів та обладнання для влаштування та ремонту плоских покрівель.

**Об'єктом дослідження** – є сучасні методи, технології і матеріали улаштування покрівель та їх ефективність в порівнянні з існуючими методами і технологіями.

**Предмет дослідження:** є сучасні розробки в сфері улаштування покрівельних систем та покрівельних матеріалів.

**Методи дослідження:** узагальнення стану питання теми магістерської роботи здійснено на підставі аналізу літературних джерел. Були використані загальнонаукові та спеціальні методи і моделі: метод систематизації, метод техніко-економічного порівняння здійснений на підставі прасів і каталогів виробників і постачальників будівельних матеріалів.

**Наукова новизна:** теоретичне обґрунтуванні вибір сучасних конструктивних покрівельних систем для плоских покрівель та визначені науково - методологічні підходи і практичні рекомендації з формування механізмів щодо їх реалізації. Теоретично обґрунтовано науково - методологічний підхід до оцінки доцільності використання прийнятих варіантів.

**Практична цінність:** Здійснено аналіз та вибір найбільш ефективних теплоізоляційних та гідроізоляційних покрівельних матеріалів, а також покрівельного обладнання для нового будівництва та ремонту вже існуючих будівель та споруд на території України, що дозволяють зменшити трудомісткості улаштування (ремонту) рулонних покрівель й витрати на усунення дефектів гідроізоляційного килима та збільшити термін служби рулонної покрівлі в 2-3 рази.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення роботи докладалися в 2023 році на III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України», (Запоріжжя, 2023р.) та міжнародній науково-практичній конференції інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ «Геостратегічні трансформації та траєкторія національної безпеки в контексті відбудови і сталого розвитку України» (Запоріжжя, 2023р.) за результатами яких опубліковано збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 76 сторінок тексту, у тому числі 21 рисуноків, 10 таблиць. Список використаних джерел містить 27 найменувань.

# **1 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РУЛОННИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ ПЛОСКИХ ПОКРІВЕЛЬ**

## **1.1 Характеристика рулонних покрівельних матеріалів на бітумній основі**

Ринок рулонних покрівельних матеріалів досить цікавий. Цей інтерес викликаний, в першу чергу тим, що він постійно удосконалюється, росте і розвивається, а саме постійно з'являються нові види матеріалів. Якщо раніше застосовували тільки руберойд на картоні, то зараз відомі такі матеріали як «Євроруберойд», а також синтетичні рулонні вироби. [16].

Більшість рулонних матеріалів, пропонованих на українських ринках, можна розділити на 2 види: на основі бітуму і безбітумні (синтетичні). До матеріалів на бітумній основі відносять традиційний руберойд на картонній основі, руберойд на негниючій основі і сучасні полімерно-бітумні мембрани. З синтетичних виробів найбільш широко відомі EPDM- мембрани і ПВХ-мембрани [17, 22, 24].

Руберойд на негниючій основі. Руберойд, в основі якого знаходиться негниючий армуючий матеріал, можна вважати перехідним варіантом між традиційним руберойдом і так званим євроруберойдом. В якості армуючого шару тут може виступати склохолст (руберойд на його основі називають склоруберойдом), склотканина або поліестер [15, 17]. Руберойд на негниючій основі в основному призначені для укладання покрівельного килима на об'єктах будівництва, термін служби яких не перевищує 30 років. Основна перевага такого виду рулонних покрівельних матеріалів - порівняно низька ціна по відношенню до «євроруберойда». Найбільш великими вітчизняними виробниками руберойду на негниючій основі є «Славутський руберойдовий

завод» (Хмельницька обл., м. Славута), ТОВ «ЮС-ЛТД» (м. Дніпро), «Акваізол» (Харківська обл., с. Подворки). Склоруберойд від Славутського руберойдового заводу є досить тонким виробом, але з великим бітумним шаром(в порівнянні з традиційним руберойдом). У основу цього руберойду покладений склохолст в якості армуючого шару. Особливість цього склоруберойда - в досить високих фізико-механічних характеристиках, що дозволяє йому стати ідеальною заміною руберойду РКП-350. Його розривна сила при розтягуванні складає близько 400 Н, гнучкість на брусі діаметром 20 мм при  $-3^{\circ}\text{C}$ , теплостійкість  $+83^{\circ}\text{C}$ . Цей склоруберойд призначений для улаштування верхнього і нижнього шарів м'якої покрівлі різної конфігурації, його рекомендують застосовувати в якості підкладкового, гідроізоляційного виробу. Такий матеріал випускають з верхнім шаром покритим або поліетиленовою плівкою(для гідроізоляції і нижніх шарів покрівельного килима), або дрібнозернистим піском(для нижніх шарів покрівельного листа). Вартість склоруберойду складає 100-150 грн/м<sup>2</sup>.



Рисунок 1.1 – Евроруберойд AquaIzol

Полімерно-бітумні мембрани(відоміші як євроруберойд) є матеріалами, в основу яких покладений бітум як терпка речовина, полімери-модифікатори, армуючий шар. Залежно від призначення на верхню поверхню цих рулонних виробів може бути нанесений захисний шар з дрібнозернистої кам'яної або сланцевої крихти. Основна відмінність євроруберойду в тому, що замість окисленого бітуму в нім використаний модифікований бітум, який має більш високі фізико-механічні характеристики, ніж окислений. Хоча деякі матеріали

на основі окисленого бітуму теж належать до категорії євроруберойдів. Як відомо, чистий бітум має температуру розм'якшення близько 45-50°C, що є недостатнім для використання його при виробництві покрівельних матеріалів. Сам процес окислення бітуму забезпечує більш високий рівень теплостійкості кінцевого продукту: 85-90°C. Але при цьому відбувається зниження морозостійкості бітуму: матеріал зберігає гнучкість тільки при температурі не нижче 0°C. Таким чином, після нанесення на поверхню матеріалу на основі окисленого бітуму процес окислення бітуму не закінчується. Рулонні вироби на окисленому бітумі піддаються повільному окисленню і на відкритому повітрі при звичайних температурах, що, зрештою, призводить до погіршення властивостей матеріалу. Для уникнення недоліків, які властиві окисленому бітуму, його не окислюють, а додають у бітум спеціальні речовини, такі як атактичний поліпропілен(АПП), стирол-бутадієн-стирол(СБС), етиленовий пропілен, ізотактичний поліпропілен, хлорсульфанатний поліпропілен і інші поліолефіни. Це дозволяє досягти високих фізико-механічних характеристик, а також великої довговічності(20-30 років і більше). Основними модифікаторами, які додають в полімерно-бітумні мембрани, виступають АПП і СБС[11,15,22,23,26].



Рисунок 1.2 - Полімерно-бітумні мембрани

Полімерно-бітумний матеріал з добавками АПП має високі технічні характеристики: хорошою стійкістю до атмосферних дій, малою чутливістю до високих температур(теплостійкість складає +120 - +140°C), хорошою реакцією на теплові поштовхи, стійкістю при стиранні і здавленні, хорошою

гнучкістю при низьких температурах(до - 15°C), низькою деформацією при навантаженні, відмінною здатністю до розтягування, а також хорошою еластичністю. При порівнянні АПП-модифікованого руберойду з СБС-модифікованими руберойдом слід зазначити, що останні чутливі до високих температур, але добре витримують низькі(зберігають гнучкість при температурі до - 25°C). Їх рекомендують застосовувати в країнах з суворим або середнім континентальним кліматом. Позитивна особливість СБС-модифікованої полімерно-бітумної мембрани полягає в тому, що при змішуванні у відповідних пропорціях з бітумом можна отримати склади з подовженням до 2000% і пластичною деформацією до 100%. Крім того, матеріали на основі СБС полімеру характеризуються хорошою сумісністю із складами, модифікованими іншими полімерами[17, 22,26].

Для надання бітумно-полімерній мембрані необхідних механічних характеристик, розподілу напруги, якій піддається мембрана, застосовують армуючий матеріал. У сучасних «євроруберойдах» поширення отримали мінеральні(склохолст, склотканина) і синтетичні(поліестер) армуючі склади. Полімерно-бітумні мембрани на основі склохолста - простий і дешевий матеріал, міцність якого відповідає міцності картону, але позитивним моментом тут виступає те, що він не схильний до гниття. Склотканина в 3-5 разів міцніше за картон і склохолста. Тому полімерно-бітумні мембрани на склотканини основі мають високу довговічність із-за зниження ризику ушкодження покрівельного килима під час експлуатації. Поліхтер має міцність приблизно рівну склотканині, але він ще додатково дозволяє добитися набагато кращого зчеплення з бітумним шаром, що покращує механічні властивості мембран.

Полімерно-бітумні мембрани на українському ринку представлені як зарубіжного, так і вітчизняного виробництва. Географія імпорту досить-таки широка: Італія(Index і Poliglass SpA), Литва(ТехноНИКОЛА), Фінляндія(Katopal), Чехія(Дехтохема Битумат), матеріали яких поставляють відповідно «Авіста», «Євроізол», «Добробуд», «ТехноНиколь», «Діана»,



«Машсервис». З вітчизняних виробників полімерно-бітумних мембран найбільш відомі «Славутський руберойдовий завод» (м. Славута Хмельницької обл.), підприємство «Бласто» (м. Кременчук) завод покрівельних матеріалів «Акваізол»(м. Харків).

Славутський руберойдовий завод випускає такі марки матеріалів: Споліізол, Сполімод, Споліпласт, Споліеласт.

Таблиця 1.1 – Бітумо-полімерний гідроізоляційний покрівельний матеріал на склополотні

Найменування продукції	Призначення (шар)	Маса, $\text{кг/м}^2$	S в рулоні, $\text{м}^2$	Верхнє покриття (захист)	Полімер-модифікатор
1	2	3	4	5	6
Сполімод К (КзХПк) - 4,0	Верхній	4,0	10	сланець	АПП
Сполімод К (КзХПк) - 4,0	Верхній	4,0	10	сланець	СБС
Споліпласт Пд (ДХПк)	Підкладка	3,0	10	пісок	АПП
Споліпласт Пд (ДкХПк)	Підкладка	3,0	10	плівка	АПП
Склоруберойд С-РМ		2,1	15	пісок	АПП
Склоруберойд С-РМ		2,1	15	плівка	АПП

Сполімод є гідроізоляційною мембраною, армованою скловолокном, склотканиною або поліестером, з модифікаторами АПП або СБС, яка призначена для укладання верхнього і нижнього шарів покрівлі. Також цей матеріал можна використати для гідроізоляції будівель і споруд(фундаментів, підземних будівельних елементів, мостів, басейнів і резервуарів, каналів, гаражів). Гнучкість на брусі радіусом 20 мм цієї мембрани -  $5^{\circ}\text{З}$  для Сполімод з АПП і -  $15^{\circ}\text{С}$  для Сполімод з СБС, відносно подовження Сполімод,

посиленого склохолстом або склотканиною, - 2% і 30% для Сполімод на поліестері, теплостійкість 100°C для Сполімод з АПП і 90°C для Сполімод з СБС, розривна сила Сполімод, посиленого склохолстом або склотканиною, - не менше 353 Н/5 см і 588 Н/5 см - Сполімод, посиленого поліестером. Вартість 1 м<sup>2</sup> Сполімод складає 92 -150 грн.

Споліпласт- гідроізоляційна мембрана, модифіковані АПП і армовані скловолоконном, склотканиною або поліестером. Споліпласт призначений для укладання як верхнього, так і нижнього шарів покрівлі. Крім того, його можна використати для гідроізоляції будівель і споруд. Гнучкість на брусі радіусом 20 мм складає - 15°C, відносне подовження - 2% у Споліпласт, посиленого склохолстом або склотканиною, і 30% у Споліпласт, посиленого поліестером, теплостійкість 120°C, розривна сила - не менше 353 Н/5 см у Споліпласт, посиленого склохолстом або склотканиною, і 588 Н/5 см у Споліпласт, посиленого поліестером. Вартість 1 м<sup>2</sup> Споліпласта складає від 90 грн.

Споліеласт є полімерно-бітумною мембраною з модифікатором СБС, армованою скловолоконном, склотканиною або поліестером. Мембрану використовують для укладання покрівлі як верхнього, так і нижнього шару, а також для гідроізоляції будівель. У мембран гнучкість на брусі радіусом 20 мм складає - 25°C, відносне подовження - 2% для Споліеласт на склохолсті або склотканині і 30% для Споліеласт, посиленого поліестером, теплостійкість 100°C, розривна сила - не менше 353 Н/5 см для Споліеласта на склохолсті або склотканині і 588 Н/5 см для Споліеласт, посиленого поліестером. Вартість 1 м<sup>2</sup> Споліеласт -від 120 грн.

Акваізол - це матеріал на негниючій основі(склохолст, склотканина або поліестер німецького виробництва), який модифікований СБС або АПП, а зверху покритий мінеральною посипкою чеського виробництва. Нижня сторона або обидві сторони цього матеріалу без посипання захищені поліетиленовою плівкою. Мембрани призначені для улаштування верхнього і нижнього покрівельного килима, гідроізоляції будівель і споруд. Мембрана «Акваізол» з СБС модифікатором має температуру розм'якшення 100°C,

гнучкість на брусі радіусом 20 мм при температурі - 20°C. Мембрана «Акваізол», модифікована АПП, має такі технічні характеристики: температура, при якій розм'якшується матеріал 110°C, гнучкість на брусі радіусом 20 мм при температурі - 20°C. Відносне подовження мембран складає 4-40%, а розривне навантаження - 450-700 Н/м. Ціна 1 м<sup>2</sup> мембрани, модифікованою АПП, складає від 82 грн, а на мембрани, модифікований СБС, - від 95 грн. Виробник гарантує мінімальний термін служби мембран Акваізол 15 років. [17, 22,24,26].



Рисунок 1.3 – Покрівельна мембрана «Акваізол»

В 2007 році на ринку України з'явився новий матеріал, що випускається заводом «Акваізол», - Руберит. Для виготовлення Руберита використовується окисдований бітум і склохолст. Верхній шар матеріалу захищен гранітною крихтою, знизу - плівкою. Температурні характеристики Руберита : гнучкість на брусі радіусом 20 мм при температурі 0°C, температура, при якій розм'якшується матеріал 90°C. Питома вага - 4 кг/м<sup>2</sup>. Ціна 1 м<sup>2</sup> мембрани – 85-120 грн.

Компанією «ТехноНіколь» були розроблені ряд полімерно-бітумних матеріалів марок «Техноеласт», «Уніфлекс», «Екофлекс» і «Лінокром» [12, 13,20,21].

Техноеласт є багатофункціональним СБС модифікований гідроізоляційний і покрівельний матеріал. Він призначений для застосування в системах гідроізоляції з підвищеними вимогами до надійності фундаментів,

тунелів і мостів, а також для улаштування покрівель з малими ухілами. Цей матеріал випускають з покриттям або полімерною плівкою, або крупнозернистим посипанням. Техноеласт еластичний, легкий в укладанні в холодну погоду, не стає занадто м'яким на сонці. Він водонепроникний під тиском 0,2 МПа впродовж 2 ч, під тиском 0.001 МПа впродовж 72 ч. Основні показники: гнучкість на брусі R=10 мм - не нижче - 25°C, температура розм'якшення - до +120°C, теплостійкість 2 ч. у вертикальному положенні - не нижче +120°C. Маса цього матеріалу - 4-6 кг/м<sup>2</sup> залежно від марки. Його температура експлуатації складає від - 55°C до +145°C, орієнтовна розривна сила смужки шириною 5 см при розтягуванні - не менше 780 Н для матеріалу на основі склотканини, 670 Н для матеріалу на основі поліестеру і 600 Н для виробу на основі склохолста. Техноеласт наносять за допомогою газового пальника в один шар при відновному ремонті старого покриття, і в два - при організації нового покрівельного килима або при капітальному ремонті[20,21].

На будівельному ринку є і різновидність Техноеласту – самоклеючий матеріал, який наносять без застосування газового пальника, - наклейкою на поверхню покрівлі. Структура захисного покриття(посипання), що відповідає сучасним вимогам архітектури, дозволяє застосовувати матеріал на видимих ділянках покрівлі або гідроізоляції без додаткових витрат на зовнішній вигляд. Високі адгезійні властивості СБС бітумів дозволяють наплавляти Техноеласт практично на будь-які горизонтальні, похилі, і вертикальні поверхні, виготовлені з негорючих матеріалів(цементно-піщане стягування, плити і тому подібне). А сумісність з окисленими бітумами дозволяє використати його для ремонту старих руберойдових дахів. «Техноеласт» залежно від типу посипання, виду армуючого шару, способу нанесення, сфери застосування випускають декількох марок: ЕПП, ЕКП, ТКП, ЕКС і ЭКВ «Вент».

Таблиця 1.2 - Фізико-механічні властивості матеріалу Техноеластмост

Найменування показника	Норма для марок	
	Техноеластмост Б	Техноеластмост С
Товщина, мм, не менш	4,5	5,5
Маса 1 кв.м., кг, не менш	5,0	6,0
Розривна сила при розтягуванні смужки шириною 50 мм, Н (кгс), не менше: у поздовжньому напрямку у поперечному напрямку	600 (60) 600 (60)	1000 (100) 900 (90)
Відносне подовження при розтягуванні в поздовжньому та поперечному напрямках, %, не менше	40	40
Теплостійкість протягом 2 год, °С, не нижче; не повинно бути здуття, сповзання бітумної маси	115	115
Теплостійкість, °С, (при односторонньому нагріванні лицьової сторони)	150	150
Гнучкість: при згинанні на брусі радіусом закруглення 10 мм на поверхні не повинні з'являтися тріщини при температурі не вище, °С	-25	-25
Температура крихкості в'язучого за Фраасу, °С, не вище	-35	-35
Стійкість до статичного продавлювання зусиллям (250±10) Н/(25±1) кгс протягом 24±2 год.	водонепроникне	водонепроникне
Водонепроникність при тиску 0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> ) протягом 24±0,2 год	водонепроникне	водонепроникне
Водостійкість після витримування у воді при температурі 20±5°С протягом 7 діб, гнучкість не вище, °С	-25	-25

Техноеластмост представлений марками Б і С. Матеріал марки ЕПП є продуктом на основі поліестеру із захисною полімерною плівкою. Він призначений для створення нижнього шару покрівельного килима, а також для гідроізоляції фундаментів. ЕКП і ТКП - матеріали на основі поліестеру і склотканини відповідно з крупнозернистим мінеральним посипанням з одного

боку і захисною полімерною плівкою з іншою. Їх використовують для створення верхнього шару покрівлі. Матеріал Техноеластмост Б (на основі поліестеру з дрібнозернистим піском на верхньому шарі) використовують для гідроізоляції мостів з бетонною основою, тунелів, фундаментів будівель і споруд. Техноеластмост марки С для влаштування захисного шару на сталевій ортотропній плиті прогонових будов мостових споруд, а також для гідроізоляції прогонових будов із залізобетонною плитою проїжджої частини, на яких безпосередньо на гідроізоляцію укладають асфальтобетонне покриття, в тому числі з литих сумішей до температур  $230^{\circ}\text{C}$  [15, 20-24].

Абсолютно новою технологічною розробкою компанії «ТехноНіколь» є матеріали для дихаючих покрівель і самоклеючі матеріали, які застосовують при улаштуванні покрівель в місцях, де заборонено використанням відкритого вогню. Ці матеріали представлені марками «Техноеласт» ЕКВ 6,0 «Вент» і ЕКС 5,0.



Рисунок 1.4 – Матеріал Техноеласт

Техноеласт ЕКВ 6,0 «Вент» є СБС модифікований матеріал для одношарових покрівельних килимів з частковим приклеюванням нижньої поверхні матеріалу, що треба для створення повітряних каналів для відведення водяної пари. Він призначений для улаштування нових покрівель в усіх кліматичних зонах на усіх видах основи, у тому числі і вологих, а також для ремонту старих покрівель з руберойду. Матеріал «Техноеласт» ЕКВ 6,0

«Вент» забезпечує розподіл водяної пари під покрівельним килимом. Для відведення пари застосовують флюгарки(аератори). Новий самоклеючий матеріал «Техноеласт» ЕКС 5,0 призначений для улаштування плоских покрівель в місцях, де заборонено використання відкритого вогню). Ціна 1 м<sup>2</sup> «Техноеласт» складає від 150 грн.

Уніфлекс є покрівельним і гідроізоляційним матеріалом, що наплавляється, який призначений для облаштування покрівлі і споруджень різного призначення і гідроізоляції фундаментів і тунелів. Уніфлекс складається із склохолста, склотканини або поліестеру, покритий з обох боків СБС модифікованим полімерно-бітумним терпким. Матеріал випускають з покриттям або полімерною плівкою, або крупнозернистим посипанням. Уніфлекс наплавляють практично на будь-які горизонтальні, похилі, і вертикальні поверхні, виготовлені з негорючих матеріалів(цементно-піщане стягування). Цей продукт сумісний з окисленими бітумами, що дозволяє використати його для ремонту старих руберойдових дахів. «Уніфлекс» морозо- і теплостійкий, водонепроникний під тиском 0,2 МПа впродовж 2 ч, під тиском 0,001 МПа - впродовж 72 ч. Його гнучкість на брусі R=25 мм не нижче - 15°C, температура розм'якшення - до +110°C, вага 1 м<sup>2</sup> матеріалу(залежно від марки) - 3-5 кг, теплостійкість 2 ч у вертикальному положенні при температурі не нижче +100°C. Температура експлуатації цього матеріалу - від - 49°C до +130°C. Його орієнтовна розривна сила смужки шириною 5 см при розтягуванні складає не менше 400 Н. «Уніфлекс» пропонують наступних марок: ХПП, ТВП, ЕПП, ЕКП, ТКП, ХКП. Крім того, нещодавно з'явилася новинка «Уніфлекс» ЭМВ 5,0 «Вент». Він призначений для створення нижнього шару двошарового «дихаючого» покрівельних килима. Призначення і принцип роботи «Уніфлекс» ЭПВ 5,0 «Вент» такі ж як і у «Техноеласт» ЭКВ 6,0 «Вент». Ціна 1 м<sup>2</sup> «Уніфлекс» складає від 80 грн.

Лінокром є матеріалом, що складається з міцної негниючої основи(склохолст, склотканина або поліестер), на яку з двох сторін наносять бітумне терпке. Він з нижнього боку покритий легкоплавкою плівкою, а з

верхньою - плівкою або крупнозернистим мінеральним посипанням. «Лінокром» має гнучкість на брусі радіусом 25 мм при 0°C, теплостійкістю - +80°C. Водонепроникність під тиск 0,2 МПа дотримується впродовж 2 годин, під тиском 0,001 МПа - впродовж 72 годин. Орієнтовна розривна сила смужки шириною 5 см при розтягуванні цього матеріалу складає від 294 до 550 Н залежно від типу армуючого шару. Цей матеріал призначений для облаштування дахів з малим ухилом і гідроізоляції фундаментів будівель і споруд. Його також застосовують для виготовлення рядового покриття, у тому числі і для ремонту старої покрівлі. Цей матеріал рекомендують укласти на ґрунтовану бетонну основу або цементно-піщане стягування. Ціна «Лінокром» коливається в межах 90 -150 грн./м<sup>2</sup> і залежить від типу армуючого матеріалу.

Мембрани «Крембіт». Компанією «Бласто» були розроблені СБС модифіковані матеріали, посилені склохолстом, склотканиною або поліестером під маркою «Крембіт» [11,15].

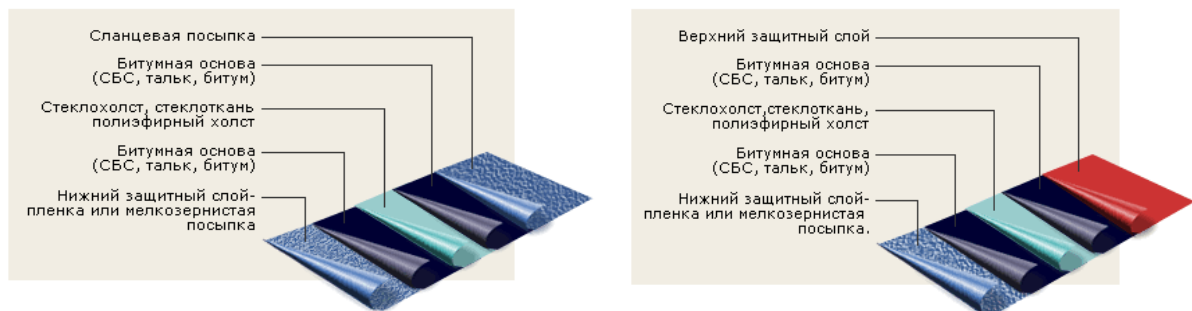


Рисунок 1.5 - Схема будови Крембіту а) марки 1В, 2В, 4В; б) 3Г, 4Н.

Завод «Бласто» випускає понад десять різновидів бітумно-полімерних покрівельних та гідроізоляційних матеріалів. Вони мають єдину систему позначень, наприклад: «КРЕМБІТ 2В КЗЕП 4,5 прир. Сланець». Де 1В, 2В, 4В - покрівельний матеріал призначений для створення верхнього шару покрівельного килима (верхній шар матеріалу посипання сланцеве або гранотсів):



– 1В - покрівельний матеріал призначений для районів з дуже агресивним середовищем це кримський регіон, де температури дуже високі та інші райони, де температура опускається нижче - 20 °С;

– 2В - матеріал, що підходить за своїми властивостями під всі регіони України;

– 4В - покрівельний матеріал, який добре використовується в усіх регіонах нашої країни, але покрівля з цим матеріалом не повинна експлуатуватися за високих температур.

3Г, 4Н - гідроізоляційні матеріали (верхнє покриття: плівка):

– 3Г - його специфікація - гідроізоляція підвісних садів, басейнів, каналів, фундаментів, деталей труб та підвалів;

– 4Н - призначений для створення нижнього шару покрівлі.

Ці мембрани виготовляють на базі матеріалів найбільшого в Україні виробника нафтобітумі АТ «Укртатнафта». Матеріал «Крембіт» призначений для гідроізоляції як експлуатованих, так неексплуатованих покрівель, зелених покрівель. «Крембіт» роблять таких марок: 2ВКзХП, 2ВКзЭП, 3ГПХП, 3ГПЭП. При цьому марки 2ВКзЭП і 3ГПЭП(армовані поліестером) застосовують для облаштування верхнього шару покрівельного килима і гідроізоляції на глибинах до 20 м, а 2ВКзХП і 3ГПХП(армовані стеклохолстом) використовують як підкладковий шар при облаштуванні гідроізоляції і нижніх шарів рулонної покрівлі. Зусилля на розрив у цих полімерно-бітумних мембран складає 60 кг, відносне подовження - 37-40%, адгезія до бетону - 4,5 кг/см<sup>2</sup>, водонепроникність - 8 кг/см<sup>2</sup>. Крім того, ці виробни мають високі показники морозостійкості, гнучкості на стержні діаметром 20 мм(без утворення тріщин - 15°C), теплостійкості(+110°C) і атмосферостійкості(після 10 років експлуатації відсутні зміни властивостей матеріалу).

## 1.2 Характеристика синтетичних рулонних покрівельних матеріалів

Доля цих матеріалів на українському ринку залишається незначною - 7-10%, тоді як у багатьох європейських країнах вона досягає 60%. Причин у цього явища декілька. По-перше, більшість замовників зазвичай знають про ці матеріали тільки те, що вони дорогі - хоча на перевірку вартість покрівлі з полімерною гідроізоляцією не набагато вище за вартість покрівельного килима з якісного євроруберойду (при цьому термін служби полімерної мембрани вищий). По-друге, багато будівельних компаній не володіють достатньою інформацією про нові матеріали і вже тим більше не мають необхідного досвіду роботи з ними (а «викладати» пристойну суму за навчання співробітників і купівлю необхідного устаткування не квапляться, оскільки замовники не виявляють підвищеної цікавості). Як показує практика, цей підхід неконструктивний - витрати на регулярний (частенько - щорічний) ремонт покрівлі з дешевого євроруберойду відповідної якості за 20 років набагато перевищать вартість покрівлі з полімерного матеріалу, про яку на цей термін можна просто «забути» [15,17, 22,24].

Полімерні мембрани відрізняються високою міцністю, еластичністю, стійкістю до окислення, дії УФ-променів високих і низьких температур, озону і агресивних хімічних речовин.

Мембрани на 20-30% дорожчі за бітумно-полімерні матеріали, але тривалий термін їх служби з лишком компенсує цю різницю. Так, провідні виробники покрівельних мембран дають гарантію на 10- 20 років, а прогнозований термін безремонтної служби полімерної покрівлі до 50 років (при точному дотриманні технології укладання). Крім того, багато замовників вважають полімерні мембрани дорогим матеріалом, ґрунтуючись на порівнянні вартості 1 кв.м з цінами на євроруберойд. При цьому не береться до уваги, що покрівельний килим з полімерно-бітумних матеріалів повинен

складатися з двох шарів, тоді як мембрана укладається в 1 шар - відповідно, при порівнянні вартості 1 кв. м. ціну євроруберойду слід практично подвоїти.

Безперечною гідністю полімерних покрівельних матеріалів є висока швидкість укладання і відсутність відкритого полум'я в процесі роботи.

Нині на українському ринку представлені 3 типи полімерних покрівельних мембран : EPDM, ПВХ, ТПО.

EPDM (ЕПДМ - полімеризований етилен-пропілен-дієн-мономер) - мембрана є плівкою на основі сополімера етилен-пропілен-дієн-мономера(синтетичного каучуку). Цей матеріал є «найстарішим» з полімерних покрівельних матеріалів. Перші покрівлі, виконані з нього в США і Канаді, експлуатуються вже більше 40 років - відповідно, про його поведінку на покрівлі можна судити впевненіше[11, 15].



Рисунок 1.6 - Вискоеластичний покрівельний матеріал EPDM ()

EPDM- мембрана має високу еластичність(відносне подовження 300%), малу вагу(1 кв. м мембрани, завтовшки 1,15 мм, важить всього 1,4 кг), стійкість до перепадів температури(від - 40°C до +100°C) і тривалої дії ультрафіолету і озону. Сумісні з бітумними і пінополістирольними матеріалами(відповідно, може застосовуватися в конструкції інверсійної

покрівлі з пінополістирольним утеплювачем без геосінтетичного розділового шару і для санації старих покрівель без видалення існуючого гідроізоляційного килима). Монтаж швів мембрани робиться за допомогою спеціальної 2-х сторонньої самоклеюча стрічки, без нагрівання. Монтаж покрівельних систем з EPDM- мембран можна виконувати у будь-яку пору року за відсутності атмосферних опадів.

Перед наклеюванням мембрани необхідно стики мембран обробити спеціальними герметиками, наприклад, герметик LS-009.

Клей для укладання покрівельної мембрани ЕПДМ випускається в ємкості різного об'єму: 1...20 л.



Рисунок 1.7 - Клей для укладання покрівельної мембрани ЕПДМ (полімеризований етилен-пропілен-дієн-мономер)

Виготовляються також армовані EPDM- мембрани - міцніші, але менш еластичніші. На українському ринку представлені EPDM- мембрани торгових марок Firestone(дилери «Українська покрівельна компанія», «УкрДах»), Mule - hide(«УкрДах»), «Элон»(«Гискон») [11,16].

ПВХ-мембрани(на основі полівінілхлориду) сьогодні вони є найширше вживаним видом полімерних покрівельних матеріалів. До переваг PVC-мембран відноситься низька горючість(групи Г3, Г2 - залежно від кількості спеціальних добавок), а також тривалий термін служби, технологічність, еластичність, механічна міцність, можливість укладати матеріал на будь-яку основу. Слабке місце цього матеріалу - наявність летких пластифікаторів :

поступове зменшення їх кількості в ході експлуатації покрівельного покриття може привести до втрати пластичності і розтріскування матеріалу. Крім того, PVC- мембрани не сумісні з бітумними матеріалами і екструдованим пінополістиролом - для застосування їх в такому поєднанні необхідно прокладати в якості розділового шару геотекстиль. Причиною випару пластифікаторів(і, відповідно, передчасного старіння матеріалу) є високий рівень УФ-випромінювання, який, за оцінками фахівців, в Україні вище, ніж в країнах Південної Європи. Для уповільнення процесу випару пластифікаторів в матеріал додають стабілізатори.

ПВХ-мембрана закріплюється механічним способом до основи, потім шви зварюються внахлест гарячим повітрям за допомогою спеціального устаткування[17, 22,24]. Таким чином, гідроізоляційний шар є герметичним, але при цьому не прилеглим до основи по усій поверхні, що дозволяє водяним парам з внутрішніх приміщень безперешкодно проникати назовні, не скупчуючись в утеплювачі і основі. Залежно від вимог до покрівлі ПВХ-мембрани можуть застосовуватися у будь-яких покрівельних системах:

- - покрівлі з механічною фіксацією (шинне або точкове кріплення)
- - баластні і експлуатовані покрівлі (гравій, тротуарна плитка, шар ґрунту, що озеленює)
- - клейова покрівельна система.

На українському ринку представлені PVC- мембрани торгових марок Alkorplan(«Авіста»), Fatrofol(«Фатро Україна»), Protan(«Мембрана»), Renofol(«Изобуд»), Sikarplan(«Сіка Україна»), «Кровлелон»(«Гискон») [16].

Торгова марка «Сіка Україна» представляє декілька видів ПВХ мембран. Покрівельна ПВХ мембрана Sikarplan G призначена для механічного кріплення. Матеріал мембрани Sikarplan G - м'який полівінілхлорид, не сумісний з бітумом, з внутрішнім армуванням поліестеровою сіткою. Сфера застосування - покрівлі без баласту. Технічні характеристики відображені в таблиці.1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики мембрани Sikaplan G

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення
1. Міцність при розтягуванні	мПа	20,3
2. Відносне подовження при розриві при 23 °С	%	210
3. Водопоглинання	%	0,15
4. Водопроникність	см/ч	0
5. Гнучкість на брусі при температурі -35 °С	Діаметр, мм	5
6. Зміна лінійних розмірів при нагріванні 7ч, 70+2 °С	%	0,1
7. Теплостійкість в течії 2-х годин 85 °С	Візуально	130
8. Довговічність	Умов. років	>30
9. Паропроникність	мг/м*ч*Па	0,0021

Особливі властивості:

- висока міцність на розрив і відносне подовження при розтягуванні;
- висока стійкість до старіння;
- стійка до дії доквілля;
- стабілізована проти ультрафіолетового випромінювання;
- застосовна для зварювання гарячим повітрям і нагрівальним клином;
- нестійка проти олій і розчинників;
- вогнестійкість по ДБН В.1.1-7:2016: ГЗ, ВЗ, РП2.

Покрівельна ПВХ мембрана Sikaplan VGWT призначена для механічного кріплення. Область застосування-покрівлі без баласту. Матеріал-м'який полівінілхлорид, не сумісний з бітумом, з внутрішнім армуванням поліестеровою сіткою. Технічні характеристики представлені таблиці.1.4.

Таблиця 1.4 - Технічні характеристики мембрана Sikaplan VGWT

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення
1. Міцність при розтягуванні	мПа	18,3
2. Відносне подовження при розриві при 23 °С	%	329
3. Водопоглинання	%	0,29
4. Водопроникність	см/ч	0
5. Гнучкість на брусі при температурі -35 °С	Діаметр, мм	5
6. Зміна лінійних розмірів при нагріванні 7ч, 70+2 °С	%	0,15
7. Теплостійкість в течії 2-х годин 85 °С	Візуально	130
8. Довговічність	Умов. років	>30
9. Паропроникність	мг/м*ч*Па	0,013

Особливі властивості:

- висока міцність на розрив і відносне подовження при розтягуванні;
- висока стійкість до старіння;
- стійка до дії доквілля;
- підвищені властивості на морозі;
- стабілізована проти ультрафіолетового випромінювання;
- застосовна для зварювання гарячим повітрям і нагрівальним клином;
- нестійка проти олій і розчинників;
- вогнестійкість по ДБН В.1.1-7:2016: Г2, В3, РП2.

Покрівельна ПВХ мембрана Trocal SGmA застосовується для баластної системи кріплення. Сертифікат відповідності № РОС DE.СЛ35.Н00044 Сфера застосування - покрівлі з баластом(експлуатовані покрівлі) : вільно укладена з баластом(галька, плитка, рослинний ґрунт та інші). Матеріал - м'який полівінілхлорид, не сумісний з бітумом з внутрішнім армуванням скловолокном. Технічні характеристики см таблиці.1.5.

Таблиця 1.5 - Технічні характеристики мембрана Trocal SGmA

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення
1. Міцність при розтягуванні	МПа	10,8
2. Відносне подовження при розриві при 23 °С	%	397
3. Водопоглинання	%	0,39
4. Водопроникність	см/ч	0
5. Гнучкість на брусі при температурі -35 °С	Діаметр, мм	5
6. Зміна лінійних розмірів при нагріванні 7ч, 70+2 °С	%	0,11
7. Теплостійкість в течії 2-х годин 85 °С	Візуально	120
8. Довговічність	Умов. років	>10
9. Паропроникність	мг/м*ч*Па	0,009

## Особливі властивості:

- висока міцність на розрив і відносне подовження при розтягуванні;
- не стабілізована проти ультрафіолетового випромінювання;
- стійка до дії доквілля;
- застосовна для зварювання гарячим повітрям і нагрівальним клином;
- нестійка проти дії олій і розчинників;
- вогнестійкість по ДБН В.1.1-7:2016 Г4, В3, РПЗ;
- стійка до дії мікроорганізмів і проростання коренів;
- відкриті ділянки(з'єднання) покриваються покрівельною мембраною Trocal SG.

Покрівельна ПВХ мембрана Trocal Тур S неармована, призначена для облаштування примикань. Сертифікат відповідності № РОС DE.СЛ35.Н00045. Область застосування: покрівлі без баласту - вільно укладена з механічним кріпленням. Матеріал: пластифікований полівінілхлорид, не сумісний з бітумом.

## Властивості:



- стійка до дії доквілля;
- стабілізована проти впливу погодних умов;
- гомогенне з'єднання(дифузійне зварювання і/або зварювання гарячим повітрям);
- вогнестійкість по ДБН В.1.1-7:2016 Г4, В3, РП1;
- неармована;
- стабілізована проти ультрафіолетового випромінювання.

Покрівельна ПВХ мембрана Trocal Тур SG призначена для баластного кріплення в місцях виходу з-під баласту. Сфера застосування : покрівлі з баластом - використовується разом з Trocal SGmA для примикань, виходів на парапет і інших відкритих ділянок покрівлі; Матеріал: пластифікований ПВХ, не сумісний з бітумом.

Властивості:

- стійка до дії доквілля;
- стабілізована проти впливу погодних умов;
- гомогенне з'єднання(дифузійне зварювання і/або зварювання гарячим повітрям);
- армована склохолстом;
- стабілізована проти ультрафіолетового випромінювання.

Скріплення швів мембрани робиться спеціальними зварювальними машинами із застосуванням гарячого повітря.

ТПО-мембрани - матеріал на основі термопластичних поліолефінів. Вважаються «наступним поколінням» покрівельних мембран після EPDM - і ПВХ-матеріалів. На будівельному ринку України серед усіх гідроізоляційних покрівельних полімерних мембран особливої популярності завоювали ТПО мембрани Flagon італійського виробника Flag S.p.A. (Soprema Group), які виготовляються відповідно до вимог європейських норм EN та стандарту ETA, що підтверджується сертифікатами British Board Agreement, ISO 9001 та ISO 14001. Асортименти торгової марки Flagon включає великий вибір ТПО мембран для плоскої покрівлі які мають технічні характеристики (табл 1.6).

ТПО-мембрани армовані поліефірної сіткою і внаслідок цього більше за стійку до механічних дій, але менш еластичні. Використовуваний при їх виробництві полімер містить до 30% поліпропілену, що надає мембрані хімічну стійкість. Не містять летких пластифікаторів(т. е. не втрачають з часом своїх властивостей) і сумісні з бітумними матеріалами і екструдованим пінополістиролом, що дозволяє застосовувати їх для санації покрівель без демонтажу старого гідроізоляційного шару. Основний недолік ТПО-мембран - висока горючість(міра Г4). Зробити їх менш горючими(міри Г2) можливо, проте це відгукнеться різким зниженням їх основних показників, тому в Європі виготовлення подібних матеріалів заборонене[15,16, 22,24].



Рисунок 1.8 - Мембрана ПВХ та ТПО

Технологія монтажу ТПО-матеріалу дещо відрізняється від монтажу ПВХ-мембран, тому перед першим виробництвом робіт потрібне додаткове навчання навіть кваліфікованих монтажників, що мають досвід роботи з іншими полімерними матеріалами.

Мембрану ТПО доцільно використати на нових конструкціях, на дахах складної конфігурації, і там, де високий ризик випадкового ушкодження мембрани(житлові будівлі, покрівлі, над якими є ще поверхи), а також в тих випадках, коли дах піддаватиметься підвищеним механічним навантаженням в процесі експлуатації і будівництва.

Таблиця 1.6 - Технічні характеристики ТПО мембран для плоскої покрівлі

Найменування показника	ТПО мембрана Flagon EP/PV		ТПО мембрана Flagon EP/PR		ТПО мембрана Flagon EP/S
1	2		3		4
Особливості полотна	– з ультрафіолетовим захистом – з армуванням склохолстом		– з ультрафіолетовим захистом – з армуванням з поліестерової сітки		– з ультрафіолетовим захистом – без армування
Призначення	– гідроізоляція баластної і експлуатованої покрівлі		– гідроізоляція усіх типів покрівель: утепленою і неутепленою, плоскою і скатною		– виконання примикань і складних вузлів на даху
Товщина, мм	1,2	1,5	1,2	1,5	1,5
Допустиме відхилення по товщині, %	± 5				
Довжина рулону, м	25	20	25	20	20
Ширина рулону, м	2,1				
Прямолінійність, мм	≤ 50				
Вага, кг/м <sup>2</sup>	1,15	1,4	1,15	1,4	1,35
Допустиме відхилення по вазі, %	±5				
Рівність, мм	≤ 10				
Стабільність розмірів, %	≤ 0,1		≤ 0,5		≤ 0,5
Коефіцієнт дифузії водяної пари, μ	50000				
Реакція на вогонь	Е				

продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
Межа міцності на розрив, Н/50 мм	–	$\geq 1100$	–
Межа міцності на розрив, Н/мм <sup>2</sup>	9	–	16/15
Подовження при максимальному навантаженні, %	$\geq 550$	$\geq 15$	$\geq 700$
Опір статичному навантаженню, кг	$\geq 20$		
Опір до удару(тверда основа), мм	450	800	450
Опір до удару(м'яка основа), мм	600	950	600
Опір на розрив, Н	130	165	300
Міцність шва на відрив, Н/50 мм	200	200	150
Міцність шва на зрушення, Н/50 мм	–	600	–
Стійкість проти УФ випромінювання	+		
Гнучкість при негативній температурі, °С	-40		

### **1.3 Загальна характеристика і особливості застосування покрівельних систем при улаштуванні плоских покрівель**

У разі простої плоскої покрівлі на основі, що витримує додаткове механічне навантаження близько  $70 \text{ кг/м}^2$  додатково до ваги самої покрівлі, рекомендується застосовувати баластну або інверсійну системи з використанням мембрани [18,27].

При баластній системі листи полімерної мембрани, скріплені відповідно до технології і такі, що забезпечують повну гідроізоляцію покрівлі, утримуються на поверхні основи за допомогою баласту: гальки, гравію, щебня, бетонних блоків або тротуарної плитки(у разі експлуатованих покрівельних майданчиків, терас і балконів). Мембранний килим закріплюється тільки по периметру і по примиканнях.

Відсутність точок закріплення на горизонтальній частині покрівельного килима дозволяє максимально використати перевагу ЕПДМ - великі площі, що закриваються одним рулоном(відповідно, мала кількість швів). Розмір рулону 30 м в довжину і від 3 до 12 м завширшки. Це оптимальне рішення для бетонних підстав і для ремонту старих покрівель без видалення старого пирога.

90% існуючих ЕПДМ - покрівель - баластні, 90% полімерних баластних покрівель - ЕПДМ або ТПО системи. Вартість такої системи для простої покрівлі складає приблизно 80-150 грн./кв.м без вартості баласту.

Інверсійна покрівельна система є варіантом звичайної баластної системи і ідеально підходить для дахів, на яких відбувається регулярний пішохідний рух, або для будівель, експлуатованих в особливо суворому кліматі. Листи мембрани відокремлені від баласту шаром водостійкої теплоізоляції, яка вільно укладається поверх мембрани. Рекомендується застосування утеплювача ПЕНОПЛЕКС(пінополістирол). Він має замкнуту систему пір,

тобто абсолютно не вбирає вологу, стійкою до дії УФ променів і має прекрасні механічні властивості.

Вартість гідроізоляційної системи на простій покрівлі приблизно така ж, як у баластної системи.

При улаштуванні звичайної баластної покрівлі вистачає мінераловатного утеплювача високої щільності.

У найбільш відповідальних випадках, на особливо престижних проектах, де потрібно особливо надійну гідроізоляцію - наприклад, при улаштуванні «зелених покрівель» (рис. 1.9), виправдано застосування комбінованих ЕПДМ-мембран[22-24].

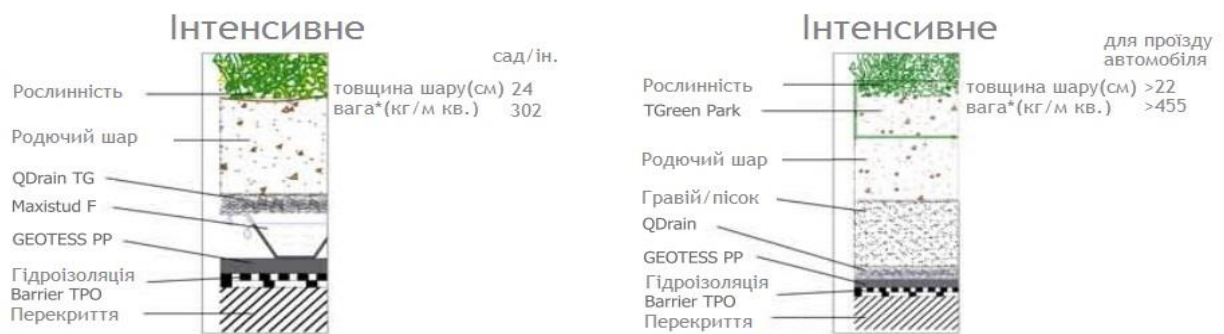


Рисунок 1.9 - Улаштуванні «зелених покрівель» зі застосуванням комбінованих ЕПДМ-мембран

Якщо використання баластної системи неможливе (скатна покрівля, неможливість додаткового навантаження на несучі конструкції, неорганізовані сливи - відсутність парпетів і так далі), рекомендується застосовувати механічно закріплювану покрівельну систему з використанням термопластичних мембран ТПО або ПВХ.

Це класична технологія для легких конструкцій і швидкозведених будівель. Основою покрівлі, як правило, являється профнастил, утеплювачем - жорсткі мінераловатні плити. При цьому листи полімерної мембрани, зварені відповідно до технології, кріпляться через утеплювач безпосередньо до основи (у верхню хвилю). Закріплення робиться спеціальними саморізами, що знаходяться в швах між рулонами мембрани.

У разі покрівлі з великим ухилом(мансардні поверхи, куполи), схильної до дії сильних вітрових навантажень, або покрівлі на великій висоті рекомендується застосовувати повністю приклеєну покрівельну систему. Інше характерне застосування: нове покрівельне покриття поверх старої покрівлі без знімання старого пирога, якщо баластна система неможлива через малу здатність перекриття або великого ухилу, а механічне кріплення проблематичне із-за малої міцності старої основи [17-19,27].



Рисунок 1.10 – Улаштування гідроізоляції плоскої покрівлі з ТПО або ПВХ мембран

У цій системі листи мембрани, скріплені відповідно до технології, закріплюються на основу за допомогою спеціального монтажного клею(для окремих типів мембран можливе приклеювання на холодну бітумну мастику або гарячий бітум). Підставою служить бетон, стягування, суцільне обрешетування з вологостійкої фанери, жорсткий утеплювач фоамглас або екструдований пінополістирол. Така система на базі ЕПДМ, ПВХ або ТПО приблизно на 100 - 150 грн./кв.м що дорожче відповідає механічно закріпленою. Варіант цієї системи на базі 2-х шарової мембрани часто виходить привабливішим, оскільки клеїться на гарячий бітум або холодну мастику, що набагато дешевше, ніж монтажний клей. Ця специфічна покрівельна система раніше зустрічалася нечасто, але вона має великі перспективи у зв'язку з появою бітумостійкої мембрани ПВХ.

## **2 АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ УЛАШТУВАННІ ПЛОСКИХ ПОКРІВЕЛЬ**

### **2.1 Закономірність використання покрівельної системи при улаштуванні плоских покрівель**

В силу причин, що історично склалися, більшість будівель масової міської забудови в Україні мають плоскі покрівлі. В першу чергу, це викликано простотою улаштування, можливістю застосування на будівлях будь-якої площі, достатньою дешевизною при монтажі і зручністю експлуатації.

Проте при усій привабливості такої покрівельної конструкції, все частіше останнім часом перевага в новобудовах віддається іншим формам.

Причина очевидна: низькі експлуатаційні якості старих плоских дахів, а саме - недовговічність і протікання. Боротьба з ними при існуючому стані справ не лише неефективна, але і дорога, і важким тягарем лягає на бюджет відповідальних організацій. За статистикою 70% покрівель виходить з ладу в течії 1-3 років при терміні служби 10-15 років. [26].

Але чи так застаріли плоскі покрівлі? Невже протікання - це неминуче зло, перемогти яке можна, лише відмовившись від зручної і добре такої, що зарекомендувала себе форми даху? Безумовно, немає.

Досвід таких країн як Данії, Норвегії, Канади говорить про те, що плоска покрівля в міських умовах частенько є оптимальним варіантом. Вона служить десятиліттями, не вимагаючи щорічних руйнівних ремонтних робіт. Причина такого катастрофічного стану справ в нашій державі - якість матеріалів і монтажу. Аж до останнього часу при монтажі покрівельного пирога використовувалися безнадійно застарілі матеріали, а монтаж, здебільшого, проводили некваліфіковані будівельники.



Виходом з цієї непростої ситуації повинен стати системний підхід до улаштування споруджуваних дахів, що реконструюються. При цьому повинна враховуватися спільна робота усіх елементів покрівельного пирога для конкретного проєкту. Оптимальним в зв'язку з цим бачиться використання покрівельних систем. Основна їх відмінність від традиційних способів монтажу плоских дахів - використання як гідроізолюючий шар не традиційних бітумно-картонних матеріалів, а спеціальних полімерних мембран, сучасної теплоізоляції і елементів кріплення.

Безумовно, вартість таких систем вища, але варто врахувати, що чотирьох-п'яти шарові покрівлі на основі руберойду вимагають ремонту вже через пару років експлуатації, причому збільшення кількості шарів не призводить до підвищення терміну служби. В той же час мембранні комплекси служать по 50 років без протікань і реконструкції, зрозуміло при монтажі кваліфікованими фахівцями.

Проте варто відмітити, що ключовим словом в понятті «Мембранна покрівельна система» є все-таки, поняття «система». Річ у тому, що оскільки покрівельний пиріг багат шаровий і до кожного шару пред'являються свої, особливі вимоги, добитися ідеальної роботи усіх складових досить складно. Деякі постачальники, недобросовісний експлуатуючи бажання клієнта заощадити, можуть включати в комплект матеріали застарілі або неналежної якості. Це стосується, як правило, внутрішніх шарів - пароізоляції, теплоізоляції і кріплення. До нещастя, такий підхід, хоча і здешевлює проєкт, може привести до проблем при експлуатації[17, 22,26].

Плоска покрівля складається з несучої плити, на яку по шару пароізоляції укладений теплоізоляційний матеріал, захищений від опадів гідроізоляційним килимом(полімерною мембраною). У цьому пирогу від якості кожного компонента залежить довговічність усієї системи.

Очевидно, що якщо жорсткість теплоізоляційного матеріалу буде недостатньою, то рано чи пізно отримуємо просідання всієї покрівлі Якщо який-небудь компонент системи буде невогнестійким, це понизить

пожежобезпеку усієї системи. При низькій якості пароізоляції теплоізоляційний матеріал просочиться вологою і покрівля почне промерзати [10].

Нарешті, якщо кріплення буде невідходящим, міцність усієї системи і її довговічність істотно знизяться. При цьому, чим складніші кліматичні умови(переходи через нуль, люті морози, щедри опади), тим більше проблем виникне при експлуатації. Вихід з цієї ситуації один - варто не економити на частковостях, а знайти комплексне рішення для кожного конкретного випадку.

Зупиняючись детальніше на вимогах до елементів системи, слід сказати, що теплоізоляційний матеріал повинен відповідати декільком основним критеріям: мати низький коефіцієнт теплопровідності, високі характеристики міцності, бути негігроскопічним і негорючим, і при цьому володіти високою паропроникненістю. Такий набір якостей властивий гідрофобізованим мінераловатним матеріалам - саме вони вважаються оптимальним рішенням для теплоізоляційного шару.

Головною функцією кріплення є протидія вітровим навантаженням. При цьому тип кріплення вибирається відповідно до конкретного проекту і залежить від виду основи, що несе, і вимог до об'єкту(протипожежних, технологічних та інші.).

При цьому сучасний кріпильний елемент - цей досить складний виріб, що складається з двох частин - тарілчастого утримувача і анкера. В деяких випадках ці частини є нероз'ємними(дюбелі). При виборі кріплення повинні враховуватися антикорозійні властивості, теплотехнічні параметри(щоб уникнути виникнення «містків холоду» дюбелі повинні мати низьку теплопровідність), антивандальна і протипожежна стійкість. Що ж до власне полімерної мембрани, то вона повинна мати не лише високу міцність, пожежобезпеку і довговічність, але і зберігати еластичність навіть при лютих морозах, забезпечуючи високі гідроізоляційні властивості[18,19].

Залежно від додаткових вимог до мембранної системи(стійкість до сонячної радіації або до агресивних середовищ), використовуються мембрани

на основі етилен-пропіленового каучуку(EPDM), бутилкаучука (БК), термопластів ПВХ

Як вже було відмічене, нині на українському ринку є присутніми немало компонентів для облаштування м'яких покрівель. Ряд дилерів за бажанням замовника поставляє готові комплекти з підібраних компонентів. Як правило, основний чинник, який береться до уваги, - це ціна, питання ж сумісності і якості компонентів залишається на другому плані. Це призводить до істотного зниження довговічності готової покрівельної конструкції.

Тому на особливу увагу заслуговують мембранні покрівельні системи, усі компоненти якої поставляються одним виробником. Високоякісні компоненти таких систем підбираються з урахуванням взаємної сумісності.

Як приклад такого підходу можна згадати нову покрівельну систему ROCKROOF, розроблену спеціально для українських умов компанією ROCKWOOL, лідером в області рішень з негорючої теплоізоляції. Ця система відноситься до м'яких покрівельних систем з полімерним гідроізолюючим мембранним покриттям (рис.2.1). Основою для неї може служити як залізобетонна плита перекриття, так і профнастил. Особливістю системи є легкість, стійкість до атмосферних дій і підвищена теплоізолююча здатність.



Рисунок 2.1 – Утеплювач ROCKWOOL

Система включає перевірені на сумісність компоненти:

- пароізоляційну плівку ROCKbarrier;
- мінераловатні теплоізоляційні плити, одношарові або двошарові, - залежно від проєкту;

- спеціальну систему механічного кріплення ROCKclip;
- гідроізоляційну ПВХ-мембрану ROCKmembrane.

Оскільки усі компоненти поставляються в комплекті, проблем з монтажем «під ключ» не виникає. Такий підхід дозволяє не лише облаштувати якісну покрівлю, але і забезпечити зручність роботи і понизити накладні витрати на складські і транспортні потреби.

Як вже говорилося, облаштування сучасної плоскої покрівлі вимагає кваліфікованого підходу як до розрахунку і проектування, так і до монтажу усіх складових її елементів. Якість виконання кожного етапу монтажу визначатиме ефективність і довговічність системи в цілому.

Так, якість настилу пароізоляції стане гарантією того, що теплоізоляція не намокне і не втратить своїх властивостей. Настил з мінераловатних плит монтується за принципом «шви в розбіжку», що дозволяє добитися максимального теплозбереження і міцності теплоізолюючого шару. Правильне укладання і зварювання полотниць мембрани створить непроникне для атмосферних опадів покриття і дозволить без проблем експлуатувати дах як мінімум чверть століття. Інакше, некваліфікований монтаж зведе нанівець усі переваги сучасних матеріалів і приведе все до тих же протікань.

Може здатися, що для вітчизняного ЖКГ, обтяженого зношеним житловим фондом і недоліком фінансування застосування новітніх будівельних технологій - перспектива віддаленого майбутнього. Проте реформа житлово-комунального комплексу, збільшення тарифів, вимоги до підвищення комфортності житла вже сьогодні приводять керівництво галузі до усвідомлення необхідності застосування передових технологій для реконструкції і будівництва. Їх використання дозволяє не лише понизити тепло- і енерговитрати, але і істотно заощадити на трудовитратах і матеріалах, які раніше витрачалися для щорічного непродуктивного «латання дір». При цьому комплексний підхід до реконструкції і будівництва дозволяє добитися очевидних і швидких результатів, без надмірних зусиль і витрат.

## 2.2 Покрівельна система ROCKROOF

Покрівельна система ROCKROOF застосовується в плоских покрівлях і монтується на підставах з профільованого сталевого настилу і залізобетонної плити покриття[17-19, 22,24]...

Система відноситься до м'яких(без верхніх цементно-піщаних стягувань) покрівель, верхнім шаром яких служить м'який гідроізоляційний килим. Покрівельна система є комплексом матеріалів(компонентів) і додаткових комплектуючих, за допомогою яких можна повністю змонтувати покрівлю цього типу.

Склад системи :

- 1) Пароізоляційна плівка ROCKbarrier
- 2) Теплоізоляційні плити ROCKWOOL
- 3) Теплоізоляційні плити ROCKWOOL
- 4) Система механічного кріплення ROCKclip
- 5) Покрівельна гідроізоляційна ПВХ мембрана ROCKmembrane

У систему входять також усі необхідні додаткові елементи для її монтажу: металевий ПВХ лист, гнучка неармована ПВХ мембрана для виготовлення деталей і примикань, накладки зовнішніх і внутрішніх кутів, притискна(крайова рейка), рідкий ПВХ, очисник мембран, контактний клей, ущільнювач.

Переваги:

- Легкість конструкції;
- Високі теплоізоляційні якості;
- Висока міцність(високі механічні характеристики);
- Максимально міцна механічна фіксація;
- Максимальна захист від атмосферних дій;
- Швидкість і легкість монтажу;

- Негорючість теплоізоляційних плит(захист конструкції від займання);
- Можливість монтажу і подальшої експлуатації покрівлі при нульових ухилах;
- Довговічність;
- Можливість застосування на різних конфігураціях покрівель цього типу.

### **2.2.1 Пароізоляційна плівка ROCKbarrier**

Дощ і сніг, підвищена вологість повітря і вітер - негативні кліматичні чинники, поступово руйнують покриття і каркас даху. Атмосферна волога здатна проникати в товщу покрівельного пирога через стики покрівельних модулів і кріпильні отвори. Намокання теплоізоляції під дахом значно погіршує теплозбереження будівлі, а потрапляння вологи на несучі конструкції покрівлі може викликати їх гниття і обвалення настилу.

Сирість, грибок, цвіль, неприємний запах усередині будинку - неминучі наслідки проникнення води під обшивку стелі. Щоб уникнути всіх цих проявів в пиріг даху обов'язково закладають гідроізоляційну плівку. Вона виконує функцію бар'єру і перешкоджає попаданню вологи всередину будинку.

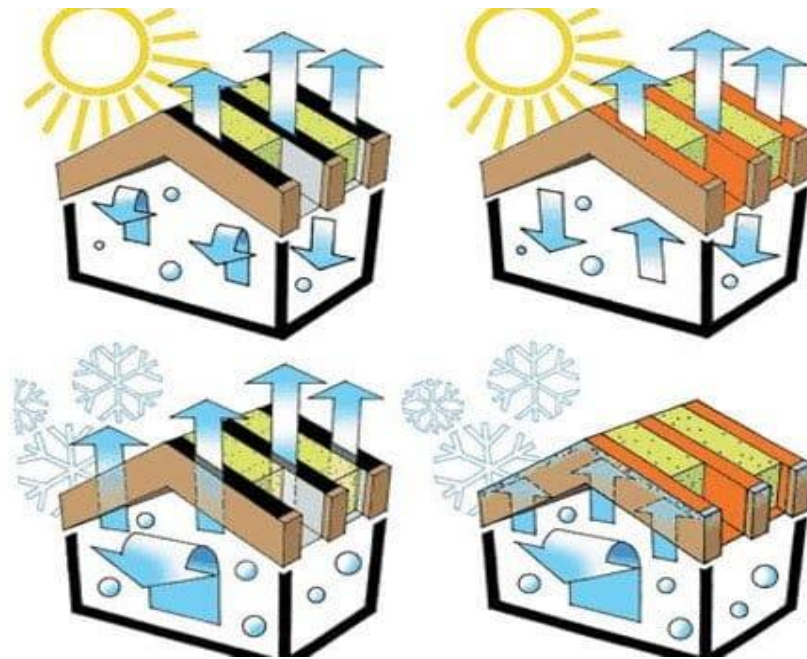


Рисунок 2.2 – Призначення пароізоляції

Існує кілька типів пароізоляційних плівок:

- не мають паропроникності;
- з обмеженою паропроникністю.

Перший тип пароізоляційних плівок не мають паропроникності найбільш популярні і підходять для будь-яких типів будівель. Основне завдання, яке вони виконують, полягає в створенні паробар'єрного шару перед шаром утеплювача. Часто вони являють собою плівки з міцного поліетилену або поліпропілена, часто армовані для поліпшення показників міцності.

Другий тип пароізоляційних плівок - це пароізоляційні плівки з обмеженою пароізоляційною здатністю. Тобто, ці пароізоляційні плівки мало, але все ж пропускають водяний пар в теплоізоляційний шар, сприяючи просушуванню приміщення, коли немає можливості вивести вологість з приміщення будь-яким іншим способом. [17-19].

Пароізоляційна плівка ROCKbarrier забезпечує надійний захист від проникнення пари в шари теплоізоляції і має ряд переваг:

1) Виготовляється з сировини високої якості, що забезпечує плівці високі експлуатаційні властивості (звичайний поліетилен виготовляється з сировини вторинної переробки)

2) Висока міцність на розрив (дуже важливо при монтажі плівки на покрівлі і під час подальшої експлуатації покриття)

3) Широкий температурний діапазон застосування (звичайний поліетилен при укладанні в зимовий час при низьких температурах лопається і дає тріщини, що також не допустимо при роботі в конструкції [17] ).

4) Мінімальний коефіцієнт паропроникності (у звичайного поліетилену коефіцієнт паропроникності дорівнює 13 - 20 г/м<sup>2</sup>·24ч., через що надалі він пропускає в шар теплоізоляції велику кількість вологи, а це неприпустимо).

5) Стійкість до механічних (точковим) ушкоджень, еластичність, не схильна до бічного розриву і розтягування під час проникнення механічного кріплення (саморіза або дюбеля).

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики плівки ROCKbarrier

Характеристика	Показник
1. Відносне розтягування при розриві, % уподовж/упоперек	>300/>450
2. Опірність на розрив, н/мм уподовж/упоперек	>80/>60
3. Паропроникність, г/м <sup>2</sup> 24ч	0,4
4. Температурний режим експлуатації, °с	-40 +80
5. Товщина плівки, мкм.	200
6. Ширина рулону, м	2
7. Довжина рулону, м/п	50
8. Вес рулону, кг	20



## 2.2.2 Теплоізоляційні плити ROCKWOOL

У рішенні проблем енергозбереження, а також для підвищення комфортності приміщень важливу роль грає утеплення покрівлі. Нові норми значно підвищили вимоги до величини термічного опору покриттів і перекриття, відповідно до яких, нове будівництво, модернізація і капітальний ремонт будівель не можуть здійснюватися без застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів[17, 22,23,26]..

Застосування теплової ізоляції при пристрої мастичних і рулонних покрівель для плоских покриттів зовні будівлі в якійсь мірі дозволяє понизити витрати на опалювання приміщень за рахунок зниження теплового потоку внаслідок збільшення термічного опору однієї з конструкцій, що захищають, - покриття. Крім того, теплова ізоляція для плоских залізобетонних покриттів:

- захищає покриття від дій змінних температур зовнішнього повітря;
- вирівнює температурні коливання основного масиву покриття, завдяки чому виключається поява тріщин, внаслідок нерівномірних температурних коливань;
- зрушує точку роси в зовнішній теплоізоляційний шар, що виключає те, що відволожується бетонного або залізобетонного масиву покриття;
- формується сприятливіший мікроклімат приміщення за рахунок підвищення температури внутрішньої поверхні покриття(стелі) і зменшення перепаду температур внутрішнього повітря і поверхні стелі, у тому числі і горищних приміщень.

Слід зазначити, що фізико-технічні властивості використовуваних теплоізоляційних матеріалів роблять визначальний вплив на теплотехнічну ефективність і експлуатаційну надійність конструкцій [10].

При виборі теплоізоляційних матеріалів слід враховувати, що на довговічність і стабільність теплофізичних і фізико-механічних властивостей теплоізоляційних матеріалів, що входять в конструкцію обгороджування, роблять істотний вплив багато експлуатаційних чинників. Це, в першу чергу, знакозмінний(зима-літо) режим температурної вологості «роботи» конструкції і можливість капілярного і дифузійного зволоження теплоізоляційного матеріалу, а також дія вітрових, снігових навантажень, механічні навантаження від ходіння людей, переміщення транспорту і механізмів по поверхні покрівлі виробничих будівель.

Оскільки теплоізоляційні матеріали, вживані у будівництві, «працюють» в досить тяжких умовах, до них пред'являються підвищені вимоги.

Теплоізоляційні матеріали мають ряд теплотехнічних властивостей, знання яких потрібне для правильного вибору матеріалу конструкції і проведення теплотехнічних розрахунків. Точність останніх значною мірою залежить від правильного вибору значень теплотехнічних показників. Серед таких показників хочу виділити наступні[5,10, 15].

1) Середня щільність - величина, рівна відношенню маси речовини до усього займаного ним об'єму. Середня щільність вимірюється в  $\text{кг}/\text{м}^3$  .

Слід зазначити, що середня щільність теплоізоляційних матеріалів достатня низька в порівнянні з більшістю будівельних матеріалів, оскільки значний об'єм займають пори. Щільність вживаних нині у будівництві теплоізоляційних матеріалів лежить в межах від 17 до  $400 \text{ кг}/\text{м}^3$ , залежно від їх призначення [7].

Відомо, що чим менше середня щільність сухого матеріалу, тим краще його теплоізоляційні властивості за температурних умов, в яких знаходяться конструкції будівель, що захищають. Чим менше середня щільність матеріалу, тим більше його пористість. Від характеру пористості залежать основні властивості матеріалів, що визначають їх придатність для застосування у будівельних конструкціях: теплопровідність, сорбційна вологість, водопоглинання, морозостійкість, міцність. Найкращі теплоізоляційні

властивості мають матеріали з рівномірно розподіленими дрібними замкнутими порами.

Щільність матеріалу, вживаного для утеплення, має бути не більше 250 кг/м<sup>3</sup>, інакше істотно зростають навантаження на конструкції, що треба враховувати, при виборі матеріалів для ремонту старих будов.

2) Теплопровідність - передача тепла усередині матеріалу внаслідок взаємодії його структурних одиниць(молекул, атомів, іонів і так далі), і при зіткненні твердих тіл.

Кількість теплоти, яка передається за одиницю часу через одиницю площі ізотермічної поверхні при температурному градієнті, рівному одиниці, називається теплопровідністю(коефіцієнтом теплопровідності). Теплопровідність(  $\lambda$  ) вимірюють у Вт(м К). Коефіцієнт теплопровідності має бути такий, щоб матеріал, в умовах експлуатації, міг забезпечити необхідний опір теплопередачі в конструкції, при мінімально можливій товщині теплоізоляційного шару. Отже, перевагу потрібно віддавати високоефективним матеріалам.

Методики і умови випробувань теплопровідності матеріалів в різних країнах можуть значно відрізнятись, тому при порівнянні теплопровідності різних матеріалів я звертала увагу за яких умов, зокрема температури, проводилися виміри[10,15].

На величину теплопровідності пористих матеріалів, якими є теплоізоляційні матеріали, роблять вплив щільність матеріалу, вид, розміри і розташування пір, хімічний склад і молекулярна структура твердих складових частин, коефіцієнт випромінювання поверхонь, що обмежують пори, вид і тиск газу, що заповнює пори. Проте переважаючий вплив на величину теплопровідності мають його температура і вологість.

Теплопровідність матеріалів зростає з підвищенням температури, проте, набагато більший вплив в умовах експлуатації робить вологість.

3) Вологість - зміст вологи в матеріалі. З підвищенням вологості теплоізоляційних(і будівельних) матеріалів різко підвищується їх теплопровідність.

Дуже важливою характеристикою теплоізоляційного матеріалу, від якої залежить теплопровідність, є і сорбційна вологість, що є рівноважною гігроскопічною вологістю матеріалу, при різній температурі і відносній вологості повітря.

4) Водопоглинання - здатність матеріалу вбирати і утримувати в порах вологу при безпосередньому зіткненні з водою. Водопоглинання теплоізоляційних матеріалів характеризується кількістю води, яка поглинає сухий матеріал при витримці у воді, віднесеним до маси сухого матеріалу.

Слід звернути увагу, що водопоглинання теплоізоляційних матеріалів вітчизняного виробництва і інофірм визначається по різних методиках.

При виборі матеріалу для конструкції рекомендується звертати увагу на показники, приведені в ТУ, ДСТУ або рекламних проспектах(для матеріалів інофірм), і порівнювати їх з потрібними за умовами експлуатації.

Значно понизити водопоглинання мінераловатних і скловолокнистих теплоізоляційних матеріалів дозволяє їх гідрофобізація, наприклад, шляхом введення кремнійорганічних добавок. Продукція інофірм, що поставляється на наш ринок, являється гідрофобізованою, а вітчизняна - за невеликим винятком являється негідрофобізованою.

5) Морозостійкість - здатність матеріалу в насиченому стані витримувати багатократне поперемінне заморожування і відтавання без ознак руйнування. Теплоізоляційні матеріали повинні мати морозостійкість(не менше 20 - 25 циклів), щоб зберігати свої властивості без істотного зниження характеристик міцності і теплоізоляційних до капітального ремонту будівлі.

6) До механічних властивостей теплоізоляційних матеріалів відносять міцність (на стискування, вигин, розтягування, опір тріщиноутворення).

Міцність - здатність матеріалів чинити опір руйнуванню під дією зовнішніх сил, що викликають деформації і внутрішню напругу в матеріалі.

Міцність теплоізоляційних матеріалів залежить від структури, міцності його твердої складової(остову) і пористості. Жорсткий матеріал з дрібними порами більше готується, ніж матеріал з великими нерівномірними порами.

Відповідно до ДБН В.2.6-220:2017 у частині Проектування (том 1), ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 міцність на стискування для теплоізоляційних матеріалів, вживаних в якості основи під рулонні і мастичні покрівлі, є нормованим показником і складає не менше 0,6 кг/см<sup>2</sup> [17].

7) На довговічність конструкції покриття впливають також хімічна стійкість теплоізоляційного матеріалу(це, як правило, слід враховувати при виборі матеріалів для утеплення покриттів виробничих будівель) і його біологічна стійкість [17].

8) Теплоізоляційний матеріал для застосування в покриттях вибирається з урахуванням його горючості, здібності до димоутворення і можливості виділення токсичних газів при горінні. Вибір теплоізоляційного матеріалу залежно від типу покрівельного покриття визначається з урахуванням вимог ДБН на покрівлі, пожежну безпеку та ін.

В якості теплоізоляційних плит в системі ROCKROOF застосовуються плити (табл. 2.2). Завдяки волокну високої якості теплоізоляційні мають високу міцність і довгий термін служби. Плити мають мінімальний коефіцієнт теплопровідності, що сприяє максимальному теплозахисту будівлі.

Гідрофобізовані мінераловатні плити підвищеної жорсткості, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід, використовуються як теплозвукоізоляційний шар в покрівельних покриттях.

Теплоізоляційні плити можуть використовуватися в покрівельній системі під облаштування гідроізоляційної мембрани як в одношаровому, так і в двошарових виконанні, залежно від розрахункової товщини шару теплоізоляції.

Наджорсткі гідрофобізовані мінераловатні плити, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід, використовуються як верхній шар в двошарових покрівельних покриттях.

Плити застосовуються для створення жорсткого верхнього шару теплоізоляції під облаштування гідроізоляційного килима. Основне завдання плити в системі - захист нижнього теплоізоляційного шару від точкових, ударних навантажень, що виникають в процесі монтажу і подальшої експлуатації покрівлі. Наджорсткі плити, мають високі характеристики міцності.

Жорсткі гідрофобизовані теплоізоляційні плити, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід, використовуються як нижній шар в двошарових покрівельних покриттях.

Плити призначені для теплової ізоляції в покрівельних покриттях із залізобетону і металевого настилу в якості нижнього шару в комбінації з верхньою теплоізоляційною плитою. В системі теплоізоляції ROCKROOF складають основний теплоізоляційний шар, мають оптимальну теплопровідність і максимально працюють на захист від тепловтрат, при цьому маючи досить високу міцність.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики плит

Характеристика	Тип плит		
	Підвищеної жорсткості	Наджорсткі	Жорсткі
1. Теплопровідність Вт/мК	0,036-0,048	0,033-0,036	0,034-0,042
2. Паропроницаємость мг/МчПа	0,5	0,5	0,5
3. Прочн.сжат. 10% деформ. Мпа, не більше	0,045	0,060	0,020
4. Міцність на відрив шарів, кН/м <sup>2</sup>	7,5	7,5	7,5
5. Стисливість, %	10	10	4
6. Водопоглинання по об'єму, %	не більше 1,0	не більше 1,0	не більше 1,0
7. Температура плавлення волокон, °с	більше 1000	більше 1000	більше 1000
8. Горючість	НГ	НГ	НГ

### 2.2.3 Система механічного кріплення ROCKclip

Система механічного кріплення ROCKclip дозволяє надійно і швидко закріплювати як теплоізоляцію, так і рулонний покрівельний матеріал фактично до будь-якої основи покрівлі - профільованого сталевго настилу або бетону. Крім того, ця система створює пружинячий ефект, при якому покрівля не ушкоджується при вертикальних навантаженнях. До системи механічного кріплення пред'являються високі вимоги по міцності і стійкості до температурних перепадів.[18, 19,27].

Система механічного кріплення складається з тарілчастого елемента і самосверлящого гвинта діаметром 4,8 мм.

В результаті випробувань, що проводяться сертифікаційною комісією, були підтверджені заявлені технічні характеристики покрівельного тарілчастого елемента ROCKclip, які є основними його перевагами(табл. 2.3).

Комплектувати елемент з манжетами необхідно самосверлящим гвинтом який видавлює різьб ROCKclip діаметром 4,8 мм(зі зменшеним свердлом). За рахунок витискування різьблення міцність з'єднання збільшується на 30% і забезпечує його самостопорение, що у свою чергу збільшує допустимі зусилля на вирив в 1,7 разу. Тільки при використанні гвинта цього діаметру досягається міцна і надійна фіксація покрівельного пирога до основи покрівлі.

Зусилля дюбеля з самосверлящим гвинтом з металу завтовшки 0,75 мм складає 1025 Н.

Якщо підставою під покрівлю служить залізобетонна плита покриття, то разом з тарілчастим елементом необхідно використати анкерний елемент ROCKclip concrete.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики покрівельного елемента з манжетом ROCKclip

Характеристика	Показник
1.Склад	Блоксо-полімер (проптлен-етиленовий)
2.Температурний режим застосування, °С	-50 +80
3.Міцність при розтягуванні дюбеля, Н	2496
4.Зусилля розриву рядового перерізу гільзи, Н	2355,9
5.Зусилля відриву тарілчастого елемента, Н	2839,9

#### 2.2.4 Гідроізоляційна ПВХ мембрана ROCKmembran

ПВХ-мембрана - це покрівельний матеріал з поліефирним армуванням, який підходить для будь-яких покрівельних конструкцій. Від безлічі інших сучасних рулонних покрівельних матеріалів ПВХ-мембрани відрізняються цілим рядом нових унікальних властивостей:

- Велика швидкість установки - до 600 м2 за зміну;
- Незалежність монтажу від погоди(температури і вологості);
- Довговічність - термін служби не менше 30 років;
- Висока міцність;
- Витривалість до високих і низьких температур;
- Пожежобезпека при монтажі;
- Вогнестійкість при експлуатації;
- Пристосовність до покрівель будь-яких конструкцій;
- Можливість застосування в новому будівництві і при ремонті;
- Високі естетичні якості;



- Антиковзаюча поверхня;
- 15-літня гарантія виробника.

ПВХ-мембрана містить три основні компоненти, які разом складають міцний, гомогенний матеріал: Верхній компонент - гнучкий ПВХ, вироблений в діапазоні кольорів з текстуруванням і проти ковзкою поверхнею. Армування ПВХ-мембрани виконане тканню з поліефірної нитки спеціального плетіння. Основа складається з ПВХ-компонента темно-сірого кольору. Верхній компонент включає стабілізатори і добавки, які роблять мембрану стійкою до високих і низьких температур, ультрафіолетового випромінювання, і так само надають протипожежні властивості[17-19, 27].

Верхній ПВХ-компонент включає стабілізатор, який робить мембрану стійкою до високих і низьких температур і ультрафіолетового випромінювання, а також створює при горінні полум'я-уповільнювач.

Покрівлі з ПВХ-мембран - це одношарові покрівельні покриття. Вони можуть бути встановлені на підстави з деревини, жерсті, легкого і звичайного бетонів. Покрівельні ПВХ-мембрани однаково придатні як для нового будівництва, так і для реконструкції і ремонту.

ПВХ-покриття і можлива теплоізоляція кріпляться з країв до своєї основи спеціальними механічними кріпленнями. На число цих кріплень і їх тип впливає розташування будівлі, конструкція покрівлі і її форма, а також вітрові навантаження. Шви заварюються роботом для гарячо-повітряного зварювання і при цьому кріплення залишаються під покриттям. Невеликі і складні ділянки покрівлі зварюються ручним устаткуванням. Висока гнучкість і еластичність ПВХ-мембран гарантує легкий монтаж навіть на складних ділянках покрівлі.

Покрівельна ПВХ мембрана ROCKmembrane - це рулонна полімерна гідроізоляційна мембрана з армуванням поліестеровою сіткою, еластична, стійка до погодних і атмосферних дій, ультрафіолетового випромінювання, старіння. Використовується в покрівельній системі ROCKROOF в якості гідроізоляційного шару. ROCKmembrane - каландрирована еластична ПВХ

мембрана сірого кольору армована поліестрової сіткою (табл. 2.4). Застосовується для гідроізоляції усіх типів м'яких покрівель з використанням механічної системи кріплення до основи.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики ПВХ мембран

Найменування показника	ROCKmembrane	
	1.Товщина, мм	1,2
2.Ширина, мм	1050/1600/2010	1050/1600/2010
3.Довжина, м	25/20/20	20/20/15
4.Температурний діапазон застосування, °С	-60 +110	
5.Паропроницаємость, г/м ч Па	2,5x10 <sup>-5</sup>	
6.Гнучкість на брусі із закругленим радіусом 5 мм при t -50 °С	Тріщини не допускаються	
7.Розривна сила при розтягуванні, Н	не менше 980	
8.Відносне подовження при розриві, %	не менше 20	
9.Група горючості	Г2	

### **3 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКРІВЕЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

#### **3.1 Порівняльне дослідження використання вогневого і інфрачервоного устаткування при улаштуванні покрівель з рулонних матеріалів, що наплавляються**

В Україні велику частину житлового фонду складають будинки з плоскими покрівлями, а саме з покрівлями з рулонних матеріалів, що наплавляються. Щорічний ремонт таких покрівель є головною фінансовою проблемою житлової інфраструктури. Застосування рулонних матеріалів, що наплавляються, з поліпшеними характеристиками не дає бажаного результату, оскільки розрахунковий термін служби таких матеріалів скорочується вже під час проведення самих покрівельних робіт. Брак роботи визначається явними і особливо прихованими дефектами (не догрівши або перегрівши матеріал, що наплавляється), які проявляються найчастіше після першої зимової експлуатації покрівлі. Тому все частіше виникає питання про найбільш ефективний спосіб наклеювання нових рулонних матеріалів, тобто способі, при якому розм'якшення покривного шару наклеюваних матеріалів було б швидким, нагріваючи до необхідної температури - абсолютно безпечним і рівномірним[17-19,27].

Проблема полягає в тому, що при звичайному розігріванні матеріалів, що наплавляються, вогневим способом(тобто із застосуванням газових або рідинних пальників) нагрів покривного шару відбувається контактним шляхом. Джерело тепла - відкрите полум'я, піддаючи температурній дії наклеювані матеріали, розігріває поверхню бітумного шару. Якщо нагрів буде надмірно тривалим, тепло не лише починає поширюватися усередину, але за

цей час відбувається перегрівання самої поверхні матеріалу, випар легких фракцій, витікання бітуму з-під рулону. У результаті, шар наклеюваного на основу матеріалу частково стоншується, руйнується, що призводить до зменшення терміну служби м'якої покрівлі [26].

З подібним руйнуванням матеріалів намагаються боротися тим, що візуально оцінюють мінімальний час, при якому відбувається склеювання, але мастика не витікає з-під полотнища. Це зменшує руйнування матеріалів, але при цьому погіршується якість приклеювання. Матеріали, що наплавляються, всюди підплавляють через безпосередній контакті полум'ям пальника. Температура полум'я пристроїв пальників складає  $600-800^{\circ}\text{C}$  (рис.3.1). Процеси розкладання бітуму починаються приблизно при  $250^{\circ}\text{C}$ . Температура поверхні склеюючих шарів повинна складати близько  $160^{\circ}\text{C}$ . І вона визначається на практиці тільки візуально по товщині стікаючого бітуму, яка повинна складати близько 1 см.

Останнім часом для виконання робіт успішно використовують, безпечніший метод склеювання рулонних матеріалів. Для цього розроблено спеціальне електричне устаткування, що використовує інфрачервоне (ГІК) випромінювання. Переваги ГІК методу служить те, що випромінювання, проходячи в глибину матеріалу до 0,5-1 мм, плавно нагріває поверхню від початкової температури матеріалу до потрібної, в межах  $140-160^{\circ}\text{C}$ . Зворотна поверхня рулонів не розплавляється [26].

Суть нагріву інфрачервоними променями полягає в тому, що для кожного матеріалу, залежно від його властивостей, підбирається випромінювач, що генерує переважно ті довжини хвиль в інфрачервоній частині спектру, які цим матеріалом максимально поглинаються і забезпечують мінімальний час нагріву цього виробу при потрібної якості.

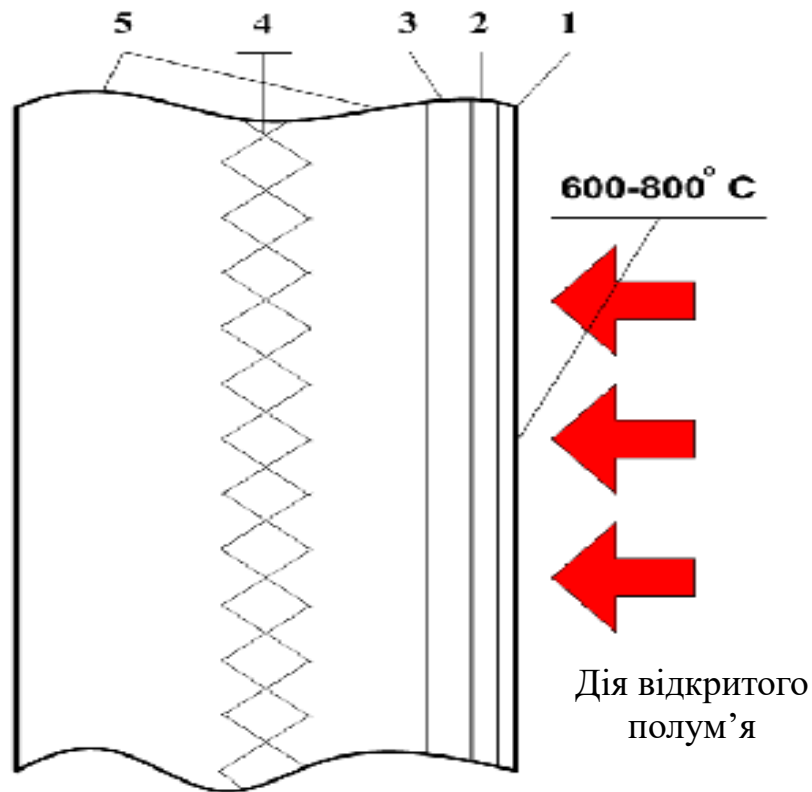


Рисунок 3.1 - Схема дії відкритого полум'я на м'який рулонний матеріал: 1 – шар (температура на поверхні матеріалу від дії відкритого вогню - 600-800°C, температура спалаху бітуму в 2 рази менше), що згорає; 2 - шар, що зазнає структурні зміни внаслідок перегрівання ( $t > 250-300^{\circ}\text{C}$ ); 3 - основний склеюваний шар, що зберігає свої властивості ( $t = 120-170^{\circ}\text{C}$ ); 4 - основа матеріалу; 5 - покривний шар матеріалу.

Співвідношення відбитого, поглиненого і пропущеного променистих потоків характеризується відповідними коефіцієнтами, залежними від довжини хвилі і фізичних властивостей опромінюваного тіла. Тверді тіла, якими в нашому випадку є рулонні бітумні і бітумно-полімерні матеріали, що наплавляються, в майже однаковому ступені поглинають і пропускають інфрачервоні промені залежно від товщини шару. Загальним для них є зниження «прозорості» при збільшенні товщини шару. А окрім цього «швидкість укладання рулону вища, тому змінна продуктивність на 20-30 м<sup>2</sup> більша, ніж при газополум'яному методі»[22,27].

Тривалість нагріву інфрачервоними променями значно менше, ніж при використанні контактних способів нагріву. Це пояснюється тим, що інфрачервоні промені проникають в шари матеріалу і здійснюють внутрішній нагрів.

Компактність і мобільність устаткування з інфрачервоними випромінювачами забезпечує проведення нагріву матеріалів в необхідному місці при високій герметизації ділянок, що нагріваються, і дозволяє легко візуально регулювати, а згодом навіть автоматизувати процес нагріву в часі.

За порівняльними розрахунками, при використанні інфрачервоного випромінювання витрати електроенергії на розігрівання матеріалів на основі бітумів в 2-3 рази менше, ніж при контактному способі [22].

### **3.2 Аналіз технічних характеристик устаткування на основі інфрачервоного випромінювання і технології його застосування**

Для улаштування і ремонту покрівель з рулонних матеріалів, що наплавляються, ученими був розроблений комплект електричного устаткування, що складається з п'яти установок[22].

- машини «Промінь»(рис 3.2), що має три нагрівальні елемент-випромінювачі інфрачервоних променів для розм'якшення покривного шару полотнища з нижнього боку і наклейки його на основу;

- інфрачервоного випромінювача «ІКО-1000»(рис. 3.3), що є полегшеним варіантом машини «Промінь», для розігрівання нижнього шару полотнища і наклейки його на вертикальні поверхні;

- малогабаритної установки «ІКО-500»(рис.3.4) для наклейки рулонних матеріалів у важкодоступних місцях, для обклеювання воронки внутрішніх водостоків, кутів. Ця установка складається з одного нагрівального елемента, закріпленого на металевій рамі, що є руків'ям для його утримання;

- для відновлення старого рулонного килима розроблена ще одна - четверта установка, яку автори назвали регенераційною установкою «РМКЛ»(рис. 3.5). Вона складається з нагрівальних елементів, притискного валика, захисного металевого кожуха, коліс. Регенератор складається з тих же конструктивних вузлів, що і машина «Промінь», але на відміну від неї не має механізму заправки і пропуску рулонного покрівельного матеріалу. Ця установка служить для просушування основи, розігрівання і спікання старих шарів рулонного килима;

- для приготування рідкого бітуму, часто необхідного при виробництві будівельних робіт, особливо при ремонті покрівель, розроблена п'ята установка: бітумо-варочний котел «СКИН»(рис. 3.6).

#### Рисунок 3.2 - Машина «Луч-5У-01»:

1-наклеюваний матеріал; 2-бокові стінки корпусу машини; 3,4-кришка корпусу та блок відбивачів; 5,6-випромінювач та напрямний вал; 7-додатковий вмикач на корпусі; 8-болт кріплення регулювального сектора до корпусу та зміни фокусу випромінювання; 9-сектор регулювання висоти керма; 10-болт регулювання положення керма керування; 11,12-кермо управління в робочому положенні та болт стику керма; 13,14-кнопка включення машини та нерухома вісь сектора; 15-балка кріплення ізоляторів випромінювання; 16,17-опорно прикочувальний вал і основа під матеріал, що наклеюється; 18-валик бітумної мастики, що утворюється в процесі наклеювання матеріалу; 19-ізолятори випромінювачів; 20-електричний контакт з'єднання випромінювачів та шин; 21,22-блок електричних шин та запобіжний ролик.

Рисунок 3.3 – Випромінювач «ІКО-1000»:

1-страхуючий ролик; 2-балки кріплення ізоляторів; 3-корпус; 4-відбивач; 5-рукоятка-тримач; 6-опромінювач; 7-блок включення та підключення живлення; 8-ізолятор випромінювача; 9-штанга кріплення прикочувального валу; 10-прикочувальний вал.

Рисунок 3.4 – Випромінювач «ІКО-500»: 1-корпус; 2-блок підключення електричного кабелю із вимикачем; 3-рукоятка-тримач; 4-електрична шина; 5-відбивач; 6-опромінювач; 7-балки кріплення ізоляторів випромінювання; 8-ізолятор випромінювача.



Рисунок 3.5 – Регенератор «РМКЛ»:

1-опорні колеса; 2-корпус; 3-кермо; 4-відбивний екран; 5-верхні струмопровідні шини; 6-нагрівальний блок; 7-електричний щиток; 8-кнопка включення; 9-струмопровідні шини; 10-токодроти.

Рисунок 3.6 – Бітумоварильний котел «СКІН»: 1-підставка корпусу; 2-тримач відра-термосу; 3-конус збору гарячої мастики; 4-нагрівальний блок; 5-корпус; 6-кришка корпусу; 7-сітчаста ємність; 8-відведення газів; 9-конусне дно сітчастої ємності; 10-нагрівальний блок; 11-електричний щит; 12-кнопка включення-вимикання; 13-відро-термос.

Наведемо короткий опис кожної із згаданих установок.

Ручна електрична машина «Промінь» - основне покрівельне устаткування. Вона складається з корпусу, нагрівального блоку, валу, що опорно-прижимає, рулюючи з кнопкою включення і електричного щита управління. Пульст управління з'єднується з машиною гнучким кабелем.

Напруга електричного живлення 380/220 В, споживана потужність 30 кВт. При зовні великих показниках споживаної потужності і напруги на 1 м<sup>2</sup> покрівлі витрачається 0,1-0,2 кВт/година електроенергії, що дешевше, ніж, наприклад, при використанні газу, з урахуванням його привезення, доставки балонів на дах. В цілях електробезпеки ланцюг машини, що управляє, має напругу 36В, а кнопка включення знаходиться в постійно вимкненому положенні.

Для роботи на машині досить 2-х чоловік - оператора і помічника. Швидкість руху машини при накладці рулонних матеріалів складає 2-3 метри в хвилину. Бригада покрівельників за зміну здатна влаштувати до 500 м<sup>2</sup> покрівлі.

Правила виконання робіт при використанні цього устаткування полягають в наступному. Розкочується і укладається рулон на основу. Початок рулону заправляється в покрівельну машину «Промінь» або іншу(ІКО-1000). При русі машина прикочувальний вал притискує укладений рулон до основи у момент їх оптимального нагріву  $t=140-160^{\circ}\text{C}$ . Невеликий валик бітумного розплаву, що утворюється в процесі накочення, заповнює і вирівнює усі нерівності поверхні і формує бітумний шов уздовж краю рулону.

Перевагою інфрачервоного випромінювача є те, що він дозволяє рівномірно і одночасно по усій поверхні прогрівати наклеюваний матеріал і основу. Нагріваючи поверхні відбувається у відносно закритому об'ємі і без присутності вогню[17, 22].

Оптимальні умови нагріву і накочення дозволяють добитися високої якості і герметичності виконаного покрівельного килима, що перевершують за якістю і довговічністю інші методи наклеювання рулонних матеріалів.

Нагрівальний блок «Промінь», що входить до складу покрівельної машини, складається з трьох нагрівальних елементів. Відключення середнього елемента робить можливим робити смугове приклеювання матеріалів для облаштування вентиляційної покрівлі без додаткових витрат, що актуально при ремонтних роботах, при новому будівництві в холодну пору року, у будівлях з підвищеною вологістю. Вентильовані покрівлі не утворюють здуття і дозволяють тривалий час підтримувати утеплювач і стягування в сухому стані.



Рисунок 3.7 – Обладнання для нагрівання покрівлі при ремонті

ІКО-1000 є полегшеним варіантом машини «Промінь». Управляється він двома робітниками, і технологія роботи не відрізняється від вищеописаної і дозволяє проклеювати плавні перегини покрівлі і вертикальні ділянки.

ІКО-500 - компактний пристрій вагою 6 кг і розмірами випромінювача 25x35 см Використовується у важкодоступних місцях, для обклеювання воронки внутрішніх водостоків, труб, кутів і інше. При роботі з ним спочатку нагрівають основу, матеріал(при візуальному контролі нагріву), що потім наноситься, і нагріті поверхні притискають. Усе це відбувається без застосування відкритого вогню.

Регенератор старої покрівлі РМКЛ. Ця назва декілька умовно. Слід знати, що неможливо повністю відновити старий килим із-за втрати їм фізико-

механічних властивостей. Але за певних умов можливо розплавити стару основу, що розшарувалася і роздулася, в єдину монолітну бітумну масу. Це економить час і витрати по зняттю зношеного покриття і відновленню стягування і ухилів, дозволяє забезпечити приміщення від протікань при виробництві ремонтних покрівельних робіт. Регенованої покрівлі можна надати рівну і гладку поверхню (по суті - бітумне стягування) для нанесення нового покрівельного покриття. Таким чином в деяких випадках можна позбутися від необхідності зняття старого покриття і його утилізації. Це істотно знижує собівартість робіт, дозволяє зробити роботи більше екологічно чистими і продовжити термін служби зношеного килима.

Старе покрівельне покриття, що спіклося і ущільнене, є монолітною бітумною масою, придатне в якості основи для нанесення одного-двох шарів покрівельного килима, і дозволяє забезпечити приміщення від протікань дощу в процесі виробництва робіт. Регенерація замінює роботи по зняттю старої покрівлі і її утилізації, ремонту стягування, гуртуванню основи.

Регенерація повністю не відновлює покрівельний килим із-за втрати їм в процесі експлуатації фізико-механічних властивостей і вимагає обов'язкового наклеювання шарів покриття з нових матеріалів.

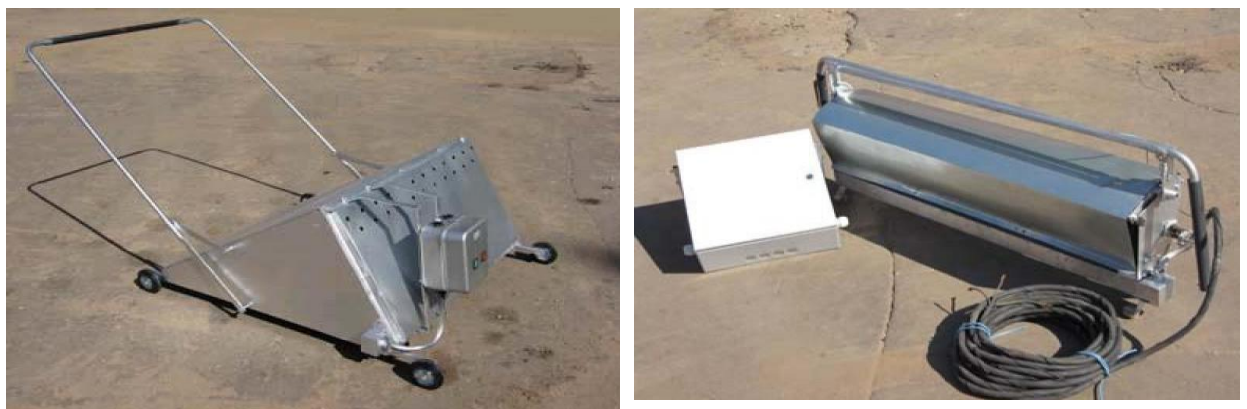


Рисунок 3.8 – Регенератор для старої покрівлі РМКЛ

Послідовність робіт установкою «РМКЛ» :

- 1) Визначити число шарів покрівельного килима і можливість нанесення нових шарів без зняття старого покриття і перевантаження покриттів будівлі(споруди);
- 2) Визначити ділянки покрівлі, на яких потрібна і можлива регенерація;
- 3) Визначити наявність ухилів, западин, здуття(і їх вплив на ухили), наявність вологи під килимом і способи її видалення;
- 4) При необхідності зняти частину килима на підвищеннях і перенести на знижені ділянки покрівельного покриття(для відновлення ухилів);
- 5) Розігріти старий покрівельний килим на необхідну глибину(від 2 до 10 шарів).

Установка «РМКЛ» застосовується на ділянках покрівельного покриття які містять бітум, де утворилися здуття, розшарування, знімалася частина шарів покрівлі. Після розм'якшення(розплавлення) ділянки, що роздулися, «осідають», покриття стає монолітним і перешкоджає проникненню вологи під килим.

При розшаруванні килима з накопиченням великої кількості води верхній шар, що відстав, необхідно розрізати, загорнути для просушування, і прогріти(проплавити) нижній шар і внутрішню поверхню верхнього шару.

Килим загорнути назад і прогріти(проплавити) регенератором на глибину, не менш розкритою. Потім закоткувати прогріту ділянку ручним катком.

Перед прогріванням старого покриття необхідно зробити в нім отвори до основи килима(стягування) для виходу газів і пари води з-під шарів. Отвори робляться(наприклад, сокирою) по ширині регенератора і на видалення по ходу руху не більше 10м.

Після регенерації волога може залишатися в стягуванні і утеплювачі. В процесі експлуатації покрівлі пари вологи також можуть потрапляти в утеплювач.

Для остаточного просушування утеплювача і основи після використання регенератора слід застосовувати конструкцію вентиляваної («дихаючою») покрівлі.

Швидкість руху регенератора визначається візуально, по глибині і якості прогрівання покриття.

Напруга живлення і споживана потужність такі ж, як у машини «Промінь». Продуктивність - до 150 м<sup>2</sup> покрівлі в зміну. Глибина прогрівання основи інфрачервоним випромінюванням - до 6-10 шарів. Витрати електроенергії на 1 м<sup>2</sup> до 1,5 квт/година. Регенератор обслуговується однією людиною.

Електричний бітумоварильний котел СКІН. Усім відома проблема отримання гарячого бітуму у будівництві. В основному, використовуються 1-3-х тонні котли, що готують відразу велику кількість бітумного розплаву, який не завжди повністю використовується.

Компактний електричний бітумоварильний котел не має, в загальноприйнятому сенсі, місткості для розігрівання і обезводнення бітуму. Завдяки цьому процес отримання гарячої бітумної маси починається відразу після включення нагрівачів і триває безперервно до їх відключення. Це дозволяє отримувати необхідну кількість гарячого бітуму.

Загальна вага порожнього розбірного котла складає близько 60 кг В розібраному виді він легко переноситься двома робітниками. Напруга живлення 380/220 В, потужність 18-30 кВт. Витрата електроенергії на приготування 1 л бітуму - до 0,2 квт/година. Висота котла 1,5 м, діаметр 0,8-1 м, що дозволяє використати це устаткування практично у будь-якому місці. У комплект входять 2-3 відро-термоси місткістю 20 літрів. Один термос заповнюється гарячим розплавом (200-210°C) за 10-15 хв., після чого на його місце встановлюється наступний термос, а попередній можна використати для виробничих цілей.

У усіх розглянутих мною установках застосовані теплові джерела інфрачервоних випромінювань, що генерують інфрачервоне випромінювання

шляхом нагрівання тіла. Електричний нагрів дозволив створити раціональну конструкцію випромінювачів, що враховують різні специфічні вимоги, які мають покрівельні роботи : горизонтальні і вертикальні поверхні, внутрішні і зовнішні кути, вузькі труднопрохідні ділянки, місця примикань до різних форм конструкцій, що виступають[17-19,22].

Усі розглянуті конструкції засобів механізації розроблені з урахуванням найбільшої їх ефективності і раціональності. Термін служби випромінювачів є таким, що заміна тих, що вийшли з ладу не викликає порушень технологічного ритму і великих матеріальних витрат. Їх конструкція є розбірною, що дозволяє замінювати деталі з незначними витратами часу. Випромінювачі створюють максимальну щільність теплового потоку при стабільності його спектрального складу. Розподіл теплового потоку на опромінюваній поверхні являється максимально рівномірним, і це - головне експлуатаційне досягнення. І, нарешті, час розігріву до необхідної температури є мінімальним.

### **3.3 Рекомендації з технічній послідовності улаштування покрівельного покриття за допомогою інфрачервоного устаткування**

Застосування інфрачервоного електричного покрівельного устаткування не змінює загальних правил, вимог і послідовності виробництва робіт, Враховуються тільки особливості роботи з самим устаткуванням.

Електричне устаткування дозволяє робити наклейку рулонних матеріалів, що наплавляються, на горизонтальні ділянки покрівлі («Промінь-5У-О1»), вертикальні ділянки примикань покрівлі до стін, парапетів («ІКО-1000», «ІКО-500»), робити обклеювання труб, кутів, криволінійних поверхонь, воронки і інше («ІКО-500»), наклеювати покрівельні матеріали на гарячу мастику (бітумоварильний котел СКІН) і готувати ґрунтовку [17, 22].



Рисунок 3.9 - Інфрачервоні нагрівачі для покрівлі

До роботи на машині з інфрачервоними випромінювачами «ПРОМІНЬ», ІКО-1000, ІКО-500 та інші допускаються особи, що досягли 18-річного віку, вивчили усю техдокументацію і навчені поводженню з машиною, а також що пройшли інструктаж по техніці безпеки.

Перед початком роботи необхідно перевірити справний стан захисного заземлення.

Оператор, працюючий на машині, повинен мати групу по електробезпеці не нижче III.

Не допускається робота при пошкодженій ізоляції кабелю або дроту управління.

Категорично забороняється робити які-небудь ремонтні або інші роботи на машині, не відключивши автомат на електрощиті управління.

Забороняється працювати на покрівлі з використанням будь-якого електроустаткування під час атмосферних опадів.

Належить постійно стежити за справністю вимикача на кермі, яке повинне автоматично вимикати машину при знятті рук з керма.

При виявленні в машині несправності або напруги на корпусі(б'є струмом) необхідно роботу припинити і про це повідомити керівника робіт [18].



Відповідальність і нагляд за безпекою експлуатації машини покладається в наявності, відповідальне за електрогосподарство, призначене наказом.

В цілях пожежної безпеки забороняється: працювати без обладнаного пожежника поста в зоні виробництва робіт; зберігати поблизу місця роботи легкозаймисті рідини.

У кінці роботи електрощит має бути повністю відключений від зовнішньої мережі.

Інфрачервона покрівельна машина типу «ПРОМІНЬ» не підлягає сертифікації в області пожежної безпеки.

Робота машинами типу «ПРОМІНЬ» на вибухонебезпечних об'єктах допускається тільки з дозволу відповідних служб.

Підключення ІКО-1000 або ІКО-500 до електрощита управління покрівельної машини(до інших електрощитів категорично заборонено) дозволяється тільки черговим електрикам або операторам, що мають групу не нижче III і тільки за електричною схемою, що додається до паспорта.

Ця технологія і устаткування дозволяють не руйнувати сучасні покрівельні матеріали в процесі облаштування рулонних покрівель, що істотно збільшує термін їх служби. Одним з найістотніших достоїнств нової технології є відсутність відкритого полум'я. На деяких виробничих підприємствах, нафто- і газопереробних; підприємствах хімічної, деревообробної, підприємствах харчової промисловості застосування відкритого полум'я заборонене.

Висока якість робіт, виконаних ІЧ-методом, екологічна чистота, висока продуктивність, пожежна безпека роблять цю технологію, безпечною, що відповідає сучасним вимогам, і якості робіт.

### **3.4 Оцінка доцільності застосування сучасних покрівельних технологій при улаштуванні покрівель, що наплавляються**

Застосування будь-якої сучасної технології має бути економічно і технологічно виправдане. В ході дослідження були виявлені наступні показники що якісно відрізняють інфрачервоне устаткування від іншого:

1) Дія інфрачервоного випромінювання на покрівельні матеріали не впливає на їх фізико-механічні показники.

2) Устаткування яке пропонується до використання, забезпечує якісне приклеювання рулонного килима на горизонтальній і вертикальній поверхнях, а також у важкодоступних місцях.

3) Спосіб підплавлення покривного шару із застосуванням ІЧ-метода не впливає на поведінку матеріалу в процесі експлуатації.

4) Технологія улаштування покрівель із застосуванням ІЧ-метода дозволяє виконувати екологічно чисте облаштування рулонного килима: немає перепалу матеріалу(не виділяються легкі фракції з бітуму); при ремонті немає сміття(шматків старого килима, бітуму і так далі); термін служби матеріалів збільшується до розрахункового.

5) Представлена технологія забезпечує якісне виконання робіт по улаштуванню і ремонту покрівельного покриття як в літній так і в зимовий період;

6) При використанні ІЧ-метода витрати електроенергії на розігрівання матеріалу в 2-3 рази менше, ніж при контактному способі.

## ВИСНОВКИ

Стрімкий розвиток будівельної індустрії якісно змінив матеріал для таких покрівель і методи його укладання. У сучасному будівництві знаходять широке застосування матеріали з рулонних, що наплавляються, бітумна-полімерні матеріали на не гниючих основах.

В даній магістерській роботі розглянуті сучасні покрівельні системи для житлових будівель та споруд. Детально порівнювались варіанти застосування традиційних та інноваційних організаційно-технологічних рішень. Основною метою було порівняння організаційно-технологічних параметрів процесу улаштування покрівельних систем за технологією інфрачервоного випромінювання. На основі аналізу та обґрунтування зроблені наступні висновки:

1) При улаштуванні покрівельної теплоізоляції використати гідрофобізовані мінераловатні плити підвищеної жорсткості, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід.

2) При улаштуванні покрівельної гідроізоляції замість руберойду на бітумній основі використати ПВХ-мембрани.

3) При улаштуванні покрівель на нових будівлях з терміном експлуатації більше 50 років використати покрівельну систему ROCKROOF, усі компоненти якої підібрані з урахуванням взаємної сумісності.

4) Найбільш ефективним із трьох видів передачі тепла; контактного, конвекційного та випромінювання, є нагрівання випромінюванням. Серед усього діапазону випромінювання оптимальним є інфрачервоне випромінювання використання якого дозволяє зменшити трудомісткість улаштування та ремонту рулонних покрівель; зменшити витрат на усунення дефектів гідроізоляційного килима та збільшити терміну служби рулонної покрівлі в 2-3 рази.

5) Основною причиною протікання плоских покрівель є механічні пошкодження гідроізоляційного килима. Дестабілізація температурно-вологісного режиму покрівлі, а саме неминуче вологонасичення теплоізоляційного та підпокрівельних шарів, веде до утворення здуття, розривів та тріщин водоізоляційного килима, що з'являються вже через один – два роки експлуатації. Особливо бурхливо процес відбувається влітку, коли під впливом сонячних променів з вологого утеплювача волога у вигляді пари виділяється інтенсивніше, в результаті чого ділянки покрівлі відшаровуються від основи. За допомогою спеціальних електричних покрівельних машин з інфрачервоними випромінювачами приклеюють полотнища з будь-якого рулонного матеріалу, що наплавляється.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 131 с.
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012–04–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 94 с
3. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016–05–05] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.
4. ДБН В.2.6.-220:2017. Покриття будівель і споруд [Чинний від 2017–06–06]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 46 с
5. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010–07–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 34 с
6. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштуванням ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.
7. ДСТУ ISO 9001: 2015 Система управління якістю. Вимоги: - [Чинний від 2015–12–31]. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2016. 31 с. (Національні стандарти України).
8. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2015. 62 с.
9. ДСТУ Б А.3.2-11:2009. Роботи покрівельні та гідроізоляційні. Вимоги безпеки.[Чинний від 2009–12–04]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2010. 13 с.

10. Кривенко П.В., Пушкарьова Е.К., Барановський В.Б. Будівельне матеріалознавство. підручник. Київ: Либідь, 2012 245 с.
11. Кровельная мембрана ЭПДМ (EPDM) - виды, способы укладки. URL: <http://gidproekt.com/krovelnaya-membrana-epdm-epdm-vidy-sposoby-ukladki.html> (дата звернення 11.08.2023).
12. Линокром. URL: <https://stroy-sklad.kiev.ua/linokrom.html> (дата звернення 11.08.2023).
13. Линокром. URL: <https://budmat.kiev.ua/gidroizolyatsionnye-materialy/bitumnye-materialy-tyekhnokol/linokrom/> (дата звернення 11.08.2023).
14. Наукові основи розвитку будівельної галузі України монографія /за ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 460 с.
15. Пушкарьова К.К. Сучасні українські будівельні матеріали, виробництва та конструкції. Київ: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
16. Ринок покрівлі в Україні: біг з перешкодами. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-krovli-v-ukraine-beg-s-prepyatstviyami> (дата звернення 11.08.2023).
17. Сучасні технології в будівництві : підручник / за ред. О.І. Меньялюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.
18. Технологія будівельного виробництва: підручник / за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Ярмолена. Київ: Вища шк., 2002. 430 с.
19. Технологія будівельного виробництва практикум. навч. посібник для ВНЗ / за ред. М. Г. Ярмоленко. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
20. Техноеласт - ЕКП 5,5 Єврорубероїд. URL: <https://trishkovcompany.com.ua/ua/p873356669-tehnoelast-ekp-evroruberoid.html> (дата звернення 10.09.2023).
21. Техноеласт URL: <https://tehnonikol.com.ua/evroruberoid/tekhnoelast-ekp-5-0-slanets-seruj-krovelnyj.html> (дата звернення 10.09.2023).
22. Покрівельні системи. Матеріали і технології URL: <http://roofing.com.ua/uk/news/2010/09/28/krovsis.htm> (дата звернення

10.09.2023).

23. Покрівельні матеріали в Україні URL: <https://ibud.ua/ua/c111-krovelnye-materialy> (дата звернення 10.09.2023).

24. Покрівельні плівки види та використання. URL: <https://stroykan.com.ua/uk/pokrivelni-plivki-vidi-ta-priminennya> (дата звернення 21.09.2023).

25. Пожежні характеристики будівельних матеріалів та конструкції. URL: <https://rautagroup.com/uk/pozhezhni-harakterystyky-budivelnyh-materialiv-ta-konstruktsij/> (дата звернення 11.08.2023).

26. Сучасні покрівельні матеріали. URL: [http://melnicabiz.com.ua/business\\_publicacii/1007-sovremennye-rovelnye-materialy.html](http://melnicabiz.com.ua/business_publicacii/1007-sovremennye-rovelnye-materialy.html) (дата звернення 10.09.2023).

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