

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра машиновикористання  
та сервісу технологічних систем

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Матушевський Ярослав Леонідович**

УДК 631.3.023

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

# **ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ВІД КОРОЗІЇ**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне  
джерело

\_\_\_\_\_ Я.Л. Матушевський

Керівник роботи  
Білецький Віктор Романович  
к.т.н., доцент

Житомир – 2021

## АНОТАЦІЯ

Матушевський Я.Л. Обґрунтування комплексу заходів для захисту сільськогосподарської техніки від корозії. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Захист сільськогосподарської техніки від шкідливого впливу корозії є досить актуальним питанням, саме тому обґрунтування комплексу заходів та розробка рекомендацій щодо застосування засобів для консервації технічних засобів, є актуальним питанням сьогодення.

**Ключові слова:** обґрунтування, комплекс заходів, корозія, сільськогосподарська техніка.

## SUMMARY

Matushevskiy Y. L. Substantiation of a Set of Measures for Protecting Agricultural Machinery from Corrosion. – Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – agroengineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Protection of agricultural machinery from the harmful effects of corrosion is a very important issue, which is why the justification of a set of measures and the development of recommendations for the use of means for the preservation of technical means is a topical issue today.

**Key words:** substantiation, set of measures, corrosion, agricultural machinery.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ .....	6
1.1. Обґрунтування зберігання та протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки.....	6
1.2 Особливості корозії і зносу сільськогосподарської техніки.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
2.1 Програма досліджень.....	12
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ АНАЛІЗ.....	14
3.1. Антикорозійні властивості і біостійкість боратів етаноламінів.....	14
3.1.1. Корозійні дослідження. ....	14
3.2. Оцінювання корозійного враження.....	17
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	23

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Відомим є той факт, що близько 70...80% деталей сільськогосподарської техніки, стають непрацездатними, внаслідок впливу атмосферної корозії та механічних навантажень. Захист техніки сільськогосподарського призначення, від корозії шляхом консервації при всіх видах зберігання є необхідною умовою збереження її ресурсу і працездатності.

**Мета роботи.** Провести теоретичні дослідження спрямовані на розробку концепції створення засобів захисту від корозії та зносу, а також технології їх застосування для підвищеної надійності сільськогосподарської техніки.

### **Завдання досліджень:**

1. Обґрунтування потреби створення засобів захисту сільськогосподарської техніки від корозії.

2. Дослідити закономірність впливу поверхневої молекулярної плівки на фізико-хімічні процеси.

3. Розглянути захисні засоби від корозії на основі сучасних хімічних сполук, а також технології їх застосування з використанням нових технологій.

**Об'єкт дослідження:** процеси корозійного руйнування деталей, складальних одиниць та систем під впливом зовнішніх факторів і вплив їх на надійність сільськогосподарської техніки та обладнання.

**Предмет дослідження:** механізми захисної дії засобів, встановлення їх оптимальних складів та технологій застосування.

**Методи досліджень.** Проведення досліджень можливе використовуючи положення теорії тракторів і автомобілів, хімії, фізики, вищої математики, теоретичної механіки а також теорії механізмів і машин.

**Особистий внесок здобувача.** Проведено аналіз сучасного стану досліджуваного питання. Визначено напрямки та обрано методи досліджень. В лабораторно-польових умовах, проведені експериментальні дослідження. Аналіз отриманих результатів, дозволив сформулювати загальні висновки та рекомендації виробництву.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження.**

1. Матушевський Я.Л., Ніконенко І.І. Технічне обслуговування автомобільного транспорту / Біоенергетичні системи: Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Том 2, 27-28 травня 2021 р. –Житомир: Поліський національний університет, 2021. – С. 125-126.
2. Матушевський Я.Л., Ніконенко І.І. Захист сільськогосподарської техніки при зберіганні / Матеріали XXII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки». 16–18 жовтня 2021 року. Київ. Ніжин. 2021. – С. 143-144.
3. Матушевський Я.Л., Ніконенко І.І. Огрунтування зберігання та протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки / Студентські читання–2021: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 15 листопада 2021р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. – С. 179-180.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати та рекомендації щодо захисту сільськогосподарської техніки від агресивної дії корозії, будуть необхідні для застосування в умовах виробництва.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів. Кваліфікаційна робота виконана на 25 сторінках, містить 3 таблиці 13 рисунків. Список використаних джерел містить 23 праці.

## РОЗДІЛ 1. СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ

### 1.1. Обґрунтування зберігання та протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки

Одним із важливих етапів експлуатації сільськогосподарської техніки, є її зберігання. При цьому, є необхідність створення та обладнання спеціально відведених майданчиків, де буде забезпечена їх збереженість на протязі встановлених термінів. Зберігання сільськогосподарської техніки потребує певних заходів різного напрямку, наприклад:

- організаційно-технічних заходів забезпечення збереження техніки при постановці її на зберігання;
- підтримання техніки у стані, який забезпечує її збереженість протягом встановлених термінів зберігання;
- комплекс робіт спрямованих на зняття техніки зі зберігання та приведення до робочого стану.

Структурна схема організації зберігання сільськогосподарської техніки представлена на рис. 1.1. Умови зберігання техніки характеризуються місцем зберігання, а також природно-кліматичними показниками. В свою чергу, обсяг робіт з технічного обслуговування, буде залежати від ступеня впливу на техніку навколишнього середовища, а також умов зберігання.

Швидкість протікання атмосферної корозії сільськогосподарської техніки залежить від цілого ряду факторів, які прийнято поділяти на внутрішні та зовнішні. Внутрішні корозійні фактори мають безпосередній зв'язок зі структурою металу, а також конструкційними особливостями деталей та складальних одиниць. Зовнішні фактори, які прийнято називати атмосферної корозією, формуються під впливом навколишнього природного середовища та знаходяться в безпосередній залежності від різних кліматичних зон території України [4; 7].

Безумовно, що на стан сільськогосподарської техніки, суттєвий вплив мають також методи зберігання.

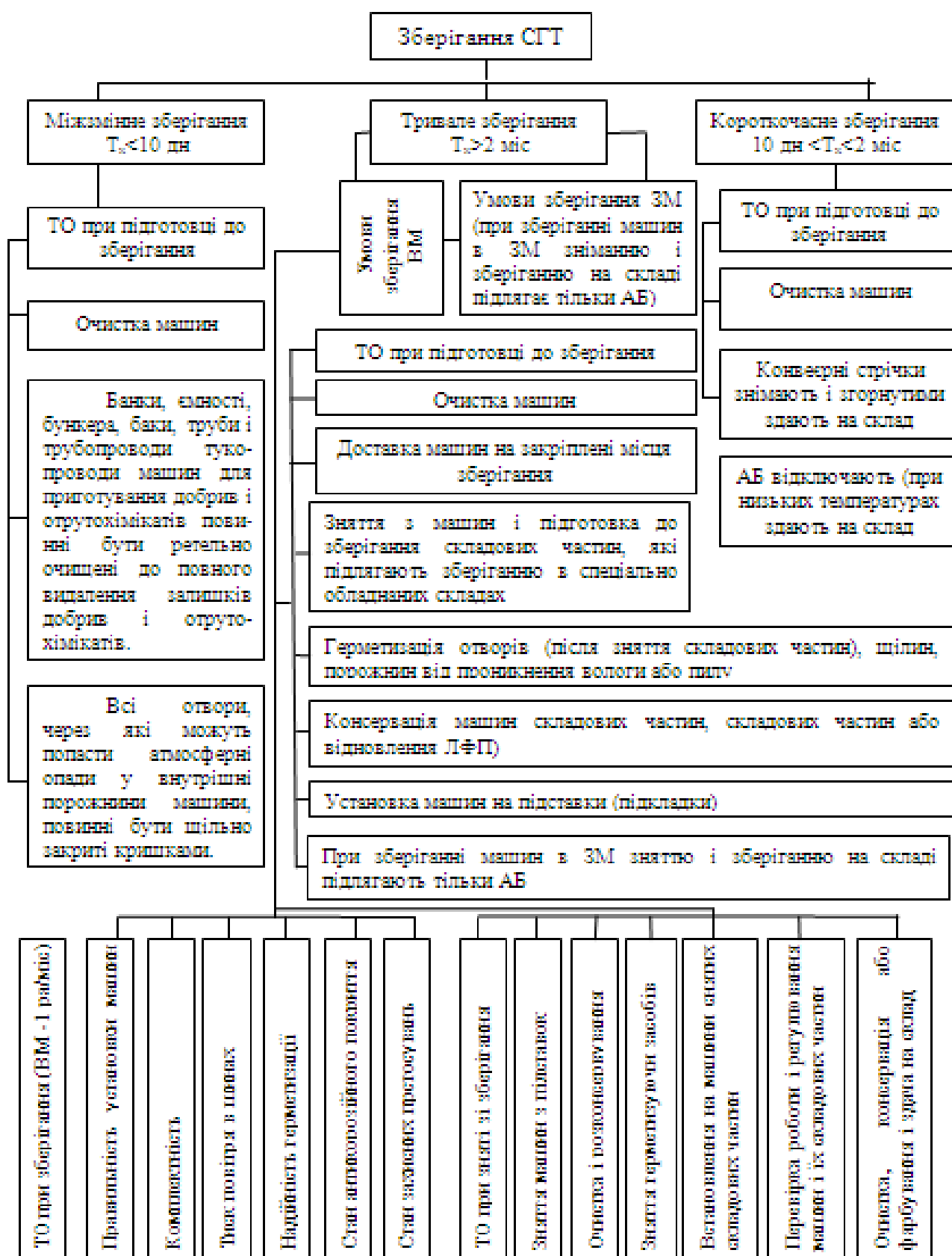


Рис. 1.1. Структурна схема організації зберігання сільськогосподарської техніки.

Вибір способу та методу зберігання має великий вплив на забезпечення роботоздатного стану сільськогосподарської техніки, а також зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт.

На жаль оновлення складу машинно-тракторного парку аграрних підприємств відбувається досить низькими темпами, як наслідок фактичний термін служби багатьох технічних засобів перевищив нормативний в декілька разів. Виходячи із зазначеного, суттєво зростає значення заходів які спрямовані на збереження ресурсу діючої техніки, зокрема спрямованих на забезпечення збереженості, а також протикорозійного захисту складу машинно-транспортного парку.

Номенклатура захисних матеріалів для використання в аграрному секторі досить широка, в тому числі вітчизняного виробництва. Існує дефіцит таких матеріалів з певних причин:

- через зупинки великого числа хімічних підприємств, значно знизилася сировинна база для виробництва інгібіторів корозії;
- практично припинено виготовлення протикорозійних матеріалів нафтопереробними підприємствами, через низьку рентабельність.

Є питання та проблеми з придбанням техніки, для нанесення консерваційних матеріалів, при знижених температурних показниках. Особливо гостро питання пов'язані зі зберіганням сільськогосподарської техніки, через ряд різних умов, відчуваються в невеликих аграрних підприємствах.

## **1.2 Особливості корозії і зносу сільськогосподарської техніки**

Аналізуючи умови роботи різноманітної сільськогосподарської техніки, можна виокремити основні фактори, що на жаль, викликають руйнування деталей та складальних одиниць. Головними з яких, є наприклад: агресивність та абразивність середовища роботи техніки, це проявляється наявністю частинок ґрунту, мінеральних добрив, або залишків сільськогосподарських



культур на поверхнях сільськогосподарської техніки, динамічні навантаження, а також вплив параметрів навколишнього природного середовища та інші фактори. Вплив зазначених факторів, а особливо поєднання різних видів впливу, зумовлюють появу різноманітних руйнувань. Найбільш типовими видами з яких є: атмосферна корозія, корозійна втома, корозійно-механічний знос та інші. Вивчення стану різних сільськогосподарських машин після декількох років експлуатації, дозволяє зробити певні висновки, наприклад: до корозійного впливу навколишнього природного середовища тією чи іншою мірою, схильні понад 70...80% деталей та складальних одиниць. Тобто, корозійні руйнування це передбачуваний та закономірний результат впливу навколишнього середовища, а також термодинамічної нестійкості металевих матеріалів сільськогосподарської техніки. Внаслідок зазначених факторів, знижується працездатність та ресурс технічних засобів, зростають витрати на ремонт та усунення наслідків відмов [12].

Таблиця 1.1

Показники використання складу АєVIT для  
тракторної і автомобільної техніки

Машина	Марка	Рік випуску	Агрегат, де використовували склад	Отриманий ефект
1	2	3	4	5
Трактор	К-701	1991	КПП	Зниження рівня шуму, підвищення тиску на 0,8атм, більш легке перемікання швидкостей

1	2	3	4	5
Трактор	К-701	1991	КПП	Теж
Трактор	МТЗ-82.1	2007	ДВЗ	М'яка робота ДВЗ, підвищення тиску на 0,5атм.
Самоскид	КАМАЗ	2006	ДВЗ	Зниження рівня шуму, підвищення рівня масла, покращення тягових якостей
Самоскид	КАМАЗ	2006	ДВЗ	Зниження витрати палива на 15...20%, покращення тягових характеристик, зменшення димності.
Ізотер. будки	ЗИЛ-47411	2005	ДВЗ	Теж
Молоковоз	ЗИЛ 43336	2000	ДВЗ	Зниження витрати палива на 15...20%, покращення тягових характеристик

Джерело: [12].

На основі проведеного аналізу сучасного стану зберігання різноманітної сільськогосподарської техніки, проведення заходів які спрямовані на зменшення шкідливого впливу корозії на працездатність та робочий стан технічних засобів механізації аграрного виробництва, можна зауважити, що є необхідність впровадження та застосування інноваційних підходів та матеріалів які використовуються для наведених цілей [8].

Антикорозійний захист технічних засобів сільськогосподарського призначення, має проводитись для забезпечення надійної експлуатації та тривалого перебування техніки у справному стані, з огляду на специфічні умови роботи в сільськогосподарському виробництві, їх сезонність та нерівномірність за об'ємами. Отже, тривалий термін експлуатації техніки, можна забезпечити враховуючи специфічні умови роботи в сільському господарстві, а також підібравши відповідні захисні засоби [11].

## РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Програма досліджень.

Розвиток корозійного процесу можна виміряти маючи, наприклад глибини, площі ураження, або ж дивлячи на зміни, які проявляються в результаті корозії деяких характеристик металу таких як: механічна міцність, електропровідність.

При дослідженні корозії умови експлуатації доречно моделювати на зразках металів враховуючи фактори лабораторних випробувань, для деталей та складальних одиниць дослідних зразків техніки в природних умовах. Час виконання досліджень може бути тривалим або прискореним, досить часто використовується експрес-метод.

Для оцінки суцільної корозії та деяких видів місцевої корозії використовується візуальний метод, який може встановити зміну захисного покриття, здуття, розтріскування, відшаровування, мікрогеометрії поверхні металу, тобто вид корозійного руйнування.

Дослідити склад металу елементів конструкції та продуктів корозії, дозволяють хімічні та електрохімічні методи. Можна визначити кислотність середовища, оцінити якість покриттів, виявити анодні і катодні зони в умовах нерівномірної та місцевої корозії металів [8].

Порівняння механічних властивостей металу до та після корозії, виконується за допомогою методів механічних випробувань. Вони включають випробування на розтяг, згин, ударну в'язкість.

Дослідження допомагають визначити вплив умов експлуатації та корозійних процесів на міцності та основні фізико-механічні характеристики елементів конструкції.

Необхідно дослідити корозійні ефекти за наступними критеріями оцінювання:

- показник місцевої корозії ( $k_n$ ), тобто кількість корозійних місць, що виникають на одиниці металевої поверхні за певний проміжок часу в даних умовах експлуатації;

- показник глибинної корозії ( $k_p$ ), якой характеризує середню або максимальну глибину корозійного руйнування металу за певний час експлуатації виробів, наприклад, мм/рік;

- показник схильності металу до корозії ( $k_c$ ), тобто термін експлуатації до початку корозійного процесу, год/(мм<sup>2</sup>·добу);

- зміна маси металу ( $k_m$ ), зменшення або збільшення маси металу під час експлуатації за, рахунок втрат або росту продуктів корозії, г/(м<sup>2</sup>·год) [11].

Вибір факторів корозійних процесів та механізмів їх перебігу, потребує безпосереднього підходу до вибору методу корозійних досліджень та оцінки корозійних пошкоджень.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ АНАЛІЗ

### 3.1. Антикорозійні властивості і біостійкість боратів етаноламінів.

Для перевірки ефективності водорозчинних інгібіторів корозії, таких як борат моноетаноламіна, борат диетаноламіна, борат тріетаноламіна, проведено певну кількість експериментальних досліджень.

#### 3.1.1. Корозійні дослідження.

Порівняльні дослідження проводились на сталевих та мідних пластинах. Використовуються 5...25% розчини різних засобів:

- етаноламінів таких як, металоамін, диетаноамін та триетаноамін;
- боратів етаноламінів борат моноетаноламіна, борат диетаноламіна, борат тріетаноламіна;
- сумішей боратів етаноламінів з бензотриазолом.

Розчини захисних матеріалів, наносились на сталеві і мідні пластини, шляхом занурення. Фіксували зміни обох пластин, результати наведено на рис. 3.1...3.5.

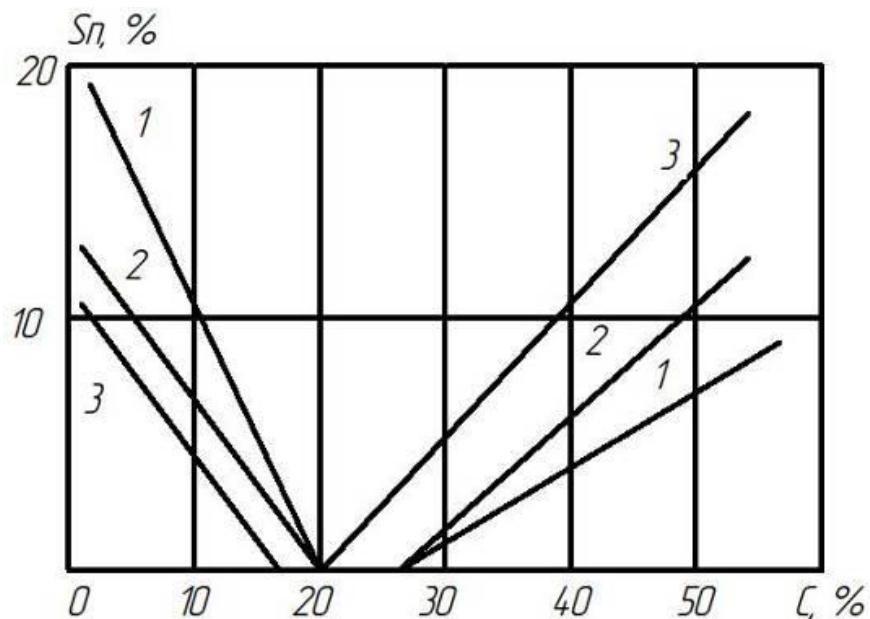


Рис. 3.1. Різні площі враження корозією сталевих пластин залежно від концентрації захисних матеріалів за варіантом досліджень.

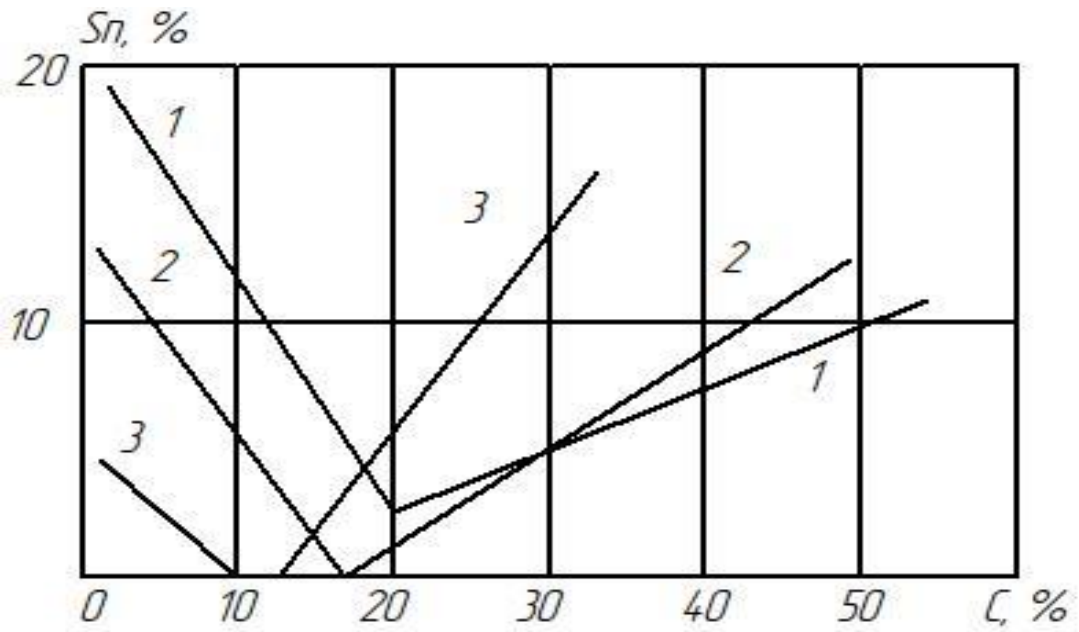


Рис. 3.2 Площа корозійного враження сталевих пластин від концентрації боратів за варіантами досліджень.

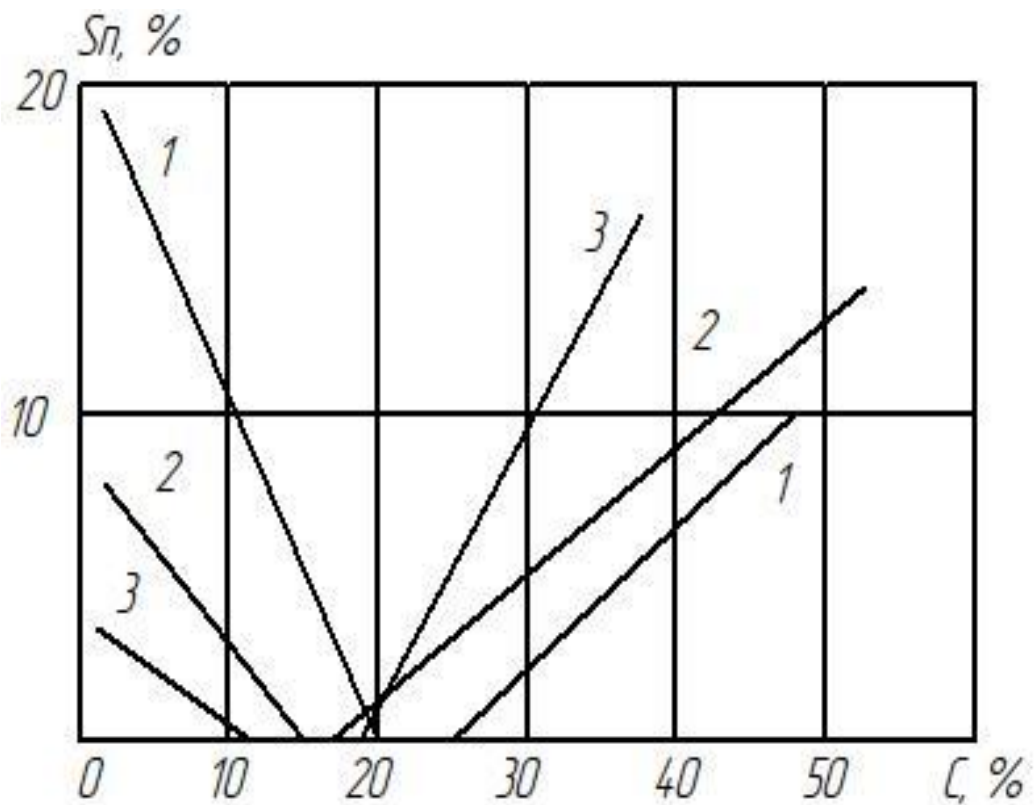


Рис. 3.3. Площа корозійного враження сталевих пластин за варіантом досліджень.

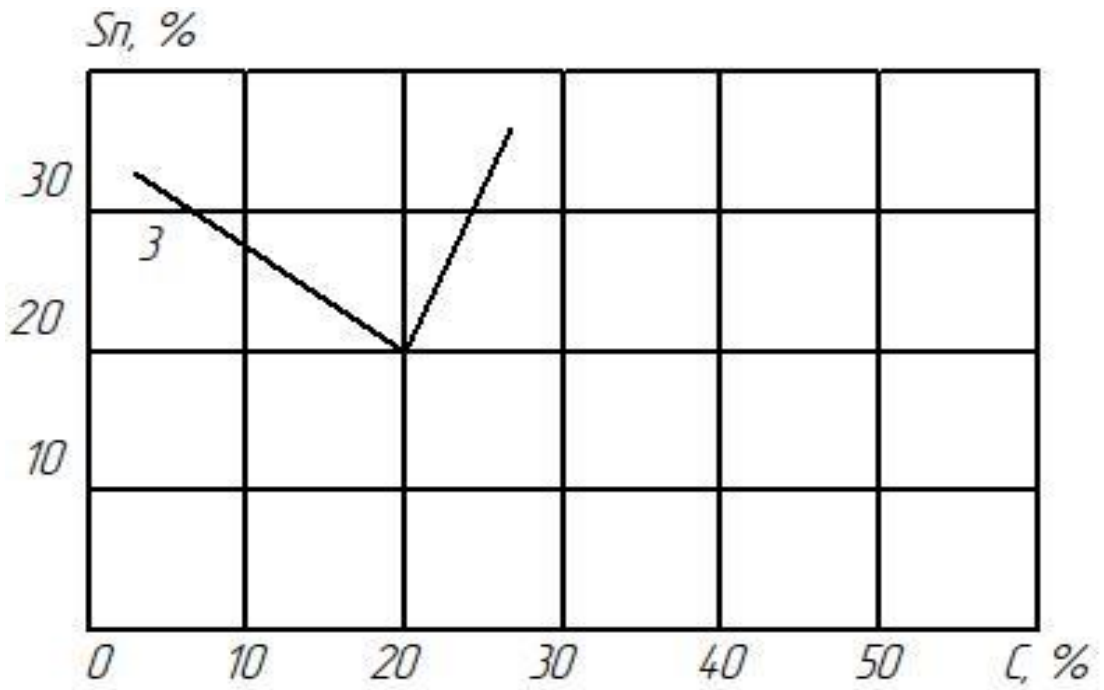


Рис. 3.4. Площа корозійного враження мідних пластин.

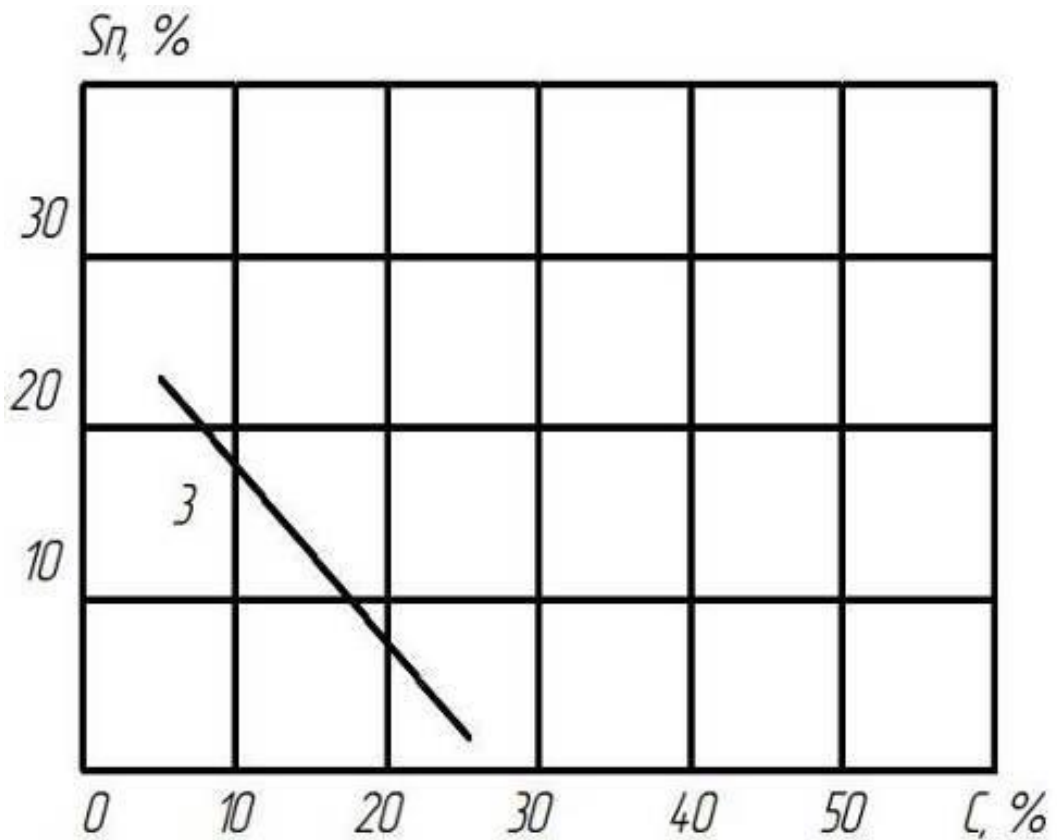


Рис. 3.5. Залежність площі враження мідних пластин від концентрації окиснювача.



### 3.2. Оцінювання корозійного враження

Оцінювання корозійного враження проводили за шкалою табл. 3.1 та позначали умовно відповідно до табл. 3.2.

Таблиця 3.1

Площа корозійного враження поверхні

Площа корозійного враження, %	Оціночний бал
Враження відсутні	10
Від 0 до 0,2 включно	9
Від 0,2 до 0,45 включно	8
Від 0,45 до 1 включно	7
Від 1,0 до 2,24 включно	6
Від 2,24 до 5,0 включно	5
Від 5,0 до 11,2 включно	4
Від 11,2 до 25,0 включно	3
Від 25,0 до 56,0 включно	2
Від 56,0 до 100,00 включно	1

Таблиця 3.2

Види корозійних вражень поверхонь

Види корозійних вражень	Умовні позначення
Потускніння. Напівпрозорий легковидаляючийся шар продуктів корозії на покриття (можливо відрізнити вихідний колір покриття)	А
Зміна вихідного кольору покриття. Утворення напівпрозорого шару легковидаляемих продуктів корозії покриття (можливо відрізнити вихідний колір покриття)	Б
Розрихлена поверхня	В

Корозія покриття з утворенням оксидоподібних продуктів	Г
Корозія покриття з утворенням солеподібних продуктів (в т.ч. гідратів оксидів)	Д
Корозія підшару (підшарів) покриття	Е
Корозія основного металу	К

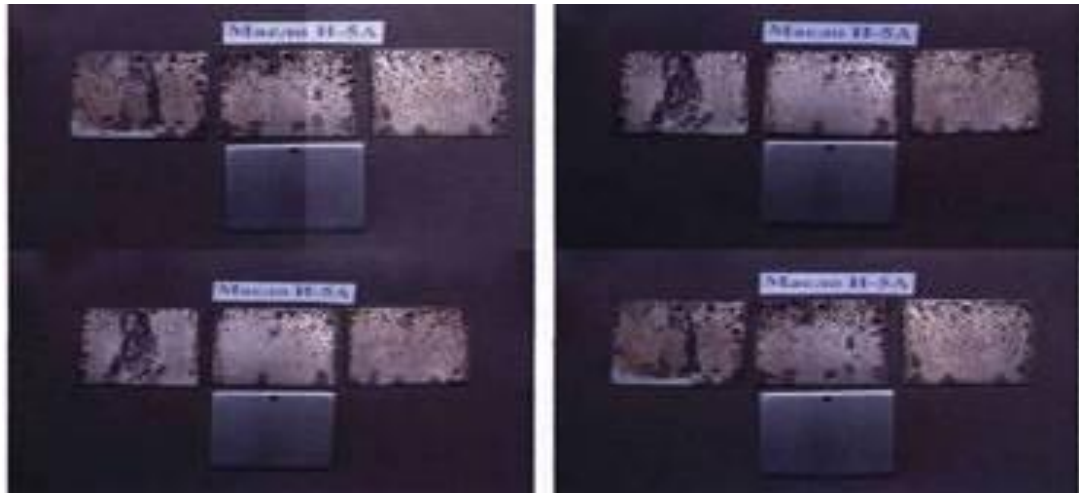


Рис. 3.6. Результати досліджень захисних властивостей сталевго зразка, після одного циклу обробки мастилом II-5А.

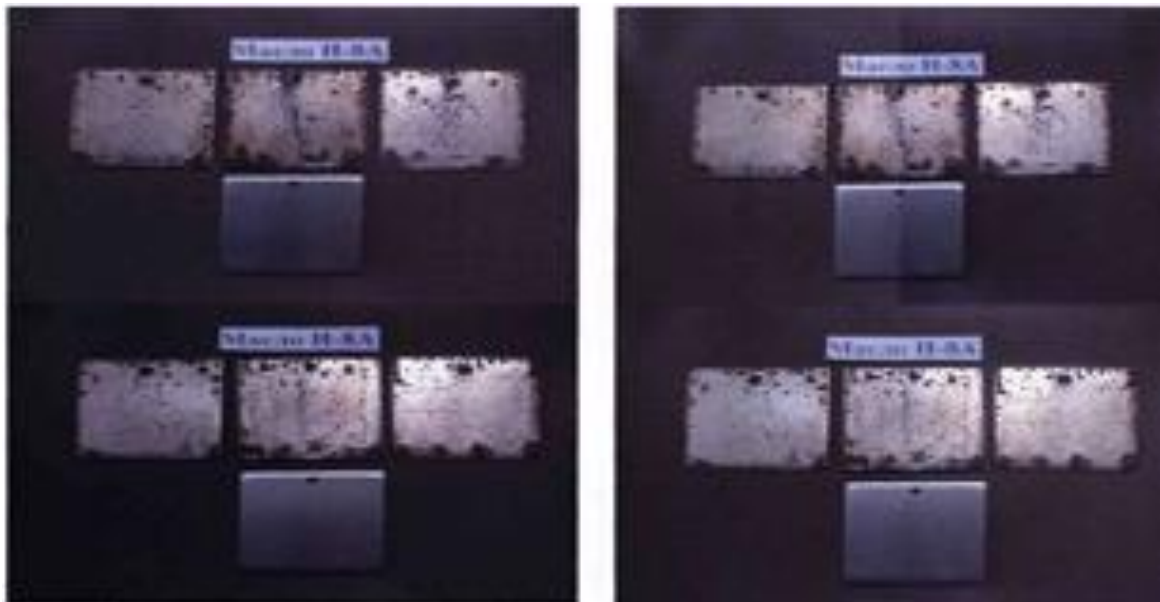


Рис. 3.7. Результат досліджень захисних властивостей масла II-8А після одного циклу обробки сталевго зразка.



Рис. 3.8. Результати порівняльних досліджень для хромових зразків.



Рис. 3.9. Результати порівняльних досліджень для сталевих зразків.



Рис. 3.10. Результати порівняльних досліджень мідного зразку.



Рис. 3.11. Результати порівняльних досліджень латунного зразку.



Рис. 3.12. Порівняльні дослідження захисних матеріалів для алюмінієвого зразку.

Отже, для забезпечення якісного захисту сільськогосподарської техніки від руйнівної дії корозії, варто застосовувати різні матеріали.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Проведені дослідження засвідчили, що засоби захисту від корозії та зношування вітчизняного виробництва майже відсутні на ринку, а переважають дорогі імпортні.

Несправності які виникають від враження корозією, особливо при зберіганні, збільшують витрати коштів та часу на приведення техніки до робочого стану.

Були проведені дослідження окислення та корозії зразків виготовлених з різних матеріалів та під впливом різноманітних розчинів окислювачів різної концентрації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В. Стан питання зносу композиційних матеріалів і покриттів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХНТУ, 2005. – Вип. 40. – С. 82–86.
2. Василенко М. Перспективи застосування локального зміцнення при виготовленні і відновленні робочих органів / М. Василенко // Техніка АПК – К., 2008. – №1. – С. 29–31.
3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия, 1976. – 472 с.
4. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Житомир : ЖНАЕУ, 2020. – 46 с.
5. Розенфельд И.Л. Ингибиторы атмосферной коррозии / И.Л. Розенфельд, В.П. Персианцева. – М.: Наука, 1985. – 277 с.
6. Мальцева Г.Н. Электрохимические и химические процессы коррозии: учеб. пособие / Г.Н. Мальцева, под ред. С.Н. Виноградова. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 116 с.
7. Попов Ю.А. Теория взаимодействия металлов и сплавов с коррозионно-активной средой / Ю.А. Попов. – М.: Наука, 1995. – 200 с.
8. Міцність та надійність машин / В.Я. Анілович та ін. Київ: Урожай, 1996. – 288 с.
9. Положення про кваліфікаційні роботи у ЖНАЕУ. – Житомир: ЖНАЕУ, 2019. – 10 с.
10. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
11. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки: підруч. / М.І. Черновол, В.Ю. Чекун, В.В. Аулін та ін. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.

12. Організація зберігання сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://agroua.net/economics/documents/category-128/doc-233/>.
13. Проблема зберігання сільськогосподарської техніки [Електроннийресурс] / Я. Михайлович, О. Романюк, А. Рубець, А. Засунько // Пропозиція – Режим доступу до ресурсу: <http://propozitsiya.com/ua/problema-zberigannya-silskogospodarskoyi-tehniki>.
14. Войтюк В.Д. Технічний сервіс – як засіб розв’язання проблем надійності сільськогосподарської техніки [Текст] / Войтюк В.Д., Демко А.А., Демко О.А. Техніка АПК. № 6 -7. 2004. – С.37–38.
15. Афанасьєва С. Якісна елементна база – основа надійностівітчизняної техніки / С. Афанасьєва, В. Горбатов, В. Погорілий // Техніка АПК. – 2005. – №5-6. – С. 40–43.
16. Бойко А.І. Сучасні проблеми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки / А.І. Бойко // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка: Підвищення надійності деталей відновлюємих машин. – Випуск 15. – Харків, 2003. – С.10 – 13.
17. Войтюк В.Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.05.11 / Валерій Дмитрович Войтюк . – Мелітополь: ТДАТУ, 2012 . – 39 с.
18. Карабиньош С. Відновлення працездатності ґрунтообробних машин / С. Карабиньош, А. Новицький, М. Басилкевич // Пропозиція. – 2012.– № 2. – С. 116–118.
19. Лапенко Т.Г. Відновлення деталей сільськогосподарських машин / Т.Г. Лапенко, Є.Я. Прасолов // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 2, 2011. – С. 140–144.
20. Маланчук О.В. Аналіз та синтез конфігурації проектів діляниць з відновлення робочих органів ґрунтообробних машин / О.В. Маланчук //



Науковий журнал ЛНТУ: Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2013. – №12. – С. 189–192.

21. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. – [Чинний від 01.01.95] – К.: Держспоживстандарт України. – 1994.

22. Хітров І.О., Гавриш В.С. Ремонт машин і обладнання: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 184 с.

23. Дудніков А.А. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств / А.А. Дудніков, П.В. Писаренко, О.І. Біловод [та ін.] – Вінниця: Наукова думка, 2011. – 400 с.