

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИПРАЦЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ СПРЯЖЕНЬ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОМАШИН УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОБКАТКИ ПІСЛЯ РЕМОНТУ

Задорожній В. А.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
магістрант кафедри «Надійність і ремонт машин»

Мельянцов П.Т.

кандидат технічних наук, доцент,
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,
доцент кафедри «Надійність і ремонт машин»

Ключові слова: гідравлічна трансмісія, гідромашина, спряження, качаючий вузол, обкатка, ремонт.

Keywords: hydraulic transmission, hydraulic machines, coupling, pumping node, breaking-in, repair.

Мобільність сучасних зерно- і кормозбиральних комбайнів, як вітчизняного так і закордонного виробництва («Славутич», «John Deere», «Claas», «Case», «Massey Ferguson» та ін.) в значній мірі забезпечується осначеністю їх об'ємними гідравлічними трансмісіями, до складу яких входять аксіально-поршневі гідромашини.

Такі конструктивні зміни в трансмісіях мобільних машин в деякій мірі змінили види та об'єм ремонтно-обслуговуючих дій, для підтримання та відновлення їх робоздатного стану. Вершу чергу це обумовлюється показниками експлуатаційної надійності гідравлічних трансмісій, на які припадає близько 30 % від всіх відмов, і які в своїй більшості характеризуються порушенням умов експлуатації та термінами і якістю проведення обслуговуючих дій, а також якістю проведення ремонтів [1,3].

Ресурс деталей качаючих вузлів об'ємних гідромашин після їх відновлення складає в середньому не більше 50-60 % від ресурсу нових деталей. В значній мірі це стосується деталей, які працюють в спряженнях: «втулка блоку-плунжер», «розподільник-приставне дно», «п'ята плунжера-опора люльки», «п'ята плунжера-похила шайба». Низька післяремонтна довговічність деталей обумовлюється застосуванням технологічних процесів, які не забезпечують необхідні фізико-механічні властивості, геометричну форму та шорсткість їх робочих поверхонь в процесі припрацюванні деталей, та в умовах рядової експлуатації [2,3].

Підвищення післяремонтної довговічності агрегатів об'ємних гідравлічних трансмісій являється комплексною проблемою, яка потребує багатогран-

ного системного розгляду і залишається актуальною. Одним із технологічних заходів, який дозволить частково вирішити це питання, являється удосконалення технології їх обкатки та випробовування після ремонту.

В процесі обкатки гідравлічних трансмісій після їх ремонту проходить припрацювання деталей спряжень, яке усуває погрішності механічної обробки деталей (овальність, конусність та ін.), неточності взаємного розташування поверхонь деталей, які утворюються при складанні і зміні їх геометричної форми, нерівномірність взаємного прилягання і значну різницю в шорсткості і фізико-механічних властивостях поверхневих шарів деталей [4,5].

Таким чином, припрацювання пар тертя, яке проходить в процесі обкатки відремонтованих гідравлічних трансмісій, має велике значення для забезпечення зносостійкості робочих поверхонь деталей і, як наслідок, забезпечення міжремонтного ресурсу об'ємних гідромашин.

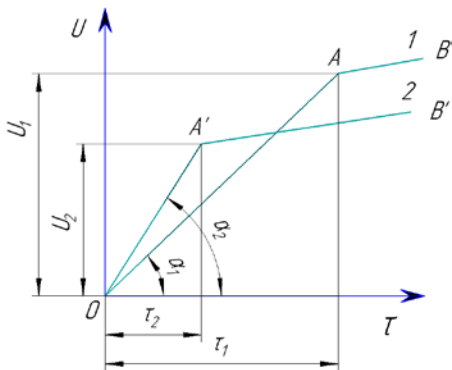


Рис.1. – Зміна зношування деталей від часу: 1 – типове обкатування; 2 – прискорене обкатування [8].

Метою роботи являється підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя об'ємних гідромашин за рахунок удосконалення технології їх обкатки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: провести аналіз факторів, які впливають на якість припрацювання деталей і у цілому на ресурс з'єднання; обґрунтувати заходи з підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя об'ємних гідромашин за рахунок зниження коефіцієнта тертя і ступеню зносу деталей.

Припрацювання деталей спряжень в процесі обкатки являється складним процесом, який протікає під впливом великого числа різних чинників. При цьому такі фактори, як: шорсткість, форма поверхонь, площа фактичного контакту, напружений стан, умови змащення й інші, безупинно змінюються [6,7].

Тому гідроагрегати у період обкатування необхідно навантажувати поступово, намагатися забезпечити температурний режим та змащення поверхонь тертя. Тривалість стендового обкатування порівняно невелика (0,5...1,0 год.) стосовно часу, необхідного для повного припрацювання (30...50 год.) [1,2,3]. В зв'язку з цим виникає необхідність для прискорення приборітку. Основну ідею прискореного припрацювання деталей можна побачити на прикладі кривих зношування деталей (рис. 1.) [8].

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.

Одним з факторів, що впливає на якість припрацювання і у цілому на ресурс з'єднання, є величина початкового зазору. Чим більше зазор, тим менше ресурс цих з'єднань в експлуатації й, відповідно, довговічність об'ємної гідромашини в період роботи. Міжремонтний ресурс сполучення (τ_p) у цьому випадку визначається рівнянням [6,7]:

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

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

$S_{\text{нач}}$ – зазор після припрацювання, *мм*;

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

В свою чергу в роботі [6] відмічається, що величина початкового зазору ($S_{\text{поч.}}$) буде залежати від безлічі факторів представлених у формулі:

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

де P – навантаження на пари тертя, тертьові деталі, *H*; τ – частота обертання (швидкість переміщення), *хв⁻¹*; η – в'язкість мастила, *м²/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*.

Із проведеного аналізу випливає, що зниження зношування деталей при приробітку, знижує інтенсивність зношування їх у процесі експлуатації, а, отже, збільшує міжремонтний ресурс. Звідси випливає, що в період стендового обкатування необхідне зниження зношення в період припрацювання. Це можна здійснити шляхом правильного вибору режимів обкатування гідравлічних трансмісій мобільних машин, використання нових технологій, застосуванням поверхнево-активних речовин для припрацювання.

В цілому заходи, щодо підвищення якості і прискорення приробітку деталей з'єднань аксіально-поршневих гідромашин після ремонту можна розділити на: конструктивні, які закладаються при (проектуванні) виготовленні деталей; технологічні, які виникають при ремонті і відновленні деталей; експлуатаційні, які виникають в процесі обкатування агрегатів.

Із вище наведеного найбільш ефективним за техніко-економічним критерієм для обкатки об'ємних гідромашин являється застосування правильного вибору режимів обкатки та застосування епіламних покриттів на основі фторорганічних поверхнево активних речовин (ПАР) [9].

Процес обкатки та випробовування об'ємних гідромашин складається з підготовчо-заклучних операцій, які застосовуються для монтажу і демонтажу гідроагрегатів зі стенду, і осно-

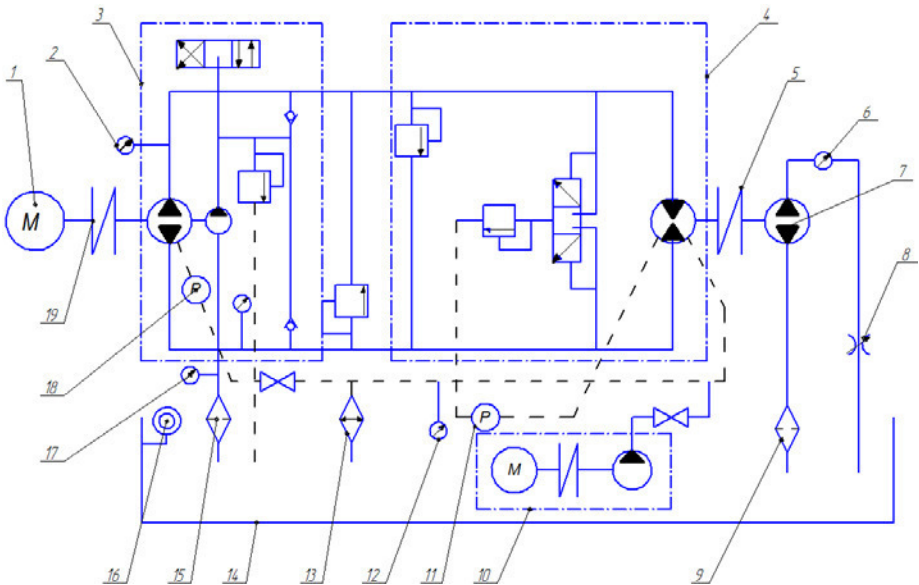


Рис.2 – Гідравлічна схема стенда:1-електродвигун; 2,6,12,17- манометри; 3– гідронасос; 4,7– гідромотори; 5,19 – муфта; 8- дросель; 9,15- фільтри; 10– підкачуюча станція; 11,18 – витратоміри; 13 – теплообмінник;14-бак; 16 – термометр.

вних операцій, для безпосереднього проведення обкатки та випробовування трансмісії. Тривалість основних операцій при обкатці об'ємних гідромашин знаходиться в інтервалі (0,5-0,7 год.). Перші три хвилини трансмісія обкатується без навантаження, для перевірки зовнішньої герметичності агрегатів та правильного функціонування клапанно-розподільчастих механізмів (гідророзподільника керування робочим об'ємом, тиск спрацювання запобіжного клапана насоса підживлення, перепускного клапана клапанної коробки та ін.). Після чого трансмісію обкатують з поступовим навантаженням, змінюючи тиск робочої рідини в нагнітаючій магістралі від $P_{нас.} = 5,0 \text{ МПа}$ до тиску спрацювання запобіжного клапана $P_{нас.} = 32,5 \text{ МПа}$, збіль-

шуючи поступово навантаження на трансмісію.

Для реалізації даного режиму обкатки та випробовування гідравлічних трансмісій нами розроблюється конструкція стенду, гідравлічна схема якого наводиться на рис. 2.

Застосування в конструкції стенду, в якості навантажувального пристрою, гідравлічного мотору 7 з дроселем 8, дає можливість забезпечити поступове навантаження трансмісії з плавним переходом на заплановані режими і одночасно створювати режим пікового навантаження.

Наступним заходом, для покращення якості припрацювання деталей спряжень об'ємних гідромашин, розглядається застосування епіламних покриттів для збільшення довговіч-

ності пар тертя качаючих вузлів аксіально-поршневих гідромашин. Епіламування відноситься до фізико-хімічних методів підвищення зносостійкості деталей обробкою їх твердих поверхонь фторорганічними поверхнево-активними речовинами (ПАР) [9].

Для відпрацювання технології відбиралися деталі спряження «втулка блоку-плунжер», «приставне дно-розподільник» в зв'язку з тим, що вони являються ресурсолімітуючими за об'ємними втратами робочої рідини, і їх зношення в першу чергу впливає на ресурсну відмову гідравлічної трансмісії.

Перед складанням качаючого вузла робочі поверхні деталей знежирювалися, просушувалися і після чого оброблювалися епіламом «Полизам-05». Оброблена таким чином деталь проходила термофіксацію при температурі 120°C і встановлювалася в качаючий вузол експериментальної гідромашини.

Значення зношення деталей визначається методом профілографування і мікрометражем деталей за відомими методиками [1,2,9].

Результати проведених досліджень зміни зазору в спряженні «втулка – плунжер», в процесі обкатки аксіально-поршневих гідромашин представлені на (рис.3.).

Аналіз динаміки зазору в спряженні «втулка блоку – плунжер» при навантаженні ($P_n = 21,0 \text{ МПа}$) показує, що в процесі обкатки зношення необроблених деталей перевищує 2 мкм, а оброблених епіламом не перевищує 1 мкм і не залежно від часу випробування залишається без змін.

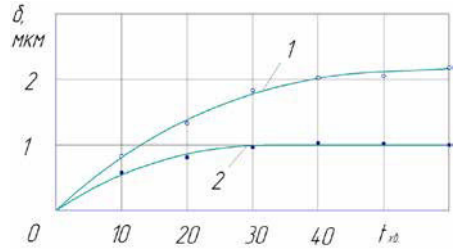


Рис.3 – Динаміка зміни зазору в спряженні «втулка блоку-плунжер»: 1 деталі спряження не оброблені епіламом; 2- деталі спряження оброблені епіламом «Полизам-05».

Крім того отримані результати показують, що в з'єднанні, деталі якого не оброблені епіламом, збільшення зазору набувається раніше ніж у оброблених деталей, про що свідчить кут нахилу кривої. При цьому необхідно вказати на постійне зростання зазору для даного спряження, що вказує на не закінченість періоду припрацювання деталей. І водночас у деталей, оброблених епіламом, набувається стабілізація зазору, що вказує на завершення періоду припрацювання деталей і обкатки агрегатів в цілому. При такому зношенні деталей об'ємні витрати будуть незначними і головною задачею при цьому буде утримання величин зношення на даному рівні.

Зношення приставного дна виникає по робочому поясу між серповидними вікнами, його динаміка представлена на (рис.4.).

Аналіз динаміки зношення приставного дна, при послідовному рості тиску, показує на менший кут нахилу кривої зношення у деталей оброблених поверхнево-активними речовинами, що пояснюється утриманням ними

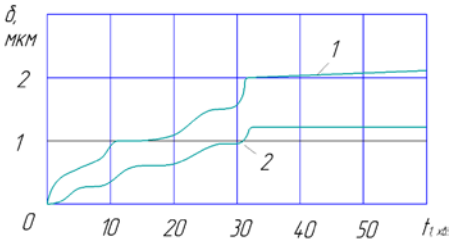


Рис. 4 – Динаміка зношення приставного дна по робочому поясу між серповидними вікнами при послідовному рості тиску навантаження: 1. – відремонтовані деталі оброблені епіламом «Полизам-05»; 2. – відремонтовані деталі не оброблені епіламом.

мастила на робочий поверхні деталі. Це підтверджується і тим, що у даних деталях максимальне зношення становить 1,2 мкм, коли в необроблених деталях епіламом воно досягає 2 мкм.

Практично незмінними залишаються і геометричні розміри оброблюваних деталей – товщина захисного шару плівки складає приблизно 40-80 Å (10^{-8} см).

Проведені дослідження, з обґрунтування заходів для покращення якості припрацювання деталей качаючих вузлів об'ємних гідромашин в процесі обкатки, показують, що застосування режиму поступового навантаження агрегатів та фторорганічних поверхнево-активних речовин (епіламів), для обробки твердих робочих поверхонь деталей, значно зменшують їх зношення в період припрацювання, що забезпечить збільшення ресурсу об'ємних гідромашин в умовах експлуатації.

В цілому проведені дослідження дають можливість зробити наступні висновки:

1. Аналіз динаміки зазору в спряженні «втулка блоку – плунжер» при навантаженні ($P_H = 21,0$ МПа) показує, що в процесі обкатки зношення необроблених деталей перевищує 2 мкм, а оброблених епіламом не перевищує 1 мкм, і не залежно від часу випробування залишається без змін,

що вказує на завершення періоду припрацювання деталей і обкатки агрегатів в цілому.

2. Динаміка зношення приставного дна при послідовному рості тиску показує, що у деталях оброблених поверхнево-активними речовинами максимальне зношення становить 1,2 мкм, коли у необроблених деталях епіламом воно досягає 2 мкм, і при цьому процес їх зношення не завершується на протязі періоду обкатки.

3. Реалізація запропонованих заходів з удосконалення технології обкатки об'ємних гідромашин в процесі їх ремонту значно зменшують їх зношення в період припрацювання, що забезпечить збільшення ресурсу об'ємних гідромашин в умовах експлуатації.

Література

1. Мельянцов П. Т. Опыт ремонта гидропривода ГСТ-90 на ремонтных предприятиях [Текст] / П. Т. Мельянцов, Б. Г. Харченко, И. Г. Голубев. – М.: Госагропром СССР. АгроНИИТЭИИТО, 1989. – 42 с.
2. Кирилов Ю.И. Эксплуатация и ремонт объемного гидропривода [Текст] / Ю. И. Кирилов, Ф. А. Каулин, – М.: Агропромиздат, 1987 – 80 с.
3. Мельянцов П. Т. Уменьшение затрат на ремонт агрегатов гидропривода [Текст] / П. Т. Мельянцов. – М.: Госагропром

- СССР. АгроНИИТЭИИТО.- Вып. 7.- 1987.-15-16 с.
4. Григорьев, М.А. Износ и долговечность автомобильных двигателей [Текст] / М.А. Григорьев, Н.Н. Пономарев – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
 5. Халфин, М.А. Определение межремонтных сроков машин в сельском хозяйстве [Текст] / М.А. Халфин. – М.: Колос, 1969. – 239 с.
 6. Справочник по триботехнике. В 3 т. Т.1. Теоретические основы / под общ. ред. М. Хебды, А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1990, – 480 с.
 7. Гаркунов, Д.Н. Избирательный перенос в узлах трения [Текст] / Д. Н. Гаркунов, И. В. Крагельский, А. А. Поляков. – М.: Транспорт, 1969. – 104 с.
 8. Ахматов, А. С. Молекулярная физика граничного трения [Текст] / А. С. Ахматов. – М.:Физматгиз, 1963. – 472 с.
 9. Федченко В. М. Підвищення післяремонтної довговічності вузлів тертя аксіально-поршневих гідромашин шляхом застосування епіламних покриттів робочих поверхонь деталей / В.М. Федченко, В.О. Носенко, П.Т. Мельянцева // Zbiór artykułów naukowych. «Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2015» – Warszawa: «Diamond trading tour»,2015 – s. 77-82.