

УДК 621.436.004.67

DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-110-117

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ

Дідур В. В. к.т.н.,

Уманський національний університет садівництва

Паніна В. В. к.т.н.,

В'юник О. В. інж.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-20-74

Анотація – працездатність і ресурс сільськогосподарських машин в значній мірі визначаються інтенсивністю зношування деталей тертя. Досвід експлуатації свідчить, що 80-90% деталей машин виходять з ладу через знос. Відомо, що правильно вибравши матеріал і покриття трібоспряжень, можна значно підвищити зносостійкість і довговічність вузлів тертя при експлуатації. Оптимізація вибору покриттів вузлів тертя мобільних сільськогосподарських машин є найбільш перспективним і економічним шляхом підвищення їх працездатності і ресурсу.

Пропонується підвищення довговічності шестеренних насосів гідравлічних систем мобільних сільськогосподарських машин та забезпечення працездатності пар тертя, за рахунок металоплакуючих нанодисперсних присадок, в результаті яких збільшується ресурс та ефективність використання шестеренчастих насосів.

Ключові слова – шестеренні насоси, припрацювання, ФАБО, поверхнево-активні речовини, присадка, експертна оцінка, шорсткість, фактори.

Постановка проблеми. Важливим резервом підвищення ефективності використання мобільних машин, які оснащені гідравлічними системами, є відновлення зношених деталей, яке характеризується комплексом операцій по відновленню справного або працездатного стану деталей та технічного ресурсу. Щорічно через несправності та знос простоює від 10 до 40% машин та устаткування [1]. Застосування прогресивних технологій при ремонті зношених деталей в 4 – 6 разів скорочує кількість операцій в порівнянні з їх

виготовленням, в 20 – 30 разів знижує витрату матеріалів, а собівартість відновлення і зміцнення багатьох деталей становить 60 – 80% від собівартості виготовлення нових, що вкрай важливо в умовах економії сировини, паливно-енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів.

Аналіз останніх досліджень. На вітчизняних тракторах використовуються насоси типу НШ–Т, НШ–Е, НШ–В, НШ–У та НШ–К (виробники: Вінницький завод гідроагрегатів, Одеський завод гідроагрегатів та Кіровоградський завод «Гідросила»). В закордонних гідравлічних системах тракторів для нагнітання робочої рідини до агрегатів гідросистеми та створення в них тиску також використовують насоси типу НШ (виробники фірми BOSCH, Rex Rot «Німеччина», Eaton «США», Danfos «Данія» та інші).

Одним з методів підвищення довговічності трібоспряжень мобільної сільськогосподарської техніки є застосування фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) [2].

Встановлено, що від фінішної обробки деталей залежить не тільки первинна припрацювальна, але і подальша інтенсивність зношування при експлуатації. Методом ФАБО відновлюють деталі ЦПГ: шийки валів, гільзи циліндрів, різні втулки, вали. Одним з головних переваг ФАБО є порівняльна простота і універсальність способу, що дозволяє використовувати даний метод як в великому машинобудівному підприємстві з масовим виробництвом, так і в невеликому автотранспортному підприємстві. ФАБО забезпечує підвищення зносостійкості деталей (в 1,5 – 2 рази), антифрикційних і протизадирних властивостей поверхонь тертя, і є ефективним методом підвищення довговічності деталей машин [3].

Формування цілей статті (постановка завдання). Підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя шестеренних насосів за рахунок зниження зносу деталей в період припрацювання шляхом застосування епіламних покриттів робочих поверхонь деталей в процесі їх ремонту.

Основна частина. Аналіз експертних оцінок показує, що в процесі експлуатації у шестеренчастих насосів типу НШ–К зношуються: підшипникова та підтискна обойми; шестерні (по поверхням цапф та по зовнішньому діаметру); платики (по поверхням, що дотикаються до торців шестерень). виходять з ладу також гумові ущільнення [4]. Проведений аналіз існуючих технологій показав, що для деталей спряжень качаючого вузла насоса в більшості застосовується спосіб ремонтних розмірів.

Припрацювання пар тертя є обов'язковим технологічним процесом, що має велике значення для зносостійких поверхонь і, як наслідок, продовження міжремонтного ресурсу гідравлічних

трансмсії. Припрацювання – складний процес, що протікає під впливом великого числа різних чинників.

Такі фактори, як: шорсткість, форма поверхонь, площа фактичного контакту, напружений стан, умови змащення й інші, безупинно змінюються.

Несприятлива комбінація факторів, що впливають, може утруднити прпрацювання. До такого результату призводять: високі навантаження; занадто великі або дуже малі швидкості ковзання; підвищена температура; недостатнє змащення та інші. Тому гідроагрегати у період обкатування необхідно навантажувати поступово, намагатися забезпечити ефективне охолодження й змащення поверхонь тертя.

Тривалість стендового обкатування порівняно невелика (0,5...1,5 год.) відносно часу, необхідного для повного припрацювання (30...50 год.) [4]. Тому припрацювання необхідно прискорити. Основну ідею прискореного припрацювання деталей можна побачити на прикладі кривих зношування деталей (рис. 1).

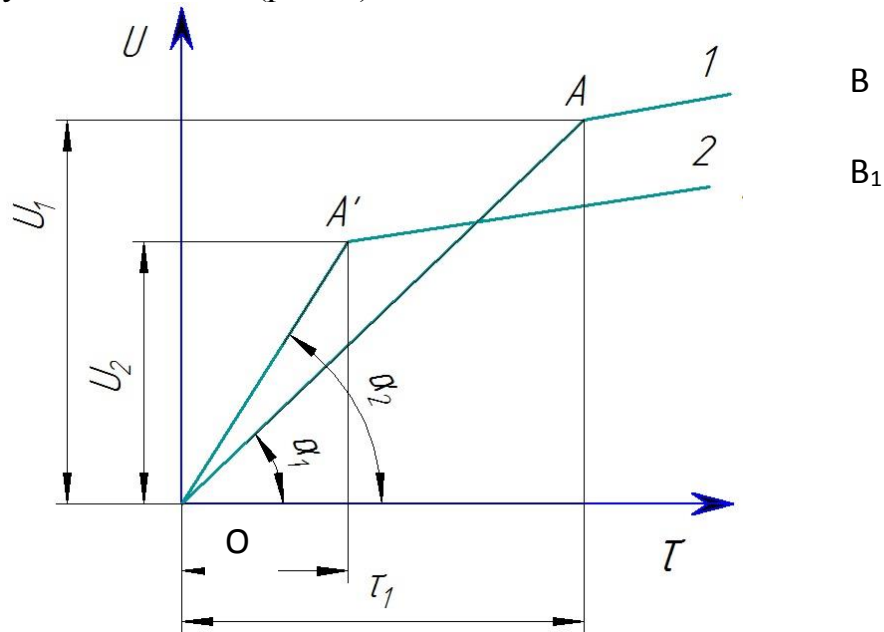


Рис. 1. Зміна зношування деталей від часу: 1 – типове обкатування; 2 – прискорене обкатування

У початковий період обкатування інтенсивність зношування повинна бути максимальна (відрізок OA) з наступним максимальним зниженням швидкості зношування (відрізок AB). Досягнення такого процесу забезпечить прискорене припрацювання з найменшим зношенням.

Чим більше зазор, тим менше ресурс цих з'єднань в експлуатації й, відповідно, довговічність двигуна в період роботи.

Міжремонтний ресурс сполучення τ_p у цьому випадку визначається рівнянням

$$\tau_p = S_{\max} - S_{\text{поч}} / t_{\beta}, \quad (1)$$

де S_{\max} – максимально допустимий зазор у з'єднанні, мкм;

$S_{\text{поч}}$ – зазор після припрацювання, мкм;

$t_{\beta} = dS/dt$ – швидкість зношування деталей.

Одним з факторів, що впливає на якість припрацювання і у цілому на ресурс з'єднання, є величина початкового зазору $S_{\text{поч}}$, яка залежить від безлічі факторів представлених у формулі [4]

$$S_{\text{поч}} = f(P, n, \eta, T, \tau, C, K, \varepsilon, m, d, S_{\text{ск}}), \quad (2)$$

де P – навантаження на пари тертя, тертьові деталі, H ;

n – частота обертання (швидкість переміщення), хв.^{-1} ;

η – в'язкість мастила, $\text{м}^2/\text{с}$;

T – температура деталей, K ;

τ – час припрацювання, год. ;

C – геометричні параметри деталей з'єднання, мм ;

K – якість змащення;

ε – енергетичні втрати;

m – зносостійкість деталей сполучення;

d – здатність робочих шарів сприймати поверхнево-пластичну деформацію;

$S_{\text{ск}}$ – складальний зазор, мм .

Зношування деталей у процесі припрацювання може досягати значних величин. Про це свідчать результати припрацювання двигунів внутрішнього згоряння в процесі їх ремонту.

Дослідженнями в роботі [5] встановлено, що зниження зношування деталей при припрацюванні, знижує інтенсивність зношування їх у процесі експлуатації, а, отже, збільшує міжремонтний ресурс.

На підставі проведеного аналізу впливає, що в період стендового обкатування необхідне зниження зношення в період припрацювання. Це можна здійснити шляхом правильного вибору режимів обкатування гідравлічних трансмісій мобільних машин, використанням нових технологій, які передбачають застосування поверхнево-активних речовин для припрацювання.

Одним з найбільш перспективних напрямків оптимізації процесу припрацювання є експлуатаційні заходи, які забезпечують високу інтенсивність зношування, формування оптимальної мікрогеометрії

поверхні деталей під час обкатування на холостому режимі з наступним максимальним зниженням інтенсивності зношування при обкатуванні під навантаженням.

Теоретично обґрунтована і вирішена задача підвищення ефективності використання мобільної сільськогосподарської техніки шляхом застосування фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) у поєднанні з додаванням в мастильний матеріал металоплакуючих нанодисперсних присадок, що забезпечують працездатність і довговічність деталей тертя в експлуатації. Дослідження були проведені відповідно до плану розвитку.

За своєю фізико-хімічною дією присадки для припрацювання пар тертя можна розділити на ряд груп: інактивні речовини (ІР); поверхнево-активні речовини (ПАР); хімічно-активні речовини (ХАР); композиції, що сприяють вибіркового переносу (КСВП).

Присадки з використанням поверхнево-активні речовини (ДФІ–1; ОГМ–1, 2, 3, Епілами–05 та ін.), які сприяють інтенсифікації процесу припрацювання поверхонь деталей спряжень за рахунок ефекту адсорбційного зниження міцності матеріалів. У якості поверхнево-активних речовин найбільш часто застосовують олеїнову, стеаринову й рицинолеву кислоти, ефіри органічних кислот, гліцерин та інші.

Викликає цікавість застосування фторорганічних поверхнево-активних речовин в різних розчинниках і з різними регулюючими добавками, які називаються епіламом, а процес нанесення їх на поверхні – епіламуванням.

Епілам модифікує оброблювану поверхню не змінюючи її структуру, надаючи поверхні антифрикційних, антиадгезійних, гідрофобних, захисних та інших корисних властивостей. Сформована бар'єрна плівка витримує температуру до 400° С, не руйнується при ударних навантаженнях до 300 кг/мм² [5].

Механіка взаємодії ПАР з поверхнею твердого тіла виглядає таким чином: при обробці на поверхні формується шар орієнтованих молекул, що радикально міняють енергетичні властивості поверхні твердого тіла. Молекули, що закріплюються за рахунок сил хемосорбції, утворюють структури Ленгмюра у вигляді спіралей з осями, нормально спрямованими до поверхні матеріалу.

Спіралевидні молекули взмозі захоплювати електрони в тих місцях поверхні, де особливо висока електронна щільність, і, тим самим, «висаджуватися» на поверхню. Місця з підвищеною електронною щільністю утворюються на тих ділянках металевої поверхні, де є порушення кристалічної решітки. Молекули ПАР вступають у взаємодію з цими електронами, утворюючи спільну електронну структуру, що обумовлює особливо високе зчеплення покриття з поверхнею субстрату.

Інактивні присадки (Градис; АЛЛ–1,2; Моликот–А; Ресурс; Ремол–1; Деста–М; Гарант та ін.). Загальний недолік припрацювання деталей на маслах з інактивними присадками: характер поверхні під шаром присадки залишається незмінним і при використанні надалі чистого масла мікронерівності поверхні розкриваються і відшліфовуються. Ці присадки нерозчинні в маслах і випадають в осад при зберіганні й фільтрації [6].

Трібополімеризуючі присадки (ЭФ–357; ЭФ–262 і ін.) застосовують при холодному обкатуванні двигунів. Механізм дії цих присадок заснований на посиленні адгезійної взаємодії поверхонь, які припрацьовуються. Особливість цих присадок – висока притирочна ефективність при порівняно низькій температурі масла.

Хімічно-активні присадки (ОМ–2; ОКМ; ДК–8 та ін.) інтенсифікують хімічні процеси на робочих поверхнях деталей, що призводить до утворення шарів із продуктів хімічної взаємодії з металом, які розділяють контактуючі поверхні, тим самим, перешкоджаючи схоплюванню і задирам.

Розглянуті хімічно-активні присадки при всій їхній ефективності мають такі недоліки: токсичність; хімічну активність присадок при збільшенні навантаження й температури, що призводить до підвищеного корозійно-механічного зношування деталей; труднощі приготування в умовах ремонтного виробництва.

Присадка, що містить дисульфід молібдену (MoS_2), за даними [6], утворює на поверхнях тертя тонкі міцні плівки, які зменшують зношення при більших навантаженнях. Фірма «Дау Корнинг» рекомендує застосовувати дисульфід молібдену після 20 год роботи, тому що він сповільнює припрацювання деталей спряжень. Дисульфід молібдену не стабільний у маслі, особливо при потраплянні в нього води.

Огляд літературних джерел дозволяє намітити перспективні шляхи вирішення проблеми прискорення приробітки деталей гідравлічних агрегатів у період стендового обкатування.

Висновки.

1. Термін служби шестеренчастих насосів гідравлічних систем і їх міжремонтний ресурс залежить від якості припрацювання їх деталей у період післяремонтного обкатування. Прискорення припрацюваннядеталей можливо здійснити шляхом правильного вибору режимів обкатування гідроагрегатів, використанням нових технологій, застосуванням припрацювальних присадок.

2. Аналіз застосовуваних присадок для припрацювання деталей гідромашин після ремонту виявив найбільш перспективним використання комплексних присадок, що містять поверхнево-активні й хімічно активні речовини.

Література:

1. *Маликов, И.Л.* Повышение износостойкости деталей машин модифицированием поверхностей трения твердыми смазками: дисс. Доктора техн. наук: И.И. Маликов. - Могилев, 1988. – 463 с.
2. *Паніна В.В.* Підвищення зносостійкості гільз циліндрів двигунів/В.В, Паніна, Г.І. Дашивець. - Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь: 2014. – Вип.4. – Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>. – С. 115-120.
3. *Паніна В.В.* Спосіб відновлення гільз циліндрів з використанням ФАБО/В.В, Паніна, Г.І. Дашивець. - Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип.5, Т.1. – Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>. – С. 52-57.
4. *Черкун В. Е.* Ремонт тракторных гидравлических систем/В. Е. Черкун. - М.: Колос, 1984 - 253 с.
5. *Наливайко В. Н.* Прогрессивный способ восстановления шестерен гидронасосов/В. Н. Наливайко, М. И. Черновол - Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1989, № 2, С. 48-50.
6. *Громаковский, Д.Г.* Многоцелевая антифрикционная противоизносная присадка «Стойкость»/Д.Г. Громаковский. - Самара, 1994. - 48 с.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШЕСТЕРЕННЫХ НАСОСОВ

Дидур В. В., Панина В. В., Вьюник О. В.

Аннотация – работоспособность и ресурс сельскохозяйственных машин в значительной степени определяются интенсивностью износа деталей трения. Опыт эксплуатации показывает, что 80-90% деталей машин выходят из строя из-за износа. Известно, что правильно выбрав материал и покрытие трибосоединений, можно значительно повысить износостойкость и долговечность узлов трения при эксплуатации. Оптимизация выбора покрытий узлов трения мобильных сельскохозяйственных машин является наиболее перспективным и экономичным путем повышения их работоспособности и ресурса.

Предлагается повышение долговечности шестеренных насосов гидравлических систем мобильных сельскохозяйственных машин и обеспечения работоспособности пар трения, за счет металоплакирующих нанодисперсных присадок, в результате

которых увеличивается ресурс и эффективность использования шестеренчатых насосов.

Ключевые слова - шестеренные насосы, приработка, ФАБО, поверхностно-активные вещества, присадка, экспертная оценка, шероховатость, факторы.

METHOD OF IMPROVEMENT OF POST-REPAIR DURABILITY OF GEAR PUMPS

V. Didur, V. Panina, O. Viynik

Summary

The efficiency and resource of agricultural machines is largely determined by the intensity of wear of the friction parts. Operating experience shows that 80-90% of machine parts fail due to wear and tear. It is known that by properly selecting the material and the coating of the tribes, it is possible to significantly increase the wear resistance and durability of the friction units during operation. Optimizing the choice of friction units for mobile agricultural machines is the most promising and economical way to increase their efficiency and resource.

In the period of bench rolling it is necessary to reduce wear during the working-in period. This can be done by properly selecting the rolling modes of hydraulic transmissions of mobile machines, using new technologies that involve the use of surfactants for working out.

It is proposed to increase the longevity of gear pumps of hydraulic systems of mobile agricultural machines and to ensure the efficiency of friction pairs, due to metal-clad nanodispersed additives, which increases the resource and efficiency of the use of gear pumps.

The service life of gear pumps of hydraulic systems and their overhaul life depends on the quality of working of their parts in the period of after-repair run-in. The acceleration of the workpiece can be done by properly selecting the modes of rolling-in of hydraulic units, the use of new technologies, the use of working additives.

The analysis of used additives for working out hydraulic parts after repair has revealed the most promising use of complex additives containing surfactants and reactive substances.

Keywords - gear pumps, working out, FABO, surfactants, additive, expert judgment, roughness, factors.