

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ СТАЛІ

В. І. Дворук, доктор технічних наук, професор

Національний авіаційний університет

К. В. Борак, кандидат технічних наук

ORCID ID: 0000-0002-5611-4707

ResearcherID: G-6568-2016

С. С. Добранський, викладач

Д. В. Герасимчук, викладач

Житомирський агротехнічний коледж

У роботі досліджено вплив попередньої атмосферної корозії на інтенсивність зношування сталей. Встановлено, що величина корозії знаходиться в прямій залежності від ґрунтово-кліматичних умов та способу зберігання. У результаті атмосферної корозії інтенсивність абразивного зношування сталей зростає в 1,61...5,26 рази в порівнянні з інтенсивністю зношування до впливу атмосферної корозії. Величина зростання інтенсивності зношування залежить від способу зберігання, ґрунтово-кліматичної зони зберігання, наявності антикорозійного покриття та матеріалу, який піддавався атмосферній корозії.

Ключові слова: інтенсивність зношування, зберігання, атмосферна корозія, сталь

Постановка проблеми. Атмосферна корозія завдає значні збитки у всіх галузях економіки (сільське господарство, промисловість, транспорт, енергетика та ін.). Втрати у результаті атмосферної корозії складають понад 100 мільйонів доларів США в рік [1].

Вивчення стану різних сільськогосподарських машин після 1...3 років експлуатації дозволяють зробити висновок, що корозійному впливу оточуючого середовища тією чи іншою мірою піддаються більше 70...80% деталей і збірних одиниць цих машин [2, с. 24; 3, с. 39]. Ґрунтообробні та посівні машини знаходяться на зберіганні до 90% часу, протягом якого їх деталі та робочі органи піддаються атмосферній корозії. Експериментальні дослідження показали, що в сільській місцевості середні втрати сталі за рік складають майже 14 г/м², або 0,035 мм по товщині деталі при її двосторонній корозії [4, с. 3]. Корозія руйнує і якісно змінює поверхню деталей машин, що призводить до зниження зносостійкості і міцності машин [5, с. 13]. Надзвичайно важливим є вирішення проблематики протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки в аграрному виробництві, гострою є необхідність всебічних досліджень процесів корозії, корозійної втоми і корозійно-механічного зносу [3, с. 40]. Саме тому пошук сучасних методів і способів, які дозволяють мінімізувати атмосферну корозію

робочих органів та деталей ґрунтообробних машин, є беззаперечно актуальною задачею.

Аналіз актуальних досліджень. Останні роботи з вивчення атмосферної корозії досягли значного просування в напрямку розуміння процесу корозійного руйнування поверхні металів. Однак існує багато проблем, пов'язаних із розумінням та прогнозуванням різних явищ. Кінцевою метою таких досліджень є можливість передбачити час, місце розташування та ступінь корозії і повністю зрозуміти наслідки впливу корозії на зміну мікроструктури залежно від навколишнього середовища [6]. Більшість вітчизняних та іноземних робіт, присвячених вивченню атмосферної корозії, спрямовані на визначення швидкості корозійних процесів, впливу на швидкість різних факторів та визначення оптимальних способів та методів захисту від атмосферної корозії [7-16].

Фундаментальні дослідження впливу попередньої атмосферної корозії на інтенсивність абразивного зношування сталі проведено М. М. Северньовим [4, с. 204]. Дослідження, проведені на сталях (Ст. 3, сталь 45 та сталь 65Г), показали суттєве зменшення зносостійкості сталей у результаті атмосферної корозії. Результати досліджень інтенсивності зношування сталей після 20 місяців атмосферної корозії дозволили зробити висновки, що при закритому зберіганні знос збільшується в 2,1...2,3 рази, на

відкритому майданчику над ґрунтом – в 3,8...5,3 рази і на поверхні ґрунту – в 3,2...6,8 раз. Проведені дослідження дозволили встановити, що інтенсивність абразивного зношування сталей в функції від величини корозії в аналітичній формі виражається параболічною залежністю [2, с. 209]:

$$J_k = aK^2 + bK + c,$$

де K – величина корозії г/м²; a , b , c – коефіцієнти, значення яких для різних способів зберігання представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів a , b , c

Марка сталі	Коефіцієнт	Спосіб зберігання сталей		
		у закритому приміщенні	на відкритому майданчику над ґрунтом	на поверхні ґрунту
Ст. 3	a	-0,0004	-0,0001	0,00007
	b	0,06	0,07	0,05
	c	4,14	4,14	4,14
45	a	-0,0005	0,0001	0,00004
	b	0,06	0,02	0,03
	c	3,6	3,6	3,0
65Г	a	0,001	0,00009	0,00001
	b	-0,02	0,04	0,06
	c	3,14	3,14	3,14

Величина коефіцієнта c для кожної наведеної марки сталей при різних способах зберігання постійна і за абсолютною величиною рівна інтенсивності зношування цих сталей без корозії. Найменше відхилення розрахункових значень інтенсивності абразивного зношування дослідних сталей від експериментальних мають місце при величині корозії (в межах проведених досліджень) для закритого зберігання приблизно до 50-60, на відкритому майданчику над ґрунтом і на поверхні ґрунту – до 300-320 і 290-360 г/м² відповідно [4, с. 209].

Швидкість процесу корозії залежить від агресивності середовища, тривалості її дії, температури повітря, стану поверхні металу (складу і структури захисної плівки, хімічного складу металу, і наявності механічних пошкоджень, особливості конструкції [5, с. 13].

Найбільш сильно руйнуються сталіні виробни, які зберігаються на поверхні ґрунту, їх втрата маси від корозії складає 208 г/м² в рік. Корозійні втрати виробів зі сталі, які зберігаються на відкритому майданчику, в 1,4 рази менше, а в закритому неопалювальному приміщенні у 8 разів менше. Великі перепади денної і нічної температури у вересні-жовтні і високі показники температури і вологості в березні-травні сприяють розвитку корозійних процесів. Атмосферна корозія деталей сільськогосподарських машин може збільшуватися в 10 разів і більше за наявності агресивних середовищ – мінеральних і органічних добрив, ядохімікатів, ґрунту [5, с. 13].

Аналіз існуючих засобів захисту від корозії і зносу виявив низьку ефективність вітчизняних і надмірно високу вартість імпортованих матеріалів. Внаслідок несправностей, викликаних корозійними ураженнями при зберіганні, ростуть прості машин та підвищується трудомісткість їх обслуговування [2, с. 354].

Проведені дослідження не можуть повною мірою дати рекомендації сільськогосподарським виробникам щодо заходів для запобігання (зменшення) корозії робочих органів ґрунтообробних та посівних машин, що призведе до зниження інтенсивності абразивного зношування, оскільки:

- дослідження проводили на сталях, які не використовуються для виробництва сучасних робочих органів ґрунтообробних та посівних машин (окрім сталі 65Г);
- зразки сталі не піддавалися попередньому абразивному зношуванню;
- не використовувалися типові майданчики для зберігання сільськогосподарських машин (відкриті бетонні та асфальтовані площі);
- дослідження проводили лише в одній кліматичній зоні (Республіка Білорусь);
- не враховано вплив способу термічної обробки та способу зміцнення поверхні сталі;
- не враховано можливість нанесення сучасних антикорозійних мастильних матеріалів;
- лабораторна установка для триботехнічних випробувань за схемою «Гільза» не моделює реальні умови зношування.

Мета статті – визначити вплив способів та методів зберігання робочих органів

грунтообробних машин на інтенсивність протікання атмосферної корозії та її вплив на стійкість до абразивного зношування.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проведено за методикою, розробленою авторами у 2014 році та представленою в роботі [17]. Слід відміти, що для прискорення досліджень та для об'єктивності шлях тертя був зменшений до 7488 м (тривалість випробовування одного зразка складала 60 хвилин, що дозволяло повністю очистити поверхню від продуктів корозії). Для визначення зносостійкості сталі після очищення

від продуктів корозії, шлях тертя зразків складав 100 км (проведені тільки на трьох зразках). Пристосування для розміщення зразків (рис. 1) були встановлені у трьох ґрунтово-кліматичних зонах України:

1. Овруцькому районі, Житомирської області (Полісся);
2. Козятинському районі, Вінницької області (Лісостеп);
3. Доманівському районі, Миколаївської області (Степ).



Рис. 1. Пристосування для розміщення дослідних зразків

Початок проведення досліджень – 1 вересня 2014 року, закінчення зберігання зразків – 1 вересня 2016 року.

У відповідності з розробленою методикою зразки були розміщені у трьох кліматичних зонах України (Полісся, Лісостеп, Степ) у вісьмох варіаціях (табл. 2). Загальна кількість зразків,

встановлених на зберігання, 2376 зразків, які були встановлені на 72 рамних установках рис. 1. Лабораторні дослідження з визначення інтенсивності зношування тривали 1 рік і 4 місяці, в цей період зразки зберігалися в опалювальному приміщенні.

Таблиця 2

Варіанти розміщення дослідних зразків

Спосіб зберігання	Висота над поверхнею		Матеріал	Кількість зразків	
1	2		3	4	
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.	На поверхні	100 мм над поверхнею	Сталь 65Г (без термообробки)	3	
			Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С	3	
			Сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою	3	
			500 мм над поверхнею	Сталь 65Г зміцнену електродом Т-590	3
		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С після абразивного зношування		3	
		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою корміном		3	
		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою технічним вазеліном УН		3	

Продовження табл. 2

1	2	3	4
7. В закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям. 8. В закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою оливою Shell Ensis Oil N	3
		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою відпрацьованою моторною оливою	3
		Сталь 28МпВ5	3
		Сталь Л 53	3

Інтенсивність корозії досліджували до того часу, поки вся поверхня не покриється продуктами корозії (табл. 3)

При зберіганні на відкритих майданчиках, незалежно від покриття майданчика, в перші

чотири місяці зберігання вся поверхня зразків була вкрита продуктами атмосферної корозії (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність площі поверхні, яка вкрита продуктами корозії від терміну зберігання зразків (умови зберігання: зона Полісся, висота 500 мм на поверхню зберігання, зразок: сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С)

Дата проведення замірів	Термін, місяців	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. В закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям	8. В закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям
01.09.2014р.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.01.2015р.	4	100	100	58	67	9	9	3,2	3,7
01.05.2015р.	8			100	100	82	88	34	78
01.09.2015р.	12					100	100	75	100
01.01.2016р.	16							100	

На початку зберігання в закритих приміщеннях і під навісами темп приросту поверхні, яка вражена корозією, доволі низький і починає суттєво зростати після появи локальних вражень.

Для зразків, які зберігалися на поверхні площу корозії визначали на поверхні, яка взаємодіє з атмосферою. Корозійні процеси на поверхні сталей, яка контактує з поверхнею ґрунту в 2,4...3,2 рази швидше ніж у поверхні яка взаємодіє з атмосферою, що пояснюється наявністю в ґрунті активних речовин та «букальних» електричних струмів, які пришвидшують процес електрохімічної корозії.

За результатами досліджень слід відмітити, що процеси корозії найінтенсивніше протікали в зоні Полісся (на 7,2...14,8% інтенсивніше за зону Лісостепу і на 9,4...19,7 за зону Степу). Виходячи з вище зазначеного можна зробити висновок, що інтенсивність корозії знаходиться в прямій

залежності від ґрунтово-кліматичних умов зберігання.

У всіх зонах проведення досліджень спостерігалась приблизно однакова інтенсивність корозії на відкритих майданчиках з ґрунтовим та трав'яним покриттям. Слід відміти, що на відкритих майданчиках з бетонним покриттям інтенсивність корозії (в перші 4 місяці зберігання) менша за інтенсивність корозії на відкритих асфальтованих майданчиках на 10,7...14,5%, і на 38,14...58,23% в порівнянні з відкритими майданчиками з ґрунтовим та трав'яним покриттям. На інтенсивність корозії впливає і пора року: найінтенсивніше корозія протікає в осінній і весняний період, менш інтенсивніше в зимовий і найповільніше в літній період (при сухій погоді).

Для порівняльної оцінки стійкості матеріалів та способів захисту від корозії за 1 було прийнято стійкість до корозії сталі 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°С і середнім відпуском за температури 460...480 °С (рис. 2).

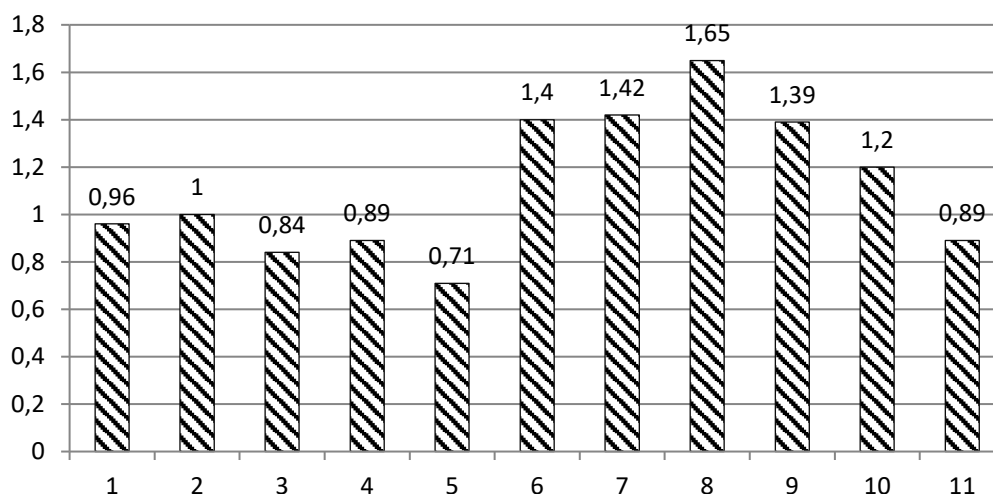


Рис. 2. Стійкість до корозії (умови зберігання: зона Полісся, під навісом з бетонним покриттям, висота від поверхні зберігання 500 мм):

1 – сталь 65Г (без термообробки); 2 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С; 3 – сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою; 4 – сталь 65Г зміцнену електродом Т-590; 5 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С після абразивного зношування; 6 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою корміном; 7 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою технічним вазеліном УН; 8 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою оливою Shell Ensio Oil N; 9 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою відпрацьованою моторною оливою; 10 – сталь 28МпВ5; 11 – сталь Л53.

Як видно з рис. 2, лемішна сталь Л53 продемонструвала меншу корозійну стійкість в порівнянні зі сталю 65Г. Дане явище можна пояснити більшою кількістю вуглецю в сталі 65Г, який є катодним включенням. Відомо [4, с. 206], що при атмосферній корозії є можливість анодної пасивації. В таких випадках наявність катодних включень збільшує анодну поляризацію решти анодного фону і через зміни його потенціалу в сторону більш позитивних значень сприяє більшій легкості пасування і стійкості пасивного стану [4, с. 206].

Позитивний вплив захисних аतिकорозійних покриттів на стійкість проти корозії при зберіганні в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям та в закритому неопалювальному приміщенні з бетонним покриттям не такий явний (стійкість підвищується на 8,16...21,98%).

Зміцнення поверхні сталі 65Г приводить до зменшення стійкості до атмосферної корозії, через наявність поверхневих дефектів, що

виникають у результаті термічного впливу. При зміцненні електродом Т-150 стійкість зменшується на 9,64...14,52%, при зміцненні електроерозійною обробкою на 15,23...20,92%.

Найменшу стійкість до атмосферної корозії продемонстрував зразок, який перед зберіганням піддавався абразивному зношуванню (на 24,5...35,4% менше за зразок, який не піддавався попередньому абразивному зношуванню), що пояснюється наявністю на поверхні великої кількості дефектів, спричинених процесами мікрорізання та пластичного деформування. Даний зразок моделює реальні поверхні робочих органів ґрунтообробних та посівних машин після експлуатації і підкреслює необхідність пошуку засобів та методів захисту від атмосферної корозії робочих органів ґрунтообробних і посівних машин.

За результатами проведених досліджень по впливу атмосферної корозії на зносостійкість сталей побудовано відповідні діаграми рис. 3.



Рис. 3. Інтенсивність зношування зразків сталі, шлях тертя 7488 м (умови зберігання: зона Лісостеп, під навісом з бетонним покриттям, висота розміщення зразків 500 мм на поверхню зберігання):

1 – сталь 65Г (без термообробки); 2 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C; 3 – сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою; 4 – сталь 65Г зміцнену електродом T- 590; 5 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C після абразивного зношування; 6 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою корміном; 7 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою технічним вазеліном УН; 8 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою оливою Shell Ensis Oil N; 9 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою відпрацьованою моторною оливою; 10 – сталь 28MnB5; 11 – сталь Л 53

Як видно з діаграми (рис. 4) у результаті попередньої атмосферної корозії в зоні Лісостепу інтенсивність зношування сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття зростає в 3,07...3,54 рази, при нанесенні захисного антикорозійного покриття в 1,61...2,37 рази. Слід окремо виділити зразок після абразивного зношування, де інтенсивність зношування виросла в 4,12 рази. Для зони Полісся інтенсивність зношування зростає: для сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття в

3,21...4,15 рази; при нанесенні захисного антикорозійного покриття в 1,82...2,73 рази; після абразивного зношування в 5,26 рази. Для зони Степу інтенсивність зношування зростає: для сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття в 2,88...3,24 рази; при нанесенні захисного антикорозійного покриття у 1,59...2,06 рази; після абразивного зношування – у 4 рази.

Слід відмітити, що спосіб зберігання суттєво впливає на інтенсивність зношування (рис. 4).

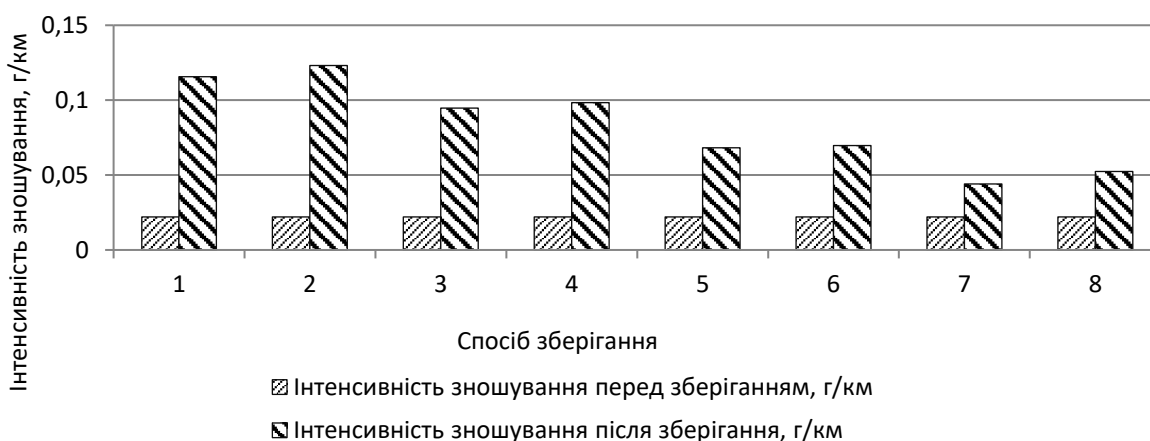


Рис. 4. Інтенсивність зношування зразків сталі, шлях тертя 7488 м (умови зберігання: зона Лісостеп, висота розміщення зразків 500 мм на поверхню зберігання, зразок – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °C і середнім відпуском за температури 460...480°C):

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 – в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям; 8 – в закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.

Найбільше підвищується інтенсивність (рис. 4) зношування при зберіганні на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям (в 5,25 рази) та з трав'яним покриттям (в 5,6 рази), найменше – при зберіганні в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям (в 2 рази) та в закритому неопалювальному приміщенні з бетонним покриттям в (2,38 рази).

Висота, на якій зберігалися зразки, також суттєво впливає на величину зростання інтенсивності зношування. Так, при зберіганні на поверхні інтенсивність зношування в 1,54...2,83 рази більша за інтенсивність зберігання на висоті 100 мм і в 2,19...3,04 рази більша за інтенсивність зношування при зберіганні на висоті 500 мм.

Суттєва зміна інтенсивності зношування після атмосферної корозії спостерігається при шляху тертя 7488 м, при подальшому зношуванні інтенсивність зношування зменшується і дорівнює інтенсивності зношування перед початком зберігання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Атмосферна корозія поверхні металу

призводить до зростання інтенсивності абразивного зношування. Після зняття абразивними частинками продуктів корозії інтенсивність зношування уповільнюється.

Для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних та посівних машин (враховуючи економічну доцільність) в міжсезонний період машини слід зберігати на спеціальних підставках (висота яких не менше 500 мм) в закритих неопалювальних приміщеннях і під навісом з бетонним покриттям з нанесенням на робочі органи захисного антикорозійного покриття. Серед захисних покриттів найкраще саме зарекомендувала олива Shell Ensis Oil N, але зважаючи на її ринкову вартість, використання є економічно недоцільним і можливо замінити більш дешевими матеріалами.

Для підтвердження адекватності лабораторних досліджень необхідно провести експлуатаційні випробовування на зношування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин після їх зберігання.

Список використаних джерел:

1. Atmospheric Corrosion / Leygraf C., Wallinder I.O., Tidblad J., Graedel T. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2016. 397 p.
2. Гайдар С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / ФГОУВПО "Московский государственный агроинженерный университет". Москва, 2011. 352 с.
3. Попович П. В. Методи оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивних середовищ : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11 / Терноп. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2014. 443 с.
4. Севернев М.М и др. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин.; под. ред. М. М. Севернева. Минск: Беларус. наука, 2011. 333 с.
5. Петрашев А. И. Совершенствование технологических процессов и ресурсосберегающих средств консервации сельскохозяйственной техники при хранении : дисс. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова. Тамбов, 2007. 400 с.
6. Frankel G. S., Sridhar N. Understanding localized corrosion. *Materials today*. 2008. Vol. 11. P. 38-44.
7. Diaz I. and etc Clarifications Regarding Literature on Atmospheric Corrosion of Weathering Steels. *International Journal of Corrosion: Atmospheric Corrosion*. 2012. P. 77-85.
8. Salgueiro A. M., Allélyb C., Oglea K., Volovitch P. Corrosion mechanisms of Zn(Mg, Al) coated steel in accelerated tests and natural exposure: 1. The role of electrolyte composition in the nature of corrosion products and relative corrosion rate. *Corrosion Science*. 2015. Vol. 90. P. 472-481.
9. Huang J. Meng X. Zheng Z. Gao Y. Optimization of the atmospheric corrosivity mapping of Guangdong Province. *Materials and corrosion-werkstoffe und korrosion*. 2019. Vol. 70, № 1. P. 91-101.
10. Wenhua Xu, En-Hou Han, Zhenyu Wang. Effect of tannic acid on corrosion behavior of carbon steel in NaCl solution. *Journal of Materials Science & Technology*. 2019. Vol. 35, № 1. P. 64-75.
11. Pan C., Guo M., Han W., Wang Z. Study of corrosion evolution of carbon steel exposed to an industrial atmosphere. *Corrosion engineering science and technology*. 2019. Vol. 54, № 3. P. 241-248.
12. Ph. Refaita and etc Corrosion and cathodic protection of carbon steel in the tidal zone: Products, mechanisms and kinetics. *Corrosion Science*. 2015. Vol. 90. P. 375-382.
13. B. N. Grgura and etc Corrosion of mild steel with composite polyaniline coatings using different formulations. *Progress in Organic Coatings*. 2015. Vol. 79. P. 17-24.
14. Грицай Ю.В., Цюнь О.П., Рубінець Н.А. Корозійні пошкодження техніки у сільськогосподарському машинобудуванні. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2016. Випуск 170. С. 172-175.
15. Попович П., Цюнь О., Довбуш Т. Вплив експлуатаційних середовищ на поширення поверхневих корозійно-втомних тріщин в елементах конструкцій сільськогосподарських машин. *Вісник ТНТУ. Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки*. 2014. Т. 75, № 3. С. 157-166.
16. Ниркова Л. І. та ін. Дослідження атмосферної корозії вуглецевої сталі за умов утворення адсорбційних та фазових плівок вологи. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2012. Т. 48, № 5. С. 117-123.

17. Дворук В. І., Борак К. В. Методика дослідження впливу способу зберігання на абразивну зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин. *Міжнародний науковий журнал "Проблеми трибології"*. Хмельницький: ХНУ, 2014. №1. С. 14-18.

В. И. Дворук, К. В. Борак, С. С. Добранский, Д. В. Герасимчук. Влияние предварительной коррозии на интенсивность изнашивания стали

В работе исследовано влияние предварительной атмосферной коррозии на интенсивность изнашивания сталей. Установлено, что величина коррозии находится в прямой зависимости от почвенно-климатических условий и способа хранения. В результате атмосферной коррозии интенсивность абразивного изнашивания сталей возрастает в 1,61 ... 5,26 раза в сравнении с интенсивностью износа до воздействия атмосферной коррозии. Величина роста интенсивности износа зависит от способа хранения, почвенно-климатической зоны хранения, наличия антикоррозионного покрытия и материала, который подвергался атмосферной коррозии.

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, хранения, атмосферная коррозия, сталь.

V. Dvoryk, K. Borak, S. Dobranskiy, D. Gerasumchyk. Effect of preliminary corrosion on the steel fretting intensity.

The effect of preliminary atmospheric corrosion on the fretting intensity of steels has been investigated in the study. It has been established that the corrosion rate is directly dependent on soil and climatic conditions and the storage method. In the result of atmospheric corrosion, the intensity of abrasive fretting of steels increases by a factor of 1.61 ... 5.26 as compared to the fretting intensity before the influence of atmospheric corrosion. The magnitude of the increase in the fretting intensity depends on the storage method, soil and climatic zone of the storage, the presence of an anticorrosion coating, and material which was subject to atmospheric corrosion.

Keywords: fretting intensity, storage, atmospheric corrosion, steel.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License