А. Артюхов, О.Орышака, .В Орышака, Ю. Малашенко
Исследование физико-механических свойств мелкозернистых сыпучих материалов

Теоретически обоснованы и експериментально исследованы физико-механические свойства мелкозернистых сипучих материалов сельськохозяйственного предназначения, а именно таких, которые используются в кормопроизводстве. Полученые физико-механические свойства исследуемых материалов дают воможность обосновывать основные параметры и режимы работы рабочих органов машин, повысить их производительность при загрузки мелкозернистых сипучих материалов.

A. Artyukhov, O. Orishaka, V.O. Orishaka,.
Research of physical and mechanical properties of fine-grained friable materials

Physical and mechanical properties of fine-grained friable materials for agricultural purpose, namely those used in forage production, were theoretically grounded and experimentally investigated. The obtained physical and mechanical properties of the probed materials enable to ground basic parameters and modes of operation of working organs of machines, to promote their productivity when loading fine-grained materials.

Одержано 05.04.11

УДК 621.791.753

М.І. Черновол, проф., д-р техн. наук, , О.Й. Мажейка, проф., канд.техн.наук, С.І. Маркович, доц., канд.техн.наук,
Кіровоградський національний технічний університет

Підвищення зносостійкості деталей в умовах дії фретинг-корозії нанесенням електродугових покриттів порошковими дротами

В статті приведено результати дослідження зносостійкості покриттів в умовах дії фретинг-корозії, нанесених електродуговим напиленням порошковими дротами.
електродугове напилення, фретинг-корозія, порошкові дроти, покриття

Стан проблеми та постановка задачі. Існує широка номенклатура деталей машин внутрішні поверхні яких в процесі експлуатації піддаються різноманітним видам зношування. Це корпуси коробок передач, роторних та гвинтових компресорів, різноманітні корпуси підшипників, редукторів, ведучих мостів, роздавальних коробок, гальмівні барабани автомобілів.

Ресурс роботи цих деталей обмежується зносом або руйнуванням контактуючих деталей в результаті розвитку фретинг - корозії (ФК), що виникає при коливальному відносному русі контактуючих поверхонь [1]. Такий рух може бути викликаний вібраціями, зворотно-поступальним переміщенням, періодичним вигином або скручуванням зв'язаних деталей і так далі. Внаслідок інтенсивного зносу деталі втрачають конструктивні розміри і допуски. Дослідженню впливу ФК на зносостійкість деталей машин присвячені роботи [2,3], автори яких відзначають необхідність подальшого дослідження зносостійкості деталей зміцнених різноманітними покриттями при дії ФК.

Розглянувши різноманітні методи захисту від ФК визначено найбільш

© М.І. Черновол, О.Й. Мажейка, С.І. Маркович, 2011

економічно рентабельний та технологічно доцільний метод – електродугове напилення (ЕДН) [4,5,6].

Дослідження виконувались в рамках держбюджетної НДР «Розробка технологічних методів зміцнення та відновлення внутрішніх поверхонь корпусних деталей з дослідженням трибологічних характеристик поверхонь тертя»

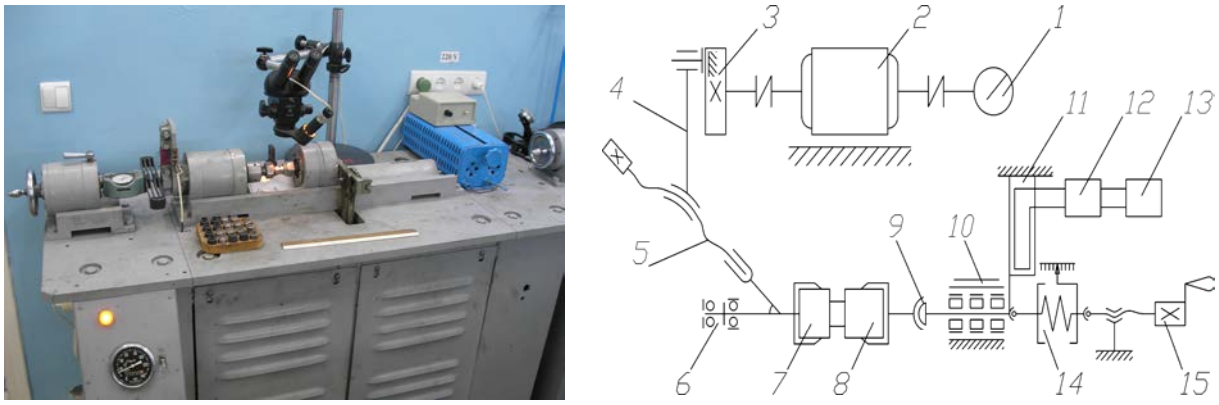
Методика дослідження. Дослідження проводили на установці МФК-1 (Рис.1). Виготовлення зразків для випробувань та методику досліджень проводили згідно рекомендацій [2]. На торцьову поверхню зразків наносили електродугові покриття з застосуванням порошкових дротыв (ПД), що розроблені авторами [7,8]. Склад ПД відображено в табл.1.

Таблиця 1- Розрахунковий склад ПД

№ п/п	Розрахунковий склад ПД, % мас. з карбідним зміцненням.					
	Cr	Al	C	Si	Mo	Mn
1	3	16	0,32	2	-	-
2	4,2	10	0,48	2	-	-
3	5,6	6	0,64	2	-	-
4	7	6	0,8	2	-	-
5	8,5	6	0,96	2	-	-
	Розрахунковий склад ПД, % мас. з мартенситним зміцненням.					
6	4,2	2	0,48	2	-	1,5
7	4,2	2	0,48	2	1	1,5
8	5,6	2	0,64	2	-	1,5

Особливістю застосування цих ПД є придатність нанесених покриттів до обробки лезовим інструментом, що особливо актуально при зміцненні та відновленні внутрішніх поверхонь корпусних деталей [7].

В якості контрольного застосовувався зразок з чавуну, а в якості контр зразка – зразок зі сталі ШХ-15.



а б

а) зовнішній вигляд; б) схема установки: 1 – лічильник оборотів; 2 – електродвигун; 3 – ексцентрик; 4 – вертикальний шатун; 5 – підстроєчний пристрій; 6 – горизонтальний шатун; 7 – рухомий зразок; 8 – нерухомий зразок; 9 – само центруюча цанга; 10 – рухома бабка; 11 – тензобалка; 12 – підсилювач; 13 – реєструюча апаратура; 14 – динамометр; 15 – навантажуючий пристрій

Рисунок 1 - Установки МФК-1 для випробувань на ФК

Вимірювання зносу зразка і покриття проводилися за допомогою профілографа-профілометра Калібр-201 моделі 253 по ГОСТ 19300-86 до 50 мкм і оптиметром вертикального типу ІКВ понад 50 мкм, шляхом зняття профілограм з 8 равно розташованих ділянок робочої поверхні зразка в радіальному напрямі згідно рис.2.

Рисунок 2 - Схема вимірювання зносу зразків після випробування на ФК

Знос зразка hj визначали по формулі:

$$h_i = \frac{\sum_{1}^{8} h_i}{8}, \qquad (1)$$

де *hj* – відстань на профілограмі доріжки тертя між середніми лініями профілю початкової і робочої поверхні згідно ГОСТ 2789-73.

Результати дослідження. На рисунку 3 показана величина лінійного зносу покриттів і чавуну при випробуваннях амплітудою переміщення 175 мкм, навантаженням – 30 МПа, температурою - 20°С, кількістю циклів – 500000, частотою – 30 Гц.

Найбільше значення зносу має покриття з порошкового дроту №1. Це пояснюється тим, що під час контакту покриття з контртілом зі сталі ШХ-15 утворюється оксид алюмінію Al_2O_3, який дуже активно й інтенсивно сприяє зносу цих поверхонь. Що підтверджує топографія доріжок тертя (рис. 4. а, б). У цьому випадку знос у 1,5 рази більший, ніж при взаємодії контртіла зі сталі з чавунним зразком, який є базовим, так як корпусні деталі виготовляються з чавуну.

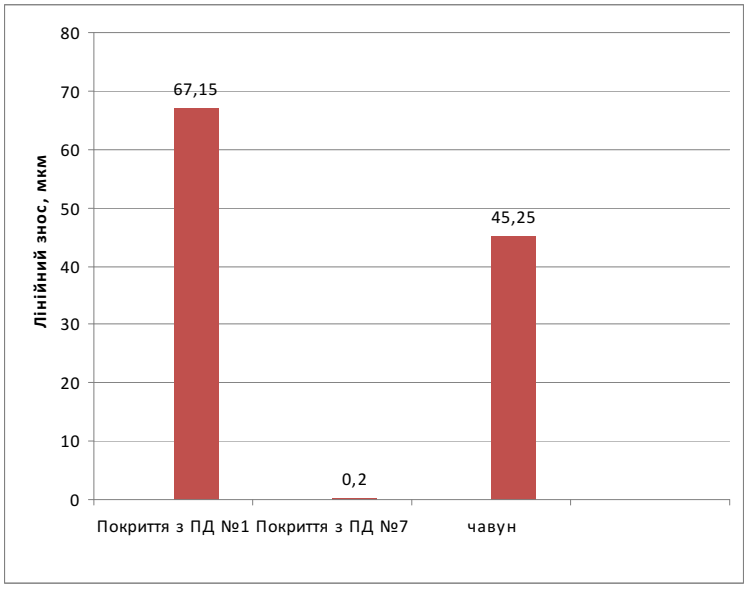
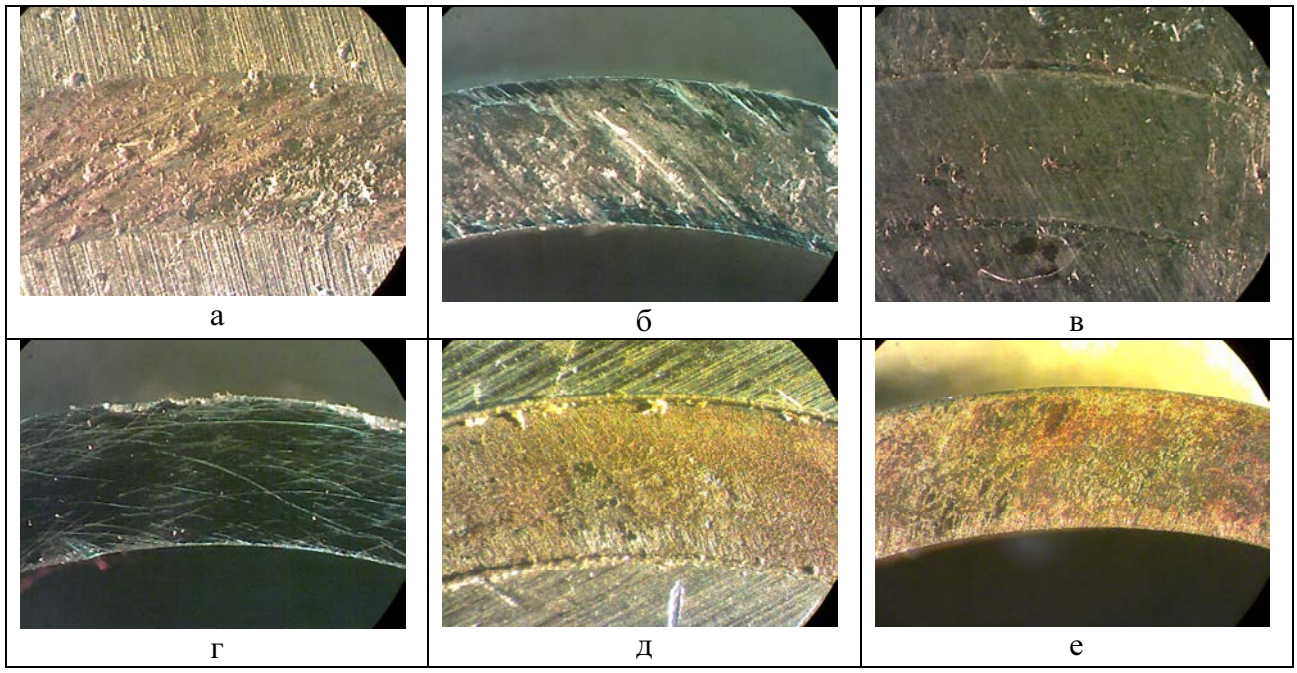


Рисунок 3 – Знос покриттів при дослідженні на фретинг-корозію

Найкращі зносостійкі характеристики має покриття з ПД №7. Його знос у 67 разів менший ніж знос покриття з ПД №1 і 45 разів менший ніж знос чавуну. Це пояснюється тим, що покриття є достатньо гомогенним та має низьку пористість. А також у результаті контакту сталі ШХ-15 з поверхнею покриття утворюється оксид заліза Fe_2O_3, який менш активно і інтенсивно впливає на знос поверхонь і може слугувати, як тверде мастило. Що підтверджує топографія доріжок тертя (рис. 4. в, г). поверхні тертя після випробувань гладкі, з добре приробленими ділянками без ознак будь-якого руйнування. Знос у цьому випадку обмежений пластичною деформацією і нівеляцією мікро нерівностей поверхні.

При взаємодії поверхонь цієї трибопари відбувається характерне для фретинг-корозії зношування поверхонь з утворенням дрібнодисперсних продуктів зносу.

За даними металографічного аналізу доріжок тертя не виявлено вторинних фаз. У продуктах зносу були наявні початкові компоненти та їх оксиди. Все це дає підстави вважати, що зношування в цій області контролюється процесами утоми.



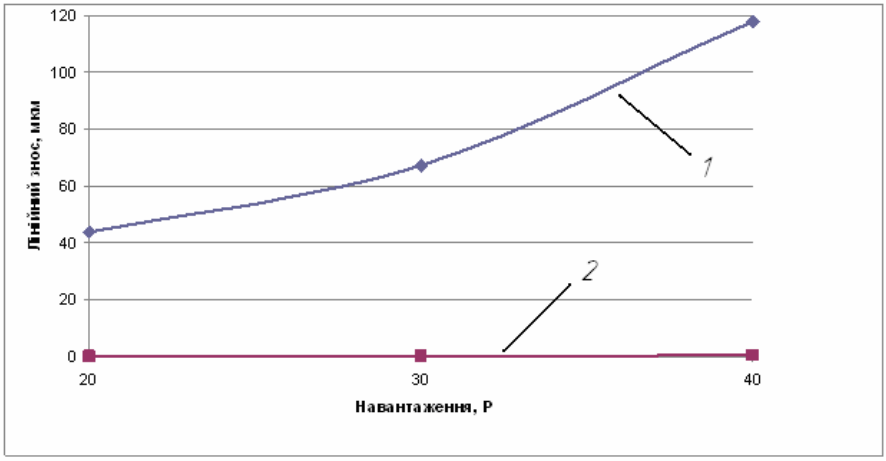
а – покриття з ПД №1 у парі з ШХ-15; б – ШХ-15 після тертя в парі з покриттям з ПД №1; в - покриття з ПД №7 у парі з ШХ-15; г - ШХ-15 після тертя в парі з покриттям з ПД №7; д – чавун у парі з ШХ-15; е - ШХ-15 після тертя в парі з чавуном

Рисунок 4 – Топографія тертя нерухомого (а, в, д) і рухомого (б, г, е) зразків під час випробувань на зносостійкість (А=175 мкм, Р=30 МПа) (х40)

Поєднання параметрів навантаження понад 40 МПа та амплітуди понад 300 мкм, сприяє руйнуванню напилених покриттів. На доріжці тертя утворюються тріщини, сколи, вириви, глибокі борозенки, що призводять до різкого збільшення зносу покриттів. У цьому діапазоні амплітуд і навантажень переважає утомно-абразивний механізм зношування.

За невеликих і помірних амплітуд до 175-200 мкм і навантажень до 40 МПа так само, як у разі поєднання малих навантажень з великими амплітудами, і навпаки, великих навантажень з малими амплітудами – покриття з ПД №7 має найбільшу фретингостійкість з випробуваних покриттів.

Так, за амплітуди до 175 мкм покриття працездатні до навантаження у 40 МПа і покриття з ПД №7 практично не зношується, що показано на рис. 5.

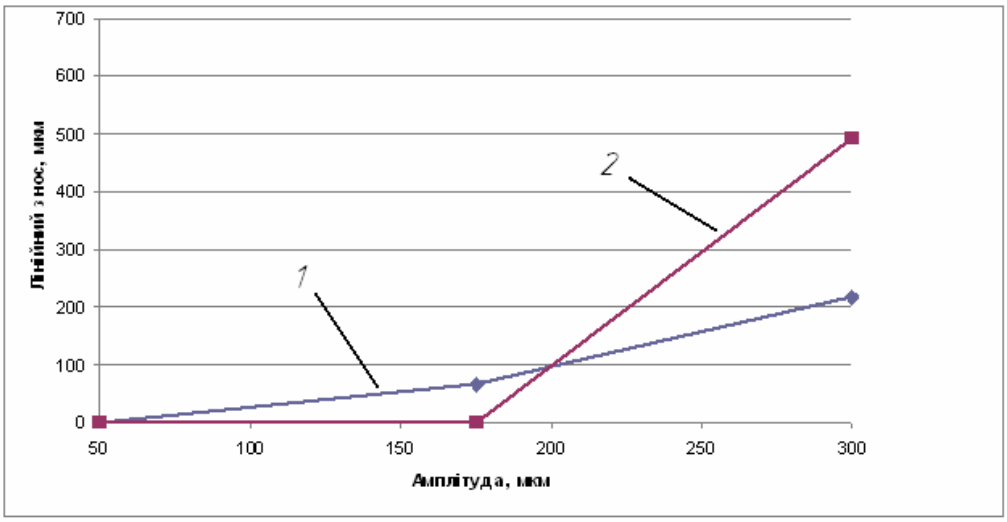


1 – покриття з ПД №1; 2 - покриття з ПД №7

Рисунок 5 – Залежність лінійного зносу покриттів від навантаження

При збільшенні навантаження понад 40 МПа у електродугових покриттях починають утворюватись мікро тріщини, а потім і макро тріщини, які призводять до обсипання покриття.

За питомого навантаження у 30 МПа покриття практично не зношуються в діапазоні амплітуд від 50 до 175 мкм (рис. 6). за амплітуди до 300 мкм знос покриттів зростає.



1 – покриття з ПД №1; 2 - покриття з ПД №7

Рисунок 6 - Залежність лінійного зносу покриттів від амплітуди

Однак знос покриття з ПД №7, як показано на рис. 6, за амплітуди понад 175 мкм в 2,5 рази інтенсивніший ніж знос покриття з ПД №1. Це пояснюється величиною когезійної міцності покриттів. За навантаження 30 МПа і великої амплітуди збільшується температура в зоні тертя понад 230°С. При цьому мартенситна структура поверхні тертя покриття змінюється, тобто збільшується кількість залишкового аустеніту ($Fe_\gamma > Fe_\alpha$). В покритті знижується твердість. Отже, при втраті когезійної міцності та твердості відбувається відшарування ламелей покриття та утворюється абразив.

Висновки.

На підставі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Покриття з ПД №7 показало найкращі характеристики зносостійкості з

досліджуваних покриттів. Це покриття практично не зношується при навантаженні до 40 МПа та амплітуді до 175 мкм.

2. Визначено характер залежностей зношування покриттів від питомого навантаження та амплітуди коливань. Лінійний характер кривих зношування покриттів в залежності від навантаження вказує на те, що механізм зношування відбувається поступово до навантаження у 40 МПа, а потім покриття руйнуються. В діапазоні амплітуд від 50 до 175 мкм покриття практично не зношуються, за амплітуди до 300 мкм знос покриттів зростає.

Список літератури

1. Трибологія: [підруч.] / М.В.Кіндрачук, В.Ф.Лабунець, М.І.Пашечко, Є.В.Корбут. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту "НАУ-друк". – 2009. – 392 с.
2. Голего Н.Л. Фретинг-корозия металов/Н.Л. Голего, А.Я. Алябьев, В.В. Шевеля "Техніка", 1974, 272 стр.
3. Гаркунов Д. Н.Триботехника (Износ и безизносность): учеб./Д.Н. Гаркунов. -4-е издание,-М.: Изд-во «МСХА»,2001.-606с.
4. Хасуи А. Наплавка и напыление/А.Хасуи , О. Моригаки - М.: Машиностроение, 1985. 240 с.
5. Кречмер 3. Напыление металлов, керамики и пластмасс/3.Кречмер.-М.: Машиностроение.1966. - 432 с.
6. Похмурський В.І. Електродугові відновні та захисні покриття /В.І. Похмурський , М.М. Студент , В.М. Довгуник, Г.В. Похмурська, І.Й. Сидорак. – Львів: Фізико-механічний інститут ім Г.В.Карпенка НАН України. – 2005. – 190 с.
7. Мажейка О.Й. Розробка та виготовлення порошкових дротів для нанесення внутрішніх електродугових покриттів, придатних до обробки лезовим інструментом / О.Й.Мажейка, С.І.Маркович, Ю.В.Рябоволик // Збірник наукових праць кіровоградського національного технічного університету /Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ - Вип. 20 - Кіровоград: КНТУ, 2008. – С.262-266.
8. Пат. №42414 (Україна) МПК(2009) В23к 35/24.Порошковий дріт для одержання відновних електродугових покриттів, придатних до обробки лезовим інструментом / Похмурський В.І., Студент М.М., Маркович С.І., Мажейка О.Й., Рябоволик Ю.В. (Україна).№200813016; Заяв. 10.11.2008. Опубл. 10.07.09. Бюл. 13

А. Мажейка, С. Маркович

Повышение износостойкости деталей в условиях действия фреттинг-коррозии нанесением електродугових покрытий порошковыми проволоками

В статье приведены методика и результаты исследования износостойкости покрытий пригодных к механической обработке лезвийным инструментом, что нанесены електродуговым напылением порошковыми проволоками, в условиях действия фретинг-коррозии при переменной частоте и нагрузке

O. Mazheyka, S. Markovich

Increase of wearproofness of details in the conditions of action of frettage causing of coverages powder-like wires

In the article methodology over and results of research of wearproofness of arc coverages are brought suitable to tooling chisels, that inflicted with the use of powder-like wires, in the conditions of action of frettage at variable frequency and effort

Одержано 25.05.11