

СПОСІБ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ АКсіАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОМАШИН

Яковлєв В. Ю.,

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, діагностування, система керування робочого об'єму, трудомісткість діагностування.

Keywords: hydraulic transmission, diagnostics, control system the swept volume, labour intensiveness of diagnosticating.

Аксіально-поршневі гідромашини на сьогоднішній день знайшли широке застосування в гідравлічних трансмісіях мобільних машин сільськогосподарського призначення. При цьому найбільшу реалізацію мають регульовані насоси НП-90 та не регульовані гідромотори МП-90, які застосовуються в гідростатичних трансмісіях кормо- та зернозбиральних комбайнах. Застосування гідравлічних трансмісій має ряд переваг в порівнянні з механічними та клино-пасовими передачами про що відмічається в ряді робіт [1,2,3,4].

Разом з тим в умовах рядової експлуатації кормо- та зернозбиральних комбайнів виникають відмови, які припадають на агрегати гідравлічної трансмісії, і обумовлюють значні втрати в результаті простоювання машин та усунення несправностей. Статистична оцінка показників надійності гідравлічних агрегатів, показує, що на

їх долю припадає близько 20-30 % відмов від загальної кількості [2,3,4].

Детальний аналіз технічного стану агрегатів гідравлічних трансмісій (аксіально-поршневий гідронасос НП-90 і аксіально-поршневий гідромотор МП-90), які поступають в ремонт на спеціалізовані ремонтні підприємства, показав, що близько 18% агрегатів мають роботоздатний стан і потрапили до ремонту не обґрунтовано [4].

Такий стан справи обумовлюється тим, що для визначення технічного стану агрегатів гідравлічної трансмісії в умовах експлуатації застосовуються не достатньо ефективні методи та засоби їх діагностування [2,3], які характеризуються контролем тиску робочої рідини в магістралях високого та низького тиску, а також в дренажній магістралі і не дають можливості виявити дійсний технічний стан аксіально-поршневих гідромашин, як по

об'ємним витратам робочої рідини так і по технічному стану системи керування робочим об'ємом аксіально-поршневого гідронасоса.

Відомий спосіб визначення технічного стану гідростатичного приводу трансмісії (ГСТ) по фактичній витраті робочої рідини, яку визначають за величиною крутного моменту на вихідному валу гідромотора при постійній величині оборотів вала гідронасоса [5]

Недоліком даного способу є те, що при його реалізації визначається загальний технічний стан ГСТ, який не дає диференційної оцінки технічного стану складових системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса гідростатичної трансмісії.

Більш близьким по технічній суті і результату є спосіб контролю технічного стану рухомих частин сервомеханізму гідростатичного приводу при його навантаженні, за параметром часу досягнення частоти обертання вихідного валу гідромотору від його нульового значення до досягаемого приводом максимального значення, в результаті різкого переміщення важеля гідророзподільника вказаного приводу із нейтрального положення в одне з крайніх, при цьому вказаний час вимірюють для різних напрямків обертання вихідного валу гідромотора, а час вказаного різкого переміщення важеля складає не більш 0,5 с. [6].

Недоліком даного способу є те, що він не дає можливості визначити точну оцінку стану складових системи керування робочого об'єму із-за впливу

технічного стану насоса підживлення, який забезпечує роботу даної системи. Крім того, тривалість часу досягнення частоти обертання валу гідромотора від нульового до максимального значення, обумовлюється технічним станом деталей качаючих вузлів аксіально-поршневого гідронасосу і гідромотора, що також впливає на оцінку технічного стану системи керування робочого об'єму. Водночас зміна частоти обертання валу гідромотора характеризує вивід трансмісії на заданий режим функціонування, що значно збільшує трудомісткість діагностувальних робіт.

Проведений аналіз способів діагностування аксіально-поршневих гідромашин за об'ємними втратами робочої рідини, показав, що питання контролю технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасосу не достатньо досліджене і являється актуальним в наш час.

Метою роботи є - підвищення точності і зменшення трудомісткості контролю технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса за рахунок розроблення ефективного способу діагностування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

Виключити вплив технічного стану насосу підживлення системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса та клапанної коробки аксіально-поршневого гідромотора на технічний стан складових сис-

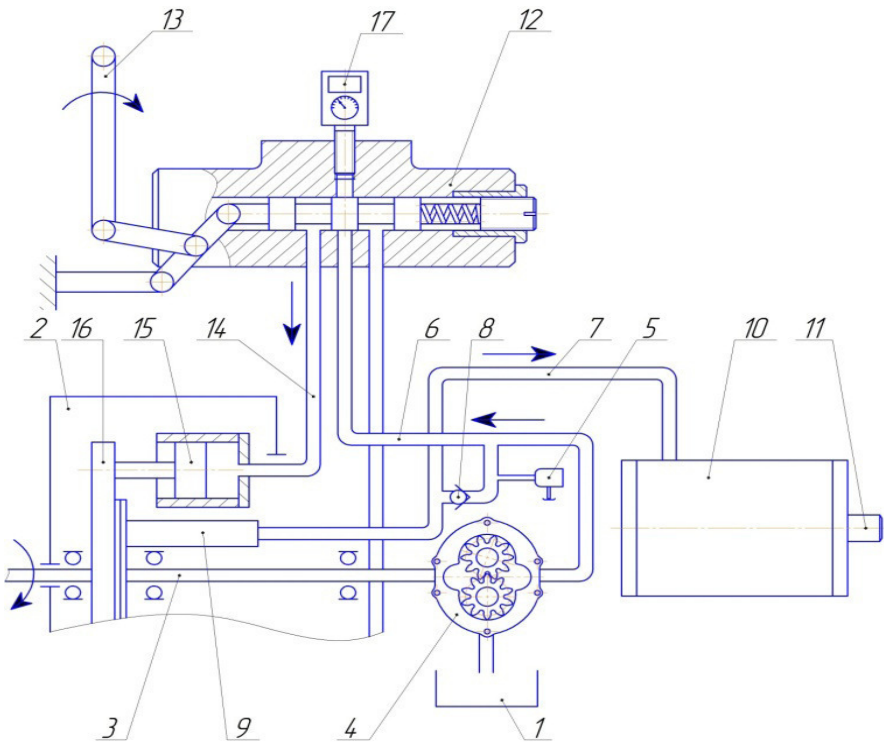


Рис.1. – Схема системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, який випробовується, з елементами для виміру тиску та часу.

теми керування робочого об'єму; обґрунтувати діагностичний параметр контролю технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневої гідромашини, який з максимальною точністю відобразить технічний стан структурних параметрів деталей системи;

На основі аналізу існуючих способів діагностування системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса нами розроблено спосіб контролю технічного стану системи керування робочого об'єму, шляхом вимірювання градієнту тиску робочої рідини в магістралі керування робочого об'єму

за часом, від початку закриття запобіжного клапану насоса підживлення до моменту відкриття перепускного клапану клапанної коробки, після миттєвого переміщення важеля гідророзподільника з нейтрального положення до встановленого крайнього, при цьому попередньо на аксіально-поршневий гідронасос встановлюють еталонний насос підживлення з запобіжним клапаном, а на аксіально-поршневий гідромотор еталонну клапанну коробку з перепускним клапаном.

Схема системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, який випробовується, з елементами

тами для виміру тиску та часу показана на рис. 1.

Спосіб працює наступним чином. На аксіально-поршневий гідронасос 2 встановлюють еталонний насос підживлення 4 з запобіжним клапаном 5, а на аксіально-поршневий гідромотор 10 еталонну клапанну коробку з перепускним клапаном. Аксіально-поршневий гідронасос 2, що випробують, приводять в дію через вал 3, що з'єднаний з приводним двигуном, а через нього еталонний насос підживлення 4, який одночасно подає робочу рідину з баку 1 в гідролінію сервомеханізму 6, та через зворотній клапан 8 до нагнітаючої гідролінії 7 і плунжерної пари 9 під тиском, який контролюється запобіжним клапаном 5. При нейтральному положенні важеля керування 13 гідророзподільника 12, поворотна шайба 16 знаходиться в вертикальному положенні і плунжерні пари 9 не нагнітають робочу рідину до нагнітаючої гідролінії 7. Після миттєвого переміщення важеля 13 гідророзподільника 12, з нейтрального положення до крайнього заданого, робоча рідина нагнітається еталонним насосом підживлення 4 по гідролінії сервомеханізму 6 в гідролінію 14 і далі до сервоциліндру 15, та тисне на поршень сервоциліндру 15 і переміщує через нього поворотну шайбу 16 на де який кут. Плунжер качаючого вузла 9 починає здійснювати зворотно-поступальний рух і нагнітає робочу рідину під тиском через гідролінію 7 до плунжерних пар гідромотору 10, при цьому закривається зворотній клапан 8. Під дією тиску робочої

рідини плунжерні пари гідромотору 10 починають скочувати по похилій шайбі і передають крутний момент на вихідний вал 11. На початку його обертання повністю закривається запобіжний клапан 5 і тиск робочої рідини в системі керування робочого об'єму обмежується тиском спрацювання перепускного клапану клапанної коробки, який контролюється встановленим в технологічний отвір прибором 17, що контролює час та швидкість падіння тиску робочої рідини після миттєвого переміщення важеля 13 гідророзподільника 12 в одне з крайніх положень, до початку обертання вихідного вала 11 гідромотору 10.

Визначений градієнт тиску робочої рідини у гідролінії сервомеханізму 6 являється контролюючим параметром технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасосу, який контролюється тиском спрацювання запобіжного клапана 5 еталонного насоса підживлення 4, після миттєвого переміщення важеля 13 в одне з крайніх положень, до початку обертання вихідного валу 11 гідромотору 10 і спрацювання перепускного клапану його клапанної коробки.

Даний спосіб пояснюється графічно на рис.2., де зображено залежність тиску робочої рідини в дренажній магістралі за часом при діагностуванні аксіально-поршневої гідромашини запропонованим способом.

Нехай на новому аксіально-поршневому гідронасосі, за час Δt (рис.2), після миттєвого переміщення

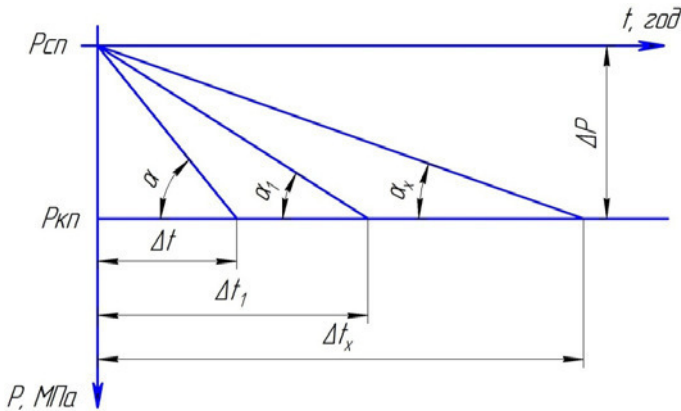


Рис. 2 - Залежність зміни тиску робочої рідини в системі керування робочого об'єму за часом, після миттєвого переміщення важеля гідророзподільника з нейтрального положення до встановленого крайнього.

важеля 13 гідророзподільника 12 в одне з крайніх положень, тиск змінився з величини тиску робочої рідини, яка обмежується запобіжним клапаном 5 системи підживлення P_{cn} , до величини тиску в системі керування робочого об'єму, який обмежується спрацьовуванням перепускного клапана клапанної коробки P_{kn} , величина $\frac{\Delta P}{\Delta t}$, буде характеризувати зміну тиску робочої рідини в системі керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, яка знаходиться в функціональній залежності від структурних параметрів технічного стану деталей системи керування робочого об'єму, які закладені в його конструкцію і обумовлюють визначені об'ємні витрати.

Для аксіально-поршневого гідронасоса, який був у експлуатації, за час Δt_1 , після миттєвого переміщення важеля 13 гідророзподільника 12 в одне з крайніх положень, тиск змінився з величини тиску робочої рідини, яка обмежується запобіжним клапаном 5

системи підживлення P_{cn} , до величини тиску в системі керування робочого об'єму, який обмежується спрацьовуванням перепускного клапана клапанної коробки, P_{kn} , а величина $\frac{\Delta P}{\Delta t_1}$ буде характеризувати зміну тиску робочої рідини в системі керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, яка знаходиться в функціональній залежності від об'ємних витрат робочої рідини, обумовлених технічним станом деталей системи керування робочого об'єму в залежності від умов експлуатації, при цьому градієнт $tg\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t}$, а $tg\alpha_1 = \frac{\Delta P}{\Delta t_1}$ градієнт тиску робочої рідини в магістралі керування робочого об'єму за час, після миттєвого переміщення важеля 13 гідророзподільника 12 в одне з крайніх положень, становиться основним критерієм в аналізі технічного стану деталей системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса.

За величиною α_x , для аксіально-поршневого гідронасоса, який прохо-

дять контроль технічного стану, можливо зробити висновок про фактичний стан його системи керування робочого об'єму, величину зношення деталей системи керування робочого об'єму, які обумовлюють об'ємні витрати робочої рідини і прогнозують його залишковий ресурс.

Проведені дослідження з обґрунтування ефективного способу діагностування технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневих гідромашин гідравлічних трансмісій мобільних машин дозволяють зробити наступні висновки:

1. Запропонований спосіб діагностування технічного стану системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасоса, шляхом вимірювання градієнту тиску робочої рідини в магістралі керування робочого об'єму за часом, від початку закриття запобіжного клапану насоса підживлення до моменту відкриття перепускного клапану клапанної коробки, після миттєвого переміщення важеля гідророзподільника з нейтрального положення до встановленого крайнього, дає можливість зробити висновок про фактичний стан його системи керування робочого об'єму, величину зношення деталей системи керування робочого об'єму, які обумовлюють об'ємні витрати робочої рідини і прогнозують його залишковий ресурс.

2. Для забезпечення точності діагностування системи керування робочого об'єму аксіально-поршневого гідронасосу попередньо необхідно

встановити еталонний насос підживлення з запобіжним клапаном, а на аксіально-поршневий гідромотор еталонну клапанну коробку з перепускним клапаном.

3. Спосіб зменшує трудомісткість контролю технічного стану системи керування робочого об'єму на 8%, за рахунок виміру градієнту тиску робочої рідини до початку обертання валу гідромотору.

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. Шпорт В. Ю. Визначення технічного стану агрегатів гідравлічної трансмісії термодинамічним методом діагностування / В. Ю. Шпорт, П. Т. Мельянцов // Zbiór artykułów naukowych. «Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2015». (30.12.2015 – 03.01.2016) – Warszawa, 2015 – S. 36-40.
3. Приходько В. В. Обґрунтування ефективного способу діагностування технічного стану аксіально-поршневих гідромашин гідравлічних трансмісій мобільних машин / В. В. Приходько, П.Т. Мельянцов // Zbiór artykułów naukowych. Konferencja Międzynarodowej Naukowo- Praktycznej « Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2016» (30.12.2016) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2016. - S 49- 53.
4. Стародуб О. А. Забезпечення якості ремонту аксіально-поршневих гідромашин впровадженням технології їх передремонтного діагностування / О. А. Стародуб, П. Т. Мельянцов, Т. В. Даниленко, // Zbiór artykułów naukowych. Konferencja Międzynarodowej Naukowo- Praktycznej «Inżynieria i

technologia. Współczesne problemy i perspektywy rozwoju» (31.01.2017) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2017. - S 44-49.

5. Патент РФ 2160855, МПК F 15 B 19/00, опубл. 20.12.2000.
6. Патент РФ 2184843, МПК F 15 B 19/00, опубл. 10.07.2002.