

Дворук В.І.,*
Борак К.В.**

*Національний авіаційний університет,
м. Київ, Україна.

**Житомирський національний
агроекологічний університет,
м. Житомир, Україна

E-mail: dvoruk@voliacable.com

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ ЗБЕРІГАННЯ НА АБРАЗИВНУ ЗНОСОСТІЙКІСТЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

УДК 620.178.16

Проаналізовано існуючі методики і запропоновано нову методику дослідження впливу способу зберігання (в різних ґрунтово-кліматичних зонах України), консервації та термічної обробки сталі на абразивну зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин.

Ключові слова: абразивна зносостійкість, ґрунтообробні машини.

Постановка проблеми

Підвищити зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин можливо трьома засобами: конструкційними, технологічними, експлуатаційними [3, 9]. До сьогодні переважну більшість досліджень [1, 2, 3 та ін.] даного напрямку присвячено вивченню конструкційних та технологічних засобів (наприклад, створення нових триботехнічних матеріалів, нанесення зносостійких покриттів на поверхню металу різними методами, оптимізація геометрії деталей, забезпечення самоорганізації вузлів тертя і т.д.). Значно менше уваги приділено вивченню експлуатаційних засобів, незважаючи на те, що за даними В.М. Ткачова [9] вони дозволяють підвищити абразивну зносостійкість деталей машин в 1,5 ... 3 рази. Тому розроблення сучасних засобів підвищення зносостійкості в процесі експлуатації машин є актуальною проблемою.

Огляд публікацій. Мета дослідження

Тертя об ґрунт поверхонь робочих органів ґрунтообробних машин (РО ГМ) характеризується малими питомими тисками частинок ґрунту на неї та їх сприятливою геометричною формою з відсутністю ріжучих кромок. Завдяки цьому створюються умови, за яких механічного руйнування поверхні тертя відбуватись не може.

В таких умовах дія абразивних частинок викликає мікропластичну деформацію поверхневих шарів, що сприяє виникненню окиснювального зношування. Однак останнє при цьому характеризується виключно високою інтенсивністю, яка набагато перевищує інтенсивність звичайного окиснювального зношування, що виникає при роботі трибоспряджень машин [5].

Візуальний огляд показує, що на поверхні тертя РО ГМ зношується не основний метал, а окисна плівка. Такий високий темп розвитку та протікання окиснювального зношування пояснюється тим, що поверхня тертя працює в хімічно активному середовищі, дотик з яким за одночасного протікання мікропластичних деформацій сприяє інтенсивному утворенню окисних плівок, які мають невисоку механічну міцність і легко руйнуються абразивними частинками.

В результаті безперервного виникнення, руйнування та видалення вказаних плівок поверхня тертя інтенсивно зношується і набуває вельми високої чистоти, яка відповідає 10 - 12 класу, тобто чистоту, одержвану після полірування.

Протягом року тривалість експлуатації РО ГМ не перевищує 10 % календарного терміну (за даними корпорації "Сварог Вест Груп"). Решту 90 % часу вони знаходяться у стані зберігання.

Для зберігання ґрунтообробних машин в сучасному сільськогосподарському виробництві використовуються такі способи:

- на відкритих майданчиках (з асфальтовим, гравійним, бетонним, ґрунтовим та трав'яним покриттям);
- під навісом (з бетонним, асфальтованим та гравійним покриттям);
- в закритих приміщеннях (опалювальних та неопалювальних з бетонним та асфальтовим покриттям).

В процесі зберігання РО ГМ піддаються атмосферній корозії, під впливом якої при подальшій експлуатації інтенсивність їх зношування значно зростає. У зв'язку з цим захист від корозії необхідно розглядати як важливий фактор підвищення зносостійкості РО ГМ.

З метою вивчення впливу попередньої корозії на інтенсивність абразивного зношування М.М. Северньовим [6] розроблено методику і проведено відповідні триботехнічні дослідження на зразках сталі 65Г, сталі 45 та сталі 3 з використанням лабораторної установки за схемою випробувань "гільза". Абразивним середовищем був кварцовий пісок з розміром частинок 0,16 ... 0,315 мм. Швидкість обертання шпинделя установки – 240 об/хв, питомий тиск зразка на абразив 0,5 кГ/см². Дослідження проводились в кліматичних умовах Республіки Білорусь. Тривалість дослідження складала 20 місяців. Зразки зберігались трьома способами:

- 1) у закритому приміщенні;
- 2) у відкритому приміщенні над ґрунтом;
- 3) на поверхні ґрунту.

Через кожні чотири місяці зберігання проводились корозійні та триботехнічні дослідження зразків. В результаті отримано таку залежність інтенсивності абразивного зношування сталей від корозії:

$$J_k = aK^2 + bK + c \quad \text{мг/дм}^2 \cdot \text{хв}, \quad (1)$$

де K – величина корозії (г/м²);

a , b і c – коефіцієнти, значення яких для різних способів зберігання визначені експериментально.

Однак вказана методика має ряд недоліків:

- дослідження проводились на сталях, які на сьогодні для виробництва РО ГМ (окрім сталі 65Г) не використовуються;
- дослідження проводились лише в одній кліматичній зоні;
- в процесі досліджень не враховувався вплив способу термічної обробки сталі на інтенсивність корозії;
- при дослідженнях не враховано можливість застосування антикорозійних мастильних матеріалів при зберіганні РО ГМ;
- лабораторна установка для триботехнічних випробувань за схемою "гільза" не моделює реальні умови зношування РО ГМ.

Для урахування цих недоліків необхідно розробити нову методику дослідження впливу способу зберігання на абразивну зносостійкість РО ГМ, що є метою даної роботи.

Результати дослідження

Згідно запропонованої методики передбачається проведення дослідження в трьох основних кліматичних зонах України – Полісся, Лісостеп, Степ. В кожній зоні буде розміщено по три комплекти зразків із сталі 28MnB5, сталі 65Г без термообробки, сталі 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810 ... 830 °С і середнім відпуском за температури 460 ... 480 °С, сталі 65Г, зміцненої електроерозійною обробкою та електродом Т-590, а також сталі Л53.

Зберігання зразків проводитиметься такими способами:

- на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям;
- на відкритому майданчику з трав'яним покриттям;
- на відкритому майданчику з бетонним покриттям;
- на відкритому майданчику з асфальтовим покриттям;
- під навісом з бетонним покриттям;
- під навісом з асфальтовим покриттям;
- в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям;
- в закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.

Для урахування впливу консервації на швидкість корозії використовуватимуться такі антикорозійні мастильні матеріали:

- кормін;
- технічний вазелін УН;
- масло Shell Ensis Oil N.

Зразки розміром 70 × 70 × 6 мм. зберігатимуться на спеціально обладнаних стелажах на висоті 100 мм, 500 мм від поверхні майданчика та безпосередньо на поверхні майданчика. Термін зберігання складатиме 24 місяці. Відбір зразків для проведення дослідження проводитиметься періодично через кожні 4 місяці зберігання.

Необхідною вимогою для триботехнічних випробувань є відтворення реальних умов та механізму зношування РО ГМ. У зв'язку з цим нами модернізовано схему випробувань "крильчатка" (Патент № 59681 [7]). Відповідно до запропонованої схеми розроблено установку для випробування матеріалів та покриттів на абразивну зносостійкість (Патент № 57585 [8]).

У відомій випробувальній установці зразки обертаються з постійною швидкістю в абразивній масі, наспіваний в циліндр. В процесі випробувань відбувається розпушування абразиву, яке супроводжується зміною його густини. Це призводить до відхилення механізму та умов зношування зразків від реально існуючих.

Для усунення вказаного недоліку нами передбачено встановлення спеціального диска над абразивною масою (рис. 1), вагу якого можна регулювати шляхом набору різної кількості секцій (рис. 2). У такий спосіб забезпечується та підтримується необхідна густина абразиву, а також питомий тиск останнього на зразки.

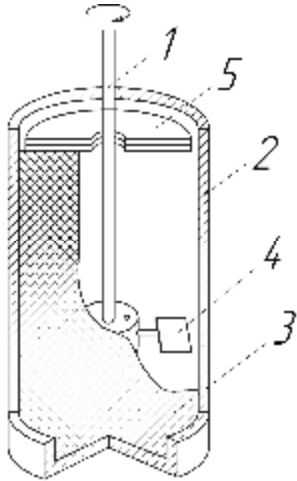


Рис. 1 – Схема триботехнічних випробувань за модернізованою схемою “крільчатка”:

- 1 – вал - тримач зразків;
- 2 – циліндр; 3 – абразивна маса;
- 4 – зразки; 5 – диск

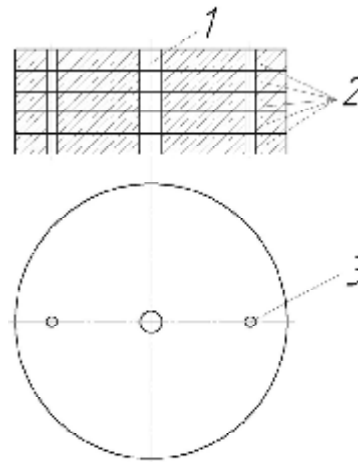


Рис. 2 – Диск:

- 1 – отвір для вала-тримача зразків;
- 2 – секції диска;
- 3 – отвір для з'єднувального гвинта

Нахил зразків до площини обертання складає 17° , що сприяє перемішуванню абразивного середовища. Заміна останнього проводиться після проходженням зразками шляху тертя 100 км.

Обертання валу-тримача (рис. 3) здійснюється від шпинделя вертикально-розточного верстату 2Е78П (рис. 4), що забезпечує можливість варіювання швидкості руху зразків від 15,5 до 715,9 м/хв (від 0,26 до 11,94 м/с).

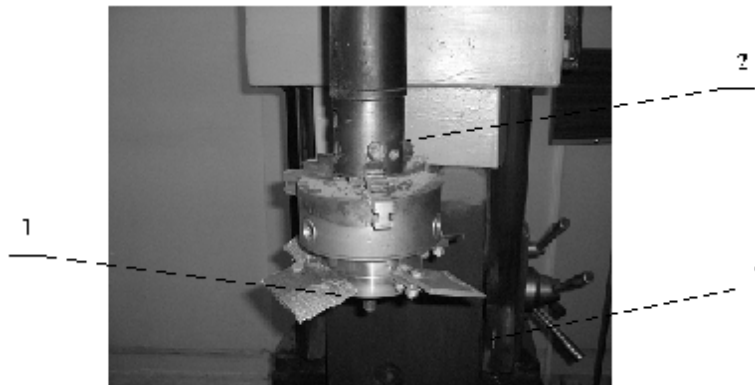


Рис. 3 – Вал-тримач із випробуваними зразками:

- 1 – зразок;
- 2 – вал-тримач;
- 3 – верстат 2Е78П

Ваговий знос зразка визначається на лабораторних терезах CP 34001 S фірми “Sartorius” (Німеччина). Клас точності II (високий) за ГОСТ 24104-1988. Лінійний знос вимірюється шляхом обрисовування контуру зношеного зразка на еталонному планшети.

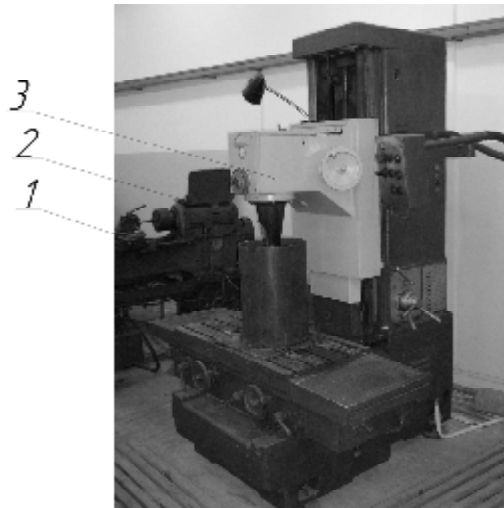


Рис. 4 – Загальний вигляд установки для триботехнічних випробовувань

Шлях тертя складає 500 км. Протягом цього шляху зразок контролюється за втратою маси 5 разів, або через кожні 100 км. Сталими приймаються такі фактори: швидкість переміщення – 125,28 м/хв (2,08 м/с); тиск ґрунту на зразок – $1,25 \text{ кг/см}^2$ (122,6 кПа). Як робоче середовище застосовується кварцовий пісок з розміром фракції 80 ... 100 мкм.

Висновки

В результаті даної роботи розроблено нову методику дослідження впливу способу зберігання на абразивну зносостійкість РО ГМ, яка ураховує недоліки існуючої методики, завдяки чому підвищується інформативність та достовірність отриманих результатів.

Література

1. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин: дис. канд. тех. наук: 05.02.04 / Бобрицький Віталій Миколайович. – Кіровоград, 2007. – 182 с.
2. Ткачев В.Н. Работоспособность деталей в условиях абразивного изнашивания / В.Н. Ткачев – М.: Машиностроение, 1995. – 336 с.
3. Аулін В.В. Аналіз характеру зношування лез ґрунторіжучих деталей та підвищення їх ресурсу лазерними технологіями / В.В. Аулін, В.М. Бобрицький, Є.К. Солових // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. – Кіровоград, 2005. – Вип. 35. – С. 153-157.
4. Бойко А.И. Исследование формы естественного износа монометаллических лезвий почвообрабатывающих машин / А.И. Бойко, А.В. Балабуха // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КДТУ. – 2000. – Вип. 6. – С.78-82.
5. Костецкий Б.И. Сопротивление изнашиванию деталей машин / Б.И. Костецкий. – М.-К.: Машгиз, 1959. – 476 с.
6. Севернев М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
7. Пат. 59681 Україна, МПК G01N3/00 Спосіб дослідження матеріалів та покриттів на зносостійкість / С.М. Герук, М.А. Савченко, К.В. Борак, заявник К.В. Борак. – у 2010 13233; заяв. 08.11.2010, опубл. 25.05.2011, Бюл. №10, 2011 р.
8. Пат. 57585 Україна, МПК A01B23/00 Установка для дослідження зносостійкості матеріалів та покриттів / С.М. Герук, М.А. Савченко, К.В. Борак, – заявник К.В. Борак. – у 2010 07973; заяв. 25.06.2010; опублік. 10.03.2011, Бюл. №5 2011 р.
9. Герук С.М. Методика лабораторних випробовувань на зносостійкість зразків, зміцнених електроерозійною обробкою / С.М. Герук, К.В. Борак // Міжнародний науковий журнал “Проблеми трибології”. – Хмельницький: ХНУ, 2010. – №4. – С. 60-65.

Поступила в редакцію 10.12.2013

Dvoruk V.I., Borak K.V. The techniques of investigation into the effects of storage method on the abrasive wear resistance of tools of soil cultivation machines.

The paper analyzes the existing techniques and suggests a new technique of investigating the effects of storage method (under various soil and climatic zones of Ukraine), conservation and steel heat treatment on the abrasive wear resistance of tools of soil cultivation machines.

Keywords: abrasive wear resistance, tillage machines.

References

1. Bobric'kij V.M. Pidvishhennja znosostijkosti rizal'nih elementiv robochih organiv ґрунтообробnih mashin, dis. kand. teh. nauk: 05.02.04., Kirovograd, 2007. 182 p.
2. Tkachev V.N. Rabotosposobnost' detalej v uslovijah abrazivnogo iznashivanja. M.: Mashinostroenie, 1995. 336 p.
3. Aulin V.V., Bobric'kij V.M., Solovih Є.K. Analiz harakteru znoshuvannja lez rruntorizhuchih detalej ta pidvishhennja ih resursu lazernimi tehnologijami. Zagal'noderzhavnij mizhvidom-chij naukovu-tehnichnij zbirnik. Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija s/g mashin, Kirovograd, 2005. Vip. 35. PP. 153-157.
4. Bojko A.I., Balabuha A.V. Issledovanie formy estestvenogo iznosa monometalicheskij lezvizij pochvoobrabu-tyvajushhij mashin. Zbirnik naukovih prac' Kirovograds'kogo nacional'nogo tehnicnogo universitetu. Tehnika v sil's'kogospodars'komu virobnictvi, galuzeve mashinobuduvannja, avtomatizacija. Kirovograd: KDTU. 2000. Vip. 6. PP. 78-82.
5. Kosteckij B.I. Soprotivlenie iznashivaniju detalej mashin. M.-K. Mash-giz, 1959. 476 p.
6. Severnev M.M. Iznos detalej sel'skohozjajstvennyh mashin. L.: Kolos, 1972. 288 p.
7. Pat. 59681 Ukraїna, MPK G01N3/00 Sposib doslidzhennja materialiv ta pokrittiv na znosostijkist'. S.M. Geruk, M.A. Savchenko, K.V. Borak, u 2010 13233; zjav. 08.11.2010, opubl. 25.05.2011, Bjul. No 10, 2011 r.
8. Pat. 57585 Ukraїna, MPK A01V23/00 Ustanovka dlja doslidzhennja znosostijkosti materialiv ta pokrittiv. S.M. Geruk, M.A. Savchenko, K.V. Borak, u 2010 07973; zjav. 25.06.2010; opublik. 10.03.2011, Bjul. No 5, 2011.
9. Geruk S.M., Borak K.V. Metodika laboratornih viprobuvuvan' na znosostijkist' zrazkiv, zmichenih elekt-roerozijnoju obrobkoju, Mizhnarodnij naukovij zhurnal "Problemi tribologii". Hmel'nic'kij, HNU, 2010. No 4. PP. 60-65.