

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри промислового та
цивільного будівництва
проф. І.А. Арутюнян
" " " 20 року

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

Захарченко Наталія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Розробка методики вибору
організаційно-технологічних рішень м'яких покрівель
керівник роботи Самченко Р.В., доц., к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "25" 05 2020 року № 599-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2020 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Нормативно-технічна
документація зга стосується технології м'яких
покрівель, їх влаштування та ремонту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз організаційно-технологічних рішень
влаштування м'яких покрівель. 2. Економіко-математична
модель вибору економічних варіантів технологічних рішень
3. Дослідження підвищення ефективності технологічних
рішень при виробництві покрівельних робіт

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 Від восьми графічних аркушів формату А1

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Самченко Р.В.		
Розділ 2	Самченко Р.В.		
Розділ 3	Самченко Р.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз організаційно-тех. рішень шляхом		
2	Економіко-математична модель		
3	Фактичне підвищення ефективності тех. рішень порівняльних роіт		

Студент _____ (підпис) Захарченко Н. В. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) _____ (підпис) Самченко Р.В. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

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

ВСТУП

Актуальність роботи. Стан організаційно-технологічних рішень влаштування покрівельних покриттів оцінюється видом матеріалів, які використовуються, конструкцією покриттів і технологією виконання покрівельних робіт. Технічний стан покрівель в процесі експлуатації визначається поєднанням наступних складових: матеріалами, які використовуються, конструкцією покриття, технологією і організацією виробництва робіт. Найбільше використання в будівництві знаходять так звані м'які типи покрівель, тобто рулонні і мастичні. Влаштування м'яких покрівель виконують відповідно до проектно-нормативної документації (ДСТУ, ГОСТ, СНіП, ТУ). В роботі розглядаються наступні матеріали для влаштування покрівельних покриттів: бітумні рулонні, бітумно-полімерні, полімерні рулонні покрівельні матеріали, бітумні емульсії, бітумні полімерні мастики, мембранні та інші. При виборі технології виконання покрівельних робіт необхідно враховувати те, що технологічні процеси повинні забезпечувати заданні проектом фізико-механічні властивості при мінімальній залежності від погодних умов.

Об'єкт дослідження - технології влаштування покрівельних покриттів.

Предмет дослідження - економічна ефективність застосування технологій по влаштуванню покрівель.

Мета роботи - наукове обґрунтування області застосування ефективних організаційно-технологічних рішень влаштування покрівельних покриттів з урахуванням якісних характеристик застосовуваних матеріалів.

Задачі:

1. Обґрунтувати економічно доцільні області застосування технологій виробництва покрівельних робіт в залежності від умов об'єкта.
2. Обґрунтувати показники оцінки ефективності технологій покрівельних робіт.

3. Розробити математичну модель оцінки ефективної технології влаштування покрівельних покриттів.

4. Обґрунтувати взаємний вплив ефективності технологій і довговічності покрівельних покриттів.

5. Виявити вплив додаткового утеплення на експлуатаційні показники покрівельних покриттів і ефективність їх влаштування.

6. Підвищити технологічність покрівельних робіт.

Рулонна покрівля представляє собою гнучкий водоізоляційний килим, який складається з декількох шарів рулонного покрівельного матеріалу. Рулонні покрівельні матеріали представлені умовно трьома групами. Перша – бітумні матеріали на картонній основі, друга – бітумні матеріали на негниючій основі (наприклад склотканина), третя – на основі модифікованих бітумів.

Основою під покрівлю і гідроізоляцію можуть слугувати: рівні поверхні залізобетонних плит, теплоізоляція, вирівнююча стяжка.

Виконано порівняння конструкцій покрівель на основі бітумного рулонного матеріалу і конструкція покрівлі з бітумно-полімерного рулонного матеріалу.

Мастична покрівля представляє собою водонепроникне упруго-пластичне покриття з одного чи декількох шарів бітумних, бітумно-полімерних або полімерних композицій. Склади для влаштування мастичних покрівель бувають холодного та гарячого застосування.

Важливе місце серед бітумних матеріалів займають бітумні емульсії. Завдяки ним спрощується механізована подача і нанесення.

До переваг мастичних покрівель з бітумних емульсій слід віднести простоту влаштування, менша трудомісткість, вартість влаштування покрівлі а також продуктивність праці.

В роботі аналізуються найбільш поширені конструкції покрівельних покриттів.

За результатами кошторисної вартості, трудомісткості, тривалості виконання робіт та інших показників вибрано найбільш економічний вид м'якої покрівлі.

1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ М'ЯКИХ ПОКРІВЕЛЬ

1.1 Види застосовуваних матеріалів

Стан організаційно-технологічних рішень влаштування покрівель оцінюється видом застосовуваних матеріалів, конструкцією покриттів, організацією і технологією виконання покрівельних робіт. Найбільше застосування в будівництві знаходять так звані м'які типи покрівель, тобто рулонні і мастичні.

Рулонні покрівельні матеріали представлені на вітчизняному ринку трьома основними групами [4,7,14].

До першої групи належать бітумні матеріали на картонній основі (руберойд, рубемаст, тощо), які все ще становлять найбільшу частину за обсягом виробництва і реалізації, хоча дешевизна руберойду в процесі експлуатації обертається великими витратами. До негативних властивостей руберойду і аналогічних матеріалів на картонній основі відносяться: недовговічність, низька міцність, нестійкість до температурних перепадів, схильність до гниття, низька теплостійкість, необхідність укладання великої кількості шарів, погана морозостійкість, неможливість укладання при від'ємних температурах, підвищена трудомісткість при виконанні робіт, погані безпечні і екологічні характеристики (застосування гарячого бітуму при укладанні).

До другої групи слід віднести бітумні матеріали на негніючих основах (склотканина, поліестер, стеклохолст). До них відносяться гідросклоізол, скломаст, лінокром, бікрост та ін.

Всі ці матеріали схожі між собою і мають негативні характеристики, а саме низька теплостійкість, погана адгезія бітумної покривної маси, нестійкість до температурних перепадів, невелике відносне подовження при

розриві на розтягнення - все це сприяє утворенню різних дефектів, і, як наслідок, до протікання покрівлі. Звідси невисока довговічність таких матеріалів (2-4 роки).

До третьої групи відносяться бітумно-полімерні матеріали, на основі бітумів модифікованих атактичним поліпропіленом (АПП) або модифіковані стирол-бутадієн-стирольним каучуком (СБС).

Таблиця 1.1 - Основні характеристики в'язучих

Характеристики	Бітум БНП 90/30	Бітум модифікований АПП	Бітум модифікований СБС каучуком
1	2	3	4
Температура розм'якшення, °С	95	140-150	110-125
Гнучкість на брусі, °С	-10	-25	-40
Стійкість до ультра-фіолету	низька	середня	хороша
Адгезія до бетону	середня	висока	висока
Посилання на нормативний документ	ГОСТ 9548-74*	ТУ 6-05-1902-81	Дані фірми виробника (Шелл Нафта)

Аналізуючи таблицю 1.1, можна сказати, що бітумно-полімерні матеріали мають значні переваги в порівнянні з матеріалами на звичайному бітумі.

Отже, можна зробити висновок, що найкращими з бітумінозних рулонних матеріалів, для експлуатації в вітчизняних умовах, є бітумно-полімерні матеріали, модифіковані СБС модифікаторами. Фізико-механічні характеристики різних типів найбільш широко застосовуваних рулонних матеріалів наводяться в таблиці 1.2.

Гідроізоляційні мастики для влаштування покрівель поділяються на гарячого і холодного застосування. Холодні мастики поділяються на водні емульсії і мастики на органічних розчинниках: бітумні, резинобітумні, бітумно-полімерні, полімерні. Деякі види мастик для підвищення міцності

покрівлі армують скловолокнистими матеріалами.

Таблиця 1.2 - Основні характеристики рулонних матеріалів

Марка матеріалу	Маса в'язучого, г/м ²	Армуюча основа	Розривна сила при розтягненні, мм	Теплостійкість, °С	Гнучкість на брусі з закругленням радіусом R мм, °С	Нормативний документ
1	2	3	4	5	6	7
Руберойд РКП-350	800	картон	274	85	+ 0 R=20	ГОСТ 10923- 93
Скломаст	3200	склотканина	833	70	-5 R=20	ТУ 21-5744710-519- 92
Атаклон	3500	склотканина	490	100	- 15 R=25	ТУ 5774-545-00284718-96
Бікроеласт	3500	склотканина	735	90	- 15 R=20	ТУ 5774-001-0287852-96
Філізол	4500	склотканина	490	80	-20 R=20	ТУ 5770-002-05108038-94
Ізопласт	5000	поліестер	600	120	- 15 R=20	ТУ 5774-005-05766480-95
Ізоеласт	5000	поліестер	600	90	-25 R=20	ТУ 5774-007-05766480-96

Особливе місце серед бітумінозних матеріалів гідроізоляційного призначення займають мастики на основі водних дисперсій бітуму - бітумні емульсії, що застосовуються без розігріву і добавок розчинників []. У цьому випадку значно спрощуються механізована подача і нанесення матеріалу, а також поліпшуються екологічні показники в процесі виробництва робіт.

До переваг мастичних покрівель з бітумних емульсій слід віднести

простоту влаштування, менші, у порівнянні з рулонними, трудомісткість і собівартість покрівлі, а також збільшення продуктивності праці.

Необхідно відзначити високі якості полімер-бітумних мастик [] (табл. 1.3), зокрема: кровлеліт, тегерон, вента, тощо, але такого типу мастики відрізняє висока вартість.

Таблиця 1.3 - Основні характеристики бітумно-полімерних мастик

Найменування мастики	Показники
1	2
Бітумно-латексна емульсійна мастика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплостійкість, °С +120 2. Гнучкість на брусі, °С -20 3. Водопоглинання, % не більше 5 4. Міцність зчеплення з бетоном, МПа не менше 0,5 5. Відносне подовження при розриві, % 400
Бітумно-асбестова емульсійна мастика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплостійкість, °С +110 2. Гнучкість на брусі, °С -10 3. Водопоглинання, % не більше 3 4. Міцність зчеплення з бетоном, МПа не менше 0,15 5. Відносне подовження при розриві, % 200
Бітумно-поліуретанова мастика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплостійкість, °С +120 2. Гнучкість на брусі, °С -50 3. Водопоглинання, % не більше 3 4. Міцність зчеплення з бетоном, МПа не менше 0,5 5. Відносне подовження при розриві, % 500
Полімерна мастика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплостійкість, °С +150 2. Гнучкість на брусі, °С -40...-60 3. Водопоглинання, % не більше 1 4. Міцність зчеплення з бетоном, МПа не менше 0,5 5. Відносне подовження при розриві, % 200...700

Процес влаштування покрівель з бітумно-полімерних матеріалів достатньо простий, економічний і ефективний. Застосування таких матеріалів знижує трудовитрати, зменшує капіталовкладення і дозволяє прискорити, в порівнянні з традиційними руберойдовими покрівлями, влаштування і ремонт покрівель [11].

У порівнянні з руберойдними, влаштування покрівлі з бітумно-полімерних матеріалів дозволяє зменшити кількість шарів покрівлі, в наслідок чого скорочується витрата матеріалу і знижується трудомісткість. Покриття з бітумно-полімерних мастик за своїми техніко-експлуатаційними характеристиками не поступаються рулонним бітумно-полімерним. До того ж, влаштування мастичних покрівель можливо максимально механізувати, що сприяє підвищенню ефективності покрівельних робіт [15].

Існує ще одна група рулонних покрівель - із застосуванням полімерних матеріалів [21]. Найбільш прийнятними полімерами для покрівель є хлорсульфополіетілен (ХСПЕ), поліізобутилен (ПІБ), етиленпропілендієновий каучук (СКЕПТ) і бутилкаучук (БК). Полімерні покрівельні матеріали володіють кращими характеристиками, в порівнянні з раніше розглянутими (теплостійкість до +150 °С, гнучкість на брусі з заокругленням радіусом 10 мм при температурі до - 65 °С, морозостійкість 300 ... 500 циклів, високий термін служби 15-30 років) [22]. Через високу вартість застосування матеріалів даного типу обмежена.

Серед полімерних покрівельних матеріалів присутні, так звані, мембрани ТЕПК, виробництва "CARLISLE" (США). Ці мембрани, з основою з етиленпропілендієнового каучуку, являють собою гумове покриття, товщиною 1 ... 1,5 мм, шириною 3...15м і довжиною до 60м. Суть методу влаштування мембранного покрівельного покриття з ТЕПК полягає в тому, що мембрану розстіляють на всю довжину і ширину, кріплять за допомогою клейового, механічного або баластного кріплення. Причому при баластному кріпленні мембрану закріплюють по периметру і в місцях виходів інженерного обладнання. Утримує покриття під час експлуатації шари баласту. Такий метод економічний і ефективний.

1.2 Конструктивні рішення покрівель

За конструкцією дахи розрізняють горищні і безгорищні (суміщені) [8].

Суміщені дахи можуть бути холодними (над не опалювальними будівлями) і теплими (над опалювальними будівлями). Суміщені дахи виконують як в житлових і громадських, так і в виробничих будівлях промислового і сільськогосподарського призначення.

У промисловому будівництві набули широкого використання конструкції покрівель, що виконуються по суміщеним не вентиляваним покрівлям. У таких спорудах використовуються м'які типи покрівель - рулонні і мастичні, що розглядаються нижче.

Основою під покрівлю і гідроізоляцію можуть служити: рівні поверхні залізобетонних несучих плит, або теплоізоляції без влаштування по них вирівнюючих стяжок; вирівнююча стяжка з цементно-піщаного розчину і асфальтобетону.

У місцях примикання покрівель до стін, шахт та інших конструктивних елементів, повинні бути передбачені перехідні похилі бортики (під кутом 45°), висотою не менше 100 мм з легкого бетону або цементно-піщаного розчину. Основи повинні бути влаштовані також на цегельних і кам'яних вертикальних поверхнях елементів будівлі, розташованих вище даху будівлі або споруди (стіни шахт, ліхтарі та інші деталі). Крім того, ці місця повинні бути оштукатурені цементно-піщаним розчином на висоту не менше 250 мм.

В стяжках повинні бути передбачені температурно-усадочні шви шириною 5 мм, які повинні розділяти стяжку з цементно піщаного розчину на ділянки розмірами 6×6 м.

У місцях перепадів висот покрівель, примикання ізоляційних шарів до парапетів, стін, бортах ліхтарів, в місцях пропуску труб та ін. передбачають додаткові ізоляційні шари.

Чаші воронок внутрішніх водостоків повинні знаходитися в найнижчих місцях даху на відстані, яка зазначається в проекті (але не менше 1000 мм від

парапетів або інших виступаючих частин будівлі), і повинні бути жорстко прикріплені до конструкції покриття.

На рисунку 1.1 наведено порівняння конструкцій покрівель на основі бітумного рулонного матеріалу (за приклад взято руберойд) і конструкція покрівлі з бітумно-полімерної рулонного матеріалу (випускається в м. Києві, матеріал атаклон). На рисунку наведені конструкції покрівель із застосуванням зазначених вище матеріалів і конструкція ремонтуемого існуючого покрівельного покриття.

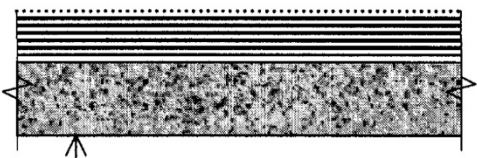
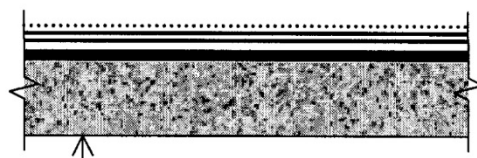
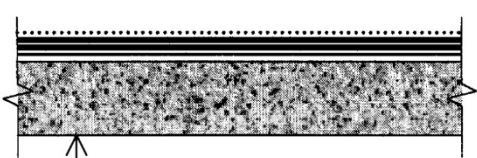
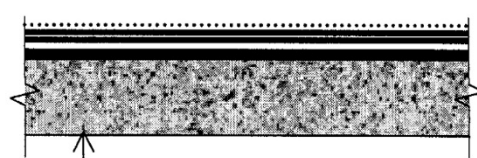
Вид	Конструкція нової покрівлі	Конструкція покрівлі при ремонті
Бітумне не прикладі руберойду	 <p>Руберойд РПК - 350 Руберойд РПП - 350 (чотири шари) Грунтування бітумом Основа покрівлі</p>	 <p>Руберойд РПК - 350 Руберойд РПП - 350 (один шар) Існуюче рулонне покриття Основа покрівлі</p>
Бітумно-полімерне на прикладі атаклон	 <p>Атаклон "К" з крупнозернистою посипкою з лицевої сторони Атаклон "П" з пиловидною посипкою зі сторони, що наплавлюється Грунтовка Основа покрівлі</p>	 <p>Атаклон "К" з крупнозернистою посипкою з лицевої сторони Існуюче рулонне покриття (відремонтоване за допомогою матеріалу Атаклон "П") Основа покрівлі</p>

Рисунок 1.1 – Конструкції рулонних покрівельних покриттів

На рисунку 1.1 явно проглядається суттєва відмінність в складі

покрівельних конструкцій. М'яке покрівельне покриття з матеріалу атаклон дозволяє знизити кількість шарів на покрівлі, в порівнянні з руберойдною, з п'яти до двох. В результаті цього скорочується тривалість виконання робіт, значно знижуються витрати матеріалу і трудомісткість. Рулонні матеріали, виготовлені з використанням бітумно-полімерних в'язучих, мають високу вартість, яка компенсується підвищенням терміном служби покриття з таких матеріалів.

Мастична покрівля являє собою водонепроникне пружно-пластичне покриття, з одного або декількох шарів бітумних, бітумно-полімерних або полімерних композицій. Товщина покрівельних покриттів на основі таких матеріалів визначається в залежності від характеристик застосовуваних мастик.

Основні конструктивні елементи мастичної покрівлі: захисні прокладки (гнучкі компенсатори) - смуги рулонних матеріалів, що укладаються над стиками і деформаційними швами для компенсації розривних зусиль від виникнення деформації; основні шари мастичного покрівельного або гідроізоляційного килима; армуючі прокладки - на основі різних видів склосіток, для підвищення тріщиностійкості мастичного килима; захисні шари, які складаються з посипки грубозернистим піском або гравієм, захисних мастик або забарвлень атмосферостійкими речовинами.

Посилення мастичного покрівельного килима призначаються: над деформаційними швами в вирівнюючих стяжках - у вигляді гнучкого компенсатора з поліетиленової плівки і однієї локальної армуючої прокладки з ткани склосітки по додатковому шару пасти; в розжолобках і уздовж карниза - двома локальними армуючими прокладками з тканин склосітки по двом додатковим шарам пасти (навколо водостічних воронок крім двох армуючих прокладок, ендови передбачається армована косинка з склотканини розміром 1х1м по додатковому шару пасти); в місцях примикання мастичного покрівельного килима до проходячих через нього і виступаючим над ним конструкцій - однією локальною армуючою прокладкою зі склосітки по додатковому шару пасти (прокладки повинні заходити на основний скат

покрівлі не менше ніж на 0,5 м).

Конструкції деформаційних швів, які виступають над покриттям, слід захищати зверху компенсаторами з оцинкованої сталі. У місцях пропуску труб через покрівлю на плити покриття повинні встановлюватися патрубки з оцинкованої сталі (при діаметрі труб 100 мм і більше). Водонепроникність покрівлі в цих місцях забезпечується шляхом влаштування рамки з куточків з заливкою простору між рамкою і патрубком герметизуючою мастикою. Місце пропуску труб через покриття захищається зверху від затікання води парасолькою з оцинкованої покрівельної сталі. Уздовж ковзанів, по переходах з прогону на проліт і навколо ліхтарів по готовому мастичного покрівельного килиму слід передбачати ходові доріжки з одного шару руберойду.

На рисунку 1.2 представлені конструкції містичних покрівель. Як видно з рисунку конструкції містичних покрівель ідентичні конструкцій з рулонних бітумно-полімерних матеріалів. При цьому процес влаштування покрівель з бітумних мастик, в порівнянні з рулонними, можливо максимально механізувати, що дозволяє скоротити терміни виконання робіт. Отже, застосування мастик при влаштуванні покрівель сприяє зниженню трудовитрат і збільшення продуктивності праці.

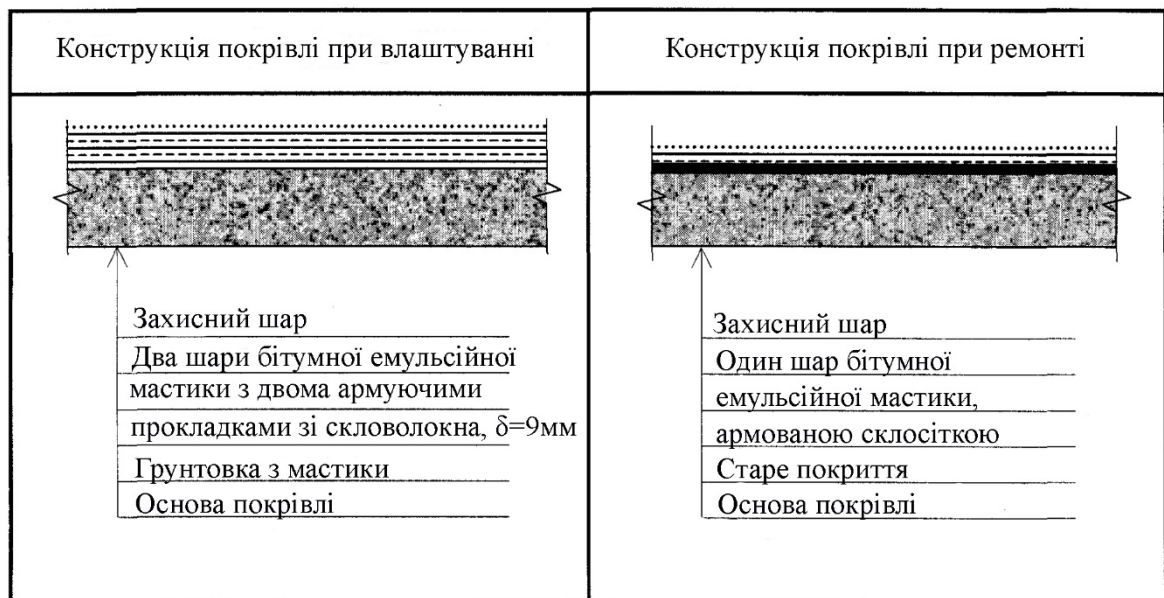


Рисунок 1.2 – Конструкції мастичних покрівель

Незважаючи на переваги мастичних покрівель, повна відмова від застосування рулонних матеріалів недоцільна, в зв'язку з наявністю бази широко поширених рулонних гідроізоляційних бітумінозних матеріалів і устаткування для їх застосування. Також сама практика влаштування рулонних покрівель має ще значні резерви для вдосконалення. Важливим є пошук шляхів по економічно-обґрунтованому застосуванню будівельними організаціями у виробництві покрівельних робіт комбінованих конструкцій покрівель, що дозволяють підвищити технологічність конструктивних рішень, а також істотно знизити трудомісткість виконання покрівельних робіт.

Необхідно відзначити існуючі конструкції теплих покрівель. Традиційно, практика виконання робіт по влаштуванню теплих рулонних покрівель здійснюється в наступній послідовності. На несучу основу укладається шар пароізоляції, потім - теплоізоляційний матеріал (найчастіше з нерівною або маломіцною поверхнею, в обох випадках необхідно виконувати стяжку з армованої сітки, будівельного розчину або асфальтобетону). Після цього влаштовується багат шаровий, якщо мова йде про м'яку покрівлю, килим.

У сучасному будівництві переважає системний підхід до влаштування покрівлі. Існує кілька систем, які комплексно вирішують питання гідро-теплоізоляції даху. Деякі з них є несучими системами, тобто забезпечують механічну міцність.

Новітні технології дозволяють виконувати влаштування гідро-теплоізоляції покрівлі по сталевій, залізобетонній основах, що відповідають найвибагливішим вимогам. Такі системи розроблені в Швеції, Англії та Фінляндії. Їх переваги:

- маса покрівлі після закінчення робіт збільшується не більше ніж на 10 кг/м²;
- «мокрі» процеси відсутні;
- продуктивність робіт зростає в 2-3 рази в порівнянні з традиційними видами теплоізоляційних покрівельних матеріалів.

У разі застосування системи "Матакі" (Швеція), комплексно

вирішується питання влаштування «теплої» покрівлі і гідроізоляції із застосуванням уніфікованих панелей, що складаються з двох шарів мінераловатних плит і мембран з наплавлених покрівельних матеріалів. Товщина теплоізоляційного шару визначається теплотехнічним розрахунком. Конструкція системи "Матакі" являє собою основу (металева, бетонна, залізобетонна), на яку укладається шар пароізоляції (наприклад, поліетиленова плівка). Потім укладаються мінераловатні плити - основний шар теплоізоляції. Товщина теплоізоляції становить 80...120мм. Зазвичай площа покрівлі розбивається на сектори 12x12 м. Далі укладаються плити "Матакі", що складаються з твердої мінераловатної плити, розміром в плані 240x120 см і товщиною 2 см. Плити мають на своїй поверхні приклеєний шар водовідштовхувальної мембрани, виконаної з сучасного покрівельного матеріалу типу ізопласт, бітулін та інших. Ці плити прикріплені до основи покрівлі за допомогою телескопічних фіксаторів. Після цього за допомогою візка, обладнаного пальником, бобіною для покрівельної закриваючої смуги і ущільнюючого валика, укладається з наплавленням нижня закриваюча смуга, а потім і верхня.

Фірмами "DOW" (Англія) і "BASF" (Німеччина) розроблені і впроваджені системи "інверсійних" дахів. Розташування їх елементів виявляється зворотнім звичному, а саме: теплоізоляція розташовується над досить вразливою гідроізоляцією даху. Завдяки цьому, як показав більш ніж 20 річний досвід, різко збільшується довговічність гідроізоляційного покриття. При цьому слід використовувати високоякісний екструдований пінополістирол.

Одним з перспективних напрямків при утепленні покрівель є застосування напилюваного пінополіуретану (ППУ) []. Пінополіуретан це теплоізоляційний пінопласт, що отримується з поліефірної смоли і спеціальних добавок, що реагують з полімером і спучуються в суміш. Спучування і придбання початкової міцності відбувається дуже швидко, протягом декількох секунд.

Напилювані пінополіуретанові композиції використовують безпосередньо на місці виробництва покрівельних робіт. Нанесення теплоізоляційної композиції методом напилення дозволяє отримати суцільну безшовну ізоляцію. В результаті виходить жорстка конструкція, що забезпечує високі механічні і теплофізичні характеристики. Але, незважаючи на добавки антипіренів в ППУ-композиції, застосування даного методу утеплення покрівель обмежена через недостатню вогнестійкість.

Конструкція покрівельного покриття з доутеплення приведена на рисунку 1.3.

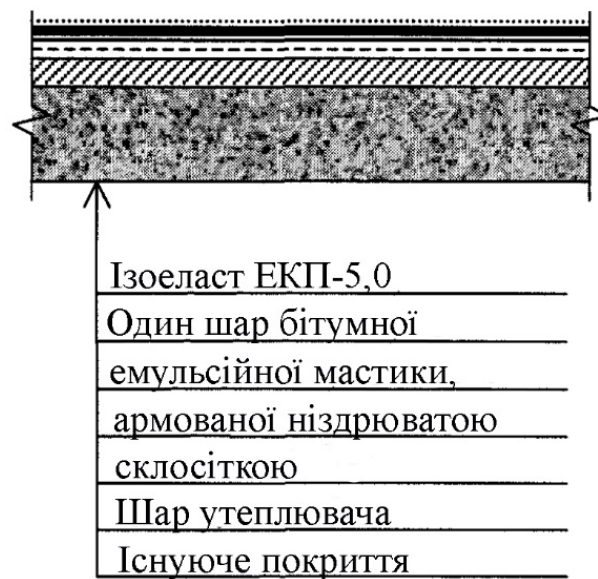


Рисунок 1.3 – Конструкція покрівельного покриття із застосуванням до утеплення

Теплова ізоляція покриттів з використанням мінераловатних плит підвищеної жорсткості проводиться з безпосереднім нанесенням покривного гідроізоляційного матеріалу на утеплювач без додаткової цементної стяжки і вирівнюючого шару.

1.3 Організаційно-технологічні рішення виконання покрівельних робіт

Влаштування та ремонт м'яких покрівель виконують відповідно до проектно-нормативної документації (ДСТУ, ГОСТ, СНіП, ТУ). У даній роботі аналізуються найбільш поширені в даний час, а також перспективні конструкції покрівель. Технології влаштування покриттів залежать від виду застосовуваних матеріалів. В роботі розглядаються наступні матеріали для облаштування покрівель:

- бітумінозні рулонні покрівельні матеріали на картонній основі;
- бітумінозні рулонні покрівельні матеріали на негниючій склооснові;
- бітумно-полімерні рулонні покрівельні матеріали;
- полімерні рулонні покрівельні матеріали;
- бітумні емульсійні мастики;
- бітумні полімерні мастики.

До бітумінозних рулонних матеріалів на картонній основі відноситься широко поширений матеріал руберойд, такі матеріали зазвичай наклеюються за допомогою гарячого бітуму. Процес влаштування гідроізоляційного шару з рулонного покрівельного матеріалу за допомогою гарячого бітуму або холодної бітумної мастики виконується наступним чином.

До влаштування покрівель необхідно виконати підготовчі роботи, потім, після влаштування конструктивних вузлів (примикань, випуску інженерного обладнання, деформаційних швів) приступають до влаштування самого покрівельного килиму. Процес влаштування такого покрівельного покриття полягає в наступному. На підготовлену основу наноситься розігрітий бітум, слідом розкочується рулонний матеріал і прокочується катком. Цей варіант, мабуть найпростіший, так як застосовується в ньому матеріал - руберойд є найвідомішим і найпоширенішим з усіх інших розглянутих покрівельних матеріалів. Перевагами даної технології є відсутність відкритого вогню на покрівлі і дешевизна, проте, руберойд це матеріал на картонній основі. Недоліком також є робота з гарячим бітумом (доставка на покрівлю і

нанесення), а також застосування бітумоплавильного котла.

Існує також різновид матеріалів, які наклеюються наплавленням. Наплавляємий матеріал має шар бітуму, тому для наклейки рулонного матеріалу необхідно цей шар розтопити. До наплавляємих відносяться більшість сучасних рулонних покрівельних матеріалів, існує також руберойд, що наплавляється. Наклеювання таких матеріалів робиться за допомогою газових пальників, що працюють на газі (пропан-бутан), нижній шар підплавляється, матеріал розкочується, а після цього прокочується катком.

Цей варіант, з точки зору процесу влаштування, є значно більш технологічним, ніж зведення покрівельного покриття з руберойду. Тут немає необхідності застосовувати гарячу бітумну мастику, вона вже нанесена на рулонний матеріал, і, залишається лише розігріти цей шар. Однак доводиться працювати з відкритим вогнем прямо на покрівлі будинку, і це створює проблеми з безпекою виробництва робіт, а в деяких випадках проведення таких робіт взагалі неприпустимо.

Найбільш поширеними з полімерних рулонних матеріалів є еластомерні покрівельні матеріали на основі каучуку [10]. Найбільш перспективним напрямком застосування еластомерних покрівель є збірні швидкокомтовані покрівельні килими, виготовлені в заводських умовах. Збірні килими випускаються розміром на секцію будинку (від 250 до 450 м²), монтуються на покрівлі при температурах до -30 °С. Збірні покрівельні килими вільно укладаються, без приклеювання їх до основи і нагружають гравієм, дозволяючи створити надійні рішення улаштування та експлуатації одношарових покрівель замість багатошарових руберойдних. У рідкісних випадках кріпляться по периметру килима.

Основні переваги збірних одношарових покрівельних покриттів з еластомерних матеріалів перед багатошаровими полягають у тому, що вони дозволяють виконувати роботи всесезонно, знижуються трудовитрати при влаштуванні покрівлі, зменшуються маса і транспортні витрати, виключаються гарячі процеси. Основним недоліком покрівель з еластомерів є

їх висока вартість, в порівнянні з іншими покрівельними матеріалами.

Влаштування покрівель з бітумних емульсійних мастик (БЕМ) полягають в наступному.

Емульсійну мастику подають і наносять спеціальною установкою (автогідронатром) по гумовому рукаву. Мастику наносять за допомогою сопла з відстані 400 мм від поверхні покриття по укладеній склосітці до повного просочування її чарунків та заповнення їх мастикою. Такий метод має явні плюси, так як тут немає робіт ні з гарячим бітумом, ні з відкритим вогнем на даху, причому влаштування наступних шарів з рулонних матеріалів, наприклад, з руберойду, значно спрощується, влаштування шару проводиться підплавленням шару мастики. Недоліком влаштування покрівельних покриттів з бітумних емульсій є вплив погодних умов.

Важливою перевагою покриття з бітумно-полімерної мастики є легкість і ефективність ремонту. Мастика може наноситися будь-яким способом фарбувальної технології, в тому числі високопродуктивним безповітряним розпиленням. Використання спеціальних установок типу СО-145 дозволяє виконувати від 800 до 2000 м² покриття на годину. Нанесення мастики може проводитися в будь-який час року в усьому діапазоні температур. Недоліком таких покрівель, як і у рулонних полімерних матеріалів є висока собівартість.

В якості захисного шару практично у всіх конструкціях покрівель застосовується шар грубозернистої посипки. На рулонні матеріали цей шар вже нанесено в заводських умовах, мастичні покриття необхідно захищати після їх влаштування, шляхом нанесення посипки, або нанесенням шару атмосферостійкого хлорсульфополіетиленового лаку.

Наклеювання грубозернистої посипки виконують із застосуванням бітумно-полімерної мастики. Після нанесення мастики розсипають посипку таким чином, щоб утворився тонкий, рівний, без пропусків шар. Крихти злегка втоплюють в мастику (на 2 ... 3 мм). Після висихання мастики неприклеєну крихту змітають або здувають повітрям.

Використання пінополіуретанових систем, дозволяє проводити роботи з

гідроізоляції, пароізоляції і утеплення об'єкта. Напилення або заливка проводиться за допомогою мобільної установки, в якій відбувається змішування і дозачія двох компонентів. Суміш наноситься на ізольовану поверхню в рідкому вигляді. Тиск робочої суміші на виході з жиклерного пістолета близько 100 атмосфер, що дає можливість виробляти високоякісне змішування і безповітряне напилювання в будь яких важкодоступних місцях. Відразу після нанесення відбувається вспінювання протягом 1-2 секунд і твердіння протягом 2-3 секунд. Використовувані пінополіуретани дають можливість отримати безшовний теплогідроізоляційний шар, що виключає наявність теплових містків по всьому контуру будівлі, рівномірно покриваючи поверхні будь-якої складності. Цією властивістю не володіє жоден з традиційних листових теплоізоляційних матеріалів. Залежно від виконуваної задачі можливий вибір ППУ систем з широким діапазоном щільності. Пінополіуретанової покриття з щільністю понад 35 кг / м³, крім теплоізоляційних властивостей, володіє хорошими гідроізоляційними характеристиками, що робить його ще більш ефективним матеріалом в порівнянні з традиційними теплоізоляційними, які вимагають додаткових заходів по влаштуванню парогідроізоляції.

Застосування пінополіуретану дозволяє покривати покрівлі будь-якої складності і форми, створюючи покриття без єдиного стику. Нанесення матеріалу може відбуватися як на нові конструкції, так і на старі, покриті металом, руберойдом або шифером, не проводячи демонтажу старого покриття і підготовчих робіт.

Дана технологія теплоізоляції покрівель дозволяє: зменшити витрати, пов'язані з обігрівом і використанням теплової енергії (газу, мазуту і вугілля); ліквідувати витік тепла в покритті через стики в блоках, тому що зовнішня теплоізоляція вкриває (ізолює) всі елементи конструкції покрівлі; продовжити життєстійкість будівель і зменшити вартість їх ремонту завдяки меншій схильності механічних пошкоджень і впливу атмосферних явищ.

2 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОКРІВЕЛЬНИХ РОБІТ

2.1 Вибір і обґрунтування критеріїв оцінки ефективності

У роботі виділено дев'ять технологій влаштування покрівельних покриттів на основі розглянутих технологічних процесів, в яких застосовуються такі види матеріалів: руберойд РКП-350 (руберойд покрівельний з пилоподібною посипкою) РКК-350 (руберойд покрівельний з грубозернистим посипанням) ГОСТ 10923-93 ; скломаст "П" (з пилоподібною посипкою) і "К" (з грубозернистим посипанням) ТУ 21-5744710-519-92; ізоеласт ЕКП-5,0 (з грубозернистим посипанням) ТУ 5774-007-05766480-96; бітумно-емульсійна мастика ТУ 5775-001-49507911-99; бітумна мастика ТУ 5775- 002-49507911-00; ніздрювата склосітка. У даній роботі розглядаються і аналізуються технології на основі наступних конструкцій:

- 1) руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, що укладаються на гарячу бітумну мастику;
- 2) скломаст "П" і скломаст "К", що укладаються за допомогою підплавлення нижнього шару рулонного матеріалу (вогневим методом);
- 3) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом);
- 4) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);
- 5) шар бітумно-емульсійної мастики, армований склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 6) шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням;
- 7) шар бітумно-емульсійної мастики, армований склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);

8) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;

9) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики.

Всі перераховані конструкції використовуються при математичному моделюванні розрахунку економічної ефективності варіантів організаційно-технологічних рішень.

У моделі не враховується підготовка основи під покрівельне покриття, так як в процесі досліджень виявилось, що основа під різні види покрівельних покриттів влаштовується однаково, з одними і тими ж нормативними вимогами. Тому в процесі досліджень можна зробити висновок, що підготовку основи і влаштування безпосередньо самого покрівельного покриття необхідно розділити на окремі процеси, що виконуються різними спеціалізованими ланками одного ремонтно-будівельного управління. Коефіцієнти дисконтування в моделі записані для постійної норми дисконту.

Для визначення трудомісткості, витрат на матеріали і засоби механізації, що розглядаються технології потрібно розділити на кілька технологічних процесів. Після аналізу виявилось, що з перерахованих конструктивних рішень можна виділити п'ять технологічних процесів:

- наклейка рулонного матеріалу на гарячу бітумну мастику в 1 шар;
- наклейка рулонного матеріалу на гарячу бітумну мастику в 1 шар з армуванням ніздрюватою склосіткою;
- наклейка рулонного шару вогневим методом в 1 шар;
- влаштування армованого гідроізоляційного шару з бітумно-емульсійної мастики;
- влаштування покривного шару з бітумно-емульсійної мастики.

При оцінці ефективності інвестиційного проекту порівняння різночасних показників здійснюється шляхом приведення (дисконтування) їх до цінності в початковому періоді. Для приведення рівночасових витрат, результатів і ефектів використовується норма дисконту (E), що дорівнює

прийнятній для інвестора нормі доходу на капітал.

Норма дисконту в наших умовах може або бути встановленою державою, як специфічний соціально економічний норматив, обов'язковий для оцінки проектів, або бути оціненою самостійно кожним суб'єктом господарювання (коли суб'єкт сам оцінює свою індивідуальну "ціну грошей", тобто виражену в частках одиниці реальну норму річного доходу на вкладений капітал з урахуванням альтернативних та доступних на ринку напрямків вкладень з порівнянним ризиком).

Технічно приведення до базисного моменту часу витрат, результатів і ефектів, що мають місце на t -му кроці розрахунку реалізації проекту, зручно виробляти шляхом їх множення на коефіцієнт дисконтування α_t , в методиці визначається для постійної норми дисконту E за формулою:

$$\alpha = \frac{1}{(1+E)^t} \quad (2.1)$$

де t – номер кроку розрахунку ($t=0,1,2,\dots,T$), а T – горизонт розрахунку.

Якщо норма дисконту змінюється в часі і на t -му кроці розрахунку дорівнює E_t , то коефіцієнт дисконтування дорівнює:

$$\alpha_0 = 1 \text{ та } \alpha_t = \frac{1}{\prod_{k=1}^t (1+E_k)} \text{ при } t > 0 \quad (2.2)$$

Порівняння різних інвестиційних проектів (або варіантів проекту) і вибір кращого з них рекомендується проводити з використанням різних показників, до яких відносяться: чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект, чиста приведена вартість, чиста сучасна вартість, інтегральний ефект, Net Present Value - NPV); індекс прибутковості (Profitability Index - PI); внутрішня норма прибутковості (внутрішня норма прибутку, рентабельності, повернення інвестицій, Internal Rate of Return - IRR); термін окупності.

Особливий інтерес представляє чистий дисконтований дохід (NPV), який визначається як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період, приведена до початкового кроку, або як перевищення інтегральних результатів над інтегральними витратами.

Якщо протягом розрахункового періоду не відбувається інфляційної

зміни або розрахунок проводиться в базових цінах, то величина NPV для постійної норми дисконту обчислюється за формулою:

$$NVP = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (2.3)$$

де R_t - результати, що досягаються на t -му кроці розрахунку; Z_t - витрати, здійснювані на тому ж кроці; T - горизонт розрахунку (рівний номеру кроку розрахунку, на якому виробляється ліквідація об'єкта).

Якщо NPV інвестиційного проекту позитивний, проект є ефективним (при даній нормі дисконту) і може розглядатися питання про його прийнятті. Чим більше NPV , тим ефективніше проект. Якщо інвестиційний проект буде здійснений при негативному NPV , інвестор зазнає збитків, тобто проект неефективний.

Індекс прибутковості (PI) являє собою відношення суми приведених ефектів до величини капіталовкладень:

$$PI = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t^+) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (2.4)$$

де K - сума дисконтованих капіталовкладень; Z_t^+ - витрати на t -му кроці за умови, що в них не входять капіталовкладення.

Індекс прибутковості будується з тих же елементів і його значення пов'язане зі значенням NVP : якщо NVP позитивний, то $PI > 1$ і навпаки. Якщо $PI > 1$, проект ефективний, якщо $PI < 1$ - неефективний.

Внутрішня норма прибутковості являє собою ту норму дисконту, при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним капіталовкладенням.

Термін окупності - мінімальний часовий інтервал (від початку здійснення проекту), за межами якого інтегральний ефект стає і надалі залишається невід'ємним. Іншими словами, це - період (вимірюваний в місяцях, кварталах або роках), починаючи з якого початкові вкладення та інші витрати, пов'язані з інвестиційним проектом, покриваються сумарними результатами його здійснення.

Поряд з перерахованими показниками, в ряді випадків можливе використання і інших: інтегральної ефективності, точки беззбитковості,

простий норми прибутку, капіталовіддачі на інше. Для застосування кожного з них необхідно чітко уявлення про те, яке питання економічної оцінки проекту вирішується з його використанням і як здійснюється вибір рішення.

Чистий дисконтований дохід дозволяє врахувати як витрати на будівництво, так і його результати, що дозволяє відобразити передачу та отримання техніки в оренду, лізингові операції. Так як в статті витрат відображається вартість матеріалів, то за допомогою даного критерію з'являється можливість зіставлення звичайної і ресурсозберігаючої технологій. Присутність в показнику результатів діяльності дозволяє враховувати надійність і якість виконуваних робіт через цінову політику підприємства. З'являється можливість порівнювати ефективність проектів з нетотожними результатами. Важливою позитивною можливістю показника є приведення всіх факторів до базисного моменту часу. Методи розрахунку економічного ефекту в повній мірі відповідають методам оцінки результатів господарської діяльності.

Чистий дисконтований дохід це досить надійний і сучасний показник. На відміну від більшості існуючих способів розрахунку ефективності організаційно-технологічних рішень, де враховуються лише ті чи інші види витрат, модель створена на основі критерію "чистий дисконтований дохід", повинна прийняти з обраного показника основний принцип, який полягає в тому, що ефект визначається шляхом порівняння результатів діяльності та понесених при цьому витрат.

Для оцінки окремих факторів в технології робіт використовуються часні показники, які визначаються відношенням економічного результату до витрат будь-якого одного господарського ресурсу [18]. Це енергоємність, паливомісткість, металоємність, собівартість.

Проведений факторний аналіз показав, що на ефективність покривельних робіт впливають три групи показників: одержувані результати від здійснення робіт (основні фактори: обсяг робіт, тариф, коефіцієнт ліквідності платіжних засобів, економія витрат на експлуатацію об'єкта); здійснювані при цьому

витрати (основні фактори: обсяг робіт, витрати на матеріали, заробітну плату, механізми, накладні витрати, інші витрати, витрати, що забезпечують зниження експлуатаційних витрат); приведення різночасових результатів, витрат і ефектів за часом (з використанням коефіцієнта дисконтування).

Всі вищезгадані три показника представлені в показнику ефективності - чистий дисконтований дохід *NVP*.

Подальший розвиток даного питання може знайти своє відображення в економіко-математичному моделюванні ефективності виконання покрівельних робіт.

2.2 Економіко-математична модель вибору ефективних варіантів технологічних рішень покрівельних робіт

Влаштування покрівель - це складний технологічний процес, з можливістю застосування великої кількості різноманітних організаційних і технологічних рішень. Ефективність використання тих чи інших технологій в значній мірі визначається вартістю застосовуваних матеріалів, працевитратами і енергоємністю процесів []. Оптимізація способів організації робіт і застосовуваних технологій при влаштуванні покрівель є техніко-економічним завданням, рішення якого дозволяє забезпечити якісне виконання робіт в задані терміни і з необхідною організаційно-технологічною надійністю.

При вирішенні завдань щодо оптимізації організаційно технологічних рішень при влаштуванні м'яких покрівель велике значення має вибір критерію оцінки ефективності, який повинен лягти в основу математичної моделі щодо підвищення ефективності будівельних робіт. Це повинен бути досить надійний показник. Підібрати такий показник досить важко, в основному через те, що на влаштування покрівель впливає велика кількість значимих чинників. Кожен з таких факторів має свою специфіку обліку, саме тому необхідно вирішення питань щодо створення комплексних критеріїв, які знайдуть своє місце в математичній моделі.

Перш за все, математична модель повинна відповідати наступним вимогам.

По-перше, модель повинна бути максимально наближена до сучасних критеріїв оцінки ефективності.

По-друге, необхідно враховувати той факт, що організація будівництва є ймовірною системою.

По-третє, в даний час з'явилося безліч різноманітних, сумісних між собою, покрівельних матеріалів, що дозволяють застосовувати різні технологічні рішення.

Необхідно також врахувати в математичній моделі наступні вимоги: в ній повинна враховуватися можливість появи приватних ефектів від лізингових операцій в загальному, результуючому ефекті, причому, повинні враховуватися операції як в ту, так і в іншу сторону; створена математична модель повинна бути стійкою по відношенню до впливу зовнішнього середовища підприємства, що піддається максимізації показник, в результаті розрахунку, повинен встановити обсяги робіт щодо запропонованих технологій.

На основі розглянутих комбінацій застосовуваних матеріалів для влаштування покрівельних покриттів може формуватися деяка кількість технологічних рішень від 1 до i .

Пошук моделі починається з формування, одержуваного підрядником, ефекту. Одержуваний загальний ефект при влаштуванні покрівель, визначається з формули суми ефектів по кожній використовуваній технології. Метою даної формули повинна бути максимізація одержуваних підрядником ефектів, тобто ефект буде максимальним якщо вибрати суму можливих і найбільш ефективних з розглянутих технологій.

$$\sum V = V^{(1)} \cdot B^{(1)} + \dots + V^{(i)} \cdot B^{(i)} \rightarrow \max \quad (2.5)$$

де V – отримуваний ефект, грн; B – булева змінна можливості застосування i -тої технології; 1, ..., i - номер технологічного рішення.

Включення в суму або виключення з суми i -тої технології здійснюється

за допомогою введення в формулу булевої змінної (B), яка має таке значення:

$$B^{(1),\dots,(i)} = \begin{cases} 1, \text{ якщо використання технології можливе,} \\ 0, \text{ якщо використання технології неможливо.} \end{cases} \quad (2.6)$$

Ефект, який отримуємо від використання i -тої технології, визначається за формулою:

$$V^{(1),\dots,(i)} = \sum_{t=0}^T (R_t^{(1),\dots,(i)} - Z_t^{(1),\dots,(i)}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (2.7)$$

де R_t - результати (виручка) виконання робіт ремонтно-будівельної організації на t -му кроці, грн.; Z_t - витрати на виконання робіт ремонтно-будівельної організації на t -му кроці, грн.; E - норма дисконту; T - горизонт розрахунку, год.; t - поточний крок розрахунку, год.

Видно, що найбільший отриманий ефект буде при найбільших результатах і найменших витратах при виконанні покрівельних робіт, причому фактор часу враховується через коефіцієнт дисконтування, тобто чим менше норма дисконту, тим більше отриманий ефект. При цьому фактор часу враховується введенням в формулу змінної t , зі збільшенням термінів виконання робіт ефект знижується.

При цьому для замовника в моделі є можливість переслідування трьох цілей.

Перша цільова функція - сума результатів виконання робіт:

$$\sum R = R^{(1)} \cdot B^{(1)} + \dots + R^{(i)} \cdot B^{(i)} \rightarrow \min \quad (2.8)$$

де R - результати (виручка) виконання робіт ремонтно-будівельної організації, грн.; Z - витрати на виконання робіт ремонтно-будівельної організації, грн.

Замовнику вигідно якщо сума одержуваної підрядником виручки буде мінімальною.

Друга цільова функція - середньорічні витрати замовника на виробництво покрівельних робіт:

$$Y = \frac{R^{(1)} \cdot B^{(1)}}{n^{(1)}} + \dots + \frac{R^{(i)} \cdot B^{(i)}}{n^{(i)}} \rightarrow \min \quad (2.9)$$

де n - розрахункових термін служби покрівельного покриття,

виконуємого по i -тої технології, год.

Завдяки введенню в модель розрахункового терміну служби покрівельного покриття і приведення витрат до середньорічним, дана математична модель дозволяє реально оцінити собівартість тих чи інших технологічних рішень. Введене в формулу прагнення до мінімуму середньорічних витрат, дозволяє замовнику максимально знизити витрати на влаштування покрівельного покриття за весь термін його експлуатації.

Третя цільова функція - середньорічні витрати замовника на будівництво, з урахуванням зниження витрат на підтримання необхідної температури всередині приміщення:

$$U = \left(\frac{R^{(1)} \cdot B^{(1)}}{n^{(1)}} - \frac{\Delta F^{(1)} \cdot D}{m^{(1)}} \right) + \dots + \left(\frac{R^{(i)} \cdot B^{(i)}}{n^{(i)}} - \frac{\Delta F^{(i)} \cdot D}{m^{(i)}} \right) \rightarrow \min \quad (2.10)$$

де ΔF - економія витрат на експлуатацію об'єкта за розрахунковий термін служби покрівельного покриття, грн.; D - булева змінна необхідності зниження експлуатаційних витрат, визначається замовником; m - заданий період економії експлуатаційних витрат, год.

Ініціатива прийняття рішення про необхідність утеплення покрівельного покриття залишається за замовником, проте ефективне рішення про необхідність зниження експлуатаційних витрат, може бути визначено виходячи з умови наведеного нижче.

$$D = \begin{cases} 1, \text{ якщо } \Delta F > Z_y, \\ 0, \text{ якщо } \Delta F \leq Z_y. \end{cases} \quad (2.11)$$

Середньорічні витрати з урахуванням зниження витрат на опалення всередині об'єкта також повинні мінімізуватися.

Результати виконання робіт ремонтно-будівельною організацією визначаються за формулою:

$$R^{(1), \dots, (i)} = P^{(1), \dots, (i)} \cdot C^{(1), \dots, (i)} \cdot k_L \quad (2.12)$$

де P - тариф за одиницю продукції, грн./м²; C - обсяг виконаних робіт, м²; k_L - коефіцієнт ліквідності платіжного засобу.

Витрати на виконання робіт по влаштуванню покрівель:

$$Z^{(1),\dots,(i)} = M^{(1),\dots,(i)} + A^{(1),\dots,(i)} + W^{(1),\dots,(i)} + H^{(1),\dots,(i)} + Q^{(1),\dots,(i)} + Z_y^{(1),\dots,(i)} \cdot D$$

де M - витрати на матеріали, грн.; A - витрати на заробітну плату, грн.; W - витрати на механізми, грн.; H - накладні витрати, грн.; Q - інші витрати, грн.; Z_y - додаткові витрати по влаштуванню утеплювального шару, що забезпечують зниження експлуатаційних витрат, грн.

Всі витрати перераховані у формулі вище визначаються за такими формулами:

$$M^{(1),\dots,(i)} = K_n^{(1),\dots,(i)} \cdot Z_M^{(1),\dots,(i)} + \frac{Z_p + A_r}{S_0 \cdot T_M} \cdot S_F \cdot T_F + Z_{TR} \quad (2.14)$$

де K_n - кількість необхідних матеріалів, м (m^2 , m^3 , кг, л і т. п.); Z_M - фактична вартість матеріалів, грн./(од. вим.); Z_p - витрати на утримання складських приміщень, грн.; A_r - заробітна плата складських робітників, грн.; S_0 - загальна складська площа, m^2 (Z_M , Z_p , A_r , S_0 - визначаються за даними бухгалтерії будівельної організації); T_M - кількість робочих годин на місяць, годин.; S_F - складська площа, яку займає матеріал, m^2 ; T_F - кількість часу, який матеріал знаходиться на складі, годин.; Z_{TR} - транспортні витрати з доставки матеріалів, грн.

$$Z_{TR} = \sum T_{trans} \cdot W_T \quad (2.15)$$

де T_{trans} - тривалість транспортування, годин; W_T - тариф використання механізму за часом, грн/годин.

$$T_{trans} = \frac{Q_{TR}}{G_{TR}} \cdot \left(t_z + \frac{L_{TR}}{X_{TR}} \right) \quad (2.16)$$

де Q_{TR} - маса матеріалів, що транспортуються, кг; G_{TR} - вантажопідйомність автотранспортного засобу, кг; t_z - час навантаження-розвантаження в одному робочому циклі автотранспортного засобу, годин; L_{TR} - дальність перевезення матеріалів, км; X_{TR} - середня швидкість автотранспортного засобу, км/годин.

$$A^{(1),\dots,(i)} = T_r^{(1),\dots,(i)} \cdot \left(\frac{A_{min}}{T_M} \cdot n_{min} \cdot k_r \cdot k_{pr} \right) \quad (2.17)$$

де T_r - трудомісткість в люд.-год.; A_{min} - мінімальний місячний розмір

оплати праці, що встановлюється в Україні, грн.; n_{min} - число мінімальних розмірів оплати праці; k_r - районний коефіцієнт до заробітної плати; k_{pr} - коефіцієнт, що враховує інші виплати.

$$W^{(1),\dots,(i)} = W_b^{(1),\dots,(i)} + W_m^{(1),\dots,(i)} \quad (2.18)$$

де W_b - витрати на використання великих механізмів, грн.; W_m - витрати на використання малих механізмів, грн.

$$W_{b,m} = C \cdot t_i \cdot W_T \quad (2.19)$$

де t_i - тривалість використання i -того механізму в одиниці продукції, годин/м².

$$H^{(1),\dots,(i)} = k_n \cdot A^{(1),\dots,(i)} \quad (2.20)$$

де k_n - норматив накладних витрат, у відсотках від суми фактичної величини коштів на оплату праці робітників основного виробництва.

$$Q^{(1),\dots,(i)} = (k_1 + k_2 + k_3 + k_4) \cdot (M^{(1),\dots,(i)} + A^{(1),\dots,(i)} + W^{(1),\dots,(i)} + H^{(1),\dots,(i)})$$

де k_1 - коефіцієнт, що враховує витрати на будівництво тимчасових будівель і споруд; k_2 - коефіцієнт, що враховує додаткові витрати при виконанні робіт у зимовий час; k_3 - коефіцієнт, що враховує резерв коштів на непередбачені роботи; k_4 - коефіцієнт, що враховує витрати на перевезення робітників.

Додаткові витрати по влаштуванню утеплювального шару, що забезпечують зниження експлуатаційних витрат, визначаються за формулою:

$$Z_y^{(1),\dots,(i)} = M_y^{(1),\dots,(i)} + A_y^{(1),\dots,(i)} + W_y^{(1),\dots,(i)} + H_y^{(1),\dots,(i)} + Q_y^{(1),\dots,(i)} \quad (2.22)$$

де M_y - додаткові витрати на матеріали, грн.; A_y - додаткові витрати на заробітну плату, грн.; W_y - додаткові витрати на механізми, грн.; H_y - накладні витрати на додаткові розходи, грн.; Q_y - інші додаткові витрати, грн.

При цьому всі витрати перераховані у формулі (2.22) визначаються аналогічно витратам наведеним в формулах (2.23).

Заданий обсяг робіт визначається за формулою:

$$C_C = C^{(1)} + \dots + C^{(i)} \quad (2.23)$$

де C_c - заданий обсяг покрівельних робіт, м².

При цьому необхідно дотримуватися таких умов:

$$C^{(1),\dots,(i)} \geq 0 \quad (2.24)$$

Використовуючи формули вище, складемо систему рівнянь і нерівностей, які описують об'єкт, представлятиме собою математичну модель визначення ефективності виробництва покрівельних робіт.

Цільова функція моделі:

- для підрядника

$$\sum V = V^{(1)} \cdot B^{(1)} + \dots + V^{(i)} \cdot B^{(i)} \rightarrow \max \quad (2.25)$$

- для замовника

$$1: \sum R = R^{(1)} \cdot B^{(1)} + \dots + R^{(i)} \cdot B^{(i)} \rightarrow \min \quad (2.26)$$

$$2: Y = \frac{R^{(1)} \cdot B^{(1)}}{n^{(1)}} + \dots + \frac{R^{(i)} \cdot B^{(i)}}{n^{(i)}} \rightarrow \min \quad (2.27)$$

$$3: U = \left(\frac{R^{(1)} \cdot B^{(1)}}{n^{(1)}} - \frac{\Delta F^{(1)} \cdot D}{m^{(1)}} \right) + \dots + \left(\frac{R^{(i)} \cdot B^{(i)}}{n^{(i)}} - \frac{\Delta F^{(i)} \cdot D}{m^{(i)}} \right) \rightarrow \min \quad (2.28)$$

Обмеження:

$$V^{(1),\dots,(i)} = \sum_{t=0}^T \left(R_t^{(1),\dots,(i)} - Z_t^{(1),\dots,(i)} \right) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (2.29)$$

$$R^{(1),\dots,(i)} = P^{(1),\dots,(i)} \cdot C^{(1),\dots,(i)} \cdot k_L \quad (2.30)$$

$$Z^{(1),\dots,(i)} = M^{(1),\dots,(i)} + A^{(1),\dots,(i)} + W^{(1),\dots,(i)} + H^{(1),\dots,(i)} + Q^{(1),\dots,(i)} + Z_y^{(1),\dots,(i)} \cdot D$$

$$C_c = C^{(1)} + \dots + C^{(i)} \quad (2.31)$$

Граничні умови:

$$C^{(1),\dots,(i)} \geq 0 \quad (2.32)$$

$$B^{(1),\dots,(i)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо використання технології можливе} \\ 0, & \text{якщо використання технології не можливе} \end{cases} \quad (2.33)$$

$$D = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Delta F > Z_y \\ 0, & \text{якщо } \Delta F \leq Z_y \end{cases} \quad (2.34)$$

Представлена математична модель має можливості розширення. Наприклад, в модель можливо ввести терміни виконання покрівельних робіт, які мають значення і для замовника робіт і для підрядної організації. Хоча дана математична модель вже має деякий облік тимчасового інтервалу, який проводиться через введений в математичну модель коефіцієнт дисконтування.

Дана математична модель має широку сферу застосування, дозволяючи автоматизувати управління будівельною організацією і прийняття оптимальних організаційно технологічних рішень при виконанні будівельно-монтажних робіт. Модель дозволяє вести облік термінів експлуатації продукції, виробленої з використанням різних технологій, що дає можливість підвищення організаційно-технологічної надійності виконуваних робіт.

Математична модель для розрахунку ефективності будівельно-монтажних робіт буде мати той же вигляд, що і в формулі, за винятком того, що деякі змінні в моделі візьмуть дещо інше значення, наприклад n - розрахунковий термін служби конструкції (споруди), рік.; ΔF - економія витрат на експлуатацію об'єкта за розрахунковий термін служби, грн.; Z_y - додаткові витрати, що забезпечують зниження експлуатаційних витрат, грн.,. Всі інші змінні залишаться тими ж.

Таким чином, можна говорити про універсальність математичної моделі, яка може знайти своє застосування для пошуку оптимальних організаційно-технологічних рішень при виробництві інших видів будівельних робіт.

Модель дозволяє врахувати терміни виконання будівельно-монтажних робіт за технологічними варіантами. Цей облік можливий завдяки введенню в математичну модель булевої змінної.

У моделі враховуються форма і строки оплати вироблених будівельно-монтажних робіт. Форма оплати в математичній моделі враховується за допомогою коефіцієнта ліквідності платіжного засобу, який може бути в спрощеному вигляді визначено як відношення реальної вартості платіжного засобу з урахуванням ризиків і т. д. до його номінальної вартості. Облік термінів оплати виконаних робіт здійснюється за рахунок присутності в

моделі коефіцієнта дисконтування.

Завдяки цьому, наведена математична модель має можливість обліку різних невизначеностей і ризиків [19]. У моделі враховуються: ризик, пов'язаний з нестабільністю економічного законодавства і поточної економічної ситуації, умов інвестування і використання прибутку; ризик несприятливих соціально-політичних змін в країні або регіоні; неповнота або неточність інформації про динаміку техніко-економічних показників, параметрах нової техніки і технології; коливання ринкової кон'юнктури, цін, валютних курсів, тощо; невизначеність природно-кліматичних умов; виробничо технологічний ризик; невизначеність цілей, інтересів і поведінки учасників і ін.

2.3 Опис невідомих параметрів моделі

Математична модель для розрахунку ефективності організаційно-технологічних рішень по улаштуванню покрівель являє собою складну систему, окремі параметри якої вимагають детального розгляду. У цьому параграфі наведено опис невідомих параметрів моделі.

Всі невідомі параметри входять в три групи. До першої групи належать задавані параметри. До другої групи входять параметри, які можна визначити розрахунковим шляхом, по кожній з розглянутих технологій. У третю групу входять всі інші параметри, що вимагають експериментального визначення.

Далі необхідно з'ясувати, які з невідомих параметрів відносяться до відповідних груп. До заданих відносяться: обсяг виконуваних робіт; дальність транспортування матеріалів; фактична вартість матеріалів; загальна складська площа; тариф за одиницю продукції; тариф використання механізму за часом; вантажопідйомність автотранспортного засобу; заданий період економії експлуатаційних витрат; норма дисконту; горизонт розрахунку; вантажопідйомність автотранспортного засобу. Однак показник періоду

економії експлуатаційних витрат може не тільки задаватися, а й визначатися розрахунковим або експериментальним шляхом.

До параметрів математичної моделі, що вимагає розрахунку відносяться такі: витрати на оренду складських приміщень; заробітна плата складських робітників; складська площа, яку займає матеріал; маса матеріалів, що транспортується; коефіцієнт ліквідності платіжних засобів і економія витрат на експлуатацію об'єкта за розрахунковий термін служби покрівельного покриття.

Особливу складність представляє визначення експериментальних параметрів, таких як трудомісткість; кількість необхідних матеріалів; розрахунковий термін служби покрівельного покриття; кількість часу, який матеріал знаходиться на складі; тариф використання механізму за часом; середня швидкість автотранспортного засобу; час навантаження-розвантаження в одному робочому циклі автотранспортного засобу; тривалість використання механізму в одиниці продукції. Точність цих параметрів має важливу роль в загальній оцінці ефективності виробництва покрівельних робіт. Оцінка експериментальних показників наведена в главі 3.

Далі будуть розглянуті методи визначення параметрів математичної моделі, точна оцінка яких і їх інтервали дозволяють здійснювати планування фактично з будь-якою заданою надійністю. По ряду параметрів, дані, які необхідні для розрахунку, описані в пункті 2.2, безпосередньо при складанні математичної моделі.

При визначенні термінів експлуатації покрівель використовувалися нормативні документи [21,22].

Тривалість використання механізму в одиниці продукції, а також час навантаження і розвантаження автотранспортного засобу в одному робочому циклі визначалися безпосередньо під час виконання робіт декількома вимірами за допомогою секундоміра.

Трудомісткість, кількість необхідних матеріалів і витрати на засоби малої механізації визначалися для кожної з розглянутих технологій використання покрівельних покриттів з урахуванням факторів, що впливають на невідомі, таких як висотна відмітка виконання робіт і обсяг робіт по влаштуванню примикань.

Параметри, які вимагають розрахунку при визначенні витрат на виконання покрівельних робіт визначалися таким чином.

Витрати на оренду складських приміщень і заробітна плата складських робітників бралася з даних бухгалтерських розрахунків ремонтно-будівельної організації.

Складська площа, яку займає матеріал, а також маса матеріалів, що транспортуються визначаються виходячи з кількості необхідних матеріалів. Складська площа, яку займає матеріал, визначалася підсумовуванням площ окремо займаних кожним видом матеріалів в залежності від способу складування.

У ряді випадків економічно доцільним може виявитися застосування додаткового утеплення покрівель. Для розрахунку ефективності застосування додаткового теплоізоляційного шару необхідно визначення витрат на експлуатацію об'єкта до і після утеплення.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПОКРІВЕЛЬНИХ РОБІТ

3.1 Об'єкт і завдання досліджень підвищення ефективності

В експериментальній частині роботи в якості об'єктів дослідження виступають організаційно-технологічні варіанти виконання покрівельних робіт.

У процесі експериментального дослідження вирішувалися такі завдання:

- визначення трудомісткості при влаштуванні різних типів покрівель;
- визначення витрат на матеріали і засоби механізації на одиницю продукції;
- визначення термінів служби покрівельних покриттів, виконаних з різних конструктивних рішень;
- визначення тривалості завантаження-розвантаження автотранспортного засобу, середньої швидкості його руху і витрат часу на один робочий цикл;
- аналіз ефективності використання різних технологічних рішень при влаштуванні покрівель;
- аналіз можливостей створеної математичної моделі з розрахунку ефективності виробництва покрівельних робіт.

3.2 Експериментальне визначення факторів, що впливають на вибір конструкцій покриттів

При виконанні робіт по влаштуванню м'яких покрівель необхідно визначити для конкретного об'єкта конструкцію покриття, яка буде раціональною з точки зору його конструктивних особливостей, виробничого

призначення, фінансових можливостей замовника, пори року і термінів виконання робіт, необхідної довговічності покриття та інших факторів, що впливають на вибір певного варіанту ведення робіт.

Наявність органічної основи (картону) скорочує термін служби всієї конструкції покрівлі, виконаної з руберойду, через високий водопоглинання і нестійкості до гниття.

Пристрій покрівель шляхом наклеювання руберойду на гарячу бітумну мастику не рекомендується [2] і наведеними вище недоліками, в основному через коротке терміну служби покриття, і, як наслідок, високих середньорічних витрат на експлуатацію покрівлі. Ця технологія виконання робіт продовжує широко застосовуватися через малі витрати на матеріали і прості пристрої, а також вона застосовується на тимчасових будівлях і спорудах, що забезпечує їй певну частку ринку.

Застосування покрівель з матеріалів, що наплавляються на склооснові (скломаст, бікрост і ін.) Дозволяє збільшити деформативність стійкість, проводити роботи при негативних температурах, підвищити культуру виробництва.

Використання в конструкціях покрівель рулонних наплавляємих бітумно-полімерних матеріалів (ізоеласт, атаклон, бікроеласт і ін.) Дозволяє значно збільшити термін служби покриттів, але застосування даних рішень неприпустимо на вогнебезпечних об'єктах (підприємства нафтохімічного комплексу та ін.), ускладнене відсутністю місць зберігання газових балонів, а саме віддаленості об'єктів від місць заправки пропан-бутанової сумішшю. Обґрунтованість застосування технологій улаштування покриття з використанням бітумно-емульсійних мастик багато в чому залежить від збереження необхідних погодних умов під час стабілізації нанесеного шару. Імовірність змиву шару не стабілізованої емульсії тягне за собою значні витрати по відновленню фасаду будівлі і прилеглої території. Використання гарячих бітумних мастик (бітуму) небезпечно в процесі подачі матеріалів на поверхню покриття через високу робочу температуру (160-180°C).

Тому при визначенні остаточного варіанту ведення робіт необхідна

оцінка ефективності всіх можливих варіантів, а остаточний вибір повинен бути зроблений з урахуванням перерахованих вище та інших можливих причин, що впливають на раціональність застосування розглянутих конструкцій.

Раціональність конструкції покрівельного покриття, з точки зору виробничого призначення, визначається за результатами спостережень і залежить від ряду факторів: температурних обмежень по виконуваних поблизу певних об'єктів робіт, хімічної стійкості покриттів до виробничих викидів агресивних середовищ, естетичності, екологічності покриттів і технологій по їх пристрою.

Раціональність певної структури покриття визначається фінансовими можливостями замовника обумовлених тарифами підрядника на пристрій покрівель по порівнюваним конструкціям.

Величини тарифів покрівельних робіт по ринку Запорізької області приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Тарифи на покрівельні роботи в Запорізькій області

№ п.п.	Конструкція покриття	Тариф за од. продукції, грн/м ²
1	Руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, які укладаються на гарячу бітумну мастику	90
2	Скломаст "П" і скломаст "К", (вогневим методом)	130
3	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом)	110
4	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	180
5	Шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	80
6	Шар бітумно-емульсійної мастики й руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою	90
7	Шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	160
8	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	85
9	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	100

Раціональність конструкції покрівельного покриття визначається також порою року і термінами виконання робіт. Вплив пори року на певну конструкцію в основному обумовлюється зміною температури навколишнього повітря. Діапазон робочих температур, для окремих технологічних процесів влаштування покрівельного покриття наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Температурні діапазони виробництва покрівельних робіт

№ п.п.	Конструкція покриття	Діапазон робочих температур, °С
1	2	3
1	Руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, які укладаються на гарячу бітумну мастику	0...+ 40
2	Скломаст "П" і скломаст "К", (вогневим методом)	- 10...+ 40
3	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом)	-5...+ 40
4	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	-20...+40
5	Шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	0...+ 40
6	Шар бітумно-емульсійної мастики й руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою	0...+ 40
7	Шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	0...+ 40
8	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	0...+ 40
9	Руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	0...+ 40

Терміни виконання робіт по влаштуванню м'яких покрівель в основному залежать від продуктивності праці при застосуванні певного технологічного процесу. Продуктивність же праці залежить від складності робіт, тобто чим більше складність, тим більше часу і витрат праці потрібно для досягнення кінцевого результату. В ході проведення досліджень автором були встановлені показники трудомісткості, витрат на матеріали та механізми, наведені до одиниці продукції.

Таблиця 3.3 – Розрахунок трудовитрат і витрати матеріалів

Найменування ресурсів	Влаштування покрівель в один шар Р8-52-1	Влаштування примикань висотою 400 мм до бетонних стін Р8-53-2	Влаштування покрівель в два шари Р8-32-3	Ремонт покрівель в один шар Р8-48-1	Ремонт примикань висотою 400 мм до бетонних стін Р8-47-2	Ремонт покрівель в один шар по існуючому покриттю з додатковим шаром 30м ² Р8-17-1
Витрати праці робітників-будівельників, люд.год.	29,06	101,51	30,08	44,67	76,57	50,47
Середній розряд робітників-будівельників	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Пропан-бутан технічний, м ³	9,0	9,0	18,0	9,0	9,0	12,0
Грунтовка бітумна «Акваізол», т	0,0315	0,031	0,0315	0,042	0,033	0,04
Матеріал Акваізол або Руберіт, м ²	115,0	118,0	228,0	132,0	118,0	170,0
Витрати праці машиністів, люд.год	0,7866	0,5436	0,5436	0,7866	0,5766	0,7962
Автомобілі вантажні, до 3т, маш.год.	0,26	0,14	0,336	0,26	0,15	0,13
Кран переносний, маш.год.	0,45	0,36	0,54	0,45	0,38	0,62
Пальник газополум'яний, маш.год.	3,8	3,8	11,38	3,8	3,88	11,38
Дюбеля круглі 2,5x40мм, т	-	0,0016	-	-	0,017	-
Розчин цементний М150, м ³	-	1,05	-	0,03	0,2	-
Мастика бітумна холодна «Акваізол», т	-	0,0067	-	-	0,00067	-
Бензин-розчинник, т	-	0,01	-	0,012	0,01	-
Перфоратори електричні, маш.год.	-	23,5	-	-	-	-

Таблиця 3.4 - Перелік технологічного обладнання для виробництва покрівельних робіт (рекомендований)

Найменування машин, механізмів і обладнання	Тип, марка, ГОСТ	Призначення	Кількість на ланку
1	2	3	4
Балони для газу	ГОСТ 1586-84	Зберігання газу	2 шт.
Пальники газові	ГВ-1-02П	Розплавлення покривної маси	2 шт.
Каток диференційний	ИР-830	Прикатка	1 шт.
Захват-розкатник	-	Розкатка рулону	1 шт.
Каток ручний	ИР-735	Приклейка в місцях нахлестів	1 шт.
Візок для балонів з газом	р.ч. 1329-3.00.000	Перевезення	1 шт.
Редуктор для газу	БПО-5-2	Регулювання тиску	2 шт.
Рукава гумові діаметром 9 мм	ГОСТ 9356-75	Подача газу	50 м
Пальники рідко-паливні	ГВЭ-1	Розплавлення покривної маси	2 шт.
Бачок для рідкого палива	БГ-03	Зберігання рідкого палива	1 шт.
Гребок з гумовою вставкою	-	Ущільнення полотна	1 шт.
Нож покрівельний	18975-73	Різка матеріалів	1 шт.
Шпатель скребок	ТУ 22-3059-74	Здирання з поверхні основи цементного розчину	2 шт.
Рулетка 20 м	7502-69	Заміри	1 шт.
Захисні окуляри	2496-60	Захист робітників	2 шт.
Запобіжний пояс	5718-77	Страховка	4 шт.
Рукавиці	ГОСТ 12.4.010-75	-	6 шт.
Протипожежний інвентар	-	-	Компле
Аптечки	-	-	-
Компресор	К24, К25	Подача стисненого повітря	1 шт.
Захисна каска	9820-61	-	6 шт.
Безповітряний розпилювач	«Вагнер»	-	1 шт.
Ящик-контейнер для сміття	-	Збір сміття	1 шт.
Штани брезентові	ГОСТ 12.4.111-82	Захист робітника	4 шт.
Куртки х/б	ГОСТ 124.112-82	Захист робітника	4 шт.
Черевики шкіряні	ГОСТ 12.4.032-77	Захист робітника	4 шт.
Підйомник	Т-37,Т-41, Г/п	-	1 шт.

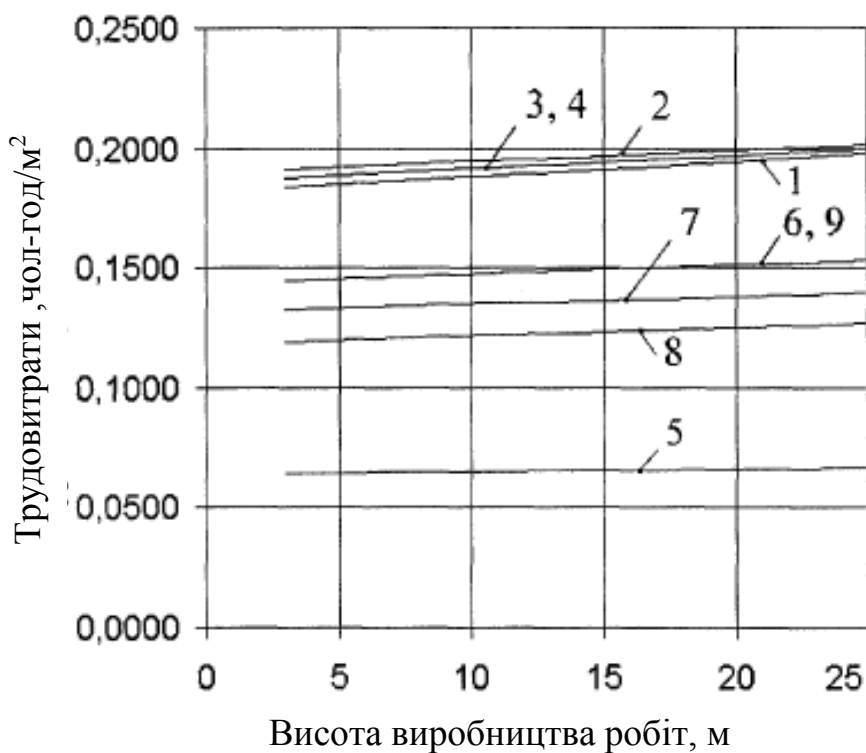


Рисунок 3.1 – Залежність питомої трудомісткості виконання покрівельних робіт від висотної позначки місця виконання робіт (при 10 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

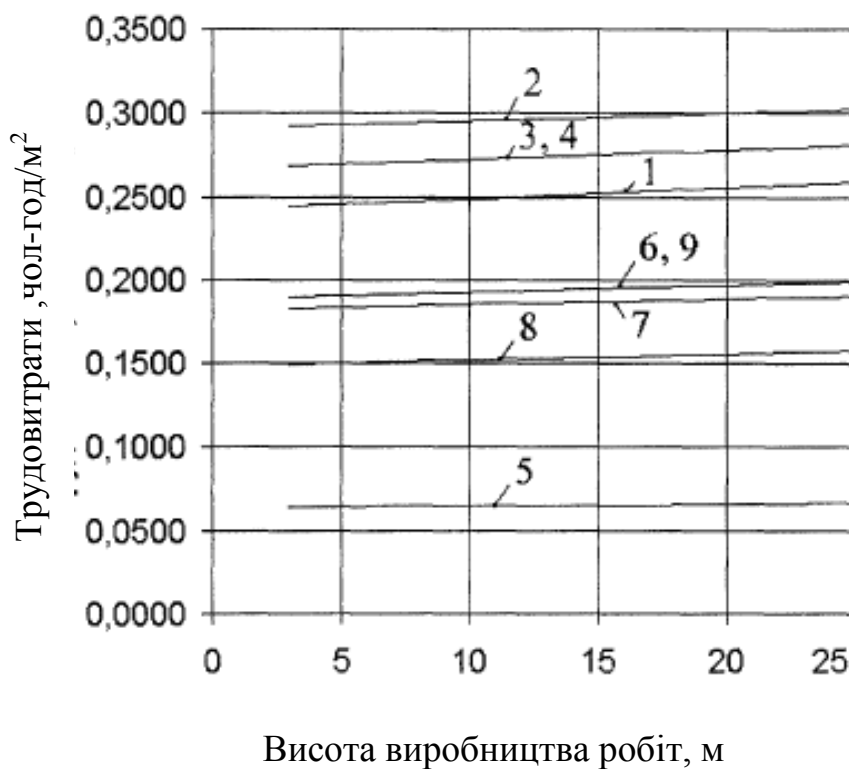


Рисунок 3.2 – Залежність питомої трудомісткості виконання покрівельних робіт від висотної позначки місця виконання робіт (при 30 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

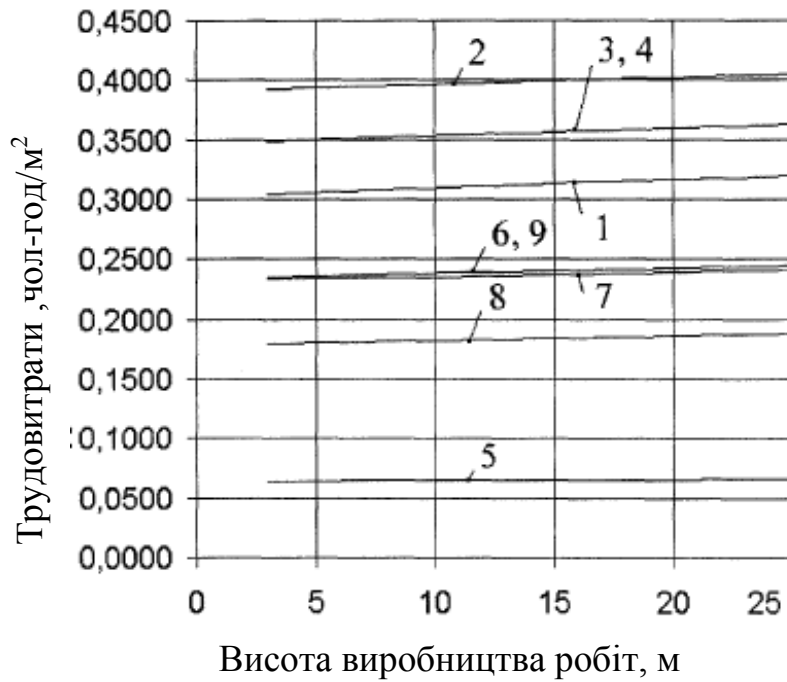


Рисунок 3.3 – Залежність питомої трудомісткості виконання покрівельних робіт від висотної позначки місця виконання робіт (при 50 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

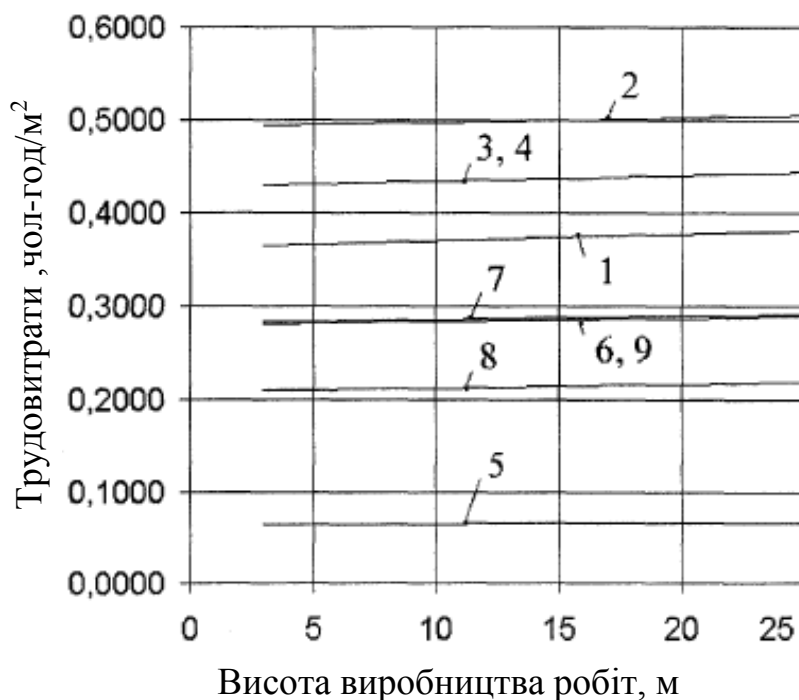


Рисунок 3.4 – Залежність питомої трудомісткості виконання покрівельних робіт від висотної позначки місця виконання робіт (при 70 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

На рисунках 3.1-3.4 приведені графіки залежності трудомісткості від зростання складності об'єкта для наступних дев'яти технологій влаштування покрівельних покриттів на основі розглянутих технологічних процесів:

- 1) руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, що укладаються на гарячу бітумну мастику;
- 2) скломаст "П" і скломаст "К", що укладаються за допомогою підплавлення нижнього шару рулонного матеріалу (вогневим методом);
- 3) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом);
- 4) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);
- 5) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 6) шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватої склосітки;
- 7) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);
- 8) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 9) руберойд РКП 350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики.

Раціональність вибору застосовуваної конструкції покрівельного покриття повинна диктуватися не тільки тарифами. Для замовника також є важливим параметром довговічність покрівельного покриття, так як цей параметр впливає на величину середньорічних витрат по експлуатації покрівельного покриття. Тому, нижче в табл. 3.5 наводяться розрахункові терміни служби покрівельних покриттів, виконаних щодо запропонованих в даній роботі технологіям, підтверджені лабораторними випробуваннями.

Таблиця 3.5 – Розрахунковий термін служби покрівельних покриттів

№ п.п.	Конструкція покрівельного покриття	Розрахунковий термін служби покрівель, год
1	2	3
1	руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, який укладається на гарячу бітумну мастику	2-4
2	скломаст "П" і скломаст "К", (вогневим методом)	5-7
3	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом)	4-6
4	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці та ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом)	8-10
5	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	4-6
6	шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою	3-5
7	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом)	10-15
8	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	3-5
9	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	4-6

3.3 Дослідження по визначенню витрат на виконання покрівельних робіт

Для замовника, одним з найважливіших факторів, при виборі певної конструкції покрівельного покриття, є тариф на дану конструкцію, який встановлюється підрядником. Цей тариф визначається виходячи з витрат підрядника на виконання робіт за даною технологією і прибутку, яку підрядник планує отримати від даної роботи, при цьому також повинні враховуватися середні ціни, що склалися на будівельному ринку в певному регіоні.

При проведенні досліджень в області визначення витрат на виробництво будівельно-монтажних робіт необхідно визначитися з чого складаються ці витрати. У даній роботі основні витрати на виконання покрівельних робіт

визначалися з урахуванням наступних груп витрат: на матеріали, механізми, заробітну плату, накладні витрати та інші витрати. У побудованій по цій структурі математичної моделі параграф 2 для визначення ефективності виробництва покрівельних робіт до витрат вимагає експериментального визначення поставилися витрати: на матеріали і механізми, які обчислюються в одиниці продукції. Ці витрати були отримані автором, після чого усереднені значення по окремих технологічних процесів, які були виділені з сформованих конструктивних і технологічних рішень, були занесені в узагальнюючі таблиці, наведені в параграфі 3. З цих таблиць видно пропорцію зростання витрат на матеріали та засоби механізації в залежності від зростання складності досліджуваних об'єктів.

Однак для того, щоб побачити різницю між технологіями і залежність від складності об'єкта, необхідно зупинитися на більш детальному розгляді перерахованих вище витрат.

Перш ніж перейти до детального розгляду цих витрат необхідно з'ясувати, які вихідні параметри були прийняті в даній роботі при аналізі ефективності влаштування покрівельних покриттів. У табл. 3.6 наведені загальні вихідні дані за всіма технологіями покрівельних покриттів. Вихідні дані по кожній окремій технології наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.6 - Загальні вихідні дані по технологіям

Найменування параметру	Значення
Група 1: Витрати на матеріали	
1. Втрати на оренду складських приміщень, грн./міс.	5 726
2. Заробітна плата складських робочих, грн./міс.	5 000
3. Загальна складська площа, м ²	1 212
4. Кількість часу, яке матеріал знаходиться на складі, час.	720
5. Кількість робочих часів в місяці, час.	166,25
Група 2: Витрати на заробітну плату	
1. Районний коефіцієнт до заробітної платні	1,15
2. Коефіцієнт, який враховує інші виплати	1,15
3. Середньомісячна заробітна плата робітників, грн./міс.	3 000

Продовження таблиці 3.6

1	2
Група 3: Витрати на механізми	
1. Дальність перевезки матеріалів, км	15
2. Середня швидкість автотранспортного засобу, км/год	30
3. Тариф використання за часом одного автотранспортного засобу, грн./год: а)КАМАЗ-5320 (для перевезки бітумно-емульсійної мастики) б)ГАЗ-3507, ЗІЛ-ММЗ (для перевезки матеріалів по всім технологіям)	143 97
4. Грузовантажність автотранспортного засобу, кг: а)КАМАЗ-5320 (для перевезки бітумно-емульсійної мастики) б)ГАЗ-3507, ЗІЛ-ММЗ (для перевезки матеріалів по всім технологіям) в)Ємність для перевезки гарячої бітумної мастики на базі ЗІЛ-ММЗ	6 000 4 000 2 000
Група 4: Накладні витрати	
1. Норматив накладних витрат, в процентах від суми фактичної величини коштів на оплату праці робочих основного виробництва	1,09
Група 5: Інші витрати	
1. Коефіцієнт, який враховує витрати на будівництво тимчасових будівель і споруд	0,004
2. Коефіцієнт, який враховує додаткові витрати при виробництві робіт в зимній час	0,0437
3. Коефіцієнт, який враховує резерв коштів на непередбачувані витрати	0,02
4. Коефіцієнт, який враховує витрати на перевезку робочих	0,025

Як видно з табл. 3.6, вихідні дані розділені по групах витрат, які є складовими собівартості будівельних робіт. Більш докладно про ці витрати говорилося в параграфах 2.2-2.3.

Таблиця 3.7 - Вихідні дані з матеріальних ресурсів, що використовуються в розглянутих конструкціях покрівель

Найменування матеріалу	Найменування параметра					
	Одиниця вимірювання	Питома вага матеріалу, кг/од. вим.	Норма витрати матеріалу од. вим./м ²	Складська площа, яку займає матеріал, од. вим/м ²	Фактична вартість матеріала, грн./од. вим.	Час погрузки-розгрузки в одному робочому циклі автотранспортного засобу, чол.-час./кг
1	2	3	4	5	6	7
1. Руберойд РКП-350	м ²	1,7	1,15	0,01	7,3	0,00158
2. Руберойд РКК-350	м ²	2,0	1,15	0,01	8,2	0,00194
3. Ізоеласт ЭКП-5,0	м ²	5,0	1,15	0,02	75	0,00485
4. Скломаст "П"	м ²	3,5	1,15	0,01	40	0,0034
5. Скломаст "К"	м ²	4,0	1,15	0,01	40	0,00388
6. Склосітка СПА-ПВА-115	м ²	0,2	0,46-1,15	0,001	15	0,0002
7. Гаряча бітумна мастика	кг	1,0	1,8-2,2	0,004	3,6	0,0045
8. Бітумно-емульсійна мастика	кг	1,0	6	0,00001	2,95	0,006

Витрати на матеріальні ресурси змінюються зі зростанням кількості примикань на одиницю площі покрівельного покриття, проте залишаються практично незмінними при збільшенні висоти місця проведення робіт. Ця залежність добре видно при розгляді окремих технологічних процесів, не менш цікавим є співвідношення складових витрат на матеріали щодо запропонованих технологій, див. табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Розподіл витрат по розглянутих технологіях

№ п/п	Конструкція покрівельного покриття	Транспортні витрати по доставці матеріалу, грн/м ²	Вартість матеріалів, грн/м ²	Витрати на зберігання матеріалів, грн/м ²	Всього, витрати на матеріали, грн/м ²
1	2	3	4	5	6
1	руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, який укла-дається на гарячу бітумну мастику	1-41	30-79	1-07	33-27
2	скломаст "П" і скломаст "К", (вогневим методом)	1-83	92-00	0-77	94-60
3	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом)	1-64	60-88	0-92	63-44
4	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці та ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	1-88	101-13	1-30	104-31
5	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	2-05	42-30	0,04	44-39
6	шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою	1-92	52-30	0-58	54-80
7	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	2-26	110-85	0-81	113-92
8	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	1-66	32-58	0-54	34-78
9	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	1-75	51-27	0-58	53-60

Дані в табл. 3.8 мають рекомендований характер і як приклад наводяться для об'єкта, розташованого на відстані 15 км від бази ремонтно-будівельного управління і при обсязі додаткових робіт по влаштуванню 10 погонних метрів примикань на 100 м² покрівельного покриття.

Як видно, основну частку витрат на матеріали становить вартість самих матеріалів (95-97%), далі 2-5% складають витрати на транспортування матеріалів і незначну частину, 1% або менше складають витрати на зберігання матеріалів.

Основну різницю у витратах на влаштування покрівель при зміні висоти виконання робіт складають витрати на засоби механізації, наведені на рис. 3.5-3.8, і заробітну плату.

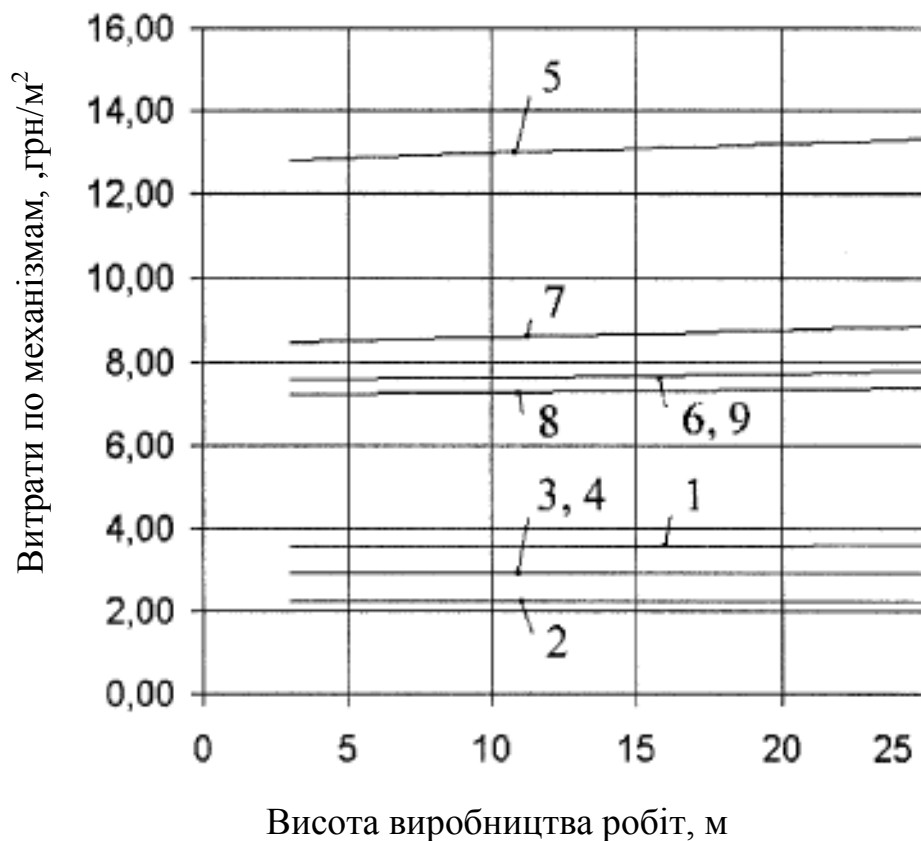


Рисунок 3.5 – Залежність витрат на механізми, приведені до одиниці продукції, при виконанні покрівельних робіт від висоти місця виконання робіт (при 10 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

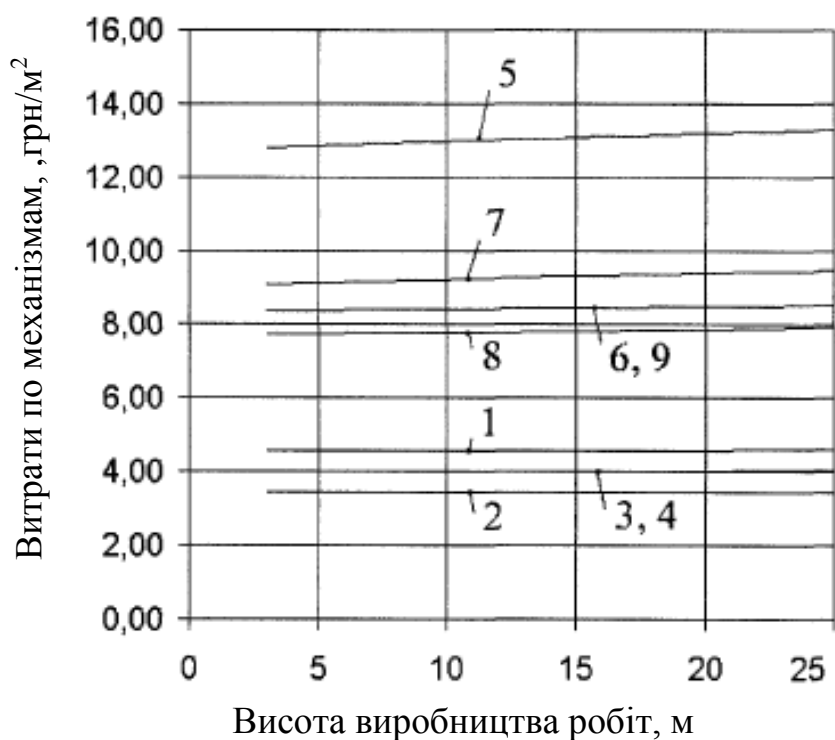


Рисунок 3.6 – Залежність витрат на механізми, приведених до одиниці продукції, при виконанні покрівельних робіт від висоти місця виконання робіт (при 30 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

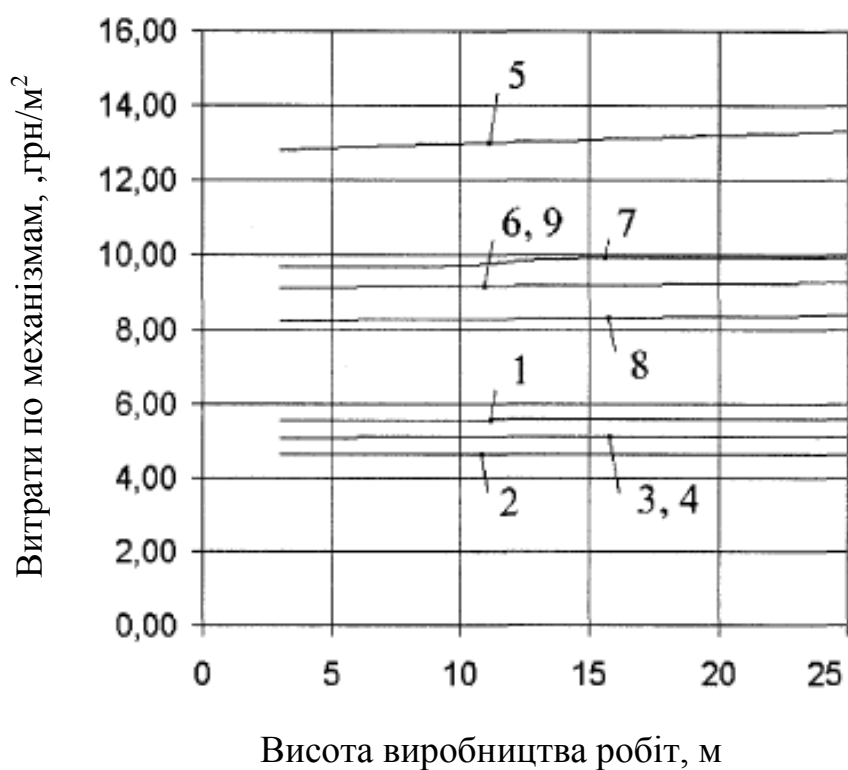


Рисунок 3.7 – Залежність витрат на механізми, приведених до одиниці продукції, при виконанні покрівельних робіт від висоти місця виконання робіт (при 50 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

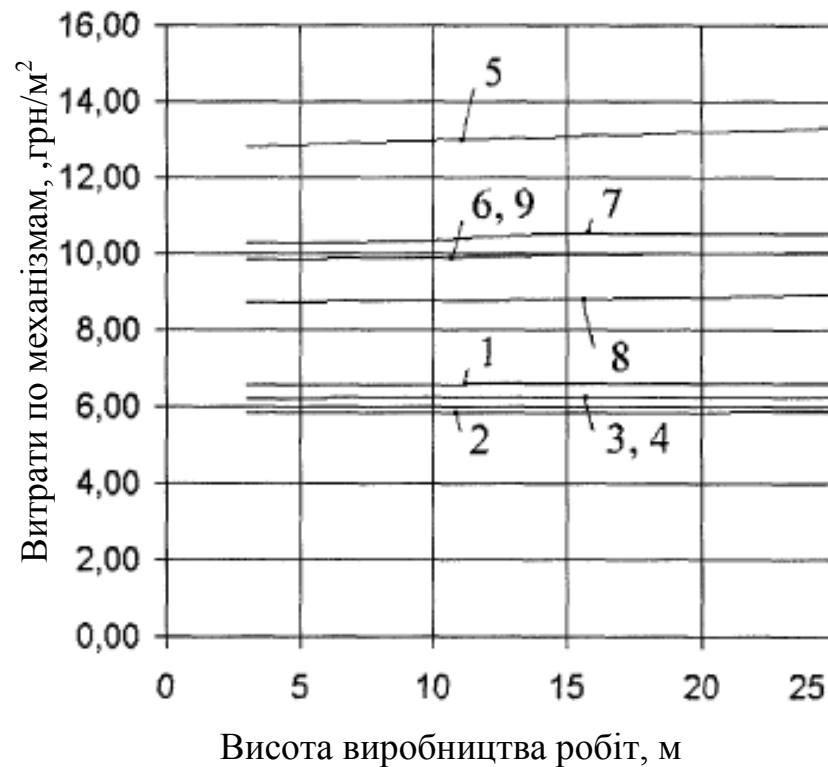


Рисунок 3.8 – Залежність витрат на механізми, приведених до одиниці продукції, при виконанні покрівельних робіт від висоти місця виконання робіт (при 70 погонних метрах примикань на 100 м² покрівельного покриття)

На рис. 3.5-3.8 приведені графіки залежності витрат на механізми від зростання складності об'єкта для наступних дев'яти технологій влаштування покрівельних покриттів на основі розглянутих технологічних процесів:

- 1) руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, що укладаються на гарячу бітумну мастику;
- 2) скломаст "П" і скломаст "К", що укладаються за допомогою підплавлення нижнього шару рулонного матеріалу (вогневим методом);
- 3) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом);
- 4) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);

- 5) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 6) шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою;
- 7) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);
- 8) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 9) руберойд РКП 350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики.

Як видно на рис. 3.5-3.8 пропорція підвищення витрат на засоби механізації при збільшенні висоти виконання робіт зберігається практично незмінною на об'єктах з кількістю примикань 10, 30, 50 і 70 погонних метрів на 100 м² покрівельного покриття.

Більш помітна різниця в розглянутих технологіях при зміні обсягу додаткових робіт на одиницю площі покрівельного покриття, так, на практично повністю автоматизованій п'ятій технології витрати на механізми зі збільшенням примикань майже не змінюються, а на інших технологіях видно наближення витрат на засоби механізації до п'ятої технології.

При збільшенні висоти об'єкта і кількості примикань на одиницю площі покрівельного покриття спостерігається зміна витрат на заробітну плату. Аналітична залежність яких приведена на рис. 3.1-3.4, так як ці витрати залежать від трудомісткості розглянутих технологічних процесів. Різниця в заробітній платі між аналізованими технологіями представлена в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Витрати на заробітну плату на одиницю продукції

№ п/п	Конструкція покрівельного покриття	При влаштуванні покриття на висоті 3 м і кількості примикань 10 м.п., тис. грн/м ²	При влаштуванні покриття на висоті 25 м і кількості примикань 70 м.п., тис. грн/м ²
1	2	3	4
1	руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, який укладається на гарячу бітумну мастику	4-39	9-10
2	скломаст "П" і скломаст "К", (вогневим методом)	4-57	12-08
3	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом)	4-47	10-59
4	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці та ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	4-47	10-59
5	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	1-53	1-59
6	шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою	3-45	6-93
7	шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЭКП-5,0 (вогневим методом)	3-16	6-96
8	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	2-84	5-22
9	руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики	3-45	6-93

Дані в табл. 3.9 наведені для об'єкта, розташованого на відстані 15 км від бази ремонтно-будівельного управління і при обсязі додаткових робіт по

влаштуванню 10 погонних метрів примикань на 100м² покрівельного покриття, і середню заробітну плату одного робітника 6000 грн/міс.

З наведених таблиць видно, що найбільші витрати припадають на технології з комбінацією найбільш трудомістких технологічних процесів, таких як влаштування руберойдної покрівлі або покрівлі з наплавляемого матеріалу. При застосуванні автоматизованих технологій витрати на заробітну плату зменшуються. Зі збільшенням складності об'єкта та використанням автоматизованих технологій витрати на заробітну плату мають незначне зростання. Однак, при використанні руберойдної або наплавляємої технології витрати на заробітну плату мають значний приріст. Як видно на рис. 3.5-3.8, автоматизація виробництва робіт пов'язана зі збільшенням витрат на засоби механізації.

Загальне порівняння різних технологічних варіантів виробництва покрівельних робіт може здійснюватися шляхом порівняння собівартості покрівельного покриття. На графіку собівартості, наведеному на рис. 3.9, наведено порівняння всіх перерахованих вище витрат: на матеріали, механізми, заробітну плату, накладні витрати і планові накопичення по всіх розглянутих технологій.

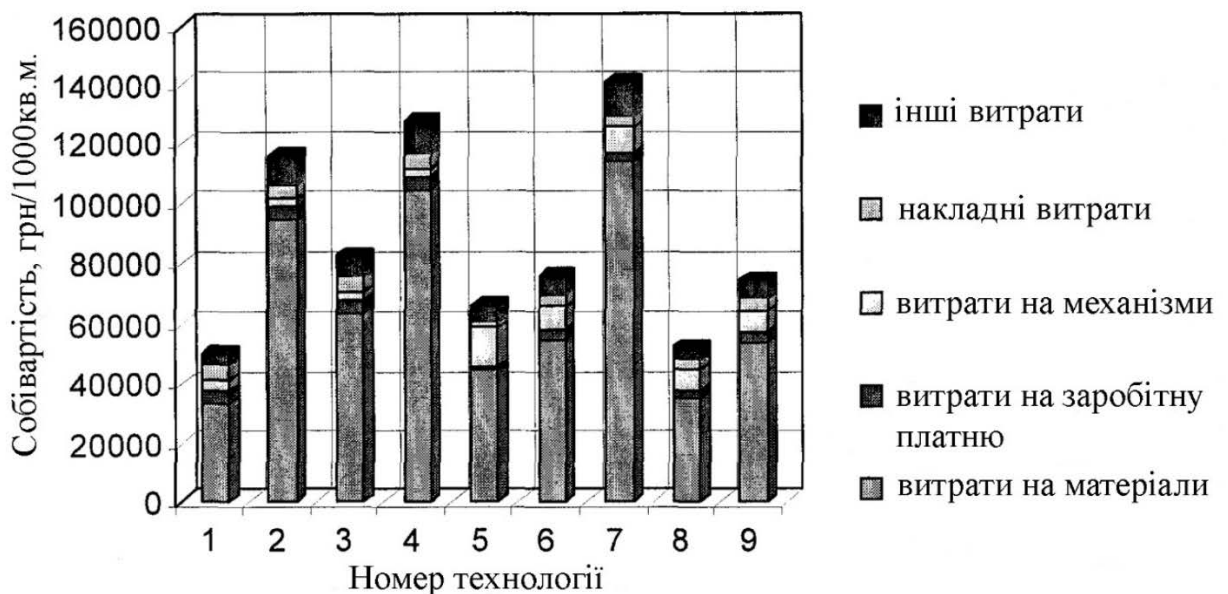


Рисунок 3.9 – Собівартість влаштування 1000м² покрівельного покриття по технологіям, які розглядаються

На рисунку 3.9 наведено графік собівартості влаштування 1000 м² покрівельного покриття при 10 п. м. примикань на 100 м² покрівельного покриття для висоти виконання робіт 3 м по всім дев'яти аналізованих технологій влаштування покрівлі: руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, що укладаються на гарячу бітумну мастику; скломаст "П" і скломаст "К", що укладаються за допомогою підплавлення нижнього шару рулонного матеріалу (вогневим методом); руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом); руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом); шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики; шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою; шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом); руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики; руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики.

На графіку видно, що найбільшу собівартість мають технології №7 та №4 з використанням дорогого бітумно-полімерного матеріалу ізоеласт; трохи меншу собівартість має технологія №2 з використанням наплавленого бітумного матеріалу скломаст, далі з невеликою різницею між собою знаходяться технології №3, 6 і 9. Меншу собівартість мають технології №1, з використанням двох шарів руберойду, №8 складається з шару руберойду і шару бітумно - емульсійної мастики. Рис. 3.9 відображає пропорцію між складовими собівартості за різними технологіями. З малюнка видно, що основну частину витрат при виконанні робіт складають витрати на матеріали, інші, разом узяті, складають менше 1/3 від собівартості. При цьому у різних варіантів технологій в решти витрат, якщо не враховувати інші витрати, домінують або витрати на механізми, або, приблизно рівні частки, витрати на заробітну плату, механізми і накладні витрати.

Однак, графік собівартості влаштування покрівельних покриттів не може уявити всієї повноти явища, з огляду на те, що конструкції мають різні терміни служби. Тому, на рис. 3.10 представлений наведений графік собівартості покрівельних покриттів, що відображає собівартість аналізованих конструктивних рішень, наведену до одного року експлуатації.

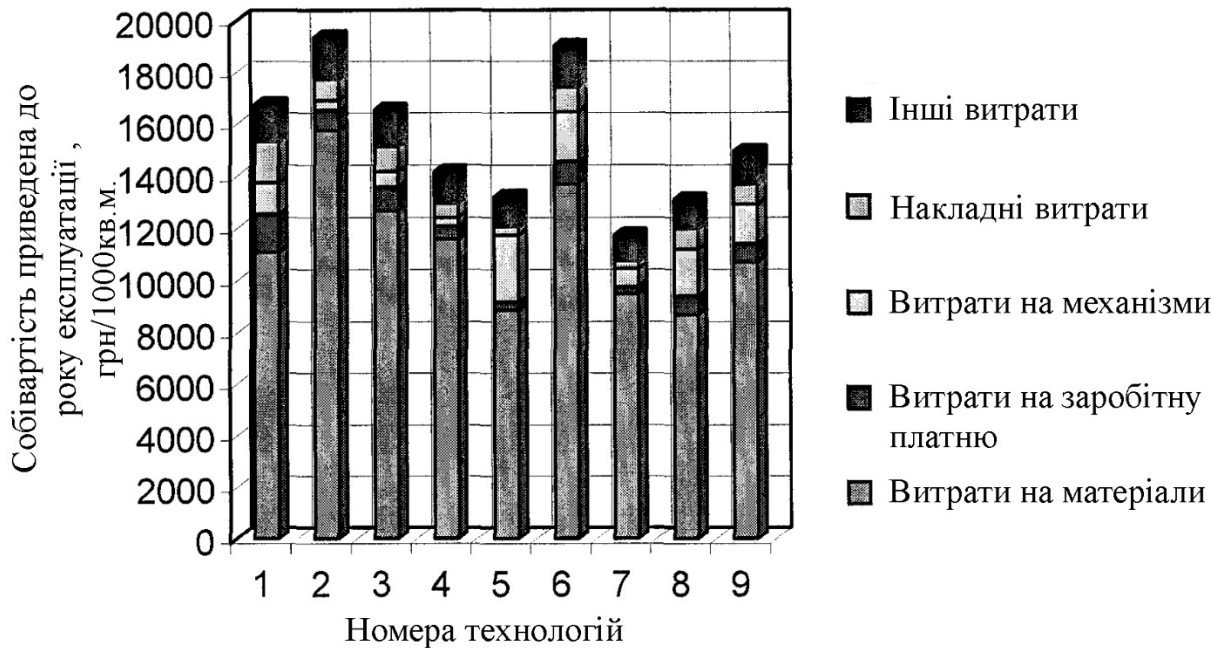


Рисунок 3.10 – Середньорічна собівартість влаштування 1000м² покрівельного покриття щодо запропонованих технологій

На рис. 3.10 наведено графік середньорічної собівартості влаштування 1000 м² покрівельного покриття при 10 п. м. примикань на 100 м² покрівельного покриття, висоти місця виконання робіт 3 м по всім дев'яти аналізованим технологіям. Для порівняння рис. 3.9 і 3.10, конструктивні рішення і варіанти технології розташовуються в однаковій послідовності.

З порівняння рис. 3.9 і 3.10 видно, що технологія №1, що мала найнижчу собівартість при приведенні до середньорічного показника виявляється однією з найдорожчих. Більш високі витрати на влаштування покрівельних покритті мають тільки конструкція за технологією №2, що складається з двох шарів скломасту і конструкція за технологією №6, з одного шару руберойду, армуючого і покривного шару з бітумно-емульсійної мастики. Найбільш економічною є технологія №7, яка складається з шару бітумно-емульсійної

мастики і одного шару ізоеласту, в основному завдяки довговічності бітумно-полімерного матеріалу.

3.4 Експериментальні дані щодо зниження витрат на експлуатацію після додаткового утеплення

Необхідність реалізації комплексу енергозберігаючих заходів при проектуванні і будівництві об'єктів, і в першу чергу скорочення витрат на опалення і вентиляцію об'єктів відображено у змінах норм по теплозахисту будівель [5].

При виконанні робіт по ремонту м'яких покрівель виникає необхідність оцінити економічну доцільність влаштування додаткового утеплення, який дозволить оцінити кінцевий результат - рівень енергоспоживання будівлі [17].

Результати розрахунків тепловтрат через огорожувальні конструкції і вентиляцію до і після додаткового утеплення за умови внутрішньої температури + 16 ° С [16] зведені в табл. 3.10 і 3.11.

Таблиця 3.10 - Розподіл втрат тепла через конструкції будівлі до теплоізоляції покрівельного покриття

Вид огорожувючих конструкцій	Площа огорожувючих конструкцій, м ²	Приведений опір теплопередачі огорожувючих конструкцій, м ² -°С/Вт	Тепловтрати	
			ГДж/год	В процентах до загального об'єму
1	2	3	4	5
Ліхтар	360	0,15	1163,29	6,26
Стіни	2170,8	1,0675	985,66	5,31
Вікна	345,6	0,34	492,69	2,65
Ворота	75,6	0,6	61,07	0,33
Підлоги	864	14,2	29,49	0,16
Покриття	10368	0,9081	5533,98	29,79
Витрати тепла на вентиляцію	-	-	10308,53	55,5

Таблиця 3.11 - Розподіл втрат тепла через конструкції будівлі після додаткової теплоізоляції покрівельного покриття

Вид огорожуючих конструкцій	Площа огорожуючих конструкцій, м ²	Приведений опір теплопередачі огорожуючих конструкцій, м ² -°C/Вт	Тепловтрати	
			ГДж/год	В процентах до загального об'єму
1	2	3	4	5
Ліхтар	360	0,15	1163,29	7,21
Стіни	2170,8	1,0675	985,66	6,11
Вікна	345,6	0,34	492,69	3,05
Ворота	75,6	0,6	61,07	0,38
Підлоги	864	14,2	29,49	0,18
Покриття	10368	1,622	3097,52	19,19
Витрати тепла на вентиляцію	-	-	10308,53	63,88

З метою досягнення оптимального співвідношення витрат на додаткове утеплення і одержуваного ефекту від зниження енергоспоживання доцільно провести утеплення покриття до рівня приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій покриття 6224 м²-°C/Вт плитним мінераловатним утеплювачем ППШ-200 (ТУ 67-16-207-93). Одноразові витрати на додаткове утеплення квадратного метра покриття складає $C_y \sim 959,6$ грн/м². В результаті додаткового утеплення існуючого покрівельного покриття мінераловатними плитами підвищеної жорсткості на карбамідному сполучному (ТУ 67-16-207-93, ТУ 5762-005-45757203-99) тепловтрати через покриття скорочуються на 24636,46 ГДж на рік, що становить 44% від тепловтрат через неутеплені покриття або на 13,12% від енергоспоживання будівлі. Річна економія після проведення заходів з енергозбереження [17] складе 119,2 грн/м² або 0,235 ГДж/м², а в цілому по будівлі за рахунок додаткового утеплення покриття 2436,47 ГДж або 1235 тис. грн. на рік.

Результати із застосуванням утеплення для розглянутих варіантів покрівельного покриття наведені на рис. 3.11.

На рис. приведена цільова функція №3 для замовника, на гістограмі наводяться середньорічні витрати для кожного аналізованого в роботі технологічного рішення, при цьому номери і порядок технологій, наведених під гістограмами відповідають списку наведеного вище.

В результаті проведених розрахунків і аналізу, наведених вище, простежується зміна пропорцій середньорічних витрат замовника при влаштуванні покрівельного покриття з утеплювачем та без нього. Більш ефективною на рис. 3.11 виявляється технологія № 7 (шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеластом ЕКП-5,0 наклеюється вогневим методом), так як при її застосуванні мінімізуються середньорічні витрати замовника на влаштування утепленого покрівельного покриття. При цьому розподіл витрат за технологіями залишилося тим же, однак пропорції витрат значно змінилися. Так при використанні найменш ефективною технологією №1 після утеплення вдається скоротити середньорічні витрати практично в 2 рази, а при використанні найбільш ефективною технологією №7 середньорічні витрати після додаткового утеплення знижуються майже в 10 разів.

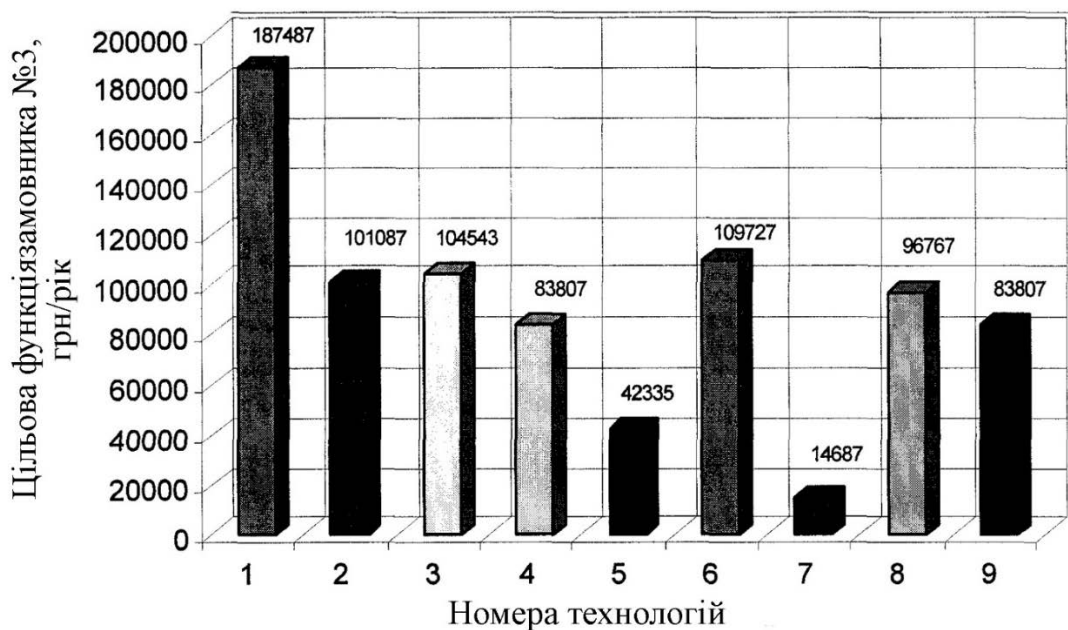


Рис. 3.11 Показники середньорічних витрат замовника на будівельні роботи з урахуванням зниження середньорічних експлуатаційних витрат (цільової функції замовника № 3) щодо запропонованих технологій для об'єкта площею 10368 м², заввишки 6 м (будівельний цех)

3.5 Дослідження в області оцінки ефективності технологій робіт

Згідно представленої в третьому розділі економіко-математичної моделі, у підрядника і замовника розрахункові показники ефективності технологічних рішень можуть бути різними, а обрані варіанти виконання покрівельних робіт можуть не задовольняти сторони. У моделі наведені чотири цільові функції для визначення ефективності: одна для підрядника і три для замовника. Насправді їх може існувати набагато більше.

У цьому параграфі розглянуті приклади оцінки ефективності прийнятих раніше дев'яти технологічних рішень, в залежності від умов, що склалися і використаних підходів.

Залежність ефективності виконання робіт підрядником в залежності від дальності транспортування матеріалів, з урахуванням прийнятих до дослідження дев'яти технологій, наведена на рис. 3.12- 3.14. Розглянуті в розділі технології, на графіках позначаються виносками. Номери виносок відповідають наступним найменуванням:

- 1) руберойд РКП-350 і руберойд РКК-350, що укладаються на гарячу бітумну мастику;
- 2) скломаст "П" і скломаст "К", що укладаються за допомогою підплавлення нижнього шару рулонного матеріалу (вогневим методом);
- 3) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і скломаст "К" (вогневим методом);
- 4) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);
- 5) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;
- 6) шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою;

7) шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0 (вогневим методом);

8) руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики;

9) руберойд РКП 350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики.

З графіків видно, що показники ефективності і дальності транспортування матеріалів лінійно залежні. Значення всіх функцій на рис. 3.12-3.14 зі збільшенням відстані монотонно зменшуються. При визначенні ефективності наведеної до одиниці площі влаштовуваних покриттів у всіх трьох малюнках найбільш ефективною виявляється технологія № 4.

На рис. 3.12, 3.13 видно як значно відрізняється ефективність для підрядника в залежності від зміни складності влаштовуваного покривельного покриття (кількості примикань на одиницю площі покрівлі). При їх збільшенні ефективність істотно знижується. Найбільше зниження ефективності зі збільшенням дальності транспортування спостерігається на технологіях №6 (шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК- 350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою) і №2 (два шари скломаст наклеюються вогневим методом). При цьому на рис. 3.13 видно, що при 10 п. м. примикань і висоті об'єкта 3 м, при відстані до 15 км технологія №6 трохи навіть перевершує по ефективності технологію №5 (шар бітумно емульсійної мастики з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики).

Згідно рис. 3.13, 3.14 висота об'єкта надає значно менший вплив на ефективність, в порівнянні зі складністю покривельного покриття.

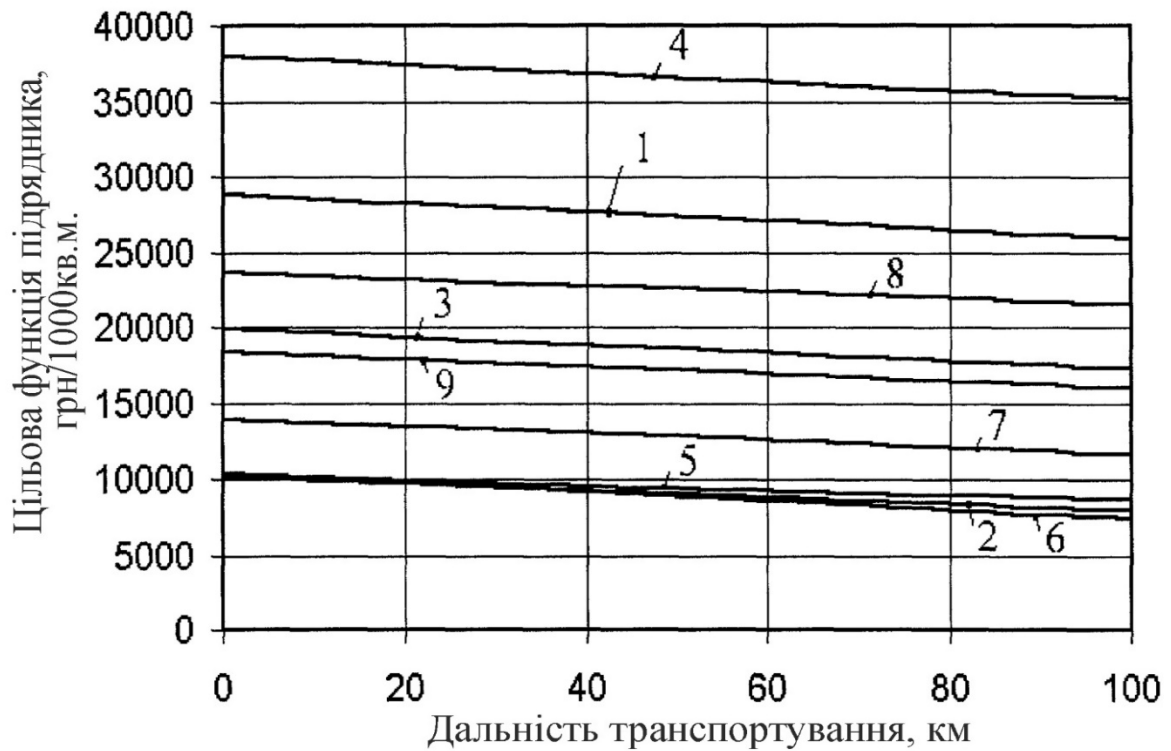


Рисунок 3.12 Залежність ефективності технологій від дальності транспортування матеріалів (при 10 метрах погонних примикань на 100 м^2 покрівельного покриття і висоті виконання робіт 3м)



Рисунок 3.13 – Залежність ефективності технологій від дальності транспортування матеріалів (при 70 метрах погонних примикань на 100 м^2 покрівельного покриття і висоті виконання робіт 3м)



Рисунок 3.14 Залежність ефективності технологій від дальності транспортування матеріалів (при 70 метрах погонних примикань на 100 м² покрівельного покриття і висоті виконання робіт 25м)

На рис. 3.15, 3.16 приведена залежність цільової функції підрядника, від зміни тарифів за технологіями при різній складності і висоті об'єкта досліджень і заданій дальності транспортування матеріалів. З графіків видно, що з точки зору підрядника, який розглядає ефективність, наведену до одиниці площі, вигідно використовувати технології, в яких застосовуються дорогі матеріали, так як цільова функція максимізується.

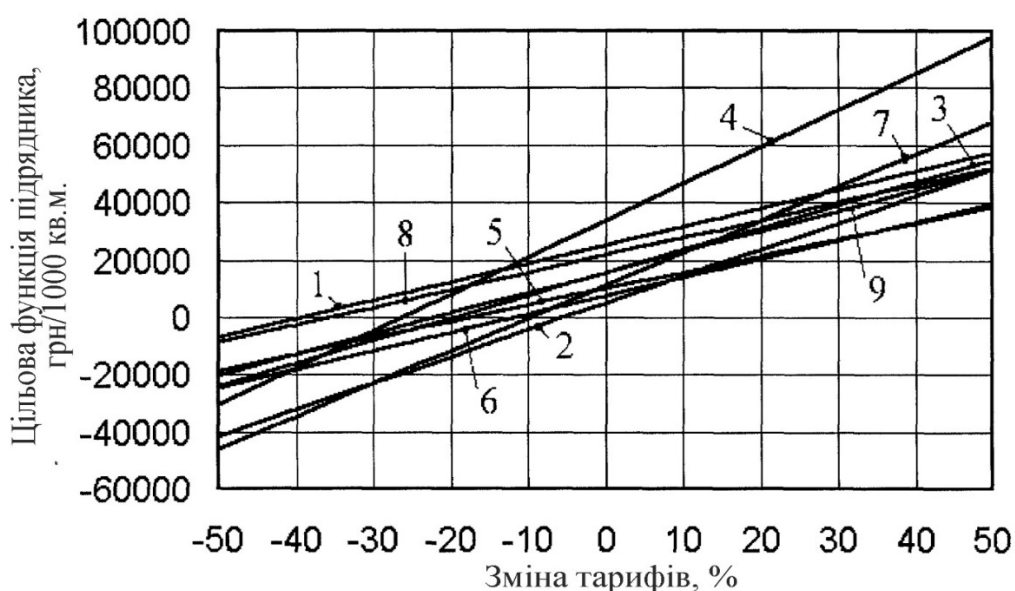


Рис. 3.15 Залежність одержуваних доходів (цільової функції підрядника) від зміни тарифів за технологіями (при 30 метрах погонних примикань на 100 м² покрівельного покриття і висоті виконання робіт 9м), при перевезенні матеріалів на відстань 15 км

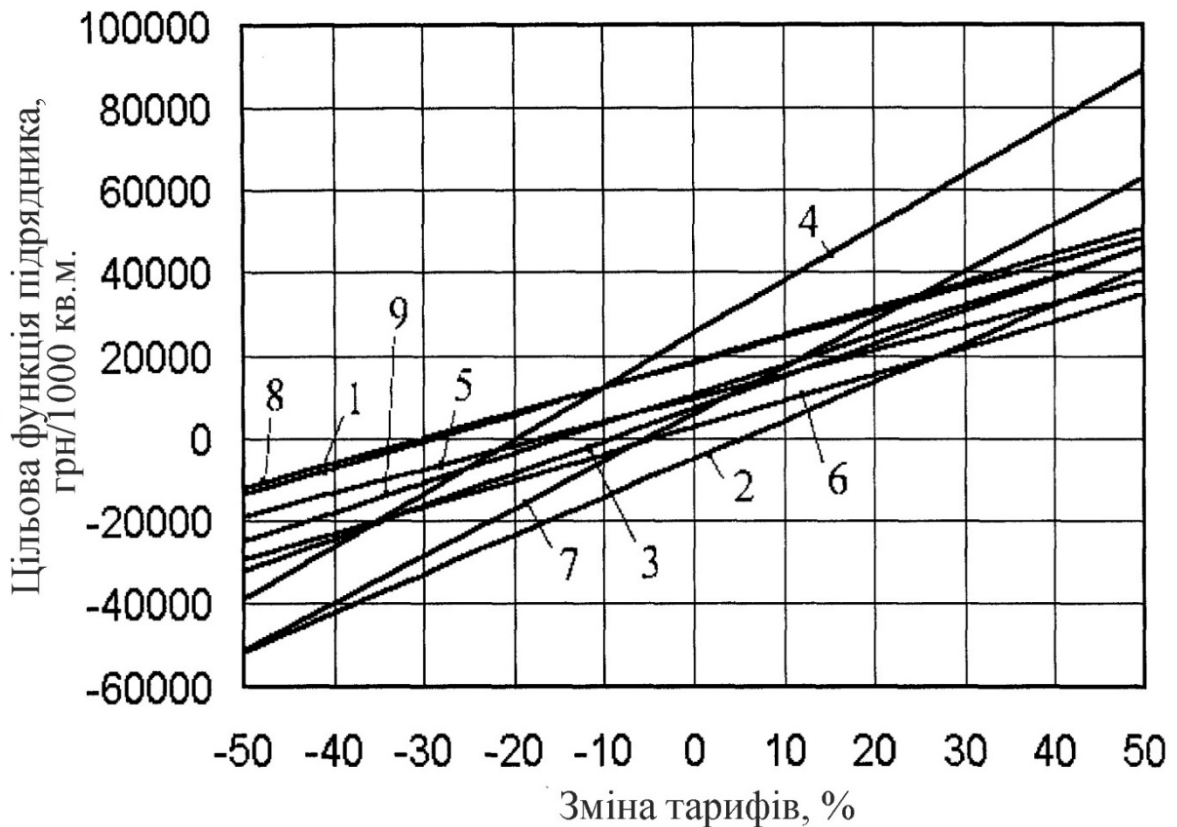


Рис. 3.16 Залежність одержуваних доходів (цільової функції підрядника) від зміни тарифів за технологіями (при 70 метрах погонних примикань на 100 м² покрівельного покриття і висоті виконання робіт 25 м), при перевезенні матеріалів на відстань 15 км.

Замовнику, відповідно до рис. 3.17, 3.18, вигідно використовувати зовсім інші технології. Для цільової функції № 1 замовника це технологія №5 (шар бігумно-емульсійної мастики з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики); №8 (руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики); №1 (два шари руберойду на гарячій бітумній мастиці); №6 (шар бітумно-емульсійної мастики і руберойд РКК-350 на гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою). Для оцінки по другій цільовій функції - це технологія №7 (шар бітумно-емульсійної мастики, армований ніздрюватою склосіткою і ізоеласт ЕКП-5,0); №4 (руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП- 5,0); №5; №9 (руберойд РКП-350 на

гарячій бітумній мастиці, з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики). Нагадаємо, що цільова функція № 2 відрізняється від першої тим, що ефективність наводиться до року експлуатації об'єкта. Прийняті за функціями обох графіків рішення при оптимізації необхідно мінімізувати.

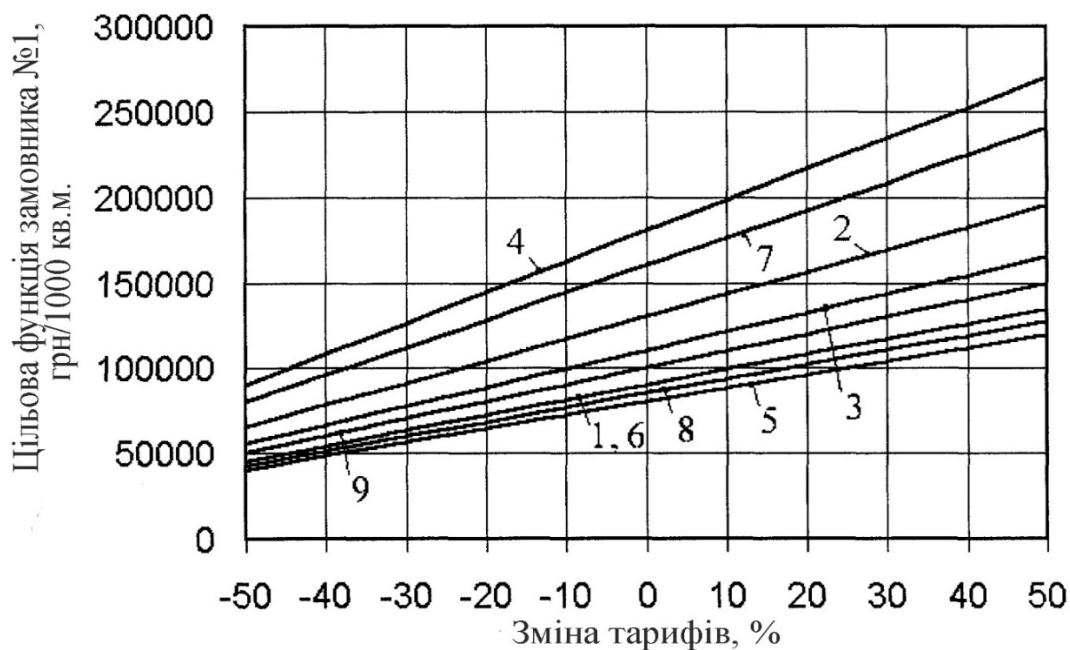


Рис. 3.17 Залежність витрат замовника на будівельні роботи (цільової функції замовника № 1) замовника від зміни тарифів за технологіями

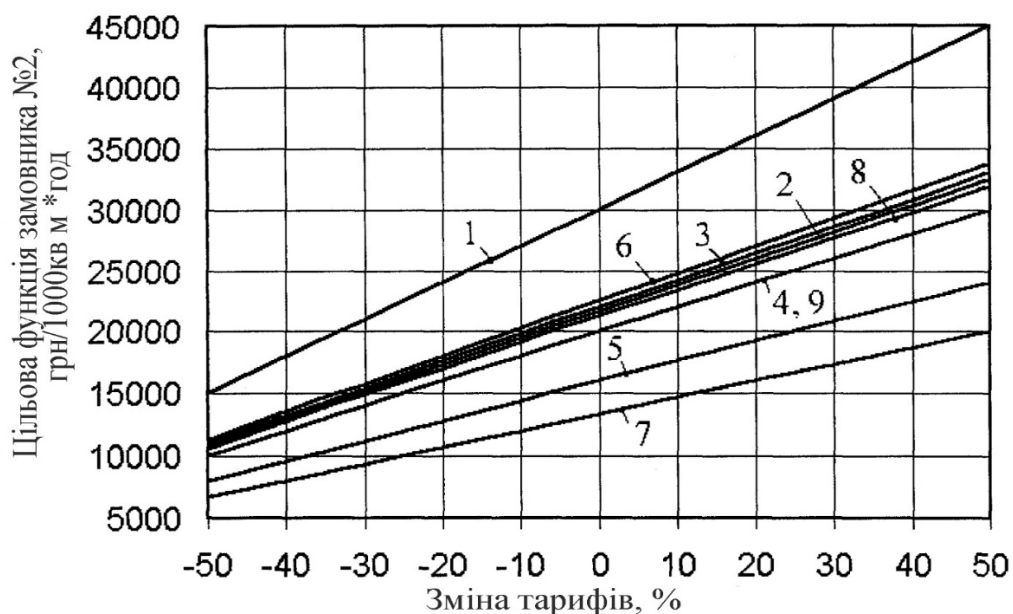


Рис. 3.18 Залежність середньорічних витрат замовника на будівельні роботи (цільової функції замовника № 2) від зміни тарифів за технологіями

Ефективність підрядника можна визначати і за іншим, ніж описано вище. Наприклад, привести одержувану виручку ні до одиниці продукції, а до одиниці часу. Прийнята таким чином цільова функція, може дати зовсім інші пріоритети у виборі технологічного рішення влаштування покрівельного покриття. На графіках значення цільових функцій максимізуються. Найбільш ефективними стають технології високопродуктивні, ті у яких трудомісткість мінімальна. До таких, як показують графіки на рис. 3.19, 3.20, відносяться, за певних тарифах, складності і висоті об'єктів, в тому числі і мастичні технології. З рис. 3.19 і 3.20 видно, що можна виділити зони ефективного використання тих чи інших технологій. Так, наприклад, на рис. 3.19 при 70 п. м. примикань на 100 м² покриття і висоті виконання робіт 25 м виділяються три зони, на яких найбільш ефективними позмінно є технології №1 (два шари руберойду на гарячій бітумній мастиці) - при низьких тарифах; №8 (руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики) - при тарифах, встановлених трохи нижче середнього; №5 (шар бітумно-емульсійної мастики з армуванням ніздрюватою склосіткою і покривний шар з бітумно-емульсійної мастики) - при нормальних і високих тарифах. На рис. 3.20, при 10 п. м. примикань на 100 м² покриття і висоті об'єктів близько 3 м, вже можна виділити чотири зони, на яких спостерігається теж розподіл, що і на рис. 3.19, але при нормальних тарифах і тарифах збільшених до 22% лідируюче положення займає технологія №4 (руберойд РКП-350 на гарячій бітумній мастиці і ізоеласт ЕКП-5,0).

Таким чином, на основі обробки даних можна зробити висновок про доцільність використання другої цільової функції підрядника, яка буде відрізнятися від використовуваної в моделі (див. Розділ 2) тим, що оцінюваний ефект співвідноситься з виконаним обсягом робіт, а з одиницею часу (часом роботи, тривалістю зміни і т. д.).

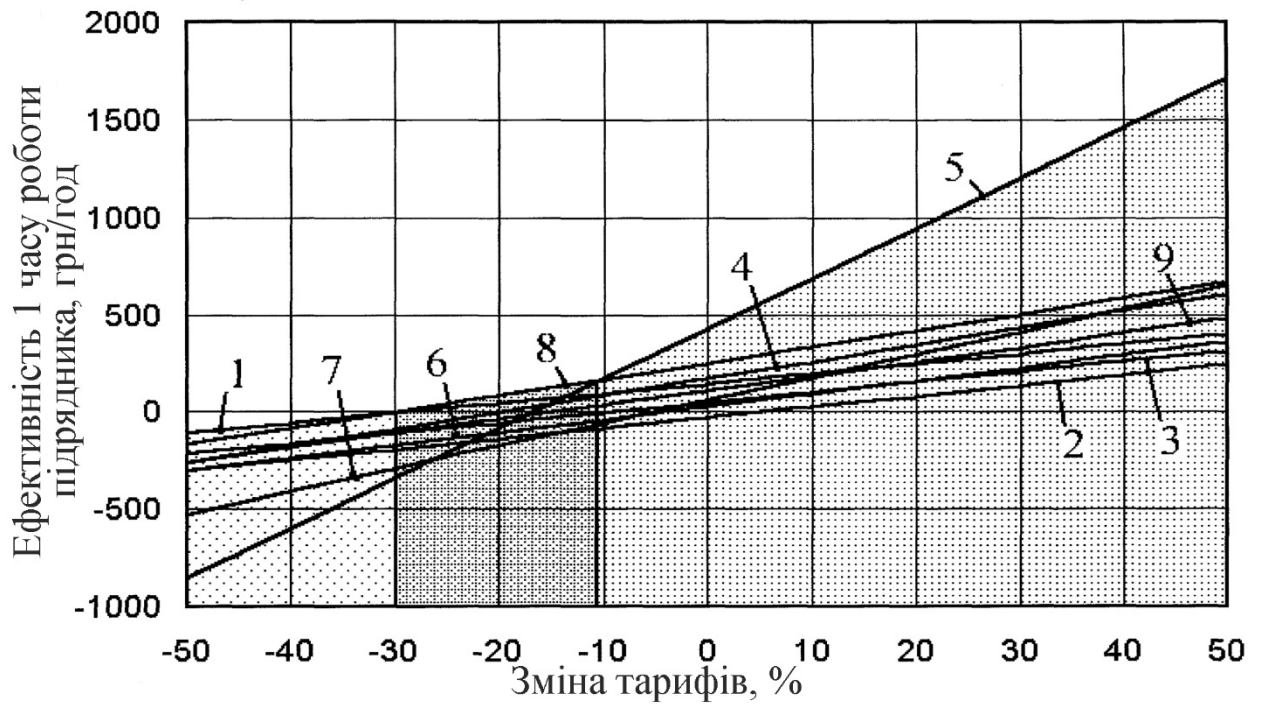


Рисунок 3.19 Залежність ефективності 1 години роботи підрядника від зміни тарифів за технологіями (при 70 метрах погонних примикань на 100 м² покрівельного покриття і висоті виконання робіт 25 м)

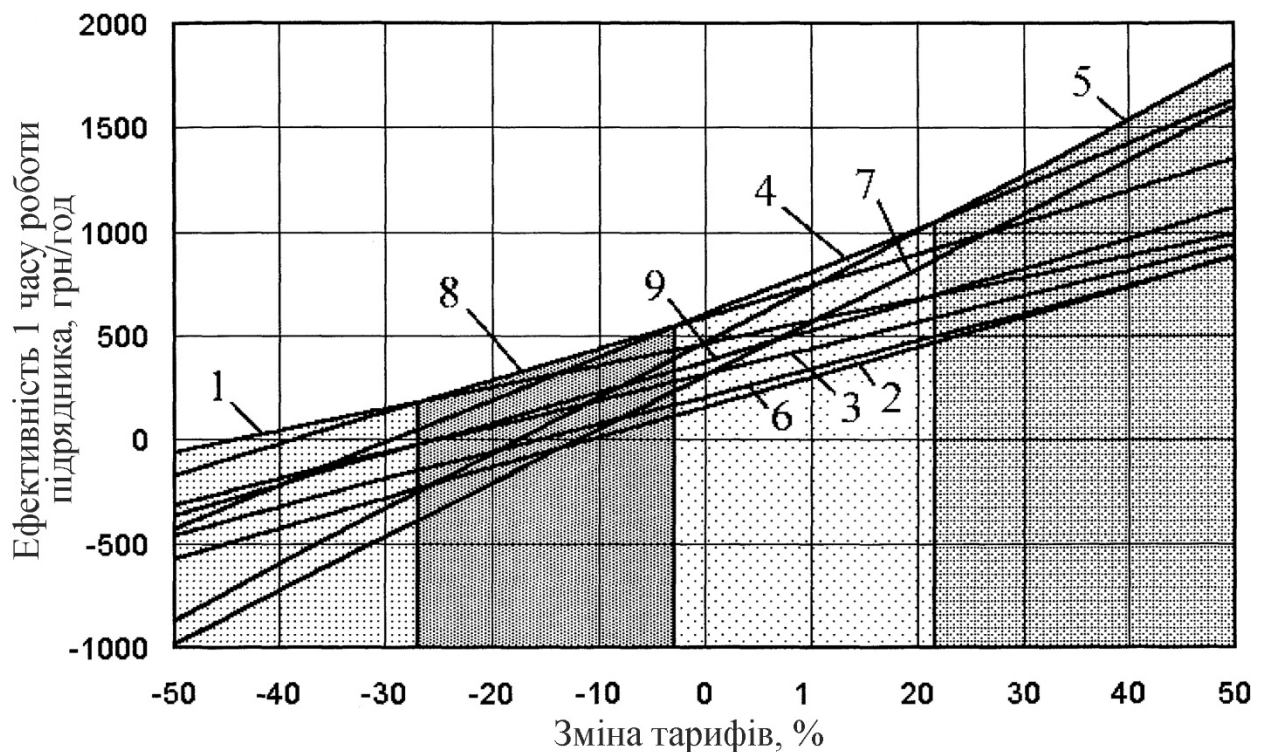


Рисунок 3.20 Залежність ефективності 1 години роботи підрядника від зміни тарифів за технологіями (при 10 метрах погонних примикань на 100 м² покрівельного покриття і висоті виконання робіт 3 м)

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано економічно доцільні області застосування технологій виробництва покрівельних робіт в залежності від типу покрівельних покриттів, тарифів, дальності транспортування матеріалів, стратегії поведінки підрядника і замовника.

2. Обґрунтовано показник оцінки ефективності технології покрівельних робіт - чистий дисконтований дохід, який дозволяє комплексно оцінити витрати на виробництво робіт і одержувані результати, а також привести їх за часом.

3. Визначені фактори, що впливають на вибір конструкцій покриттів. Серед цих факторів велику питому вагу мають трудомісткість одиниці продукції, величина тарифу виконання робіт, вартість будівельних матеріалів.

4. Приведено економіко-математичну модель вибору ефективного варіанту організаційно-технологічного рішення влаштування покрівельних покриттів.

Модель характеризується наступними можливостями:

- відповідає критерію оцінки ефективності - чистому дисконтованого доходу;
- дозволяє розглядати організацію будівельних робіт як вірогідну систему;
- дозволяє проводити оцінку ефективності з точки зору замовника і підрядника з цілої низки цільових функцій;
- дозволяє оцінити застосування нових ресурсозберігаючих технологій, в тому числі, зниження експлуатаційних витрат на будівлях і спорудах шляхом доутеплення покрівель.

5. Встановлено залежність між властивостями матеріалів, ефективністю застосовуваних технологій і довговічністю покрівельних покриттів.

6. Оцінено складові витрат по кожній з розглянутих технологій виробництва робіт і встановлений їх питома вага в структурі собівартості.

7. Доведено можливість підвищення ефективності покрівельних робіт за рахунок зниження експлуатаційних витрат по будівлях та спорудах після додаткового утеплення. При незначному зниженні ціни на утеплювачі з'являється можливість знизити середньорічні витрати на опалення на суму, що перевищує середньорічні витрати на влаштування покрівлі з утеплювачем.

8. Підвищена технологічність покрівельних робіт в результаті впровадження технологій з використанням бітумно-емульсійних і гарячих бітумних гідроізоляційних мастик.