

УДК 630.171.075.3

ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ЕМО ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Роговський Л.Л. к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тел.: +38 (044) 527-88-95

Анотація – виконано аналіз причин спрацювання нерухомих спряжень типу вал-підшипник кочення, величини і характеру їх спрацювання визначені основні вимоги до способів їх відновлення. Обґрунтований напрямок відновлення деталей нерухомих спряжень електромеханічною обробкою.

Ключові слова – відновлення деталей, електромеханічна обробка, знос, спрацювання, спряження.

Постановка проблеми. В процесі експлуатації більшість деталей сільськогосподарських машин (85-90 %) виходить з ладу із-за спрацювання їх робочих поверхонь [1]. Крім того із загальної кількості спрацьованих деталей сільськогосподарських машин 70-80 % мають величину спрацювання менше 0,3 мм, а у двигунів частка таких деталей перевищує 90 %. За масою така величина спрацювання не перевищує 1-2 % від загальної маси деталі [2].

Важливе місце серед відновлюємих деталей займає група нерухомих спряжень типу вал-підшипник.

Аналіз останніх досліджень. Аналізуючи умови роботи підшипників кочення сільськогосподарської техніки, необхідно відмітити, що умови їх проти відносно не напружені. Так, кутові швидкості у більшості підшипників складають 1,0...3,0 м/с, температура у підшипникових вузлах не перевищує 80°C, питомі навантаження складають 20...100 Н/мм², що не перевищує 70 % динамічної вантажопід'ємності підшипників [3].

Однією із причин зменшення довговічності нерухомих спряжень типу вал-підшипник є порушення нерухомості з'єднання внутрішнього кільця підшипника і шийки вала, яке відбувається в основному, за рахунок спрацювання поверхонь шийок валів [4]. Наприклад, після наробітку 3500...4000 годин близько 60 % посадочних шийок валів трансмісій тракторів мають спрацювання [5]. При цьому близько 25 % внутрішніх кілець підшипників тракторів класу 14 кП та 63 % - класу 30 кН провертається на валу [6]. Спрацювання посадочних місць під підшипника

валів коробок передач зернозбиральних комбайнів відбувається через 500...600 годин роботи [5].

Середня величина спрацювання посадочних поверхонь під підшипники складає 0,017-0,060 мм [2]. Кількість посадочних поверхонь валів, які потребують відновлення, зростає при кожному наступному капітальному ремонті. Якщо при першому капітальному ремонті бурякозбиральних комбайнів відновлення потребує 8 % посадочних поверхонь, то при другому – 43 %, а при наступних – більше 60 % [1].

Спрацювання посадочних поверхонь під підшипниками має значний вплив на техніко-економічні показники вузлів та агрегатів сільськогосподарської техніки.

Порушення посадки підшипників на валах коробок передач порушуються нормальні умови роботи як самого підшипника, так і зубчатих коліс та передаточних валів.

Формулювання цілей статті. Виконати оцінку технологічності електромеханічної обробки як технології відновлення спрацьованих деталей сільськогосподарської техніки.

Основна частина. Дослідженнями встановлено, що збільшення зазору в посадці вал-підшипник приводить до зміни майже всіх параметрів, які характеризують роботу зубців шестерень. Встановлено, що при спрацюванні посадочного місця на 0,05 мм навантаження на зуб збільшується на 25 %, в результаті чого довговічність з витривалості зуба зменшується в декілька разів. Якщо в результаті спрацювання посадочних місць відбувається перекис в зачепленні зубців на 0,01 радіан, то довговічність зачеплення зменшується в 2 рази.

Спрацювання нерухомих спряжень “вал-підшипник кочення” має значний вплив на коефіцієнт корисної дії вузлів, агрегатів та сільськогосподарської машини в цілому. Так, втрата потужності в планетарному механізмі тракторів складають близько 10 % при збільшенні радіального зазору в підшипниках до 0,1 мм.

Як показали дослідження втрати потужності тракторів класу 3 в задньому мосту, які виникають в наслідок спрацювання посадочних місць, складають до 10 кВт. Взагалі, порушення співвісності, розкоординація зачеплень, внаслідок спрацювання посадочних поверхонь розповсюджується на всі агрегати, втрата потужності в яких можуть досягати 28 %. Крім того, додаткова потужність, яка витрачається на компенсацію сил тертя, перетворюється в тепло, що призводить до збільшення температури підшипникових вузлів до 200°C, а це в свою чергу зменшується довговічність підшипників кочення в 5-7 разів.

Тому підвищення довговічності підшипникових вузлів сільськогосподарської техніки за рахунок якісного відновлення спрацьованих деталей є досить актуальною задачею.

При відновленні та зміцненні деталей сільськогосподарської техніки найбільш широко застосовують способи дугового наплавлення, частка яких в загальному обсязі ремонтних робіт складає близько 70 %. Частка контактного наварювання металевого шару складає близько 7 %, газотермічного напилення – близько 6 % та гальванічного нанесення – близько 3 %. Інші способи відновлення та зміцнення стосовно деталей нерухомих спряжень сільськогосподарської техніки не знайшли широкого застосування в ремонтному виробництві АПК, і якщо використовуються, то на окремих підприємствах для обмеженої номенклатури деталей.

Незважаючи на те, що наплавлення дозволяє одержувати на відновлюваних поверхнях деталей стійкі проти спрацювання шари, багатьох випадках це не забезпечує підвищення ресурсу деталей в цілому. Це відбувається тому, що висока погонна енергія процесу наплавлення призводить до деформації деталі, накопиченню залишкових напружень, виникненню тріщин. Все це забезпечує зменшення стійкості проти втомленості відновлених деталей на 10 – 70%. Також при малих величинах спрацювань наплавлення забезпечує великі припуски на механічну обробку, що призводить до значних втрат металу та значно ускладнює технологічний процес відновлення (особливо при обробці шарів високої твердості). Основними недоліками, які стримують відновлення валів газотермічними способами являються:

- недостатня міцність зчеплення, в результаті чого покриття можуть відділитися від основи;
- висока пористість (5-25 %), значні залишкові напруги;
- нестабільність властивостей на різних ділянках покриття, що призводить до утворення дефектів.

Для відновлення поверхонь останнім часом досить широко почали застосовувати електроконтактне наварювання металевого шару (стрічки, дроту, порошків). Однак хоча при електроконтактному наварюванні і відсутній значний термічний вплив на деталь, але місця, які зазнали впливу потужних імпульсів струму (до 20кА), є концентраторами напружень, що забезпечують зменшення стійкості проти втомленості. Через великий питомий тиск, який чинить інструмент на деталь при електроконтактному наварюванні існують обмеження за розмірами деталей.

Таким чином аналіз показує необхідність розробки перспективних технологій та обладнання для відновлення нерухомих спряжень, при цьому необхідно прагнути до максимального зниження затрат виробництва, тобто, зниження собівартості відновлення деталей.

В цьому плані основні резерви зниження собівартості відновлення деталей такі:

- зменшення трудомісткості процесів за рахунок підвищення рівня механізації та автоматизації виробництва;

- зменшення питомої енергомісткості процесів, що виражається у витраті електроенергії, газу, пору і т.д.

- застосування прогресивних процесів, що базуються на способах пластичної деформації, нарощуванні з мінімальним припуском на наступну обробку (зменшення витрат на матеріали).

Одним із таких способів є електромеханічна обробка, яка заснована на висаджуванні металу під дією тиску інструмента та струму, що дозволяє збільшити розміри спрацьованої деталі, та наступним їй згладжуванням до номінального розміру. Принципові відмінності електромеханічного способу відновлення деталей від багатьох інших способів заключається в тому, що в процесі відновлення досягається значне підвищення фізико-механічних властивостей активного поверхневого шару деталі без додаткових операцій і термічної обробки. При цьому сам процес відновлення базується на перерозподілі матеріалу відновлюваної деталі, що забезпечує значне збільшення використання матеріалу. Слід зазначити, що електромеханічне згладжування може в багатьох випадках замінити шліфування. Оброблена електромеханічним способом поверхня деталі набуває більш високу стійкість і проти абразивного спрацювання, і проти фретингу, і проти втомленості [9].

В порівнянні із способами нанесення покритій ЕМО має такі переваги: підвищується продуктивність, зменшуються витрати електроенергії, відпадає потреба в матеріалах (електродах, дротах, порошках тощо), виключається деформація деталей, відповідає потреба в додатковій механічній обробці. Все це дозволить зменшити собівартість відновлення, яка не перевищить 40 % від ціни нової деталі. Значною перевагою ЕМО є, також, її екологічна чистота.

Конструкція обладнання для ЕМО досить проста, можна застосовувати серійне, або переобладнано із серійного обладнання – токарні верстати, зварювальні трансформатори.

Відомо декілька різновидів способу ЕМО, які запатентовано в колишньому СРСР, Росії, Німеччині, Японії та Франції. Відмінність між ними полягає, в основному, у використанні інструменту різного профілю, у величині струму та напруги, які підводяться до зони контакту, у величині та напрямку прикладання зусиль при згладжуванні.

Для впровадження ЕМО в ремонтне виробництво аграрного комплексу необхідне проведення ряду досліджень. Це обґрунтування доцільної номенклатури деталей для відновлення та зміцнення. Наступне – це проведення теоретичних досліджень щодо встановлення основних закономірностей процесу обробки стосовно деталей сільськогосподарських машин, а також – експериментальне обґрунтування технологічних режимів, конструктивних параметрів обладнання та проведення досліджень щодо впливу ЕМО на надійність відновлення деталей та спряжень.

Обґрунтування проекту номенклатури. Із всієї номенклатури відновлюваних деталей до групи “гладенькі вали та осі” відноситься значна частина деталей, і в більшості випадків саме вони лімітують ресурс вузлів та агрегатів сільськогосподарських машин. Крім того, найбільшу повторюваність дефектів у цих деталей мають спрацювання посадочних місць під підшипники, поверхонь під втулки.

Довжина відновлюваних валів складає від 100 до 4000 мм, однак більше 90 % мають довжину, яка не перевищує 1000 мм. Діаметри валів дорівнюють 12 – 210 мм, але у 98 % валів діаметр не перевищує 60 мм, маса валів складає 0,5 – 50 кг (середнє значення близько 3 кг). При визначенні номенклатури відновлюваних деталей перш за все необхідно врахувати коефіцієнт повторюваності дефектів. До номенклатури доцільно включити деталі, у яких найбільший коефіцієнт повторюваності дефекту мають поверхні, які можна відновлювати даним способом і при цьому його значення перевищує значення загального коефіцієнту повторюваності інших дефектів. Загальний коефіцієнт повторюваності дефектів ($K_{ПДЗ}$) визначається за відомою формулою

$$K_{ПДЗ} = 1 \cdot \left(1 - K_{ПД}^{\max}\right) \prod_{i=2}^n \left(1 - K_{ПД_i}\right)^{1/n}, \quad (1)$$

де $K_{ПД}^{\max}$ – коефіцієнт повторюваності дефекту поверхні з максимальним значенням коефіцієнта (з мінімальним ресурсом);

$K_{ПД_i}$ – коефіцієнт повторюваності дефектів інших поверхонь;

n – число взаємопов’язаних поверхонь.

Розподіл коефіцієнтів повторюваності дефектів приведена на рис. 1.

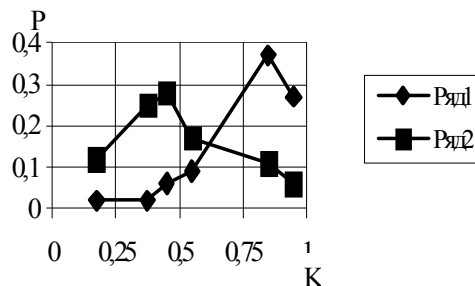


Рис. 1. Ймовірність розподілу Р коефіцієнтів повторюваності дефектів К для поверхонь деталей нерухомих спряжень сільськогосподарських машин: ряд 1 - коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної кількості деталей; ряд 2 - коефіцієнт повторюваності дефекту від ремонтпригодних деталей.

В результаті аналізу з врахуванням техніко-економічних показників способу відновлення (трудомісткість м, л/год – 10; енергомісткість м², кВт – 188, собівартість м², грн. – 102) визначено попередній перелік деталей, який включає 36 найменувань. Номенклатура відновлюваних деталей

підлягає уточненню протягом всього терміну проведення досліджень, і остаточно визначається за результатами експлуатаційних випробувань.

Висновки. Аналізуючи причини спрацювання нерухомих спряжень типу вал-підшипник кочення, величини і характеру їх спрацювання визначені основні вимоги до способів їх відновлення. Обґрунтований напрямок відновлення деталей нерухомих спряжень електромеханічною обробкою. Одержані результати будуть вихідними даними для розробки експериментального обладнання та проведення експериментальних досліджень із розробки технології електромеханічної обробки.

Література

1. *Аксенов В.А.* Восстановление корпусов коробок передач / В.А.Аксенов, И.Н.Выстрелков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 2. – С. 22–23.
2. *Гаджиев А.А.* Использование полимерных материалов для восстановления корпусных деталей / А.А. Гаджиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 10. – С. 26–27.
3. *Гаджиев А.А.* Обоснование прочности неподвижных соединений, восстановленных полимерными материалами / А.А. Гаджиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 9. – С. 22–23.
4. *Денисенко А.Г.* Разработка технологии восстановления фильтрующих элементов воздухоочистителей двигателей внутреннего сгорания с заменой фильтрующей шторы / А.Г.Денисенко // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 14 “Підвищення надійності відновлюємих деталей машин”. – С. 123–127.
5. *Луцкер Г.Д.* Исследование организационного режима работ в цехах восстановления автотракторных деталей / Г.Д. Луцкер // Автореф. дис... канд. техн. наук / Украинская академия сельскохозяйственных наук. – К., 1958. – 18 с.
6. *Сайфуллин Р.Н.* Восстановление деталей машин приваркой порошково-полимерных лент / Р.Н. Сайфуллин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 10. – С. 25.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ЕМО ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Роговской Л.Л.

Аннотация

Выполнен анализ причин срабатывания неподвижных сопряжений типа вал-подшипник катания, величины и характера их

срабатывания, определены основные требования к способам их восстановления. Обосновано направление восстановления деталей неподвижных сопряжений электромеханической обработкой.

**ADAPTABILITY TO MANUFACTURE EMO AT RESTORATION OF
DETAILS OF AGRICULTURAL MACHINERY**

L. Rogovskiy

Summary

The analysis of the reasons of chafing of motionless mating of type the shaft the rolling-contact bearing, magnitude and character of their deterioration is made, the basic demands to ways of their restoration are defined. The direction of restoration of details of fixed joints electro-mechanics is proved by machining.