

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

РУДНІК ДМИТРО ІВАНОВИЧ

УДК 631.31

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ
АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН**

208 “Агроінженерія”

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

_____ Руднік Д.І.

Керівник роботи

Куликівський В.Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Руднік Дмитро Іванович. Вплив попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі встановлено, що під час міжсезонного зберігання ґрунтообробної техніки вона піддається впливу атмосферної корозії. Найінтенсивніше процеси корозії протікають в зоні фрикційного контакту де наявні сліди абразивного зношування. Це явище можна пояснити особливістю абразивного зношування, оскільки в результаті такого виду зношування на поверхні тертя утворюються вторинні структури, мікродефекти та дефекти кристалічної ґратки.

В проєкті встановлено, що атмосферна корозія поверхонь тертя робочих органів ґрунтообробних машин призводить до зміни триботехнічних характеристик, а саме: зменшення мікротвердості на 3,54...9,6 %, та зростання інтенсивності зношування на 9,4%. Рекомендовані раціональні способи і методи зберігання та консервації робочих органів ґрунтообробних машин для мінімізації дії атмосферної корозії на поверхні тертя робочих органів ґрунтообробних машин.

Ключові слова: атмосферна корозія, сталь, абразивний знос, консервація, зберігання, інтенсивність зношування.

ANNOTATION

Rudnik Dmytro Ivanovych. Influence of preliminary corrosion on the intensity of abrasive wear of tillage machines' working bodies. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work found that during the off-season storage of tillage equipment, it is exposed to atmospheric corrosion. Corrosion processes are most intense in the friction contact zone where there are traces of abrasive wear. This phenomenon can be explained by the peculiarity of abrasive wear, since as a result of this type of wear, secondary structures, microdefects, and crystal lattice defects are formed on the friction surface.

The project found that atmospheric corrosion of the friction surfaces of the working bodies of tillage machines leads to changes in tribotechnical characteristics, namely, a decrease in microhardness by 3.54...9.6% and an increase in wear intensity by 9.4%. Rational ways and methods of storage and preservation of tillage tools are recommended to minimize the effect of atmospheric corrosion on the friction surface of tillage tools.

Keywords: atmospheric corrosion, steel, abrasive wear, conservation, storage, wear intensity.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН.....	8
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АТМОСФЕРНОЇ КОРОЗІЇ.....	15
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	24

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Атмосферна корозія надзвичайно негативно впливає на різні сфери економіки (гірничо-видобувну галузь, сільське господарство, енергетику, транспорт та ін.) [1]. Так, за даними наведеними в роботі [2] збитки від атмосферної корозії в США складають понад сто мільйонів доларів в рік. В сільському господарстві більшість машин піддаються атмосферній корозії, найбільше піддаються атмосферній корозії робочі органи, які не захищені захисними покриттями та в процесі експлуатації піддаються абразивному, абразивно-ударному та іншим видам зношування. В результаті зношування на таких поверхнях виникають дефекти, які інтенсифікують процес атмосферної корозії. Інтенсивне протікання процесу атмосферної корозії на поверхнях робочих органів під час їх зберігання призводить до зростання інтенсивності зношування даних поверхонь після зняття зі зберігання. Найбільш гостре дане питання стосується робочих органів ґрунтообробних та посівних машин, які знаходяться на зберіганні 90% часу, а поверхні їх робочих органів (сошники, диски, культиваторні лапи та ін.) після виконання технологічних операцій не мають захисного покриття та мають безліч дефектів (мікротріщини, вакансії та ін.). Саме тому дослідження впливу попередньої атмосферної корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин та пошук шляхів зменшення величини її негативного впливу, є беззаперечно актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Мета проєкту: встановлення впливу попередньої атмосферної корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити основні завдання:

- проаналізувати процес зношування робочих органів ґрунтообробних машин та визначити фактори, які впливають на його інтенсифікацію;

- визначити вплив атмосферної корозії на зміну триботехнічних характеристик поверхонь сільськогосподарських машин;

- встановити шляхи зменшення впливу атмосферної корозії на робочі органи ґрунтообробних машин в процесі міжсезонного зберігання.

Об'єкт дослідження: процес атмосферної корозії та абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних.

Предмет дослідження: закономірності зміни триботехнічних характеристик поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин під дією атмосферної корозії.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Борак К.В., Руднік Д.І. Абразивні властивості середовища ґрунту. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 23-24 лют. 2023 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 18-21.

2. Борак К.В. Куликівський В.Л., Руднік Д.І. Вплив попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. Наукові праці Вінницького національного технічного університету. 2023. №2.

Практичне значення проєкту полягає у впровадженні результатів досліджень на виробництві в умовах ТОВ «Аграрні Системні Технології».

Оприлюднення результатів. Результати кваліфікаційної роботи представлені на міжнародній науково-практичній конференції та подані до публікації у фаховому збірнику категорії Б.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 16 найменувань.

Загальний обсяг роботи становить 25 сторінок комп'ютерного тексту, містить 4 рисунків.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

2.1. Аналіз процесу зношування робочих органів ґрунтообробних машин та визначення факторів, які впливають на його інтенсифікацію

Всебічне розуміння процесу абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин дозволить суттєво підвищити їх зносостійкість. Процес абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин носить складний характер, оскільки в зоні фрикційного контакту одночасно протікають хімічні, механічні та фізичні процеси. Переважним процесом при абразивному зношуванні робочих органів ґрунтообробних машин є механічний. Хімічні та фізичні процеси, які протікають в зоні фрикційного контакту при зношуванні робочих органів ґрунтообробних машин не мають суттєвого впливу на інтенсивність абразивного зношування, хоча також мають незначний вплив на загальну величину абразивного зношування. Хімічні процеси на поверхні тертя можуть зменшувати міцність поверхневих шарів і пришвидшувати протікання механічних процесів в зоні фрикційного контакту поверхні робочого органу і ґрунтового середовища.

Процес абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин в різний час вивчали Костецький Б.І [3]., Крагельський [4], Северньов М.М. [5], Аулін В.В. [6], Борак К.В. [7] та інші. За результатами досліджень даних авторів можна зробити висновок, що процес зношування поверхні робочих органів ґрунтообробних машин може відбуватися закріпленими, напівзакріпленими та вільними абразивними частинками. Ступінь закріпленості абразивних частинок залежить від стану ґрунтового середовища.

В роботі [7] встановлено вплив ступеня закріпленості на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин. В даній роботі виявлено, що зміна ступеня закріпленості абразивних частинок на одній ділянці поля може докорінно змінити процеси на поверхні тертя та збільшити або зменшити інтенсивність зношування в два рази.

Суттєвий вплив на інтенсивність зношування має вологість ґрунту. Так в роботі [8] встановлено вплив вологості ґрунту на інтенсивність зношування (рис. 2.1).

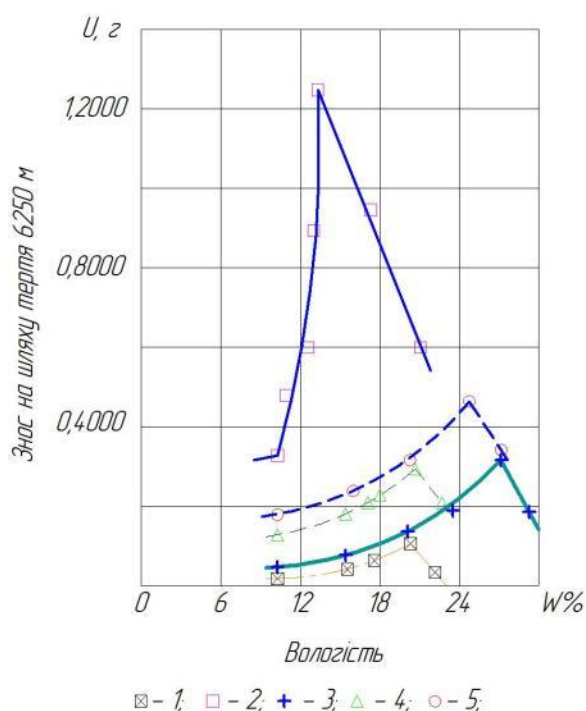


Рис. 2.1. Вплив вологості ґрунту на знос (шлях тертя 6250 м) [8].

Для всіх типів ґрунтів можна спостерігати підвищення величини зносу зі зростанням вологості ґрунту до певної межі (критичного значення). Після досягнення критичного значення на поверхні тертя спостерігається виділення вільної води, яка виступає в якості мастила, що призводить до зменшення інтенсивності зношування.

Наявність кам'янистих включень в ґрунті в межах 5,17...7,25% призводить до росту інтенсивності зношування в 3,1 рази [10].

На інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин впливає фазовий склад ґрунту в якому їх експлуатують. Як відомо ґрунт складається з 4 фаз (рис. 2.2).

Тверда фаза ґрунту є визначальною його абразивних властивостей, оскільки містить мінеральні частинки, які мають твердість вищу за твердість матеріалу робочих органів ґрунтообробних машин.

Твердість і форма абразивних частинок ґрунту визначає можливість найбільш негативного механічного процесу – мікрорізання. При твердості абразивних частинок менше 0,7 твердості матеріалу робочого органу мікрорізання не спостерігається. Саме тому більшість робіт по підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин спрямовані на підвищення твердості зон зношування робочих органів ґрунтообробних машин.

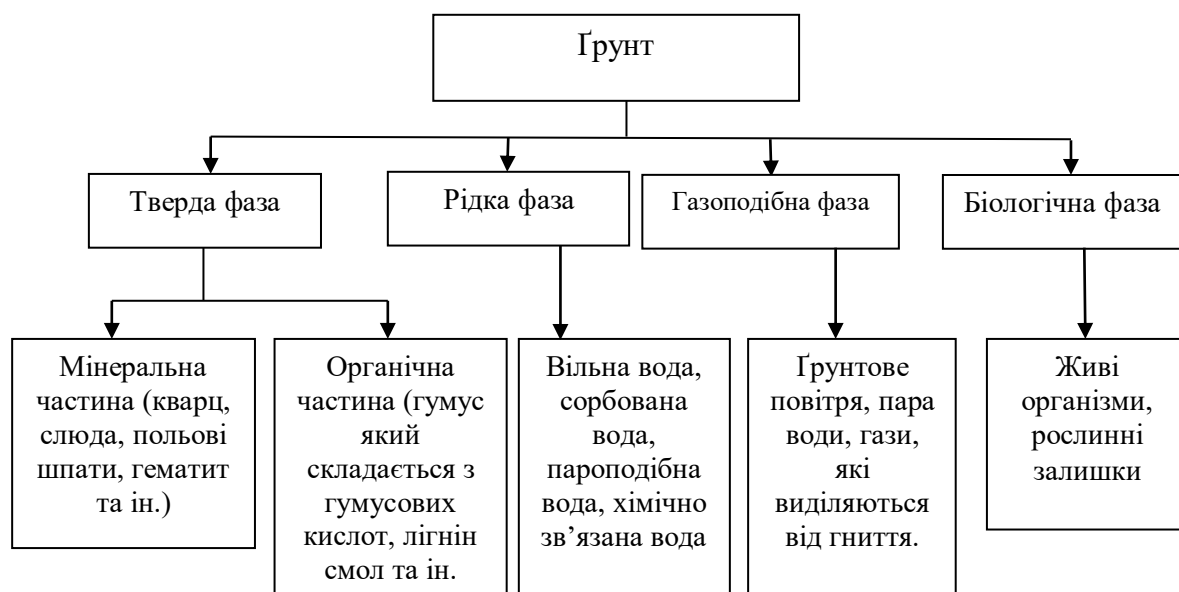


Рис. 2.2. Фазовий склад ґрунту [9].

Фундаментальний аналіз досліджень по впливу розміру абразивних частинок на інтенсивність зношування представлено в роботі [11]. Встановлено, що збільшення розміру абразивних частинок до критичного розміру (CPS) призводить до прямопропорційного росту швидкості зносу (рис. 2.3)

При досягненні критичного розміру абразивних частинок може спостерігатися три явища (рис. 2.3): 1 – зменшення швидкості зношування; 2 –

стабілізація швидкості зношування; 3 – зростання швидкості зношування. Нажаль зараз відсутнє загальноприйняте пояснення даного явища.

Вважається, що підвищення твердості сталі призводить до пропорційного зростання зносостійкості до абразивного зношування. У сучасних працях це твердження піддається сумніву. Так в роботі [12] отримані данні які вказують на відсутній прямої залежності зносостійкості від твердості поверхні тертя та з'ясовано, що значний вплив на стійкість до абразивного зношування має пластичність сталі (рис. 2.4.).

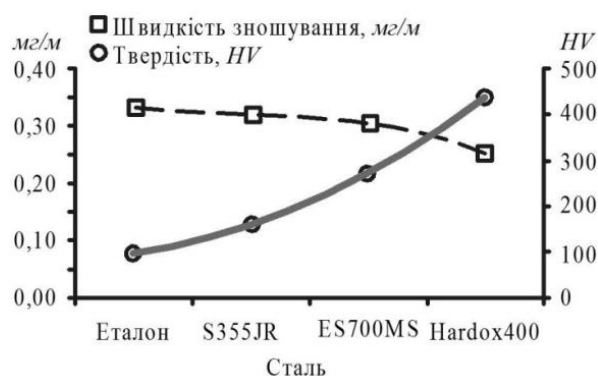
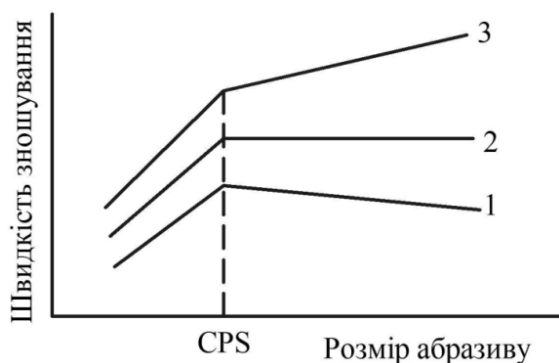
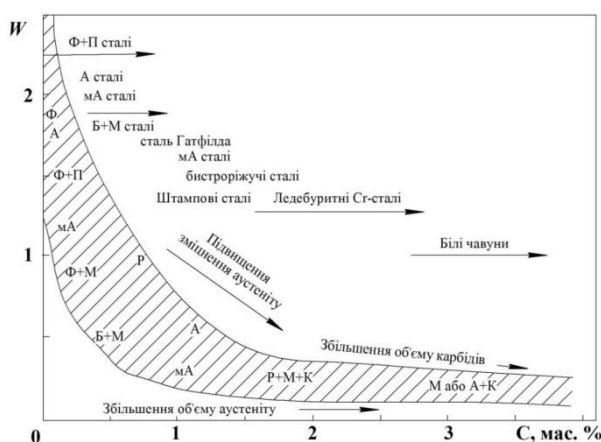


Рис. 2.3 Залежність швидкості зношування від розміру абразиву.

Рис. 2.4. Швидкість зношування та твердість сталі.

Встановлено, що зростання вмісту вуглецю в залізобуглецевих сплавах призводить до росту стійкості до абразивного зношування (рис. 2.5) [13, 14]. У легованих сталях визначальм фактором у стійкості до абразивного зношування є вміст легуючих елементів.



Також слід відзначити вплив на інтенсивність абразивного зношування відносної швидкості переміщення, кута атаки абразиву до поверхні тертя, кислотності абразивного середовища, твердості ґрунту та параметрів мікроструктури сталі. Вплив всіх цих факторів добре вивчений дослідниками та встановлені відповідні залежності. Найбільш не дослідженими факторами, які впливають на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин є попередня корозія поверхні під час міжсезонного зберігання та наявність в абразиному середовищі поживних решток.

2.2 Аналіз робіт по дослідженню впливу атмосферної корозії на зміну триботехнічних характеристик поверхонь сільськогосподарських машин

Атмосферна корозія завдає значних збитків всім галузям економіки України. Ці збитки визначаються не тільки фізичною втратою металу, а в першу чергу виходом з ладу або втратою працездатного стану машин і обладнання та необхідністю їх ремонту. Найбільш суттєвими факторами які впливають на швидкість протікання атмосферної корозії деталей та робочих органів машин є: наявність захисних покриттів, вологість атмосфери, пошкодженість поверхні, тривалість контакту поверхні з атмосферою, хімічний склад матеріалу деталей і робочих органів та температура навколишнього середовища.

В агропромисловому комплексі найбільше піддаються атмосферній корозії прості сільськогосподарські машини (плуги, борони, культиватори тощо), які, в більшості випадків у процесі міжсезонного зберігання розміщуються на відкритих асфальтових, бетонних та ґрунтових майданчиках.

Перші фундаментальні дослідження по впливу попередньої атмосферної корозії на інтенсивність абразивного зношування сталей проведені в середині минулого століття професором Северньовим М.М. Дослідження проводились в лабораторних умовах, під час проведення досліджень використовувалися сталь 65Г, сталь 45 та Ст. 3. Тривалість атмосферної корозії сталевих зразків складала

20 місяців. В результаті досліджень встановлено, що інтенсивність зношування після попередньої корозії зростає в 2,1...6,8 разів в залежності від марки сталі, способу зберігання та місця розміщення зразків [5].

Більш ґрунтовні дослідження були проведені в Україні в умовах трьох ґрунтово-кліматичних зон України (Полісся, Лісостеп та Степ) протягом 2014-2018 років [7]. За результатами досліджень встановлено, що наявність попередньої корозії призводить до зростання інтенсивності зношування сталевих зразків (рис. 2.6).

Всі перераховані дослідження були проведені в лабораторних умовах і не можуть об'єктивно описувати вплив попередньої корозії робочих органів ґрунтообробних машин на інтенсивність їх зношування, саме тому необхідно провести експлуатаційні дослідження у виробничих умовах.

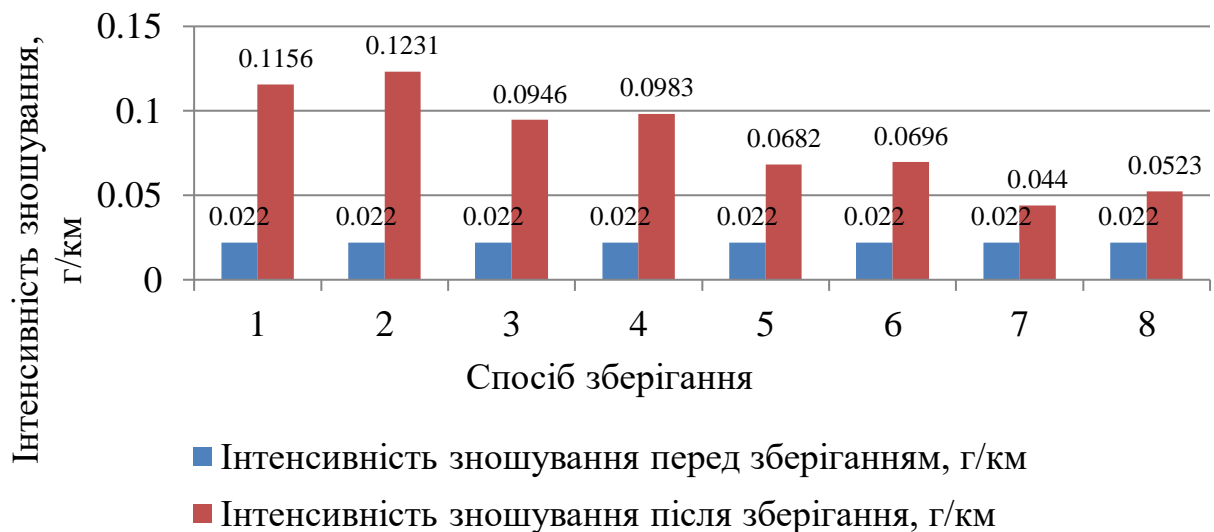


Рис. 2.6. Інтенсивність зношування зразків сталі, шлях тертя – 7488 м (умови зберігання: зона Лісостеп, висота розміщення зразків 500 мм над поверхнею зберігання, зразок – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середньому відпуску за температури 460...480 °С): 1 – на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям; 2 – на відкритому майданчику з трав'яним покриттям; 3 – на відкритому майданчику з бетонним покриттям; 4 – на відкритому майданчику з асфальтованим покриттям; 5 – під навісом з бетонним покриттям; 6 – під навісом з асфальтованим покриттям; 7 – у

закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям; 8 – у закритому неопалювальному приміщенні з бетонним покриттям [7].

Висновки по розділу

В результаті аналізу стану проблеми впливу попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин встановлено фактори, які впливають на інтенсивність абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин та встановлено, що на даний час дослідження впливу попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування проводилися тільки в лабораторних умовах, саме тому необхідно провести експлуатаційні дослідження у виробничих умовах.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ АТМОСФЕРНОЇ КОРОЗІЇ

Програмою досліджень передбачалося виконання наступних етапів:

- визначити інтенсивність корозійних процесів на поверхнях робочих органів ґрунтообробних машин та зон зародження та найбільшого ураження корозії;
- визначити зміну мікротвердості поверхні робочих органів ґрунтообробних машин в результаті ураження їх корозією;
- провести експлуатаційні випробовування впливу попередньої корозії, під час міжсезонного зберігання, на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин;
- провести експлуатаційні випробовування запропонованих способів і методів підвищення стійкості до корозійних процесів на поверхнях тертя робочих органів ґрунтообробних машин.

Визначення інтенсивності корозії на поверхнях робочих органів ґрунтообробних машин та зон зародження та найбільшого ураження корозії проводили методом огляду машин, які поставленні на міжсезонне зберігання в умовах ТОВ «Аграрні Системні Технології». Огляд проводили кожні 15 днів (рис. 2.1). Огляду підлягали дискові робочі органи, стрілочасті лапи та леміші плугів. Матеріал робочих органів ґрунтообробних машин: сталь 65Г, сталь 28MnB5 та сталь Hardox 500.



Рис. 2.1. Фотознімок поверхні тертя робочого органу ґрунтообробної машини в період міжсезонного зберігання.

Визначення мікротвердості поверхні тертя робочих органів ґрунтообробних машин виконували за допомогою портативного твердоміра Т-УД2 (рис. 3.2). Заміри проводили до постановки на міжсезонне зберігання та при знятті зі зберігання. Дослідження мікротвердості проводили відповідно до ASTM A1038 [16], глибина проникнення індектора 30...50 мкм.



Рис. 2.2. Мікротвердомір Т-УД2, який використовується для визначення мікротвердості поверхні тертя робочих органів ґрунтообробних машин.

Для дослідження впливу способів та методів міжсезонного зберігання проводили консервацію поверхонь тертя робочих органів ґрунтообробних машин матеріалами: БЕСТ КМ-1, ПВК та Shell Ensis Oil N. Зберігання ґрунтообробних машин проводили на відкритих майданчиках з бетонним, асфальтовим та ґрунтовим покриттям та під навісом з бетонним та асфальтовим покриттям.

Інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин визначали ваговим методом за допомогою терезів CP 34001 S.

Підвищити довговічність деталей машин можна трьома групами методів: експлуатаційними, конструкційними та технологічними. На даний час переважна більшість дослідників основну увагу приділяє конструкційним та технологічним методам, залишаючи поза увагою експлуатаційну групу. На думку автора роботи [7] експлуатаційними методами можливо підвищити зносостійкість та довговічність деталей сільськогосподарських машин до 3 раз. Саме тому дуже даним методам приділяти значну увагу.

В осінньо-зимовий період 2020-2021 року, для визначення переважаючого способу зберігання ґрунтообробної техніки в аграрних підприємствах, був проведений огляд способів зберігання в 17 сільськогосподарських підприємствах. Результати досліджень представлені на рис. 2.3 – 2.5.

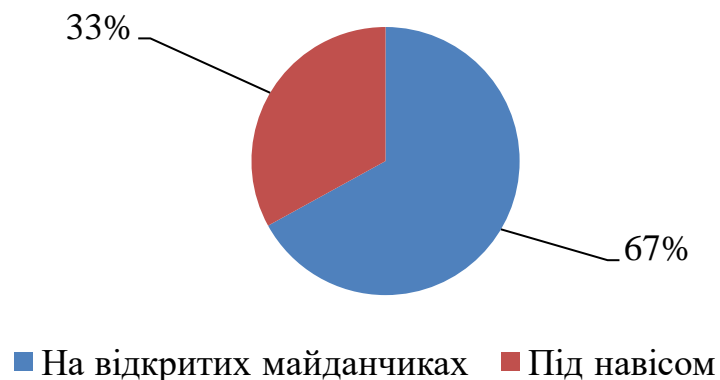


Рис. 2.3. Відсотковий розподіл способів зберігання ґрунтообробної техніки за місцем їх розміщення.

Як видно з результатів досліджень більшість ґрунтообробної техніки зберігається в несприятливих умовах, що в свою чергу призводить до інтенсивного протікання атмосферної корозії. Відсутність консерваційного покриття призводить до швидкого покриття продуктами корозії поверхонь тертя робочих органів ґрунтообробних машин. Найбільш інтенсивно процес корозії протікає в зоні фрикційного контакту де активно протікає процес абразивного зношування (рис. 2.6). Це явище можна пояснити особливістю абразивного зношування, оскільки в результаті такого виду зношування на поверхні тертя утворюються вторинні структури, мікрodefekти та defekти кристалічної ґратки.

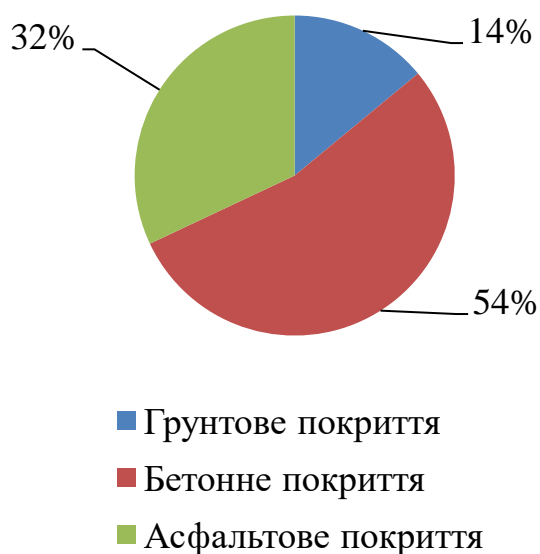


Рис. 2.4. Відсотковий розподіл покриття майданчиків, які використовуються для міжсезонного зберігання ґрунтообробної техніки.

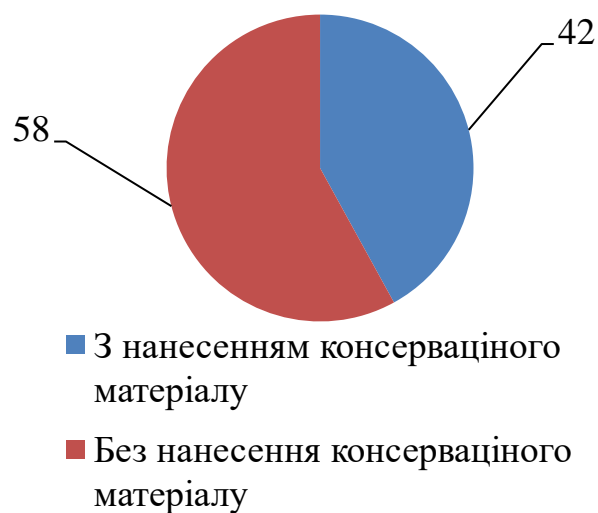


Рис. 2.5. Відсотковий розподіл наявності та відсутності консерваційного покриття на робочих органах ґрунтообробної техніки в період їх міжсезонного зберігання.



Рис. 2.6. Результати атмосферної корозії на поверхнях тертя робочих органів ґрунтообробних машин під час міжсезонного зберігання після експлуатації.

В результаті огляду 174 ґрунтообробних агрегатів при їх міжсезонному зберіганні в сільськогосподарських підприємствах Житомирської області можна провести ранжування способів та методів зберігання по їх впливу на інтенсивність атмосферної корозії робочих органів ґрунтообробних машин (від кращого до гіршого): 1. Під навісом з бетонним покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття; 2. Під навісом з асфальтовим покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття; 3. Під навісом з бетонним покриттям майданчика; 4. Під навісом з асфальтовим покриттям майданчика; 5. На відкритому майданчику з бетонним покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття; 6. На відкритому майданчику з асфальтовим покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття; 6. На відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття; 7. На відкритому майданчику з бетонним покриттям майданчика; 8. На відкритому майданчику з асфальтовим покриттям; 9. На відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям майданчика із нанесенням консерваційного покриття. Слід також відмітити, що в багатьох роботах відзначається, що найменше піддаються корозійним впливам деталі машин, які зберігаються в закритих опалювальних приміщеннях з нанесенням захисних покриттів. Нажаль практика показує відсутність таких умов зберігання в сільськогосподарських підприємствах України.

Слід також відмітити важливість розміщення сільськогосподарських машин на підставках, оскільки розміщення їх безпосередньо на поверхні майданчику інтенсифікує процес атмосферної корозії. Особливо яскраво це можна спостерігати на майданчиках з ґрунтовим покриттям. Так в роботі [7] визначено оптимальну висоту підставки для міжсезонного зберігання сільськогосподарських машин, яка повинна складати не менше 500 мм.

Наявність атмосферної корозії на поверхнях тертя робочих органів ґрунтообробних машин призводить до зміни триботехнічних характеристик даної поверхні. В результаті корозійних процесів протягом 5 місяців відбулося зменшення мікротвердості поверхонь тертя на 3,54...9,6 % (рис. 2.7.) в залежності від марки сталі, яка використовувалась для виготовлення даного робочого органу. Твердість на поверхні після атмосферної корозії визначали в зонах найбільшого ураження без видалення продуктів корозії.

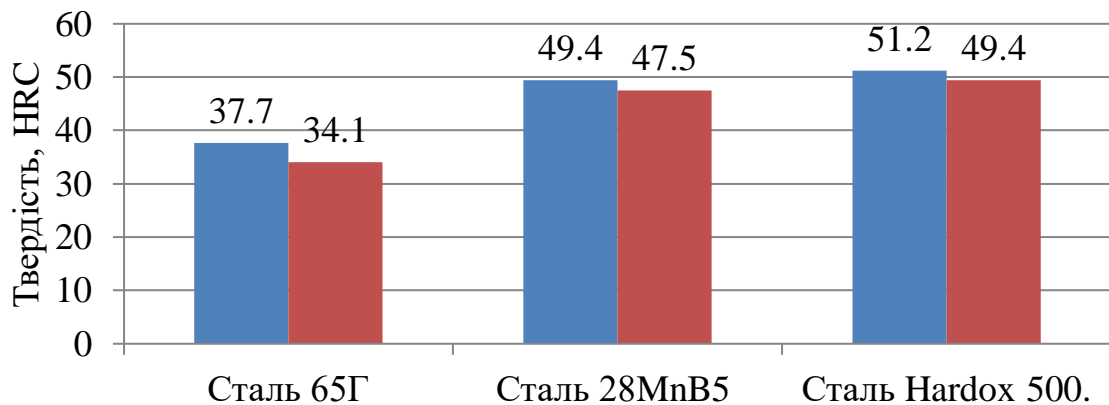


Рис. 2.7. Зміна мікротвердості на поверхнях тертя робочих органів ґрунтообробних машин (синій колір – до корозійних процесів, червоний – після 5 місяців зберігання на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям без нанесення консерваційного покриття).

Отримані результати зміни мікротвердості на поверхнях тертя робочих органів ґрунтообробних машин дозволяють констатувати, що чим якісніша сталь ти менше значення зміни мікротвердості спостерігається (рис. 4.5).

Для визначення впливу попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування провели дослідження з використанням двох пар лемешів

виготовлених зі сталі 65Г: 1 пара – зберігалися на відкритих майданчиках з ґрунтовим покриттям без нанесення консерваційного покриття; 2 пара – зберігалися в закритому опалювальному приміщенні з нанесення консерваційного покриття.

Дослідження проводили з використанням машино-тракторного агрегату Т-150К+ПЛН-5-35. Швидкість руху агрегату 7-9 км/год. Ґрунти середньосуглинкові. Для достовірності результатів досліджень леміші розміщувалися у шахматному порядку: 2-4 та 3-5. Результати досліджень представлені на рис. 2.8.

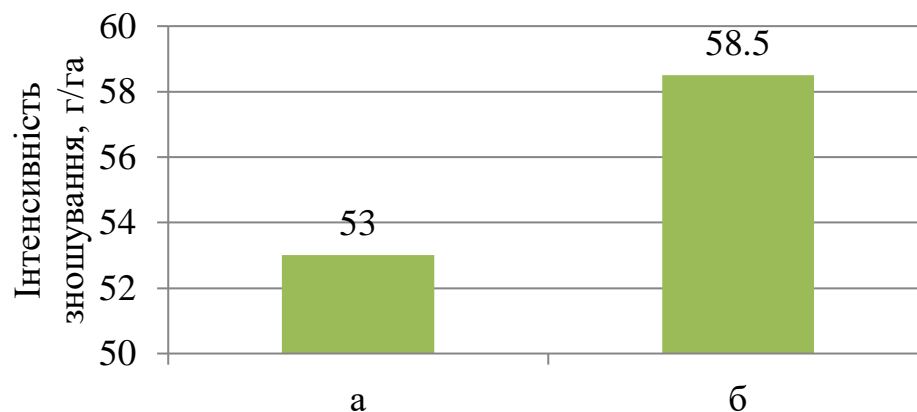


Рис. 2.8. Інтенсивність зношування лемешів плуга виготовлених зі сталі 65 і знятих з міжсезонного зберігання.

Заміри проведенні після виконанням оранки на площі 5 га, тобто напрацювання на один леміш склало один гектар. В подальшому інтенсивність зношування вирівнялася і була однаковою для всіх типів лемешів. Дані результати свідчать про суттєвий вплив попередньої корозії поверхні тертя на інтенсивність абразивного зношування, оскільки інтенсивність зношування у лемешах які були повністю уражені корозією вище на початкових етапах експлуатації на 9,4%, порівняно з лемішами де були відсутні сліди корозії.

Для визначення ефективності вітчизняних і зарубіжних консерваційних матеріалів для захисту від атмосферної корозії поверхонь тертя були проведенні відповідні дослідження. Дискові робочі органи ґрунтообробних машин покривалися консерваційними матеріалами БЕСТ КМ-1, ПВК та Shell Ensis Oil N

і ставилися на міжсезонне зберігання в найбільш несприятливі умови (на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям). В результаті досліджень встановлено, що суттєвої різниці в швидкості протікання та інтенсивності корозійних процесів на поверхнях тертя, при використанні вище перелічених консерваційних матеріалів не спостерігалось. Тому для консервації робочих органів ґрунтообробної техніки слід використовувати вітчизняні консерваційні матеріали типу БЕСТ КМ-1 та ПВК, оскільки іноземні аналоги коштують в 2...2,5 рази дорожче.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами виконання проекту можна зробити наступні висновки:

Під час міжсезонного зберігання ґрунтообробної техніки вона піддається впливу атмосферної корозії. Найінтенсивніше процеси корозії протікають в зоні фрикційного контакту де наявні сліди абразивного зношування. Це явище можна пояснити особливістю абразивного зношування, оскільки в результаті такого виду зношування на поверхні тертя утворюються вторинні структури, мікродефекти та дефекти кристалічної ґратки.

Атмосферна корозія поверхонь тертя робочих органів ґрунтообробних машин призводить до зміни триботехнічних характеристик, а саме: зменшення мікротвердості на 3,54...9,6 %, та зростання інтенсивності зношування на 9,4%.

Рекомендовані раціональні способи і методи зберігання та консервації робочих органів ґрунтообробних машин для мінімізації дії атмосферної корозії на поверхні тертя робочих органів ґрунтообробних машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дворук В. І., Борак К. В., Добранський С. С., Герасимчук Д. В. Вплив попередньої корозії на інтенсивність зношування сталі. *Вісник Причорномор'я*. 2019. № 4. С. 106–113.
2. Atmospheric Corrosion / Leygraf C., Wallinder I.O., Tidblad J., Graedel T. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2016. 397 p.
3. Костецкий Б. И. Трение, смазка и знос в машинах. Киев : Техніка. 1970. 396 с.
4. Крагельський І. В. Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. Москва : Машиностроение, 1977. 526 с.
5. Износ и коррозия сельськохозяйственных машин / под. ред. М. М. Севернева. Минск : Беларус. навука, 2011. 333 с.
6. Аулін В. В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2015. 447 с.
- 7 Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
8. Васильев С. П., Ермолов Л. С. Об изнашивающей способности почв. *Повышение долговечности рабочих деталей почвообрабатывающих машин*. 1960. С. 130–141.
9. Борак К.В., Руднік Д.І. Абразивні властивості середовища ґрунту. Збірник праць X Міжнародної науково-технічної он-лайн конференції «Крамаровські читання» до нагоди 116-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента УАСГН КРАМАРОВА Володимира Савовича (1906 – 1987) та 125-ї річниці НУБіП України.

10. Быков В. Ф. Малютин М. И. Изнашивающая способность почв и износ дисков. *Актуальные проблемы лесного комплекса*. 2008. URL : http://science-bsea.narod.ru/2008/leskomp_2008/bykov_iznos.htm. (дата звернення: 14.03.2022).
11. Coronado J. J. Effect of Abrasive Size on Wear. *Abrasion Resistance of Materials*. 2012. p. 167–184.
12. Zdravecká E., Tkáčová J., Ondáč M. Effect of microstructure factors on abrasion resistance of high-strength steels. *Research in Agricultural Engineering*. 2014. № 60(3). p. 115-120.
13. Шейнман Е. Л. Абразивный износ. Обзор американской печати. Абразивная стойкость материалов. *Трение и износ*. 2006. Том 27, №1. С. 110–122.
14. Zum Gahr K.-H. *Microstructure and Wear of Materials*. Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo : Elsevier Science Publishers. 1987. 559 p.
15. Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування : підр. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, О. І. Букет, Г. С. Васильєв. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 318 с.
16. ASTM A1038. Standard Test Method for Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method.