

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти Магістра
Бакалавра (Магістра)

**Покращення корозійної стійкості сталевих труб за
рахунок використання спеціальних покриттів**

Назва теми

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 132 Матеріалознавство
Шифр і назва спеціальності

Освітня програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів
Назва

Шифр КРМ МТВА 25 24352. 000 ПЗ

Виконав студент(ка) 2-го курсу
група МТВАм 24-1
Шифр


Підпис

Дмитро БОРЕЙКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н, доцент
Науковий ступінь, вчене звання


Підпис

Олег БАБАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер доцент кафедри ТАМ
Посада


Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва


Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 8.12 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство»
Освітньо-професійна програма «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Духа О.В.

13 жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Борейку Дмитру Ігоровичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи «Покращення корозійної стійкості сталевих труб за рахунок використання спеціальних покриттів».

керівник роботи Бабак Олег Петрович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 25 серпня 2025 р. № 65 (Д28)

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 1 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Дослідження видів пошкодження зовнішніх поверхонь водопровідів;

2 Властивості та технологія нанесення спеціальних фарбувальних складів;

3 Використання спеціального складу покриття труб

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>30.09.2025</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.10. 2025</i>	
3	<i>Дослідницький розділ</i>	<i>15.11. 2025</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>22.11. 2025</i>	
5	<i>Оформлення презентації кваліфікаційної роботи</i>	<i>1.12. 2025</i>	
6	<i>Нормоконтроль кваліфікаційної роботи</i>	<i>5.12. 2025</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>5.12. 2025</i>	

Студент


Підпис

Керівник роботи

Дмитро Борейко
ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ

Олег Бабак
ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ

РЕФЕРАТ

Випускна кваліфікаційну роботу (магістерську роботу) виконано студентом гр. МТВАм 24-1 Борейком Дмитром на тему: «Покращення корозійної стійкості сталевих труб за рахунок використання спеціальних покриттів».

В даний час одним із найбільш важливих питань є захист металу від корозії, особливо сталевих водопроводів. Ми стикаємося з металевими виробами щодня. Коли метал активно взаємодіє з навколишнім середовищем, він потрапляє під шар іржі. Це те, що називають корозією. Вчені вважають, що 10% від загальної кількості металу, що виробляється, щороку приходить у повну непридатність через корозію. Це приблизно однакова кількість продукції великого металургійного комбінату протягом року.

Існують способи захисту водопроводів від корозії:

пасивний (нанесення захисних покриттів, використання спеціальних методів укладання магістралі);

активний (захист трубопроводів електрохімічними речовинами від корозії);
зниження агресивності середовища.

Незважаючи на те, що кожен із перерахованих методів використовується для захисту сталевих водопроводів від корозії, він має деякі недоліки.

Ця робота вивчає захисні покриття водопроводу. Вирішення цієї проблеми було знайдено шляхом вдосконалення пасивного методу захисту водопроводу від корозії. Цей метод є як науковим, так і практичним.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в тому, щоб підвищити довговічність сталевих водопроводів за допомогою використання спеціальних складів фарбування.

Шляхом досягнення поставленої мети є виконання таких завдань:

1. Вивчення різних пошкоджень поверхонь зовнішніх водопроводів.
2. Оцінка властивостей та технологій нанесення спеціальних фарбувальних складів.
3. Розробка та використання спеціального складу покриття сталевих зовнішніх водопроводів.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає в тому, що було розроблено новий фарбувальний склад для покриття зовнішніх водопроводів із сталю.

Практична значущість кваліфікаційної роботи дуже висока, оскільки вона забезпечує захист водопроводу від вогню та корозії, а також будь-якого металевого елемента.

На захист виносяться:

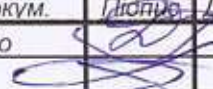


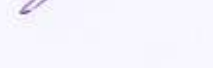
1. Результати дослідження різних пошкоджень поверхонь зовнішніх водопроводів.
2. Антикоровісні покриття сталевих водопроводів та технології нанесення спеціальних фарбувальних складів.
3. Рекомендації щодо використання спеціального складу покриття сталевих зовнішніх водопроводів.

Кваліфікаційна робота містить 82 сторінок машинописного тексту з 37 рисунками та 5 таблицями, а також список використовуваних джерел із 34 найменувань, вступ, три розділи та висновок.

Ключові слова: СТАЛЕВІ ТРУБИ, СПЕЦІАЛЬНИЙ ФАРБУВАЛЬНИЙ СКЛАД, КОРОЗИЯ, АНТИКОРОЗІЙНЕ ПОКРИТТЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
ГЛАВА 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ПОШКОДЖЕННЯ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ВОДОПРОВІДІВ	8
1.1 Основні види пошкоджень зовнішніх водопроводів.....	8
1.2 Вплив різних ґрунтів на корозію труб.....	13
1.3 Сутність процесу корозії, існуючі засоби захисту.....	18
РОЗДІЛ 2 ВЛАСТИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ФАРБУВАЛЬНИХ СКЛАДІВ	23
2.1 Історія розвитку захисту металу від корозійного та вогневого впливу.....	28
2.2 Вплив високих температур на сталеві водопроводи.....	38
2.3 Розробка спеціального фарбувального складу.....	40
2.4 Способи нанесення спеціального складу.....	41
2.5 Підготовка поверхні.....	48
2.5.1. Існуючі механічні методи підготовки поверхні до фарбування.....	51
2.5.2 Особливість підготовки поверхні під фарбування металів, що належать до групи кольорових.....	52
2.6 Застосовувані механізми та інструменти.....	53
2.7 Відмінні риси обраного матеріалу (фарба).....	57
ГЛАВА 3 ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО СКЛАДУ ПОКРИТТЯ ТРУБ	60
3.1 Екологічні аспекти застосування фарбувальних складів.....	60
3.1.1 Вплив фарби на здоров'я.....	65
3.1.2 Вплив фарби на довкілля.....	66

				КРМ ТВАМ 25.24325.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Борейко			Літ.	Арк.	Акрושів
Перевір.		Бабак				4	82
Реценз.					ХНУ група МТВАм 24-1		
Н. Контр.		Маковкін					
Затверд.		Дітяк					

3.2 Розробка рекомендацій щодо використання спеціальних покриттів за результатами експерименту.....	70
3.3 Проведення випробувань.....	72
3.4 Техніко-економічні обґрунтування спеціального складу.....	76
ВИСНОВОК.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТОК.....	82

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

В даний час одним із найбільш важливих питань є захист металу від корозії, особливо сталевих водопроводів. Ми стикаємося з металевими виробами щодня. Коли метал активно взаємодіє з навколишнім середовищем, він потрапляє під шар іржі. Це те, що називають корозією. Вчені вважають, що 10% від загальної кількості металу, що виробляється, щороку приходить у повну непридатність через корозію. Це приблизно однакова кількість продукції великого металургійного комбінату протягом року.

Існують способи захисту водопроводів від корозії:

- пасивний (нанесення захисних покриттів, використання спеціальних методів укладання магістралі);
- активний (захист трубопроводів електрохімічними речовинами від корозії); зниження агресивності середовища.

Незважаючи на те, що кожен із перерахованих методів використовується для захисту сталевих водопроводів від корозії, він має деякі недоліки.

Ця робота вивчає захисні покриття водопроводу. Вирішення цієї проблеми було знайдено шляхом вдосконалення пасивного методу захисту водопроводу від корозії. Цей метод є як науковим, так і практичним.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в тому, щоб підвищити довговічність сталевих водопроводів за допомогою використання спеціальних складів фарбування.

Шляхом досягнення поставленої мети є виконання таких завдань:

1. Вивчення різних пошкоджень поверхонь зовнішніх водопроводів.
2. Оцінка властивостей та технологій нанесення спеціальних фарбувальних складів.
3. Розробка та використання спеціального складу покриття сталевих зовнішніх водопроводів.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає в тому, що було розроблено новий фарбувальний склад для покриття зовнішніх водопроводів із сталю.

Практична значущість кваліфікаційної роботи дуже висока, оскільки вона забезпечує захист водопроводу від вогню та корозії, а також будь-якого металевого елемента.

На захист виносяться:

1. Результати дослідження різних пошкоджень поверхонь зовнішніх водопроводів.
2. Антикоровійні покриття сталевих водопроводів та технології нанесення спеціальних фарбувальних складів.
3. Рекомендації щодо використання спеціального складу покриття сталевих зовнішніх водопроводів.

Кваліфікаційна робота містить 85 сторінок машинописного тексту з 37 рисунками та 5 таблицями, а також список використуваних джерел із 34 найменувань, вступ, три розділи та висновок.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ГЛАВА 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ ПОШКОДЖЕННЯ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ВОДОПРОВІДІВ

1.1 Основні види пошкоджень зовнішніх водопроводів

Почнемо свій аналіз, класифікуючи пошкодження поверхонь зовнішніх трубопроводів відповідно до їх походження:

- технологічне походження (прокат);
- механічне походження;
- корозійне походження.

Технологічне походження. Розглянемо види ушкоджень:

А) Вм'ятина є відокремленим місцевим поглибленням різної величини та форми, яке утворюється шляхом вдавлювання невіддаленої окалини валками, фрагментами металу та випадковим ударом (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Вм'ятина

Б) Включення — це металеве або неметалеве забруднення різної величини та форми, яке відрізняється від основного металу за мікроструктурою, хімічним складом і механічними властивостями. Це забруднення викликає порушення суцільності поверхні (рисунок 1.2).

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рисунок 1.2 – Включення

В) Оксиди металу, які утворилися під час охолодження нагрітого металу, відомі як окалина (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Окалина

Г) Тріщина — це вузький розрив металу, який проникає вглиб і знаходиться в будь-якому місці на поверхні матеріалу. Дефекти злитків або литих слябів, напруги при охолодженні, термічні напруги та інші фактори можуть бути однією з причин виникнення тріщин (рисунок 1.4).

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



Рисунок 1.4 – Розкочувальна тріщина

Д) Бульбашки є різними формами здуття на поверхні виробів (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Бульбашка

Е) Тонке прямолінійне порушення суцільності поверхні, яке утворюється із зовнішнього або підкіркового міхура, називається розкоченим міхуром.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Ж) Плена — це відшарований метал різної товщини та розміру, як правило, різноподібної форми, який витягнутий у напрямку прокатки та з'єднаний однією стороною з основним металом. Нижня поверхня полотна, а також утворене поглиблення окислень, показане на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Плена

З) Розшарування — це несплошність у шарах прокату. Розшарування окислило поверхню металу, як показано на малюнку 1.7.

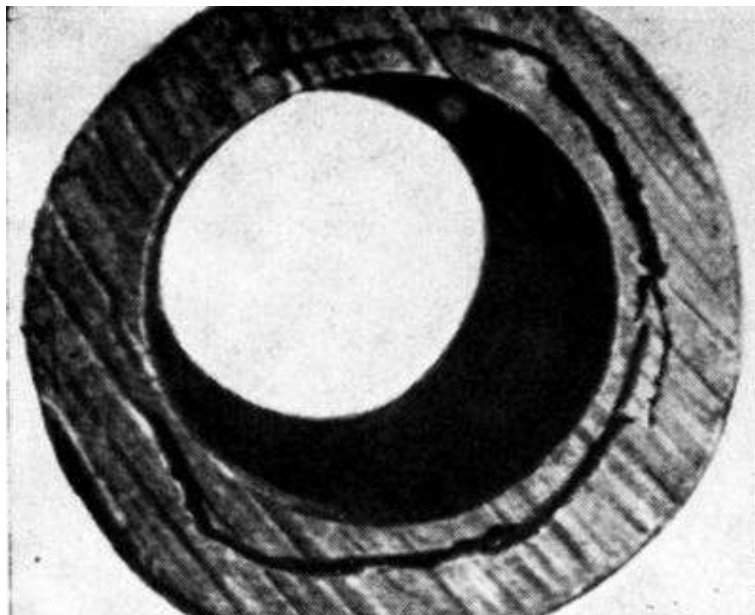


Рисунок 1.7 – Розшарування

І) Закати — це розшарування на поверхні листа.

К) Одинне включення до металу труби називається вставкою.

Найменший розмір прокату можна порівняти з розміром включення.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Л) Термін «сегрегація» відноситься до процесу накопичення неметалевих включень у певних шарах прокату.

М) Подряпини — це ненавмисне механічне пошкодження поверхні, яке виникає в результаті транспортування та укладання труб.

Н) Подряпини — це ненавмисне механічне пошкодження поверхні, яке виникає в результаті транспортування та укладання труб.

О) Поріз металу вздовж одностороннього перекриття калібру по всій довжині окремих ділянок поверхні називається підрізом [1, с 63-64].

Механічне походження. Розглянемо види ушкоджень:

А) Поверхневі подряпини труб без наявності зазубрин.

Б) Задири — поверхневі подряпини труб з наявністю зазубрин.

В) Вм'ятини - ударні ушкодження без наявності гострих країв.

Г) Пошкодження ерозійної поверхні всередині труби.

Д) Вибоїни - ударні ушкодження з наявністю гострих країв.

Д) Зовнішні лиски поверхні трубопроводу [1, с 64].

Корозійне походження. Розглянемо види ушкоджень:

А) Суцільна корозія — це корозія, яка охоплює велику площу поверхні трубопроводу з металу. Такий тип корозії відбувається з однаковим темпом по всій ділянці поверхні, підданої корозії, але нерівномірний — він відбувається з різними темпами на різних ділянках поверхні, відрізняючись від металу, що корелює.

Б) Місцева корозія — це корозія, яка поширюється на окремі місця поверхні металу. Такий тип корозії проявляється точковим ураженням. Корозія плямами — це тип корозії, який проявляється у вигляді окремих плям.

В) Лінійна корозія — це коли деякі виразки розташовані одна від одної на невеликій відстані (кілька діаметрів раковини).

Г) Корозія, яка поширюється між кристалами або зернами металу, називається міжкристалічною корозією [2, с 34].

Після розподілу основних видів ушкоджень зовнішніх водопроводів ми

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

зупинимося на останньому аспекті нашого аналізу, корозії.

1.2 Вплив різних ґрунтів на корозію труб

Дія корозії може відбуватися на металевих конструкціях, які експлуатуються в підземних умовах і стикаються з ґрунтом або глиною, як показано на рисунку 1.8. Такий контакт призводить до виходу з 2-3% підземних споруд. У ґрунтово-глиняному середовищі дія корозії металів відбувається через електрохімічний механізм, і швидкість процесу залежить від багатьох факторів, включаючи вологість, повітропроникність, кислотність, неоднорідність і електропровідність ґрунту. Величина електричної провідності ґрунту є показником їхньої корозійної агресивності. Здатність ґрунту проводити електричний струм протягом часу називається електропровідністю ґрунту. Величини питомої електропровідності та питомого електричного опору відображають цю властивість. Коли мова йде про розрахунок катодного захисту металевих споруд, які експлуатуються в контакті з ґрунтом або глиною, величина питомої електропровідності споруд є одним із факторів, які необхідно враховувати [3, с 105].



Рисунок 1.8 – Корозійне руйнування трубопроводу у ґрунті

Наведені характеристики електропровідності та електричного опору ґрунтів складні та змінюються. Багато факторів впливають на їхню кількісну

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

величину; найважливішими з них є мінеральний склад, дисперсність, структурно-текстурні характеристики, вологість, хімічний склад і концентрація порового розчину, температура та тиск. Таким чином, величина питомого електричного опору може коливатися в діапазоні від 10⁻³ до 10⁶ відсотків. У сухих ґрунтах електропровідність значно нижча, ніж у вологих. Це пов'язано з різницею в питомому електричному опорі повітря та води. Таким чином, тріщинуваті та кавернозні сухі скельні ґрунти мають значну питому електричну стійкість. Електропровідність сухих нев'язких ґрунтів висока, головним чином завдяки опору контактів твердої фази між зернами. Наявність водних розчинів підвищує електропровідність ґрунту. Через те, що рідка частина є природним електролітом, який відрізняється за складом і концентрацією, питомий електричний опір ґрунту в природних умовах значно нижчий, ніж опір основних мінералів, які утворюють породу. У цьому випадку йому властива іонна електропровідність. Питома електропровідність природних вод коливається від 10⁻² до 10³ і зменшується з ростом концентрації. Пористі осадові породи демонструють найбільші зміни електропровідності в поєднанні з підвищенням вологості ґрунту. Коли вологість збільшується від повної вологоємності до 60–80%, електропровідність зростає до максимального значення. Розведення, яке міститься у порах розчину електроліту, може призвести до зменшення електропровідності в слабозасолених ґрунтах.

Електропровідність шаруватих ґрунтів уздовж напластування називається електроанізотропією. Коефіцієнт анізотропії, тобто ступінь опору перпендикулярно та вздовж напластування, який становить від 1,1 до 2,75, демонструє цю властивість. На електропровідність ґрунту впливає температура. Опір ґрунту зменшується вдвічі, коли температура збільшується на 40-50°C. Утворення льоду може відбуватися, коли температура знижується, тоді електричний опір значно знижується. Льод має майже трикратний питомий електричний опір порівняно з водою [4, з 1-2].

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Хімічний склад водорозчинних сполук визначає активність корозії ґрунтів. Вони формують його питомий електричний опір і впливають на хід корозійного процесу, тому вони відіграють важливу роль у формуванні порового електроліту [5, с 10-11].

Відповідно до стандарту, існує три категорії ділянок магістральних трубопроводів, які мають високий ризик пошкодження через особливі корозійні небезпеки:

- ділянки високої корозійної небезпеки,
- ділянки підвищеної корозійної небезпеки
- та корозійно-небезпечні ділянки.

Серед критеріїв, зазначених у ДСТУ щодо механізмів корозії та дозволяють класифікувати певні ділянки трубопроводів як особливо небезпечні, можна виділити наступні критерії ділянок підвищеної корозійної небезпеки:

- блукаючі струми від джерел постійного струму;
- – мікробіологічна корозія;
- корозійне розтріскування під напругою.

До всього перерахованого стандарт також відносить до ділянок підвищеної корозійної небезпеки ділянки прокладання магістральних трубопроводів з можливим різким зростанням небезпеки ґрунтової корозії:

- ділянки трубопроводів у засолених ґрунтах будь-якого району країни (солончакових, та ін.);
- ділянки трубопроводів на ділянках промислових та побутових стоків, звалищ сміття та шлаку;
- ділянки трубопроводів з температурою продукту, що транспортується вище 303 К (30°C).

Підсумовуючи вищезазначене, можна прийти до сумнівного висновку, що підземна прокладка магістральних трубопроводів зазвичай призводить до руйнації корозією, яка представлена нижче:

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- ґрунтова електрохімічна корозія;
- корозія блукаючими струмами джерел постійного струму;
- корозія блукаючими струмами від джерел змінного струму (на ділянках перетинів і рідше зближень із ПЛ 110 кВ і вище);
- корозійне розтріскування під напругою (властиво переважно магістральним газопроводам);
- мікробіологічна корозія (на ділянках, де ґрунт навколо трубопроводу заражений мікроорганізмами).

Ґрунтова електрохімічна корозія.

Зміни потенціалів між різними ділянками трубопроводу викликають струм корозії, що є результатом електрохімічного процесу. Як наслідок протікання струму корозії, частини металу в анодних зонах розчиняються і потрапляють у ґрунт, де вони взаємодіють із ґрунтовим електролітом, утворюючи іржу (рис. 1.9).

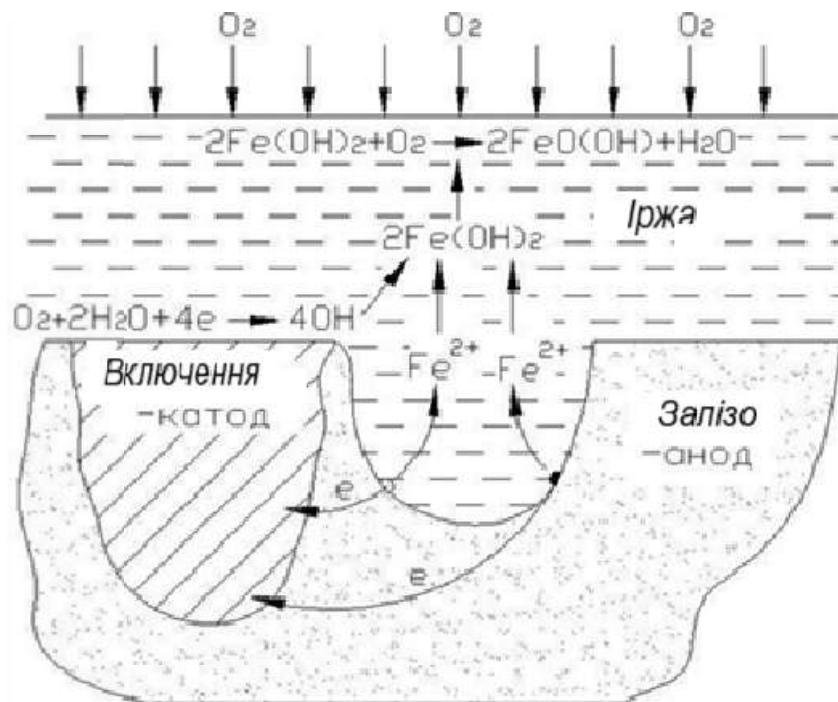


Рисунок 1.9 – Механізм електрохімічної корозії

Через те, що в цьому випадку часто виникають високі щільності струму на анодних ділянках, швидкість корозії значно збільшується. Лінії під землею

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

розташовані на такій глибині, де є певна вологість, сприяє розвитку корозійних процесів. Температура трубопроводів на глибині закладення майже ніколи не знижується нижче 00С, що сприяє корозії. Наявність прокатної окалини на поверхні труб, яка завжди видаляється під час очищення, сприяє розвитку корозії трубопроводів під землею.

Корозійна агресивність ґрунту визначається структурою, гранулометричним складом, питомим електричним опором, вологістю, повітропроникністю та рН. Згідно з питомим електричним опором ґрунту, його корозійну агресивність порівняно з вуглецевими сталями.

Корозія блукаючими струмами джерел постійного струму.

Струми, спричинені людиною, протікають у землі та в підземних металевих конструкціях. Блукаючий струм повернеться до свого джерела в найбільш зручному місці відповідно до принципу найменшого опору. У цьому випадку анодом є частина трубопроводу, з якої блукаючий струм виходить у землю, а катодом є частина трубопроводу, в яку блукаючий струм потрапляє. Струми підвищеної щільності, які блукають на анодних ділянках, викликають значне корозійне пошкодження трубопроводів. Швидкість корозії практично необмежена, і вона може досягати 10–20 мм на рік.

Корозія блукаючими струмами джерел змінного струму.

Цей тип корозії спостерігається в місцях зближення та паралельного прямування ПЛ 110 кВ і вище, а також у магістральних трубопроводах.

Корозійне розтріскування під напругою (КРН) або стрес-корозія.

Корозійне розтріскування під напругою в магістральних трубопроводах виникає через одночасний вплив на метал корозійного середовища та напруг, що розтягують. Воднево-корозійна теорія розвитку КРН у трубопроводах була створена завдяки проведеним дослідженням.

Після того, як тріщини утворюються на поверхні труби в місцях пошкодження ізоляційного покриття трубопроводу, утворення тріщин прискорюється корозійним впливом електроліту ґрунту.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Умови механічного навантаження регулюють кінцевий етап деструкції трубопроводу, стан напружено-деформованої сталі та характеристики міцності.

Мікробіологічна корозія.

Біокорозія — це процес руйнування металу мікроорганізмами. Природні поверхневі води та ґрунт містять мікроорганізми, такі як бактерії, водорості, грибки та найпростіші. Наразі відомо, що через високу швидкість їх розмноження та активність у хімічних перетвореннях навколишнього середовища бактерії майже завжди відповідають за корозію металу. Для того, щоб бактерії могли протікати процес мікробіологічної корозії, бактерії повинні знаходитися у вологому або водному середовищі; вони також потребують азоту, мінеральних солей та багатьох інших речовин. Вони можуть активно розмножуватися поблизу трубопроводу лише в певних зовнішніх умовах, таких як температура, тиск, освітлення, концентрація водневих іонів і концентрація кисню.

Таким чином, людина може захистити елемент від корозії та продовжити термін служби, знаючи, наскільки корозійна активність ґрунтів впливає на довговічність металевих конструкцій чи споруд [6].

1.3 Сутність процесу корозії, існуючі засоби захисту

Природний процес, відомий як корозія, призводить до перетворення удосконаленого металу в хімічно стійку форму, таку як окис, гідроокис або сульфід. Це процес поступового руйнування матеріалів, як правило, металів, хімічними та електрохімічними реакціями з їх довкіллям.

Одним із відомих прикладів електрохімічної корозії є іржавіння та формування оксидів заліза. Окис або сіль, як правило, утворюють цей тип пошкодження, яке надає металу помаранчевий відтінок. Хоча термін «деградація» більш поширений у цьому контексті, оксидація також може

відбуватися в матеріалах, які не містять металів, таких як кераміка або полімери. Усі корисні властивості матеріалів і структур, включаючи силу, появу та прохідність до рідин і газів, погіршуються внаслідок окислення.

Багато структурних сплавів розпадаються лише від попадання повітря та вологи. Корозія може бути локалізована в місцевому масштабі, створюючи яму або тріщину, або вона може продовжувати роз'їдати широку область поверхні, яка є менш однорідною. Оскільки процес корозії керується поширенням, він відбувається на зовнішніх поверхнях. Таким чином, методи, які зменшують діяльність виставленої поверхні, такі як пасивування та хроматне перетворення, можуть зробити матеріал більш стійким до корозії. Тим не менш, є деякі механізми корозії, які є менш очевидними та непередбачуваними.

Гальванічна коозія відбувається, коли два різні метали стикаються фізично або електрично один з одним і занурюються в один електроліт, або коли той самий метал виставляється на електроліт у різній концентрації. У гальванічній парі активніший метал, або анод, роз'їдає швидше, а більш благородний метал, або катод, роз'їдає повільніше. Наприклад, цинк часто використовується в сталевих структурах як жертвний анод. Гальванічна корозія дуже важлива для морської промисловості, а також для труб контактів з водою (що містить солі) або металевих структур.

Гальванічна корозія впливає на різні фактори, включаючи відносний розмір анода, тип металу та експлуатаційні умови (температура, вологість, солоність тощо). Норми корозії матеріалів безпосередньо залежать від співвідношення площі поверхні анода та катода. Жертвні аноди часто використовуються для запобігання гальванічній корозії.

У залежності від того, як його іони виявляються на поверхні, один метал буде або більш благородним у будь-якому навколишньому середовищі. «Перетягування каната» на кожній поверхні подібне до боротьби за вільні електрони між двома металами, коли вони знаходяться в електричному

контакті. Благородний метал отримує електрони від активного шляхом використання електроліта як господаря потоку іонів у тому самому напрямку. Електричний струм або масовий потік, що виходить, можна виміряти, щоб визначити розподіл матеріалів у середовищі інтересу. Ця ієрархія, яку називають гальванічним рядом, допомагає передбачити та зрозуміти корозію.

Часто продукти корозії можна хімічно видалити. Наприклад, фосфорична кислота у формі щільно-морського желе часто використовується для видалення іржі з залізних інструментів або поверхонь. Не плутайте видалення корозії з електричним чищенням, яке видаляє деякі шари основного металу, щоб зробити поверхню гладкою.

Термодинамічно несприятливі матеріали найбільш стійкі до корозії. Щоб пояснити, чому ці елементи можуть бути знайдені на Землі в металевій формі та довго оцінювалися, слід сказати, що будь-які продукти корозії золота або платини мають тенденцію спонтанно перетворюватися на чистий метал. Більш поширені «основні» метали можуть бути захищені значною сумою тимчасових грошей.

Навіть якщо їх корозія сприятлива для термодинаміки, деякі метали мають природно повільну реакцію. Вони включають метали, такі як кадмій, магній і цинк. Хоча корозія цих металів відбувається постійно і продовжується, вона відбувається досить повільною темпом. Наприклад, графіт випускає велику кількість енергії на окислення, але його повільна кінетика робить його ефективно невразливим до електрохімічної корозії під нормальними умовами.

Металургійні та екологічні фактори є основними причинами пасивування. Як наслідок, діаграми Pourbaix використовуються для визначення впливу рН фактора. Умови, які забороняють пасивування, включають високий рН фактор для алюмінію та цинку, низький рН фактор або присутність іонів хлориду в нержавіючій сталі, високу температуру титану (коли окис розпадається в метал, а не електроліт) і іони фториду в кремнію. З

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

іншого боку, через лужне середовище бетону сталевий перебір може призвести до пасивування матеріалів, які зазвичай не захищені. Коли рідкий метал, як-от ртутний або гарячий припій, піддається впливу, механізми пасивування часто не працюють.

Пасивування чудово пом'якшує пошкодження корозії, але навіть найкращий сплав роз'їдається. Вибір правильного типу матеріалу для певного середовища має вирішальне значення для тривалої роботи цієї групи матеріалів. Якщо розлад відбувається в пасивному шарі через хімічні або механічні фактори, основні способи корозії включають корозію, яка створює ямки, корозію щілин і корозію, яка підкреслює розриви корозії.

Корозія щілини — це обмежена форма корозії, яка відбувається в обмеженому просторі (щілині), куди робоча рідина не може потрапити з довкілля. Коррозія у щілинах виникає через формування відмінної комірки провітрювання. Приклади щілин включають проміжки та ділянки контакту між компонентами, під з'єднаннями або прокладками, у тріщинах і швах, місця, заповнені запасами, і під купами відстою.

Корозія щілини залежить від типу щілини (метал, неметал), геометрії щілини (розмір, поверхневий кінець) та металургійних і екологічних факторів. Сприйнятливість щілини до корозії можна визначити за допомогою стандартних процедур Американського товариства з випробування матеріалів. Критична температура корозії щілини є основним методом оцінки стійкості матеріалу до корозії щілини.

Корозія, спричинена або просунута мікроорганізмами, називається мікробною корозією. Це може стосуватися матеріалів, які містять або не містять кисень, у присутності чи відсутності кисню. Зменшуючі сульфат бактерії працюють, коли немає (анаеробного) кисню; вони виробляють водневий сульфід, що викликає розрив напруги сульфиду. У присутності (аеробного) кисню деякі бактерії можуть окислювати залізо безпосередньо до оксидів заліза та гідроксидів, тоді як інші бактерії окислюють сірку та

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

виробляють сірчану кислоту, що призводить до біогенної корозії сульфіду. Обмежена корозія може бути результатом утворення осередків концентрації в депозитах продуктів корозії.

Прискорена корозія низької води (ALWC) є особливо агресивною формою мікротра, яка торкається сталевих кіпів біля низької водної марки потоку в морській воді. Коли він з'єднується з кислотою, він має помаранчевий відстій, який пахне водневим сульфідом. Норми корозії, які можуть бути надзвичайно високими, мають намір швидко перевищити посібники корозії, що призведе до передчасної відмови сталеві купи. Встановлений під час будівництва катодний захист не сприйнятливий до ALWC. Для незахищених куп жертвні аноди можуть бути встановлені в місцевому масштабі до зон ураження, щоб запобігти корозії, або вони можуть бути встановлені повною системою жертвних анодів. Крім того, можна розглянути зони поразки за допомогою катодного захисту; це може включати жертвні аноди або потік до інертного анода, щоб створити вапняний захист, який захистить метал від подальших нападів.

Високотемпературна корозія — це хімічне погіршення матеріалу, як правило, металу, через нагрівання. Коли метал піддається гарячій атмосфері, що містить кисень, сірку або інші складні, здатні до окислення (або окислення), ця негальванічна форма корозії може статися. Наприклад, матеріали, які використовуються в космосі, для виробництва електроенергії та навіть для автомобільних двигунів, повинні протистояти підтриманим періодам високих температур, які можуть бути виставлені в атмосферу, що містить продукти згоряння, які можуть бути дуже корозійними.

Інженери можуть використовувати продукти високотемпературної корозії. Наприклад, формування оксидів на нержавіючій сталі може створити захисний шар, який запобігає атмосферному впливу, оскільки матеріал буде використовуватися протягом тривалого періоду часу, а також при високих температурах і кімнатних температурах, що є небезпечними умовами. Такі

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

високотемпературні продукти корозії, які утворюють ущільнену окисну глазур, запобігають або зменшують зношування металевих поверхонь під час ковзного контакту з високою температурою.

Коли сприйнятливі матеріали знаходяться в середовищі з високими вуглецевими діями, відбувається металеве чищення. Розпад масового металу до металевого порошку є ознакою корозії.

Коли поверхневі обробки використовуються для запобігання корозії, дуже важливо стежити за тим, щоб забезпечити повне освітлення без проміжків, тріщин або дефектів у дрібних отворах. Малі дефекти можуть працювати як «Ахіллесова п'ята», дозволяючи корозії проникати через внутрішній шар і завдавати значних збитків, навіть якщо зовнішній захисний шар залишається непошкодженим.

Поверхнева обробка є поширеною процедурою для алюмінієвих сплавів. Електрохімічні умови ванни ретельно змінені, щоб створити однорідні пори у окисному металі завширшки кількох мілімікронів. Ці пори дозволяють окису ставати набагато товстішим, ніж дозволило б пасивування умов. В кінці процесу обробки порами можна запечатати, створюючи твердіший поверхневий шар, ніж зазвичай. Якщо це покриття подряпане, нормальні процеси пасивування набувають володіння, щоб захистити пошкоджену частину.

Анодування зазвичай використовується для будівництва фасадів та інших місць, де поверхня постійно взаємодіє з елементами через його високу стійкість до нахилу та корозії. Це потребує регулярного чищення через свою еластичність. Анодування — це процес перетворення анода в катод, що призводить до контакту з активнішим анодом.

Катодний захист використовує катод електрохімічної комірки для запобігання корозії металевій поверхні. Сталеві купи пірсу, судна та платформи морської нафти, а також трубопроводи та резервуари зазвичай захищаються катодними системами захисту.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

У 2002 році федеральний уряд США опублікував дослідження під назвою «Витрати корозії та профілактичні стратегії у Сполучених Штатах», яке вивчало прямі витрати, пов'язані з корозією металу в американській промисловості. У 1998 році повна щорічна пряма вартість корозії в Сполучених Штатах становила приблизно \$276 мільярдів, що становить приблизно 3,2 відсотка валового внутрішнього продукту Сполучених Штатів. Економічні втрати в п'яти різних галузях становлять \$22,6 мільярда в інфраструктурі, \$17,6 мільярда в виробництві та виробництві, \$29,7 мільярдів у транспортуванні, \$20,1 мільярда в уряді та \$47,9 мільярда в утилітах.

До двадцяти-тридцяти років тому гальванізована сталева труба широко використовувалася в водних системах, придатних для пиття, які обслуговувалися як комерційними, так і багатосімейними домогосподарствами. Ці системи давно використовують захисний цинк, який роз'їдає метал, що викликає погану внутрішню воду [10].

Страховання хвилі вимог повинно виключити поломки трубопроводів, оскільки вони можуть вплинути на економіку домовласників, мешканців квартир і громадську інфраструктуру на суму 22 мільярди доларів [33].

Загалом, такі способи захисту трубопроводів від корозії:

- пасивний (використання спеціальних методів укладання магістралі, нанесення захисних покриттів);
- активний (електрохімічний захист трубопроводів від корозії);– зменшення агресивності середовища [7, з 1-2].

Кожен метод використовується відповідно до типу трубопроводу, його монтажу та того, як він взаємодіє з навколишнім середовищем. Комплексний захист забезпечує тривалий термін експлуатації обладнання під значними навантаженнями в агресивних середовищах.

Методи пасивного захисту.

Популярним методом захисту магістралей під землею є пасивний захист трубопроводів від корозії. Такий захист має три різновиди:

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

1) Особливий метод укладання використовується під час монтажу системи, щоб захистити підземні трубопроводи від корозії. У ґрунті залишається повітряний зазор між металевою поверхнею труби та ґрунтовими водами, солями та лугами. Для підвищення ефективності застосовуються додаткові засоби захисту.

2) Для нанесення антикорозійних покриттів зовнішню поверхню труб забарвлюють складами, які не руйнуються від дії лугів і ґрунтових солей, як показано на рисунку 1.10. Наприклад, пофарбування труб і труб алкідними емалями або нанесення мастики на поверхню металу.

Опознавательный цвет	Основной индекс	Группа веществ	Примеры маркировки на табличке	
			название	индекс
зеленый	группа 1	статные воды		
красный	группа 2	водяной пар		
серый	группа 3	воздух		
желтый или желто-красный	группа 4	горючие газы, включая сжиженные (горючие газы, N ₂ , CO, углеводороды)		
желто-черный или черный	группа 5	негорючие газы (N ₂ , CO ₂ , SO ₂ , Cl ₂ , газовые смеси, отработавшие газы)		
оранжевый	группа 6	кислоты, включая кислотные растворы и слезы		
фиолетовый	группа 7	щелочи, включая щелочные растворы и слезы		
коричневый или красно-коричневый	группа 8	горючие жидкости, включая пасты и сточные воды		
коричневый или черный	группа 9	негорючие жидкости, включая пасты, металлы и слезы		
синий	группа 0	кислород		

Рисунок 1.10 – Схема фарбування та маркування промислових трубопроводів

3) Трубопровід покривається тонким шаром фосфатів під час обробки спеціальними хімічними складами, що призводить до утворення плівки на поверхні виробів.

Методи активного захисту.

Активний захист трубопроводів від корозії включає низку методів, які базуються на електричному струмі та електрохімічних реакціях іонообмінного типу:

електродренажний захист від корозії трубопроводів Для боротьби з блукаючими струмами встановлюється дренажний захист, ізоляція фланців і встановлення електроекранів;

1) Принцип дії анодного захисту від корозії трубопроводів (Рисунок 1.11) базується на використанні магнієвих анодів, які виділяють іони магнію під дією електричного струму, уповільнюючи процес руйнування металу.

2)



Рисунок 1.11 – Схема анодного захисту

3) Катодний захист трубопроводів від корозії базується на явищі катодної поляризації металів під дією постійного струму (рис. 1.12). Об'єкт

впливу перетворюється на катод з низьким потенціалом, що запобігає корозії.

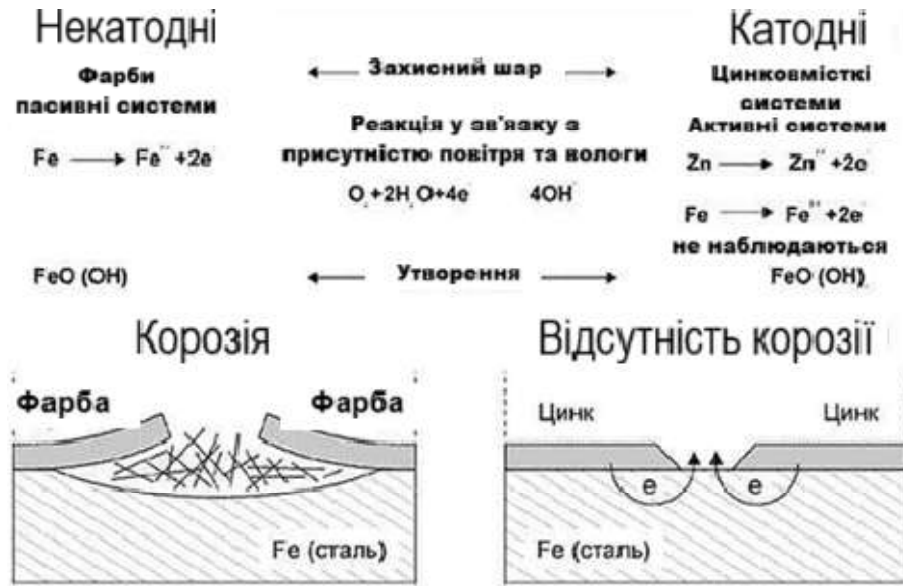


Рисунок 1.12 – Схема катодного захисту

Зменшення агресивності середовища.

Нафтогазопроводи руйнуються водою та хімічними домішками під час видобутку вуглеводнів на внутрішній поверхні магістралі. Інгібіторний захист від корозії трубопроводів використовується для зменшення активності середовища (рисунок 1.13). Ефект досягається введенням речовин-інгібіторів в агресивне середовище. Ці речовини вступають у реакцію з молекулами домішок і блокують їх руйнівну дію на внутрішній поверхні трубопроводів. Цей метод є ефективним, простим у використанні та недорогим [8].



Рисунок 1.13 – Схема інгібіторного захисту

Висновки за розділом 1

1. Згідно з аналізом трьох основних типів ушкоджень зовнішніх водопроводів (технологічне, механічне та корозійне походження), було визначено кілька факторів, які впливають на корозію сталевих водопроводів.

2. Існують різні методи захисту металу від корозії, включаючи пасивні, активні та зменшені засоби середовища.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

РОЗДІЛ 2 ВЛАСТИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ НАНЕСЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ФАРБУВАЛЬНИХ СКЛАДІВ

2.1 Історія розвитку захисту металу від корозійного та вогневого впливу

Метал захищали від корозії ще до початку його використання. Люди намагалися захистити метали від атмосферного впливу за допомогою олій і жиру, а також за допомогою лужень, які є легкоплавкими металами. Для того, щоб захистити залізо від корозії, використовували олово ще давньогрецький історик Геродот. Основним завданням хіміків було визначити природу явищ корозії та придумати способи запобігти або уповільнити їх розвиток. У зв'язку з тим, що процес корозії металу відбувається за законами природи, його можна лише сповільнити. Легування металів, або отримання сплавів, — це метод зменшення корозії металів, які не можна вважати захищеними. Прикладом є велика кількість нержавіючих сталей, які отримуються шляхом присадок до заліза, таких як нікель, хром, кобальт тощо. Незважаючи на те, що сталі не покривається іржею, поверхнева корозія відбувається, хоча і не так швидко. Включення легуючих компонентів змінило корозійну стійкість. Правило стверджує, що введення легуючої добавки у кількості 1/8 атомної частки, або вісім атомів заліза на один атом легуючої добавки, призводить до значного підвищення стійкості заліза до корозії. Вважається, що коли атоми розташовані в такому співвідношенні, вони розташовані впорядковано в кристалічній решітці твердого розчину, що ускладнює корозію.

Для підвищення стійкості до корозії метал може бути покрити антикорозійними лакофарбовими матеріалами, такими як ґрунт-емаль 3 в 1, емаль по металу, ґрунтовка по металу, спеціальні фарби та лаки.

Згодом будь-яка металева конструкція може покритися іржею. Але таке неприємне явище досить легко усунути за допомогою фарби по іржі. Подібна фарба є ретельно розтертим лаком, що містить фарбувальні пігменти та різні

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

наповнювачі в емалі. Вони заповнюють дрібні тріщини в металі, які не видно очам, наносячи їх на поверхню. Після того, як ґрунт по іржі висохне, він утворює міцний шар, який зберігає свою фактуру та блиск.

Спеціальні емалі по іржі мають багато переваг. Даний продукт має властивості емалі, ґрунтовки та перетворювача іржі. Процес підготовки поверхні перед фарбуванням зменшується завдяки цьому, що значно заощаджує час.

Фарба по іржі добре відштовхує воду з поверхні та стійка до різних атмосферних факторів. Ця фарба також має досить тривалий термін придатності та висихає дуже швидко. Вона легко вирівнює дефекти металеві поверхні конструкції.

Сучасні емалі по іржі поділяються на кілька категорій за складом, оскільки вони виготовляються з різних основ:

- алкідні покриття;
- хлорвінілові покриття;
- алкідно-уретанові покриття.

На сучасному ринку також доступний ґрунт по іржі, який використовується для фарбування старих металевих і чавунних поверхонь, а також великих конструкцій. Кожна емаль по іржі також класифікується залежно від того, чи використовується вона в приміщенні чи на вулиці.

Рідкі склади з високим вмістом цинку (наприклад, Цинакол, Цинолс і Екоцин) для холодного цинкування забезпечують електрохімічний антикорозійний захист. У більшості випадків необхідно не тільки захистити металеві конструкції від корозії, але й забезпечити термостійкість лакофарбового покриття. У цьому випадку використовують спеціальні емалі та лаки, які стійкі до температури (наприклад, Церта) до +900°C, а також кремнійорганічні емалі та лаки, які мають підвищену температурну стійкість.

Хімічні лаки та покриття Крім того, на спеціальних об'єктах будівництва або виробничих цехах потрібно нанести хімічно стійке лакофарбове покриття.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Це покриття захистить поверхню від корозії та агресивних хімічних речовин, таких як ОС-74-01, CUEC, HS-717 і EP-0199.

Захистити корпуси суден від обростання та морської та прісної води.

Спеціальні протикорозійні та судові покриття захищатимуть корпус судна від корозії, морської та прісної води та обростання ХС-436.

Застосування захисних емалей і ґрунтових емалей для кованих виробів гарантує, що ковані вироби будуть не тільки довговічними, але й красивими. Крім того, широкий спектр кольорів і різноманітність фактур дозволяють реалізувати будь-яку ідею.

Склад ґрунт-емалі по іржі 3 в 1.

Складається з смол синтетичного походження, органічного розчинника, перетворювача іржі, пігментів з антикорозійними властивостями та спеціальних добавок, які частково визначають технічні характеристики лакофарбового матеріалу.

Лакофарбовий матеріал використовується для нанесення декоративного покриття на поверхні металу, яка має видимі місця корозійного ураження, такі як ділянки з суцільною або точковою корозією. Ґрунт-емаль по іржі виконує функції трьох різних лакофарбових продуктів, що робить її надзвичайно зручною у використанні.

Ґрунт-емаль по іржі 3 в 1 поєднує функції трьох окремих матеріалів:

- перетворювача продуктів корозії;
- ґрунту з антикорозійними властивостями;
- фінішного оздоблювального шару – декоративного емалі.

У результаті взаємодії функцій ґрунту та емалі процес забарвлення значно полегшується. Замість трьох шарів різних за видом і призначенням матеріалів (ґрунтовка, емаль, перетворювач іржі) наноситься один, який поєднує в собі всі властивості, як захисні, так і декоративні.

Поверхня іржавого металу повинна мати щільний шар, товщина якого не повинна перевищувати 100 мкм (або 0,1 мм).

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Фарбування великогабаритних предметів, складних конструкцій і обладнання часто передбачає використання скла. Коли потрібно швидко фарбувати, він також може бути корисним.

Грунт-емаль по іржі 3 в 1 використовується для фарбування металевих воріт, решіток, гаражів, огорож, решіток і різноманітних конструкцій і обладнання, які експлуатуються як усередині, так і зовні приміщень (в атмосферних умовах).

У галузі автомобілів лакова фарба займає особливе місце. Склад використовується для фарбування автомобіля, щоб запобігти руйнуванню деяких його компонентів. Внутрішні поверхні забарвлюються найшвидше через механічний вплив піску, каміння, солі, бруду та атмосферних опадів. Внутрішні крила та днище автомобіля фарбують грунтом-емаллю 3 в 1.

Дозволено використовувати його як декоративний шар на виробках із чавуну, нержавіючої сталі, міді, цинку та алюмінію.

Серед властивостей цього матеріалу можна виділити такі:

- потрійний ефект від використання (перетворення продуктів корозії, підвищення адгезії за рахунок ґрунтувальної дії, формування захисно-декоративного лакофарбового покриття);
- можливість наносити ґрунт-емаль прямо по шару іржі;
- стійкість до атмосферної корозії (Атмосферостійкість), водостійкість;
- стійкість до агресивного впливу мінеральних масел, солоної води, слабких розчинів деяких лугів та кислот;
- швидке затвердіння;
- досить невелика витрата емалі при добрій покриваності;
- захисний шар витримує різкі коливання температури в межах від -45°C до +100°C, при цьому не втрачається еластичність покриття;
- фарбування можна проводити при температурі до -10 ° C;
- зручність у нанесенні, хороші малярські характеристики та ін.

Ґрунтова емаль по іржі 3 в 1 дуже зручна у використанні. Кожен лак

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

може бути нанесений різними способами, наприклад зануренням, розпилом, валиком або пензлем.

Рекомендована товщина одношарового захисного покриття становить 20–25 мкм, а двошарового — 40–50 мкм. Залежно від призначення та необхідного ефекту кількість захисних шарів може коливатися від 1 до 3.

Від 80 до 125 мл/м² ґрунтової емалі витрачається на одношарове покриття. При підвищенні в'язкості складу або перед заливкою фарбопульту ґрунт-емаль по іржі 3 в 1 розводять за допомогою сольвенту, ксилолу або їх суміші до необхідного рівня в'язкості. Розріджувач не повинен становити більше десяти відсотків маси лакофарбового матеріалу.

Одношарове захисне покриття висихає 30–35 хвилин на відлип при температурі 20 °С, а до ступеня твердості 3 (контроль проводиться за допомогою твердоміра, який не руйнує) — близько 4 годин за тих самих атмосферних умов.

Зовнішній вигляд покриття – суцільна однорідна плівка, ступінь глянцею – не менше 75%.

Термін служби захисного покриття складає:

- при експлуатації в приміщенні — не менше десяти років;
- при експлуатації в атмосферних умовах, помірному кліматі – до 7 років.

За сім днів покриття було стійким до статичної дії 3% сольового розчину, масел і води за допомогою ґрунт-емалі 3 в 1.

Термін служби лакофарбових покриттів, як свідчить досвід, в умовах невеликий. Набагато практичніше використовувати товстошарові покриття з кам'яновугільної смоли, тобто. бітумної мастики (рисунок 2.1).

Сьогодні бітумна мастика є сучасним матеріалом, який використовується для гідроізоляції труб і металоконструкцій. Може мати пастоподібну або рідку форму, що випускається у вигляді клейової маси залежно від особливостей виготовлення.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Більшість видів мастик ідентичні за складом і універсальні у використанні. Нафтовий бітум є основою формули. Полімери, пластифікатори та мінеральний наповнювач додають для надання специфічних властивостей маси.

Види мастики, які наносяться на труби

Для гідроізоляції труб використовуються мастики, але доступні інші види складів.

1) Біополімерна Є композицією з багатьох компонентів, яку широко використовують для виготовлення нафтових бітумів і термоеластопласту. Цей тип матеріалу використовується для капітального ремонту газо- та нафтопроводів. Процес нанесення захисного мастичного шару Щоб мастика не втрачала своїх властивостей, температура середовища, що транспортується в трубах, не повинна перевищувати 35 градусів Цельсія.

2) Бітумська мова Для покращення експлуатаційних характеристик містить синтетичний каучук, дрібнофракційну крихту гуми, смоляні кислоти та інші цільові добавки. Матеріал стійкий до температур від -30 до 130 градусів Цельсія. Такий тип мастила надійно захищає труби від зовнішніх впливів, атмосферної та ґрунтової корозії металу.

Трубна бітумна мастика наноситься вручну або механічно за допомогою спеціальних інструментів.

Бітумна мастика для сучасних трубопроводів має безліч корисних властивостей. Головні з них це:

- еластичність та досить висока здатність до розтягування;
- – здатність відновлюватись;
- хороша термостійкість;
- – тривалий термін служби;
- відсутність швів на покритті;
- – простота нанесення.

Ці особливості мастики забезпечують високу якість гідроізоляції труб,

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

тому матеріал залишається затребуваним завжди.

У деяких випадках пігменти фарб також можуть виконувати функцію інгібіторів корозії. Такими інгібіторами корозії є хромати стронцію, свинцю та цинку (SrCrO_4 , PbCrO_4 , ZnCrO_4).



Рисунок 2.1 – Бітумна мастика

Найчастіше шар ґрунтовки наносять під лакофарбовий шар (рисунок 2.2). Її компоненти повинні мати інгібіторні властивості. Вода стає менш корозійно-активною, коли проходить через шар ґрунтовки, розчиняючи частину пігменту. Свинцевий сурик Pb_3O_4 визнаний найефективнішим пігментом для ґрунту.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



Рисунок 2.2 – Грунтовка

У деяких випадках поверхню металу фосфатують. У цьому випадку на чисту поверхню наносять розчини ортофосфатів заліза (III), марганцю (II) або цинку (II), які також містять саму ортофосфорну кислоту H_3PO_4 .

Вважається, що лудіння, або нанесення олова на поверхню металів, було застосовано вже у бронзовому столітті. Це було результатом низької температури плавлення олова. У минулому лудіння мідного та латунного посуду, як-от тазів, котлів, глечиків, самоварів тощо, було особливо часто (Рисунок 2.3).

Лужене залізо все ще широко використовується для виготовлення консервних банок. Але останнім часом все частіше використовується алюмінієва фольга для цих цілей. Не рекомендується зберігати харчові продукти в посуді з цинку та оцинкованого заліза. Незважаючи на міцну оксидну плівку металевого цинку, він все одно розчиняється. У великій кількості сполуки цинку можуть мати шкідливі наслідки, незважаючи на те, що вони відносно мало отруйні.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 2.3 – Лудіння оловом

Сучасні методи використовують деталі та конструкції з різних металів і сплавів. Якщо вони потрапляють у розчин електrolітів, такий як морська вода або розчини будь-яких солей, кислот і лугів, може утворитися гальванічний елемент.

Речовини, які мають здатність у невеликих кількостях уповільнювати або зупиняти хімічні процеси, називають інгібіторами (рисунок 2.4). Інгібітори взаємодіють з активними центрами, на яких відбуваються хімічні перетворення, або з проміжними продуктами реакції. Вони надзвичайно унікальні для кожної групи хімічних реакцій.



Рисунок 2.4 – Метал з інгібітором та без нього

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Як показано в цьому розділі, боротьба з корозією є найважливішою частиною життя людей. Це необхідно для покращення народогосподарського життя.

2.2 Вплив високих температур на сталеві водопроводи

Повзучість, окалиноутворення та графітизація сталей відбуваються під час тривалої роботи трубопроводів при температурі середовища понад 450°C.

Ці фактори знижують характеристики міцності сталей.

Під час роботи пари при температурі вище 450°C внутрішні стінки труб витончуються, утворюючи окалину. Коли товщина стінок труб зменшується, напруга в них збільшується, що прискорює процес повзучості.

Окалиностійкість або жароміцність — це термін, який використовується для опису здатності сталі чинити опір утворенню окалини при впливі на неї пари з високою температурою (див. рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Жароміцні сталі

Графітизація.

Графітизація – це коли сталь піддається високим температурам і вільний

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

вуглець виділяється з зерна.

Здатність сталі витрачати навантаження без руйнування протягом певного періоду часу називається її довговічною міцністю. Найважливішим показником міцності трубопровідних сталей є межа тривалої міцності. Щоб порівнювати величини тривалої міцності, необхідно було знати межу її тривалості. Це напруга, при якій метал розпадається через 100 000 годин роботи при цьому рівні температури.

ДСТУ 9651-73 використовується для визначення межі плинності. На електростанції повинна бути схема паропроводів, яка містить точки вимірювання залишкових деформацій і місця.

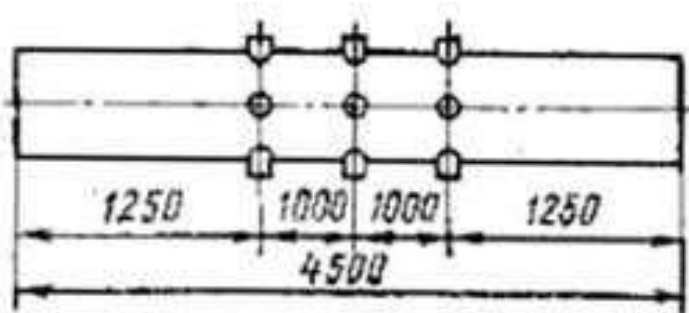


Рисунок 2.6 – Розташування реперів на контрольній ділянці.

Розташування контрольних ділянок зварних з'єднань та опор.

У певній послідовності позначені контрольні ділянки та точки. Проект включає місця розташування точок і майданчик, щоб забезпечити зручний доступ до них.

Встановлення бобишок на трубопроводах під один розмір і вимірювання залишкової деформації труб проводяться за допомогою спеціальних скобів (рисунок 2.7). Кожен діаметр труб має свою скобу. Усі вимірювання проводяться по бобишкам, встановленим по осях (x-x і y-y).

Контролюють і перевіряють кожну сталю, яка працює при температурі 450°C і більше.



1 - корпус; 2 - змінна губка; 3 - губка, запресована у втулку з посадкою А1/Пр1; 4 - втулка; 5 - гайка, що закріплює схемну втулку

Рисунок 2.7 – Ескіз скоби (шаблону) для вимірювання залишкової деформації

2.3 Розробка спеціального фарбувального складу

Виходячи з розділу 2.1 та розділу 2.2 будемо підбирати такий склад, щоб він відповідав двом основним вимогам: захищав від корозії, був жаростійким.

Для цього проведемо патентний пошук відомих фарб із схожими заявленими властивостями.

Відомий (UA № 2551363, опублікований 27.02.2015 р.) захисне антикорозійне покриття зі зниженою пожежною небезпекою, що містить мас. %: латекс марки СКД-1С - 4,0 -27,9, акрилова дисперсія «Акремос 101» - 32,0-

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

55,2, акрилова дисперсія «Акремос 402» 0,77-0,8, скляні порожнисті мікросфери 3М - 14,54 (нанополітетрафторетилен) - 1,0-6,2, декабромдифенілоксид - 4,8-7,0, гідроксид алюмінію - 5,1, діоксид титану - 0,7-1,2, фосфат полігексаметиленгуанідину - 0,22-0,24, 03-7,03-2.

Даний винахід має меншу термостійкість 400°C, що відповідно швидше призведе до руйнування конструкції.

Також відомий (UA № 2521999, опубліковано 10.07.2014 р.) склад вогнезахисний із вмістом мас. %: портландцемент 20,0-60,0, спучений вермікуліт 10,0-40,0, хризотилловий азбест 5,0-25,0, шамот 5,0-25,0, спучений перліт 10,0-30,0, поліфункціональний модифікатор бетону водорозчинний клей 2,0-8,0, водоутримуюча добавка 0,1-3,0.

Розглянутий матеріал має суттєвий недолік - не має антикорозійних властивостей, у зв'язку з відсутністю антикорозійних компонентів.

Прототип антикорозійної вогнестійкої фарби (UA 2495068, опублікований 10.10.2013) використовує кремнійорганічну смолу в кількості від 20 до 30% від маси композиції. Розчинник є ксилолом або сольвентом, а цільові добавки включають безкислотний перетворювач іржі на основі танінів і інгібітор корозії у вигляді фосфату цинку.

2.4 Способи нанесення спеціального складу

Промислові трубопроводи фарбуються відповідно до ДСТУ 14202-69. Її основне завдання в разі аварії — повідомити працівникам МНС, пожежникам та іншим службам про те, з якими речовинами доведеться контактувати, наскільки вони небезпечні, і як ефективніше ліквідувати аварію.

Інженерні, промислові та міські інженерні мережі транспортують речовини, які можуть становити загрозу як для людей, так і для навколишнього середовища. Таким чином, для забезпечення безпеки трубопроводи обов'язково забарвлюються в різні кольори, які відповідають

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

типу робочого середовища, що знаходиться в них.

ДСТУ 14202-69 регламентує такі правила колірної маркування інженерних мереж, залежно від виду робочого середовища, що транспортується:

- для повітря: синій;
- - для води: зелений;
- - для пари: червоний;
- для газових труб (горючих та негорючих газів): жовтий;
- - для лугів; фіолетовий;
- для кислот: помаранчевий;
- для горючих та негорючих рідин: коричневий;
- - для інших речовин: сірий.

У деяких випадках трубу можна пофарбувати лише частинами, а не повністю. У таких ситуаціях використовується цей метод фарбування:

- якщо труби будуть обшивати теплоізоляцією;
- - на трубопроводах із кольорового металу;
- у цехах з великою протяжністю комунікацій та їх великою кількістю.

Для цієї фарби прийнято виділяти такі способи фарбування:

1) Для фарбування невеликих металевих виробів з рівною поверхнею підходить використання спеціального малярського пензля. До початку фарбування пензель потрібно занурити у воду на певний час, приблизно на годину. Але зробіть це так, щоб клей не намок, а щетина залишилася у воді. Цей процес виконується з двох цілей. По-перше, він пом'якшує щетину, оскільки суха щетина залишає сліди на поверхні. По-друге, він ущільнює кисть і запобігає випаданню волосся з неї під час роботи. Намокання збільшує обсяг волосся в кисті та зміцнює його. Після того, як ви виконали ці процедури з пензлем, її потрібно висушити. Після цього добре попрацювати на шорсткій поверхні, такій як бетон або цегла, пензлем, змоченим у фарбі. Це потрібно зробити, щоб відокремити волоски від кисті, щоб не залишилося помітних

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

смуг на поверхні, що фарбується.

Для рівномірного зношування волосся потрібно регулярно повертати пензлем навколо осі. Перед застосуванням фарбу ретельно перемішують. Якщо вам потрібно більше однієї банки фарби, ви повинні злити всю фарбу в одну ємність і ретельно перемішати. Це необхідно зробити, оскільки навіть фарба одного виробника може мати різні відтінки в різних банках.

Не поліуйтеся і змішайте всю фарбу, щоб уникнути повторного використання, а також зберегти спокій. Щоб уникнути утворення осаду, рекомендується перемішувати фарбу кожного разу, коли пензель опускається в ємність.

Підготовка поверхні до фарбування залежить від товщини фарбового шару, що фарбується пензлем, і від зусилля, що прикладається до пензля під час фарбування. Фарба ляже грубим товстим шаром у вигляді вузьких смужок, якщо ви натискаєте на неї слабо пензлем. І тут дуже можливі численні пропуски.

Якщо сильно натискати на пензель, фарба ляже тонким шаром, який легко розтушовується, але фарба стікатиме з пензля, створюючи потоки.

Отже, вам потрібно використовувати «середній» підхід: спочатку натиснути на пензель несильно, але потім збільшувати натиск, щоб використовувати більше фарби. Фарбу потрібно добре розтушовувати.

Щоб захистити руки від фарби, що стікає з пензля, можна прикріпити половинку дитячого м'ячика або валик з поролону на ручку кисті.

Щоб запобігти стіканню фарби на підлогу, злегка віджимайте край ємності.

Після фарбування поверхня повинна вийти абсолютно гладкою. Щоб досягти такого результату, при фарбуванні в два шари штрихи потрібно наносити перпендикулярно один одному.

Якщо ви хочете відпочити, помістіть кисть у відро з водою, розріджувачом або фарбою так, щоб волосся не торкалося дна. В іншому

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

випадку кисть буде деформована.

Для нанесення фарби на пензель її опускають приблизно на одну третину довжини волосся. Після того, як пензель виймають, муфтою обережно вдаряють об край ємності, щоб видалити надлишок фарби з пензля.

Щоб видалити надлишок фарби з пензля, не вичавлюйте пензель об край ємності. Її не потрібно занурювати глибоко в фарбу, інакше фарба стікатиме по рукоятці кисті.

Почнемо, нахилиючи пензель близько до поверхні, що фарбується, щоб нанести фарбу. У міру накопичення фарби кут нахилу пензля зростає. У цьому випадку фарба має бути нанесена тонким шаром.

Після роботи пензля потрібно ретельно промивати від фарби. Якщо ви використовували масляну фарбу або емаль для фарбування, спочатку промийте пензель у скипидарі, гасі або уайт-спірити, а потім промийте мильною піною і промийте до чистої води. Гаряча вода достатня для очищення клейових кистей.

Найкраще взяти пензлі, обернувши щетину марлею. Це робиться, щоб окремі волоски не розходилися. Майстри-маляри особливо доглядають за торцевими кистями та флецевими кистями. Навіть під час відпочинку ці кисті слід мити.

2) *Занурення* - використовується для невеликих деталей з металу, які можуть мати будь-яку бажану форму. У багатьох сферах бізнесу метод забарвлення зануренням широко використовується. Він нескладний, але ефективний. Але через те, що отримані покриття нерівномірні за товщиною та не мають декоративних властивостей, метод використовується здебільшого для нанесення ґрунтовок, що повільно висихають (фенольних, гліфталієвих та ін.) і для фарбування предметів, які не вимагають надзвичайно декоративного покриття.

Температура, в'язкість матеріалу, вміст сухого залишку в фарбі або ґрунтовці, доведеного до робочої в'язкості та інші фактори впливають на

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

якість і товщину покриттів.

Рекомендується робоча в'язкість гліфталієвих матеріалів становити 20–25 секунд, а фенольний ґрунтовок 16–18 за віскозиметром ВЗ–4 при 20 °С, щоб забезпечити рівномірну товщину покриттів. Швидкість, з якою деталі витягуються з ванни, повинна бути невеликою, оскільки збільшення швидкості призводить до більшої нерівномірності покриттів за товщиною. Занурення та зняття деталей з ванни повинно відбуватися плавно. Не допускається, щоб деталі або вироби, що занурюються, були повністю покриті лакофарбовим матеріалом. При витягуванні виробу з ванни матеріал не повинен скупчуватися в кишнях або поглибленнях, а також не повинно бути помітних патьоків на пофарбованій поверхні.

Деталі слід завішувати на пристрої якнайближче до них. Це полегшує повне стікання надлишків матеріалу. Рекомендується стікання протягом 10-12 хв при температурі 18-25 °С. Уповільнене стікання запобігає утворенню великих напливів і патьоків, а також сприяє отриманню більш рівномірних покриттів. Після занурення деталі повинні залишатися в такому ж положенні, як і під час занурення.

У міру користування ванни лакофарбові матеріали стають більш в'язкими, головним чином через випаровування розчинників. Через це необхідно регулярно змінювати ванну, додаючи відповідні розчинники.

3) Ця технологія з валиком найкраще працює при фарбуванні великих металевих предметів з рівною поверхнею. Зазвичай пензлі використовують для фарбування невеликих ділянок або смуг між двома кольорами. Фарбування валиком великих площ легше, швидше та якісніше. Забарвлення проводять у два шари, перевертаючи валик у напрямку руху. Таким забарвленням барвистий шар буде більш рівним, і не буде видно валика.

Для роботи з валиком дуже зручно використовувати спеціальний піддон, тобто ванну з невисокими бортами, на який наливають фарбу приблизно до половини. Валик прокочують у контейнері, щоб просочити його фарбою.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Щоб уникнути утворення нерівного шару фарби під час фарбування, валик потрібно добре просочувати фарбою.

Зазвичай спочатку на стелю наносять великий шар фарби, а потім заповнюють всі проміжки безперервною лінією, схоже на букву W. Таким чином, вони створюють рівномірний шар фарби.

Валики роблять перехресні рухи, коли вони рухаються по поверхні. Збільшуйте тиск на валик, коли фарба витрачається. Як зазначалося раніше, фарбу необхідно ретельно розтушовувати. Таким чином, валик прокочують по одному місцю кілька разів, перекриваючи смуги приблизно на 2-3 см.

Як було зазначено раніше, фарбу потрібно наносити не менше двох шарів. У деяких випадках (якщо використовується вітчизняна фарба) може знадобитися третій шар фарби. Тільки після висихання попереднього шару можна наносити наступний шар фарби.

Коли фарба висихає, необхідно дотримуватися певних інтервалів часу, щоб отримати якісну, міцну та привабливу поверхню. Коли фарба не отримує достатньо вологи, вона висихає. Це починається з нового нанесення фарби на поверхню та закінчується станом «до відлипа», коли пил не прилипає до фарби. Нарешті, коли фарба остаточно твердне або полімеризується, вона повністю висихає.

Виробник враховує всі ці кроки і відповідно вказує час, необхідний для нанесення фарби на поверхню.

Сітка, натягнута на рамку 200x300 мм, яку встановлюють над ванною або відром, дуже зручна для фарбування валиком. Вона потрібна для того, щоб уникнути потоку фарби та очистити валик від надлишку фарби.

4) З використанням фарбопульту: ця технологія найкраще працює для фарбування великих металевих предметів із рівною поверхнею.

Перераховуючи основні особливості того, як користуватися фарбопультом з компресором, можна виділити 4 основні пункти:

Відстань від сопла до поверхні варіюється від 15 до 25 см. Оптимальна

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

цифра може змінюватись, залежно від системи розпилення фарбопульту: НР (20-25 см), HVLP (10-15 см) та LVLP (15-20 см). Досвідчені маляри, як вимірник, використовують кисть своєї руки (рисунок 2.8), розмір якої становить 20 см (в середньому).

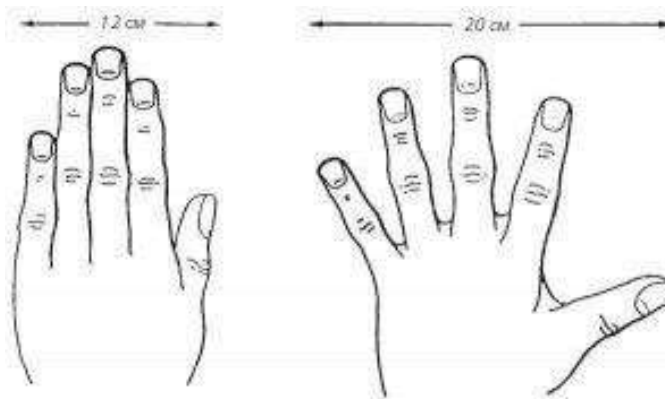


Рисунок 2.8 – Кисть руки

Технологія фарбопультування залежить від правильного положення інструменту під час розпилення (рисунок 2.9). Пристрій повинен бути прямим до поверхні. Фарбопульти можуть нахилитися під час роботи, що призведе до нерівномірного розподілу фарби в плямі.

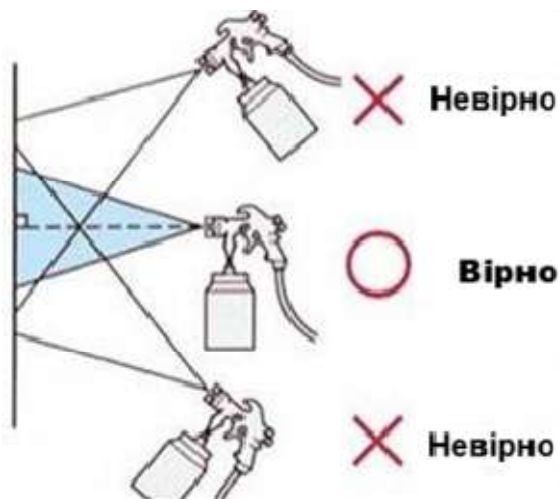


Рисунок 2.9 – Положення інструменту під час розпилення

За десять-п'ятнадцять сантиметрів до початку оброблюваної поверхні натисніть на курок інструменту, відкриваючи подачу фарби. З іншого боку, залежно від швидкості ведення, краї виробу будуть погано пофарбовані або

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

навпаки з надлишком. Відвівши інструмент за десять-п'ятнадцять сантиметрів від протилежного краю деталі, ви також можете припинити розпилення.

Фарбування слід проводити внахлест, заводячи нову лінію приблизно на половину або третину попередньої лінії. Це краще зробити згори вниз, ліворуч-направо (рисунок 2.10).

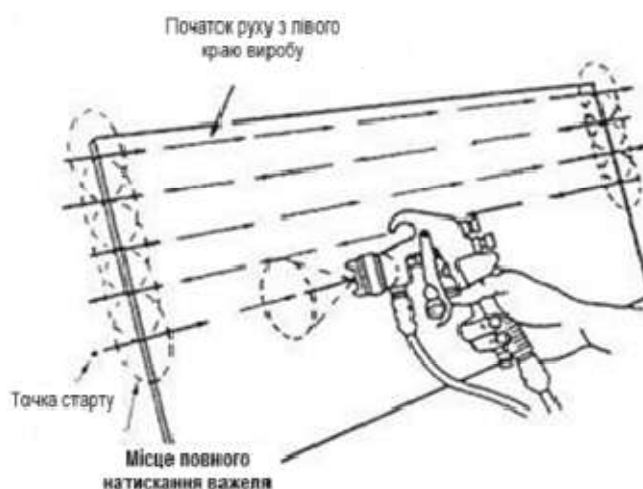


Рисунок 2.10 – Розпилення фарбопультотом

Швидкість руху фарбопульта під час роботи залежить від густини фарби та товщини вашого шару. Середня швидкість розпилення становить 1 метр за 2 секунди. Утворення патьоків може статися через надмірне зволікання, а коливання швидкості руху вплинуть на рівномірність лакофарбового покриття. Досвідчені люди можуть зробити рухи впевненими, але навіть рядовий користувач, який не має досвіду використання інструменту, може досягти приблизно такого ж рівного рівня впевненості.

2.5 Підготовка поверхні

Підготовка поверхні до фарбування — це багатоетапний процес, який потребує багатьох процедур.

Підготовка поверхні до фарбування фактично вирішує два завдання.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Перш за все, необхідно очистити поверхню, щоб лакофарбовий матеріал ліг рівним шаром. З поверхні повинні бути видалені консерваційні олії, синтетичні окислювальні речовини (СОЖ), бруд, залишки старого лаку, металевий пил та інші забруднення.

У процесі підготовки металеві поверхні до фарбування використовується знежирення та травлення.

Механічні методи підготовки поверхні під фарбування можна використовувати для очищення.

Наступним завданням є значне покращення фізико-механічних і захисних властивостей.

Лакофарбові покриття функціонують практично як напівпроникні мембрани, оскільки вони до певної міри волого проникні. Волога потрапляє на поверхню виробу через пори лакофарбового покриття під час використання, особливо в жорстких умовах, таких як тропічні, морські та перепади температури. Осмотичний тиск призводить до того, що підкладка, особливо металева, починає руйнуватися. Продукти корозії руйнують адгезійний зв'язок лакофарбового покриття та підкладки, що призводить до відшаровування покриття.

Під час використання спеціальних хімічних засобів для підготовки поверхні під фарбування на підкладці створюються конверсійні покриття. Ці покриття значно покращують фізико-механічні та захисні властивості наступного шару лаку, що збільшує термін служби поверхонь, які були пофарбовані.

Процес підготовки поверхні під фарбування складається з етапів очищення та створення захисних конверсійних покриттів.

Неорганічні сполуки, які утворюються лише на поверхні металів під впливом хімічних засобів підготовки поверхні, називають конверсійними покриттями. Фосфатні, хроматні та оксидні сполуки формуються залежно від хімічного складу, за допомогою якого поверхня металу піддається

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

фарбуванню.

Завдяки розгалуженій поверхні мікрокристалічного покриття конверсійні покриття утворюють міцні адгезійні зв'язки з лакофарбовим покриттям.

У разі пошкодження лакофарбового покриття (подряпина, скол) конверсійні покриття захищають від підплівкової корозії та запобігають поширенню корозії з місця пошкодження.

Тип поверхні, що фарбується, впливає на підготовку поверхні до фарбування

Підготовка поверхні металу до фарбування залежить від її типу та вихідного стану.

Очистка є першою та обов'язковою частиною підготовки поверхні.

Якщо на виробі лише забруднення (мастило, пил тощо), знежирення достатньо. Знежирення можна досягти за допомогою розчинників і лужних водних миючих засобів.

Якщо на поверхні присутні окалина, сліди корозії або залишки старої фарби, такий метал не можна фарбувати. Це забруднення видаляється за допомогою як хімічного (травлення), так і різних механічних (підготовки металу до фарбування) методів.

Операція травлення проводиться після знежирення або в поєднанні з нею.

Підготовка поверхні під фарбування залежить від типу металу. Тип конверсійного покриття залежить від типу металу, який використовується для завершення обробки поверхні.

Фосфатування відбувається з чорними металами, такими як чавун і сталь. Магній і його сплави мають хроматичну реакцію. Фосфатування та хроматування можуть бути хорошими методами обробки цинку, кадмію та оцинкованої сталі та її сплавів.

Фосфатування є найкращим методом обробки кольорових металів разом

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

зі сталлю. Як заключна обробка, пасивування застосовується до всіх металів.

2.5.1. Існуючі механічні методи підготовки поверхні до фарбування

Механічна обробка поверхні під фарбуванням може відбуватися за допомогою ручних або механізованих інструментів, а також різних абразивних матеріалів за допомогою механічних установок.

Механічна обробка поверхні дозволяє отримати необхідну шорсткість поверхні та видалити окалину, іржу, оксиди, старе лакофарбове покриття, грубі забруднення, продукти обуглювання та залишки піску та шлаку. Це також збільшує адгезію лакофарбового покриття.

Перед механічним очищенням замаслені вироби знежирюють уайт-спіритом, розчинником Р-4 або лужним водним розчином. Перед механічною обробкою газополум'яним очищенням киснево-ацетиленовим пальником іноді видаляють товсті органічні шари забруднень, товщина яких перевищує 6 мм.

Механічна підготовка поверхні під фарбування (рисунок 2.11) створює ідеальну шорсткість поверхні, що покращує адгезію лакофарбового покриття, але не надає поверхні антикорозійних властивостей. Одночасно ці проблеми можна вирішити лише, якщо поверхню підготують для фарбування хімічними засобами.



Рисунок 2.11 – Механічна підготовка металевої поверхні

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

2.5.2 Особливість підготовки поверхні під фарбування металів, що належать до групи кольорових

З кольорових металів найчастіше фарбують оцинковану сталь та алюміній, а також їх сплави.

Якщо умови експлуатації виробів дозволяють обмежити підготовку поверхні під фарбування процесом знежирення, необхідно враховувати особливу нестійкість цих металів до впливу лужних миючих засобів.

Вони труїться та темніють при обробці в сильно лужних водних складах, тому для знежирення їх рекомендується використовувати спеціальні миючі композиції.

Щоб завершити повний технологічний процес підготовки поверхні алюмінію для нанесення конверсійного покриття (хроматного або безхроматного), необхідно видалити оксидну плівку з поверхні перед фарбуванням сильнолужними або кислими розчинами.

Знежирення можна поєднувати з травленням, коли продукти трохи зажирені.

Існує помилкова думка серед виробників оцинкованої сталі та забарвленого алюмінію, що фарбування цих металів не вимагає нанесення конверсійних покриттів перед фарбуванням.

Використання цих металів у вологих умовах показало, що якщо не проводиться конверсійна обробка (хроматування, пасивація або фосфатування) під лакофарбовим покриттям, утворюється незначна біла корозія, яка призводить до зниження адгезії та розтріскування покриття.

Наразі хроматування є найкращим способом підготовки поверхні металу до фарбування.

На практиці використовуються методи жовтого хроматування (Алькон-

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

1, Екомет А-001) і зеленого хромування (Алькон-4). Тим не менш, через високу токсичність сполук хрому використання хромування обмежене. Для обробки рулонного металу було розроблено та впроваджено безпромивний процес хроматної обробки у складі Formichrome.

Безхроматна обробка кольорових металів стає популярною серед провідних європейських компаній. Для цього використовуються хімічні засоби, які містять комплексні фторидні сполуки цирконію або титану, або обробка, яка використовує покриття з складних оксидів нікелю, кобальту та оксисиланів. Фосфатування може бути ефективним методом обробки сталі з цинку та оцинкованої сталі замість хромування, особливо коли обидві сталі оброблюються одночасно.

2.6 Застосовувані механізми та інструменти

Наразі найважливішим питанням є захист матеріалів від зовнішніх впливів, оскільки це збільшує довговічність. У більшості випадків механізована дія є вибором. Це також стосується підготовки поверхні до фарбування, але ручна робота також важлива. Розглянемо це питання більш детально.

При невеликих завданнях використовують ручні інструменти, такі як дротяні щітки, шпателі та скребки. Механічний інструмент, такий як шарошки, щітки, абразивні кола, нескінченну абразивну стрічку та голчасті пістолети, використовується для роботи з великими обсягами. [1]. Рис. 2.12 – 2.19.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



Рисунок 2.12 – Дротова щітка



Рисунок 2.13 – Шпатель



Рисунок 2.14 – Скребок



Рисунок 2.15 – Щітка механічна



Рисунок 2.16 – Шарошки



Рисунок 2.17 – Абразивні круги



Рисунок 2.18 – Нескінченна абразивна стрічка



Рисунок 2.19 – Голчастий пістолет

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРММТВА 2524325. 000 ПЗ

Арк.

54

Для гальванічної або віброабразивної обробки використовують абразивні насипні матеріали.

Обробка дрібних деталей у барабанах, що обертаються, називається галтовкою (рисунок 2.20). Вона може бути сухою тільки за допомогою абразиву або мокрою за допомогою спеціальних рідких засобів і абразиву. Галтування очищує вироби, видаляє окалина, задирки та нерівності з поверхні, що призводить до зменшення шорсткості.



Рисунок 2.20 – Галтувальний барабан

Віброабразивна обробка — це механічний або хіміко-механічний процес, який включає нанесення абразивом великої кількості мікроударів, щоб видалити дрібні частинки металу та його оксиди з поверхні, яку обробляють.



Рисунок 2.21 – Віброабразивна обробка

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Струменева очистка із застосуванням абразивних матеріалів є широко поширеним методом механічної підготовки поверхні під фарбування. Це водне струменеве очищення, водне абразивне очищення та сухе абразивне очищення. Цей тип обробки виконується за допомогою спеціального обладнання. Металевий пісок або дріб, скляні кульки та шлаки найчастіше використовують як абразиви (рисунок 2.22).

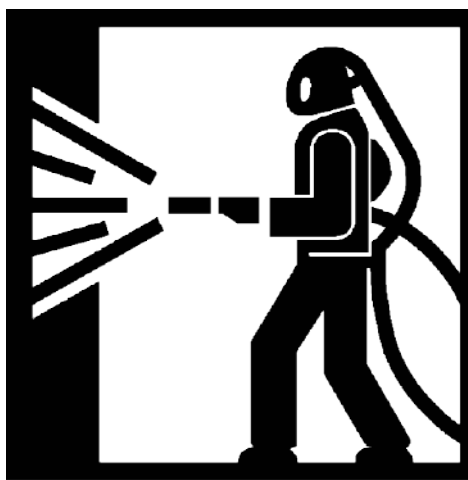


Рисунок 2.22 – Піскоструминна обробка

Обробка металу з товщиною не менше трьох міліметрів не допускається, якщо його геометрична форма не порушується. Після сухої абразивної обробки матеріал слід знепилити та знежирити, якщо це необхідно.

У числі безперечних переваг механічних методів підготовки поверхні під фарбування є можливість безпосередньо на робочому місці обробляти вироби будь-якого розміру, особливо великогабаритні вироби з чорного та кольорового металу.

Недоліками механічної обробки є висока вартість, висока трудомісткість і неможливість обробки складних тонкостінних виробів.

На жаль, коли немає грошей, люди часто відмовляються від найкращої технології, що на шкоду якості фарбування.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Коли відомі технології та обладнання для підготовки поверхні під фарбування, вибираються матеріали для підготовки поверхні.

Коли ви вибираєте між широким асортиментом вітчизняних і зарубіжних виробників, ви повинні бути впевнені, що ці матеріали забезпечать необхідну якість підготовки поверхні для фарбування, а ціна відповідає якості [12].

Потрібно відзначити, що метал, оброблений механічними методами, дуже активний, тому він повинен бути негайно зафарбований або заґрунтований, щоб запобігти вторинній корозії. З цієї причини механічну обробку слід проводити при відносній вологості нижче 85% і температурі металу не нижче 3°C [14].

2.7 Відмінні риси обраного матеріалу (фарба)

Пропонована антикорозійна вогнестійка фарба є новим винаходом лакофарбової промисловості. Її антикорозійні та вогнестійкі характеристики дозволяють використовувати її для захисту поверхні бетону та металу від корозії та високих температур.

Основною метою пропонованої фарби, яка є вогнестійкою та антикорозійною, є створення покриття, яке найкращим чином захищатиме будівлю від корозії та впливу вогню.

Це призведе до покращення вогнестійкості та продовження антикорозійних властивостей.

Дану фарбу можна використовувати проти корозії та вогнестійка має високу вогнестійкість (до 700°C). Кремнійорганічна смола 139-297 використовується як сполучна, яка, порівняно з іншими смолами, має високу температуру склеювання. Її можна використовувати як у тропічному кліматі, так і в холодній півночі. Крім того, вона надзвичайно стійка до агресивних середовищ.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розчинник солвент додають в фарбу до консистенції, яку вона потребує.

Збільшення вогнестійкості покриття порівняно з прототипом передбачається за допомогою додавання меленого вапняку фракції від 0 до 0,2 мм як наповнювача.

Як інгібітор корозії, фосфат цинку та безкислотний перетворювач іржі на основі танінів - армасила взаємодіють, утворюючи хімічну реакцію з іржею, яка утворює оксидну плівку, яка заважає волозі проникати в конструкцію, зупиняючи процес корозії.

Silitex Cherox 650 C — це піногасник, створений з суміші мінеральних масел на основі парафіну та гідрофобних компонентів.

Пента-60, розчин лужної рідини з силанолом, використовується для стабілізації в'язкості.

Дану вогнестійку антикорозійну фарбу отримують шляхом диспергування всіх компонентів у дисольвері.

Не можна не помітити, що під час економічного порівняння з прототипом мелений вапняк в два рази дешевше, ніж тальк, який використовувався як наповнювач.

Приклад використання вогнестійкої антикорозійної фарби полягає в тому, щоб нанести її на бетонну або металеву поверхню різними способами. Потім фарба витримується при температурі 20 градусів Цельсія, щоб вона висохла і відновила свої технологічні властивості. Потім проводяться експерименти, щоб перевірити її антикорозійну стійкість і вогнестійкість.

Запропонована фарба має технічний ефект і може бути виконана за допомогою відомих технологічних інструментів. Таким чином, вона має промислове застосування.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Результати другого розділу

1. Проведено аналіз історичних аспектів захисту металу від корозійного та вогневого впливів.
2. Розроблено спеціальний склад фарбування.
3. Систематизовані способи нанесення спеціальних фарбувальних складів, застосовувані механізми та інструменти,
4. Підібрано фарбу для дослідження на корозійну стійкість та вогнестійкість.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ГЛАВА 3 ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО СКЛАДУ ПОКРИТТЯ ТРУБ

3.1 Екологічні аспекти застосування фарбувальних складів

Коли ми розглядаємо будь-яку фарбу, включаючи запропоновану, ми повинні враховувати вплив, який вона матиме на навколишнє середовище. Ми не можемо відповісти на питання про екологічний вплив на людину та природу, поки не порівняємо всі види фарб і їхні властивості.

Фарба служить як декоративним, так і захисним покриттям. Для інтер'єру зазвичай використовують декоративні фарби, які також забезпечують захист вразливих матеріалів, таких як метал.

У процесі виробництва фарба впливає на довкілля та здоров'я людини. Невикористовувана рідка фарба вважається «небезпечною» і має бути видалена належним чином:

Комплектуючі матеріали.

Більшість фарб виготовляється із трьох основних інгредієнтів:

- 1) пігмент – забезпечує колір та непрозорість;
- 2) сполучна – діє як клей, утримуючи пігмент на поверхні;
- 3) розчинник - підтримує пігмент і сполучна рідинна форма.

Інші інгредієнти запобігають розвитку бактерій, економлять поширення фарби (наповнювачів), згущують фарбу, роблять її легко наносити, затримують засихання та запобігають пінитися.

Після нанесення фарби на поверхню розчинник випаровують, залишаючи плівку з пігменту та сполучного.

1) Барвисті пігмент.

Пігменти використовуються для виконання багатьох завдань для фарби, таких як надання необхідних властивостей (подовжуючи пігмент) і збільшення непромокання (пігмент бар'єру), але найкращий із них забезпечує постійний

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

колір (пігмент забарвлення).

Білий пігмент.

Діоксид титану, також відомий як TiO_2 , широко використовується в лакофарбовій промисловості, як у звичайних фарбах, так і в «екологічних» фарбах. Відомі білі пігменти, такі як оксид свинцю або свинцевий білий, були замінені діоксидом титану. Свою високу світлонепроникність (здатність покрити або сховати) пояснює її майже повне використання. Вапно та крейда є кількома менш використовуваними пігментами, оскільки вони мають дуже низьку непрозорість і можуть вимагати великої кількості покриття, щоб досягти бажаної непрозорості.

Два способи виробництва діоксиду титану мають значний вплив на навколишнє середовище.

Кольоровий пігмент.

Кожен пігмент може бути органічним або неорганічним. «Органічна». Раніше органічні пігменти використовувалися для виробництва барвників із природних рослин. Більшість сучасних органічних пігментів виготовляються з кам'яновугільної смоли та нафтових дистилатів, але все ще існують рослинні пігменти в маркуванні фарб, які відносяться до «ЕКО». Зазвичай синтетичні органічні пігменти мають хорошу якість і міцність кольору. Тим не менш, непрозорість зазвичай низька, і багато органічних речовин не повністю стійкі до розчинників.

"Неприродний". Ранні фарби використовували пігменти, які були отримані шляхом дроблення певних мінералів із землі. Усі ці «природні» пігменти є неорганічними речовинами. Охра та сієну є типовими прикладами. Оксиди металів, отримані з заліза та глини, або синтетичні речовини, отримані з нафтохімічних продуктів, є іншими неорганічними та більш плідними пігментами, які зараз доступні на ринку.

2) *Сполучна.*

У суміші фарби сполучна з'єднує пігмент і надає властивості опору

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

фарби, що робить останнє покриття міцним. Сполучні матеріали на олійній основі та на латексній основі — це два основні види.

Сполучне на олійній основі.

Масляна фарба потребує сполучного, який має властивості, схожі на фарбу, але при дії повітря окислюється або висихає і твердне разом з іншою фарбою.

Олійні фарби містять синтетичні або натуральні сполучні речовини. Ляна, тунгова та соєва олії є прикладами «натуральних» рослинних олій. В сучасному світі мало хто використовує лише олію. Вони швидше засновані на алкідах, модифікованих оліях, які складаються з синтетичних смол і рослинних олій. Алкіди — це хімічні сполуки, які сушать швидше та сильніше, ніж олії. Алкіди тепер використовуються як сполучні для майже всіх «масляних» фарб, таких як глянець. Олії та алкіди часто використовуються для виготовлення зовнішніх ґрунтовок на олійній основі.

Сполучна на основі латексу.

Фарби на основі латексу складаються з полімерних сполучних, які створюють плівку, схожу на натуральний латексний каучук. Сполучна на основі латексу є компонентом майже всіх водних фарб. У процесі нанесення покриття вода випаровується з фарби, залишаючи плівку пігменту та сполучного на основі латексу з'єднаними в єдине покриття.

Полімери також використовують як сполучне в фарбі. Два найпоширеніші види акрилу є акрилом, який найкраще використовувати зовні. Вініловий акрил, який також може використовуватися зовні, в основному використовується всередині. Стирол-акрил і терполімер також є латексними сполучними.

Сучасні емульсії на водній основі містять латекс для збільшення міцності. Ступінь блиску визначається кількістю латексу.

3) Розчинник.

Розчинник — це рідина, яка дозволяє іншим складам створювати

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

консистенцію. Коли фарба наноситься, розчинник випаровується, що дозволяє пігменту та сполучному виробляти ефект фарби.

Мінеральний скипидар, також відомий як «замінник скипидару», використовується як розчинник для фарби та очищення кистей, і «уайт-спірит», який використовується в алкідах, є двома найбільш поширеними органічними розчинниками, отриманими з нафти. Інші органічні розчинники на основі нафти включають ацетон, толуол, ксилол, метильовані спирти (суміш метанолу та етанолу), алкани (ізопарафіни) і метилетилкетон (МЕК). Скипидар і «масло цитрусу» є двома розчинниками, які використовуються у фарбі, яка не містить нафти.

Для підвищення оброблюваності більшості «водних» фарб необхідно додати невелику кількість органічних розчинників.

Біоциди.

Додавання біоцидів у фарбу запобігає бактеріальному росту в банку та розвитку грибків і водоростей на лакофарбових покриттях. Особливо чутливі до води та казеїнових фарб. У зв'язку з тим, що біоциди є токсичними, їх використання строго регулюється європейським законодавством. Директива з біоцидних продуктів (ДБП) є однією з таких директив.

До прийняття законодавства формули біоцидів були досить простими, але найчастіше вони небезпечні та отруйні. Ртуть та інші важкі метали є прикладами таких речовин. Законодавча база зробила складніше використовувати поєднання різних елементів для досягнення того самого ефекту.

Додавання біоцидів у фарбу запобігає розвитку бактерій у банку та появі водоростей і грибків на лакофарбових покриттях. Особливо чутливі до казеїнових фарб і води. У зв'язку з тим, що біоциди є токсичними, європейські закони чітко регулюють їх використання. Однією з таких директив є директива з біоцидних продуктів (ДБП).

До того, як законодавство було прийнято, формули біоцидів були досить

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

простими, але в більшості випадків вони небезпечні та отруйні. Такі речовини включають ртуть та інші важкі метали. Законодавча база зробила використання поєднання різних компонентів складніше для досягнення того самого ефекту.

Сурфактанти.

Сурфактанти зменшують натяг води на поверхню фарби. Етоксілати алкілфенолу (APEs) і перфторовані поверхнево-активні речовини, які були значною мірою припинені через їх небезпечний характер (порушення ендокринної функції та біоаккумуляція відповідно), є поверхнево-активними речовинами, які зазвичай використовуються у фарбах. Нове покоління поверхнево-активних речовин використовується, і вони вважаються набагато менш токсичними, ніж їхні попередники.

Сикативи.

Сикативи збільшують швидкість висихання фарби. Виражається занепокоєння щодо потенційних шкідливих наслідків металевих сушарок для здоров'я в цілому. [28]

Інші види фарб.

У фарбах можна використовувати різні олії, але лляна найпоширеніша. Перш ніж сучасні алкідні смоли та інші сполучні замінили льняне масло, воно було широко використовувалося.

Немає органічних розчинників у фарбі лляної олії, тому лляна олія так добре відроджується. Оксид цинку, який може замінити оксид титану, і фарбуючий пігмент є звичайними інгредієнтами.

Вапняна фарба.

Найстаріша форма «фарби» -вапняна фарба. Фарба складається в основному з гашеного вапна, також відомого як гідроксид кальцію, у поєднанні з традиційно низькою часткою органічного сполучного, такого як жир (або лляна олія).

Вапно не тримається довго, особливо в забруднених місцях, де

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

покриття може швидко псуватися.

Небезпеки для здоров'я людини: подразнення на шкіру або легені при вдиханні. Однак необхідні значні дослідження, щоб встановити зв'язок між діоксидом кремнію та раком.

3.1.1 Вплив фарби на здоров'я.

У дослідженні, опублікованому в журналі «Environmental Health Perspectives» у 2009 році, досліджувався зв'язок між використанням розчинників у фарбах і дитячою лейкемією. Хоча дослідження було непереконливим, воно виявило «сильний» зв'язок між лейкемією та використанням побутової фарби:

Латексні фарби, які зазвичай містять вінілацетатну смолу, також відому як полівінілацетат, або смолу на основі стиролу, найчастіше використовуються в побуті (Kirk-Othmer 2006). Полівінілацетат може бути канцерогенним для людей, але епідеміологічні дані та дослідження, проведені на тваринах, недостатні, щоб оцінити його ризики. Стирол, з іншого боку, був визнаний потенційним канцерогеном для людини, і кілька досліджень показали, що працівники, які зазнали впливу цього продукту, мали більший ризик розвитку лімфатичних і кровотворних новоутворень (робоча група монографії МАІР, 2002), що робить стирол привабливим кандидатом для пояснення зв'язку між впливом фарби.

Розчинники та леткі органічні речовини (ЛОВ).

Дослідження, проведене в 2003 році, показало, що вплив ЛОВ на стандарти, прийняті нині, можуть підвищити ймовірність розвитку дитячої астми [24].

Огляд останніх досліджень показав, що фарбування легень пов'язане з кількома дослідженнями [25].

Американська асоціація повідомляє, що ЛОВ можуть призвести до

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

багатьох фізичних проблем, таких як: подразнення шкіри та очей, проблеми з легенями та диханням, головний біль, нудота, слабкість м'язів і пошкодження печінки та нирок.

Ізопарафіни практично нетоксичні для перорального, шкірного та інгаляційного шляхів, оскільки вони мають дуже низький рівень гострої токсичності. Але пероральна аспірація рідких ізопарафінів у легені може спричинити серйозну травму легенів [26].

З XIX століття термін «синдром органічного розчинника» використовується для опису тимчасового психічного розладу, який виникає через вплив органічних розчинників. Однак термін «синдром органічного розчинника» стосується тривалої нервової токсичності, яку викликає тривалий вплив. Виявлений психологом з питань гігієни праці у Фінляндії в 60-х роках, але його існування все ще обговорюється у Великій Британії [6].

Відповідно до рекомендацій Департаменту охорони здоров'я США, скипидар, відомий як «натуральний» розчинник, може викликати подразнення шкіри, очей, слизової оболонки та верхніх дихальних шляхів. Крім того, він може викликати сенсibiliзацію шкіри, шлунково-кишкових шляхів і сечовивідних шляхів.

Цитрусова олія, також відома як лимонен, є ще одним «натуральним» розчинником, який може викликати подразнення шкіри та дихальних шляхів [8].

3.1.2 Вплив фарби на довкілля.

Вплив фарби на навколишнє середовище найбільше залежить від виробника компонентів, а не від виробництва самого продукту.

Наразі виробництво діоксиду титану (TiO₂) має найбільший вплив на навколишнє середовище.

- Високі енерговитрати (54 – 76 МДж/кг).

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

– Викиди в процесі виробництва, включаючи (залежно від процесу) CO₂, N₂O, SO₂, NO_x, CH₄ та ЛОВ [9].

– Виробництво створює багато відходів, таких як відпрацьовані кислоти та сульфати металів. Ці відходи впливають на навколишнє середовище. Багато директив ЄС спрямовані на зменшення та усунення забруднення.

– Сировину одержують із дефіцитних ресурсів.

Кольоровий пігмент.

Незважаючи на те, що кольорові пігменти мають не такий сильний вплив на навколишнє середовище, як вплив діоксиду титану. Крім того, важливо пам'ятати, що хоча існують «природні» та «рукотворні» пігменти, не всі з них мають менший вплив, ніж інші.

Летючі органічні сполуки та озон.

Озон утворюється в результаті діяльності людини та є частиною смогу. У присутності сонячного світла оксиди азоту, окису вуглецю та оксиди вуглецю (ЛОВ) утворюють озон.

Законодавство та норми.

Закони, стандарти та правила були розроблені для обмеження масштабів ЛОВ, враховуючи значний рівень, який традиційно пов'язаний з фарбами.

Регулювання ЛОВ ЄС має найбільший вплив на це питання з точки зору законодавства. Незважаючи на те, що багато стандартів і кодексів були опубліковані, вони не мають великого впливу, оскільки не мають законодавчої підтримки.

ЛОВ 2010, законодавство.

Закон про летючі токсичні речовини у фарбах, лаках і продуктах рафінування транспортних засобів (Law of Occupational Safety and Health, 2010) був прийнятий у 2010 році. На додаток до існуючих стандартів, встановлених у 2007 році, метою цього законодавства є забезпечення

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

скорочення викидів ЛОВ.

Такі стандарти були встановлені добровільним європейським екомаркуванням:

- обмежений леткий органічний вміст (ЛОВ) та леткі ароматичні вуглеводні (VHS);
- скорочення викидів сірки у процесі виробництва;
- зменшення небезпечних відходів побічних продуктів під час виробництва діоксиду титану;
- не використовуйте важких металів та речовин, шкідливих для довкілля та здоров'я;
- інструкції споживача користі навколишнього середовища, включаючи умови зберігання.

Стандарт визначає межі ЛОВ на основі функціональних підкатегорій. Наприклад, концентрація «внутрішнього матового» (включаючи воду) становить 15 г/л, тоді як «внутрішнє оздоблення та облицювальні фарби для дерева та металу, включаючи ґрунтовку» становить 90 г/л.

Жорсткі обмеження також накладаються на викиди та відходи, які утворюються в результаті виробництва пігменту діоксиду титану. Сульфатні та хлоридні відходи є викидами.

Агентство з охорони навколишнього середовища (США) встановило граничні значення ЛВВ: низький рівень ЛВВ менше 200 г/л.

Зелений друк, стандарт (США) ГС-11 для низькоякісної олов'яної фарби

Суворіші стандарти обмеження ЛОВ встановлюються цим стандартом. Він також стосується компонентів, які він забороняє, хоча виробники уже відмовилися від багатьох з них. У списку заборонених речей є:

- галометани (хлорид метилену);
- хлоровані етани (трихлоретан);
- ароматичні розчинники (бензол, толуол (метилбензол), етилбензол);

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- хлоровані етилені (вінілхлорид);
- полінуклеарні ароматичні речовини (нафталін);– хлорбензоли (дихлорбензол);
- ефіри фталатів (діетилфталату, диметилфталату);
- різні напівлеткі органічні речовини (ізофорон);
- важкі метали та їх сполуки (сурма, кадмій, шестивалентний хром, свинець, ртуть);
- консерванти (формальдегід);
- кетони (метилетилкетон, метилізобутилкетон);
- різні леткі органічні речовини (акролеїн, акрилонітрил);

Люди, які вірять у «зелені» продукти, будуть розчаровані тим фактом, що майже кожне виробництво, незалежно від того, традиційне чи «зелене», вводить споживачів у оману щодо рівня ЛОВ у фарбах. Особливо неприємно використовувати фразу «нульові ЛОВ», коли аналіз вмісту зазвичай показує, що вони є, хоча і в невеликій кількості.

Оксид титану-пігменту має найбільший вплив на довкілля, оскільки він такий важливий для продуктивності фарби, що його важко уникнути, навіть у фарбах, які вважаються «ЕКО».

ЛОВ є найпоширенішим токсичним компонентом фарби. Незважаючи на те, що законодавство поступово погіршується за рівнями, багато хто вважатиме, що йому все ще є шлях. Інші компоненти, такі як добавки, різноманітні та важко знайти в інших видах лакофарбових матеріалів. Незважаючи на те, що багато добавок є токсичними, існує обмежена законодавча підтримка будь-якої можливої комбінації. У галузі та за межами галузі були розроблені стандарти для контролю більш небезпечних речовин. Однак галузь все ще відстає від цих стандартів.

Виробники могли б дуже допомогти, якби вони добровільно надали повний список компонентів своєї фарби.

Зібравши велику кількість інформації, ми прийняли рішення

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

використовувати фарбу з точки зору зменшення шкоди, спричиненої природою.

3.2 Розробка рекомендацій щодо використання спеціальних покриттів за результатами експерименту

Ми провели три експерименти для вибору кращого складу фарби, яка є вогнестійкою та антикорозійною, щоб визначити, де найкращі результати. Експерименти дозволяють нам дізнатися чи припустити щось нове. Однак для повного вивчення явища потрібно спостерігати його кілька разів у різних умовах. Або ми повинні повторити ті самі умови кілька разів. Для цього проводять дослід, який відрізняється від спостереження та проводиться з певною метою. У цей момент зазвичай проводять спеціальні вимірювання.

Досліджуючи ринок фарбувальних матеріалів у Хмельницькій області, ми виявили, що попит на вогнестійкі склади забарвлення дуже високий. Однак ми виявили, що виробники не пропонують широкий вибір складів, які володіють вогнестійкими та антикорозійними властивостями.

Для створення ізоляційної фарби я провів аналіз потенційних інгредієнтів для складу фарби, проаналізував основні фізичні властивості інгредієнтів і, відповідно до вимог ДСТУ, вибрав оптимальний відсоток використання. Склад ізоляційної фарби складається з наступних компонентів, наведених у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад фарби антикорозійної, вогнестійкої

№ п/п	Найменування компонента	Кількість, %
1	Кремнійорганічна смола	23
2	Сольвент	27
3	Мелений вапняк	30

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

4	Фосфат цинку з добавкою армасилу	17
5	Емульсія мінеральних масел на основі парафіну та гідрофобних компонентів	1
6	Розчин лужної рідини із силанолом	1
7	Затверджувач	1

Кремнійорганічна смола 139-297 використовується як сполука, оскільки вона має більш високу температуру склеювання порівняно з іншими смолами.

Сольвент використовується як розчинник і доводить фарбу до консистенції, яку потрібно.

Мелений вапняк фракції від 0 до 0,2 мм служить наповнювачем, підвищує вогнестійкість покриття та є дешевшим, ніж інші варіанти.

Як інгібітор корозії, фосфат цинку та безкислотний перетворювач іржі на основі танінів - армасила взаємодіють, утворюючи хімічну реакцію з іржею, яка утворює оксидну плівку, яка заважає волозі проникати в конструкцію, зупиняючи процес корозії.

Silitex Cherox 650 є піногасником, який складається з суміші мінеральних масел на основі парафіну та гідрофобних компонентів.

Розчин лужної рідини з силанолом марки Пента-60 використовується для стабілізації однорідності складу та в'язкості.

Крім того, останнім компонентом є затверджувач марки 14.

Змішування всіх компонентів у будівельному відрі за допомогою електричного шуруповерта та «насадки-міксер» дає цей склад, який одночасно є вогнестійким і антикорозійним.

У промисловому виробництві використовується дисольвер для отримання такого складу забарвлення.

Перед нанесенням фарбувального складу на поверхню потрібно провести підготовку. Першою такою процедурою є видалення іржі за

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

допомогою металевої щітки, наждакового паперу або шліфувальної машинки. Далі робиться знепилювання ганчіркою та знежирення за допомогою універсального розчинника марки 645.

Спосіб нанесення на поверхню універсальний і може бути виконаний за допомогою таких інструментів:

- кисті;
- валика при малих обсягах робіт;
- фарбопульта або занурення при великих обсягах робіт.

Можна використовувати поверхні з металу або залізобетону для нанесення. Після того, як частини фарбують складом, їх витримують при температурі близько 25°C, щоб фарба висохла та набрала необхідні властивості.

3.3 Проведення випробувань

Після отримання фарбувального складу випробування на вогнестійкість було проведено за допомогою муфельної печі типу СНОЛ 1.6.2.5.1/9-ІЗ (рис. 3.1). Для експерименту використовувався металевий лист з ребрами жорсткості товщиною двох міліметрів, який був покритий відповідним складом. Випробування були проведені відповідно до ДСТУ 30247.0-94.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



Рисунок 3.1 – Муфельна піч

Тестування показало, що склад фарбування може витримувати температуру нагріву до 700°C , а спучування складу почалося при температурі $710\text{--}730^{\circ}\text{C}$. Терморегулятор муфельної печі використовувався для вимірювання температури.

Випробування на стійкість до корозії проводилися в камері соляного туману Ascott SST відповідно до ДСТУ 9.308-85.

Рисунок 3.2 показує стандартний режим роботи камер циклічної корозії Ascott SST, який включає розпилення соляного розчину. Відповідно до його дизайну випробування повинні відповідати максимально можливому діапазону міжнародних стандартів випробувань соляним туманом. Система керування камерою Ascott SST може запрограмувати або послідовну зміну клімату для

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

автоматичного циклічного тесту на корозійну стійкість, або тільки розпилення соляного розчину для випробувань, таких як ASTM B117.



Рисунок 3.2 – Камера соляного туману Ascott SST

Таким чином, випробування показали, які інгредієнти необхідні для створення складу забарвлення з властивостями, які можуть підвищити вогнестійкість конструкції. Крім того, сам склад був отриманий. Для проведення першого експерименту ми вибрали один зі складів вогнестійкої антикорозійної фарби, як показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Перший експеримент

№ п/п	Найменування компонента	Кількість, %
1	Кремнійорганічна смола 139-297	30
2	Сольвент	25
3	Мелений вапняк фракції від 0 до 0,2 мм	25
4	Фосфат цинку з добавкою армасилу	17

5	Емульсія Silitex Cherox 650	1
6	Розчин лужної рідини Пента-60	1
7	Затверджувач 14	1

Як проведення другого експерименту ми підібрали один зі складів антикорозійної фарби, вогнестійкої який зазначений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Другий експеримент

№ п/п	Найменування компонента	Кількість, %
1	Кремнійорганічна смола 139-297	25
2	Сольвент	25
3	Мелений вапняк фракції від 0 до 0,2 мм	25
4	Фосфат цинку з добавкою армасилу	22
5	Емульсія Silitex Cherox 650	1
6	Розчин лужної рідини Пента-60	1
7	Затверджувач 14	1

При проведення першого експерименту ми підібрали один зі складів антикорозійної фарби, вогнестійкої який зазначений в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Третій експеримент

№ п/п	Найменування компонента	Кількість, %
1	Кремнійорганічна смола 139-297	23
2	Сольвент	27
3	Мелений вапняк фракції від 0 до 0,2 мм	30
4	Фосфат цинку з добавкою армасилу	17

5	Емульсія Silitex Cherox 650	1
6	Розчин лужної рідини Пента-60	1
7	Затверджувач 14	1

Згідно з результатами експерименту та тестування, зразок фарби під номером три продемонстрував найкращі характеристики. Зокрема, ця вогнестійка антикорозійна фарба має високу вогнестійкість (до 700°C). Кремнійорганічна смола 139-297 використовується як сполучна речовина.

3.4 Техніко-економічні обґрунтування спеціального складу

Порівняння цієї вогнестійкої антикорозійної фарби з відомими брендами фарб із подібними (заявленими) властивостями наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Порівняння показників фарб

№	Порівнюваний елемент	Фарба антикорозійна, вогнестійка	Термостійка емаль "Церта"	Термостійка кремнійорганічна емаль "Цельсит 900"	Антикорозійне покриття Бар'єр-цинк
1	Вартість 10кг.фарби, [грн..]	3410	3500	3990	3800
2	Витрата, [Гр. / м2]	180-230	250-300	150-210	250-300
3	Термостійкість, [°C]	До 700	до 700	до 900	до 160
4	Температурний режим нанесення, [°C]	Від-30 до +40	Від-30 до +40	Від-30 до +40	Від-30 до +50
5	Колір фарби	Чорний	Чорний	Чорний	Сіро-матовий

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			76

6	Час висихання за температури 20°C, [год]	5	2	5	0,33
7	Адгезія покриття, [бал]	Не більше 1	Не більше 1	Не більше 1	Не більше 1
8	Способи нанесення	Краскопульт, пензлем, валиком, зануренням	Краскопульт, пензлем, валиком	Краскопульт, пензлем, валиком, занурення	Краскопульт, пензлем, валиком

Таблиця порівняння показує, що фарба, запропонована, перевершує відомі бренди за деякими характеристиками. Можна зробити висновки щодо наукових і практичних результатів на основі всього розглянутого.

Висновок третього розділу

1. Вибрано методику та проведено експериментальні дослідження фарбувального покриття для сталевих водопровідних труб.

2. Вибрані компоненти, що входять до складу фарби, є екологічно безпечними.

3. В результаті випробувань фарбувального покриття виявлено основні характеристики:

- витрати гр/м²;
- термостійкість;
- температурний режим нанесення;
- час висихання за температури 20°C.

ВИСНОВОК

1. В результаті аналізу основних видів пошкоджень і методів захисту від корозії та впливу вогню на зовнішні сталеві водопроводи було вирішено використовувати пасивний спосіб захисту.

2. Досліджено кілька типів фарбувальних покриттів. Таким чином розроблено вогнестійку фарбу, яка запобігає корозії.

3. На основі техніко-економічного обґрунтування та порівняння різних видів фарб було встановлено, що запропонований склад є кращим порівняно з аналогами.

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванцов О.М. Надійність будівельних конструкцій магістральних трубопроводів. - Львів., Надра, 1985. - с. 231 (Надійність та якість).
2. Матеріалознавство. Захист від корозії: навчально-методичний посібник. Наумов С. В., Самуїлов А. Я. Видавництво КНІТУ 2012 84 стор.
3. Теплинський Ю.А. Проведення досліджень на ділянках магістральних газопроводів, що піддаються КРН // Корозія: матеріали, захист, 2005 № 6, с. 10-18.
4. Збірник керівних матеріалів захисту міських підземних трубопроводів від корозії. – Львів.: Надра, 1987. – 408 с.
5. УДК 621.644.07:620.193 О.Ю. Старікова, П.Т. Петрик. Шляхи вирішення проблем захисту теплопроводів від корозії Режим доступу:www.neftegaz-expro.ru/ru/articles/2016/способизахисту_трубопровода_від_корозії
6. Брегман Дж. І. Інгібітори корозії / Дж. І. Брегман; пров. з англ. Н. І. Вржосек [та ін.]; за ред. Л. І. Антропова. - Львів: Хімія, 1966. - 310 с. : іл. - Бібліогр. наприкінці гол.
7. Владиченко Г. П. Технологія будівництва водопровідних та каналізаційних споруд: навч. посібник для вузів/Г. П. Владиченко, Б. Ф. Білецький. – Київ: Вища школа, 1982. – 336 с. : іл. – Бібліогр.: с. 330-332. - Дод.: с. 315-329
8. Інструкція із захисту міських підземних трубопроводів від електрохімічної корозії: затв. 23.04.1965 р. - Москва: Будвидав, 1965. 224 с. : мул
9. Климовський О. М. Очищення порожнини та випробування магістральних та промислових трубопроводів / О. М. Климовський. - Вид. 2-ге, перероб. та дод. - Москва: Надра, 1972. - 255 с. : іл. – Бібліогр.: с. 250-253. - Дод.: с. 246-249.

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

10. Похмурський В. І. Корозійна втома металів / В. І. Похмурський. - Дунаївці: Металургія, 1985. - 206 с. : іл. – Бібліогр.: с. 198-204
11. Корозійна стійкість устаткування хімічних виробництв. Нафтопереробна промисловість. Довідковий посібник. / За ред. А.М. Сухотіна, Ю.І. Арчакова. - Л.: Хімія, 1990. - 400 с.
12. Батенчук О. М. Виготовлення та монтаж технологічних трубопроводів / О. М. Батенчук. - 2-ге вид., Дод. та випр. - Харків: Будвидав, 1991. - 304 с. : мул
13. Івашин Ю. Г. Захист трубопроводів від корозії / Ю. Г. Івашин, Л. Є. Шпренгель. - Київ: Будівельник, 2002. - 71 с. : іл. – Бібліогр.: с. 70
14. Білецький Б. Ф. Технологія прокладання трубопроводів та колекторів різного призначення / Б. Ф. Білецький. - Київ: Будвидав, 1992. - 328 с. : іл. - (ПМР: Підвищення майстерності робітників будівництва та промисловості будівельних матеріалів). – Бібліогр.: с. 325 Режим доступу:<http://www.greenspec.co.uk/building-design/paint/>
15. Режим доступу: Exposures in Painting Trades and Paint Manufacturing Industry and Risk of Cancer Among Men and Women in Sweden - Brown, Linda et al.
16. Режим доступу: Household Exposure to Paint and Petroleum Solvents, Chromosomal Translocations, and Risk of Childhood Leukemia - Scélo, Metayer et al, Univ California, 2009
17. Режим доступу: Association of domestica expo to volatile organic compounds with asthma in young children - Rumchev et al, Curtin University of Technology, Perth Режим доступу: Indoor Residential Chemical Emissions as Risk Factors for Respiratory and Allergic Effects in Children: a Review- Mark J. Mendell, Lawrence Berkeley National Laboratory, published in Indoor Air Journal, 2007
18. Режим доступу: Токсикологія update isoparaffinic hydrocarbons: Сума фізичних властивостей, toxicity studies i human exposure data - Mullin, Ader et

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

al.

19. Режим доступу: Watching paint dry - Dr Anne Spurgeon, Univ of Birmingham, 2006

20. Режим доступу: Cobalt and antimony: genotoxicity and carcinogenicity - De Boeck, Kirsch-Volders and Lison - Vrije Universiteit Brussel & Université catholique de Louvain, 2003

21. Режим доступу: IARC Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans 1999, 73-16, 307-27

22. Режим доступу: Environmental Impact of Coated Exterior Wooden Cladding - Hakkinen et al, VTT Building Technology, 1999

23. Режим доступу: Volatile Organic Compound Emissions from Latex Paint - Part 2. Test House Studies and Indoor Air Quality (IAQ) Modeling - Sparks et al.

24. Режим доступу: <https://instrumentoria.ru/65-kak-krasit-kraskopultom.html>

25. Режим доступу: R. Zuo; D. Örnek; BC Syrett; RM Green; C.-H. Hsu; FB Mansfeld; TK Wood (2004). "Inhibiting mild steel corrosion from sulfate-reducing bacteria using antimicrobial-producing biofilms в Three-Mile-Island process water"

26. Режим доступу: <https://www.okorrozii.com/emali/grunt-emal-porzhavchine-3-v-1.html>

					<i>КРММТВА 2524325. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ДОДАТОК

					КРММТВА 2524325. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82