

зуєт новий проектний підхід к созданию развитой проточной части центробежного насоса с совмещенными щелевыми опорами-уплотнениями и самоустанавливающимся ротором.

Ключевые слова. Центробежный насос, щелевое уплотнение, опора-уплотнение, расход жидкости, давление жидкости, гидродинамические силы, моменты гидродинамических сил, самоустанавливающийся ротор.

Gorovoy S.A. CONSTRUCTION- PROJEKT HYDRODYNAMIK CALCULATION OF THE GAP SEAL BEARING FOR NON SHAFTLESS CENTRIFUGAL PUMP

The hydrodynamic forces in slot-hole seals of centrifugal pumps play a leading role in stabilization of vibrational activity of rotary tables of pumps. It enables in a new fashion to evaluate a role of contactless seal of a blading section – it the role of reference – strong clusters of a centrifugal pump is removed. Such rotor in proceu of the rotation makes joint radial – angular fluctuations. The offered technique of a blading section of a centrifugal pump with slot – hole seals, wich one play a role of the mated reference – strong clusters. In this work it is suggested on modern to estimate economic feasibilities of clearance seals. An idea consists in combination of functions of dynamic supports and compressions in the only knot of clearance seal of chempump which substantially simplifies his making and exploitation at the considerable diminishing of parameters and support in the possible limits of level of vibrations of asm. Hydrodynamic moments radial and anqular hydrodynamic borses in qap seal of the centrifuqal pump have an assential influence upon dynamic features of the unit when the pump rotor makes bounded radial-anqular fluctuations. Anqular moments are functions of tumbling anqulars of the rotor in qap seal. Achievement of this aim will be realized by a grant to the rotor-wheel of possibility freely in the mountein shells of compressions and stabilized in rotary direction at presence of limited after amplitudes of radially-angular and rotary vibrations at maintenance of dynamic firmness on different frequencies of rotation.

Keyword. Centrifugal pump, gap seal, bearing seal, liqvud presse, hydrodynamic forces, hydrodynamic moment, rotor of pump.

Стаття надійшла в редакцію: 27.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.

УДК 631.372:617-07

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ КОМБАЙНІВ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ

В. В. Яременко, доцент, НУБіП України

Обгрунтовано важливість діагностування гідравлічних приводів для підвищення технічної готовності комбайнів та скороченні затрат на технічне обслуговування і ремонт. Приведено методичний підхід та результати дослідження по створенню системи технічного діагностування гідравлічного приводу рульового керування комбайнів.

Ключові слова: діагностика, гідравлічний привод, ремонт, комбайн, технічне обслуговування.

Проблема. Оптимальна тривалість збирання зернових культур, при якій втрати зерна колосових культур не повинні перевищувати 2,5% від вирощеного врожаю, складає 7-10 днів [1]. Збільшення тривалості збирання може призвести до значних втрат, які досягають 20—30% від вирощеного врожаю [2]. Роботи по заготівлі кормів та збиранню коренеплодів мають проводитись в оптимальні строки, щоб не допустити погіршення якості зібраної продукції та втрат. Однією з причин збільшення тривалості збиральних робіт є недостатньо висока надійність комбайнів, що призводить до їх простоїв по причині усунення несправностей. Тривалість простоїв комбайнів на проведенні робіт по технічному обслуговуванню та усуненню несправностей досягає 0,5-0,6 годин на кожну годину чистої роботи комбайна [3]. Значна частина тривалості простоїв пов'язана з усуненням несправностей гідравлічних приводів

комбайнів. Близько 24% відказів, від загальної кількості відказів по комбайну, припадає на гідравлічні приводи [4]. Надійність роботи комбайнів в значній мірі залежить від рівня технічного сервісу [5].

Мета дослідження. Підвищити технічну готовність сільськогосподарських комбайнів та зменшити затрати на технічне обслуговування та ремонт.

Результати дослідження. Підвищенню надійності роботи гідравлічних приводів комбайнів сприяє своєчасне виявлення на ранніх стадіях розвитку та усунення несправностей. Це досягається шляхом створення та реалізації системи технічного діагностування гідравлічних приводів, в якій забезпечується взаємодія об'єкта та засобів діагностування з вирішенням наступних питань: обґрунтуванням виду та призначення систем діагностування; аналізу фізичних про-

цесів, які проходять в об'єкті діагностування з метою встановлення механізмів виникнення та ознак проявлення пошкоджень і дефектів; встановлення переліку та нормативних значень діагностичних параметрів, які характеризують технічний стан гідроагрегатів; розробка засобів діагностування та алгоритмів пошуку несправностей.

Такий методичний підхід реалізовано при створенні системи діагностування гідравлічного приводу рульового керування комбайнів. Найбільш доцільним, на даному етапі, для гідравлічного приводу рульового керування є

використання функціонального виду діагностування з визначенням як загального технічного стану так і локально окремих агрегатів, використовуючи переносний комплект механічних зовнішніх засобів діагностування. Основним призначенням системи діагностування є пошук несправностей та визначення технічного стану гідроагрегатів і прогнозування терміну подальшої їх експлуатації. Аналіз фізичних процесів, які відбуваються при функціонуванні гідроприводу проведено з використанням діагностичної моделі (рис. 1).

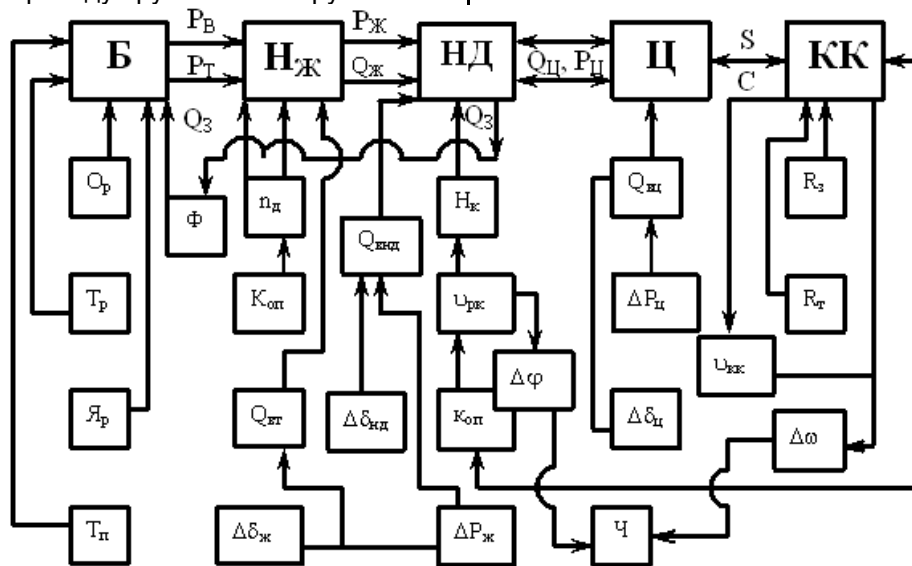


Рисунок 1 – Діагностична модель гідравлічного приводу рульового керування комбайна; Б – бак; Нж – насос підживлення; НД – насос-дозатор; Ц – гідроциліндри; КК – керовані колеса; T_{II} – температура повітря; T_p – температура робочої рідини; O_p – рівень робочої рідини в баку; Y_p – якість робочої рідини; Φ – фільтр; Q_3 – злив робочої рідини на виході насоса живлення; n_d – частота обертання колінчастого вала двигуна; $K_{оп}$ – команда оператора; $Q_{вт}$, $v_{нд}$, $v_{ц}$ – втрата робочої рідини в насосі живлення, насос-дозаторі та гідроциліндрах; $\Delta\delta_{нд}$, $\delta_{ц}$, $\delta_{ж}$ – зазори в спряженнях деталей насоса живлення, насос-дозаторі та гідроциліндрах; $\Delta P_{ж}$, $\Delta P_{ц}$ – перепад тиску робочої рідини в спряженнях насоса живлення та гідроциліндрах; n_k – насос-мотор керування; $v_{рк}$ – швидкість повороту рульового колеса; $\Delta\phi$ – приріст кута повороту рульового колеса; ψ – чутливість рульового керування; $\Delta\psi$ – приріст кута повороту керованих коліс; $Q_{ц}$, $P_{ц}$ – подача та тиск робочої рідини в порожнинах гідроциліндрів; S , C – переміщення та зусилля штоків гідроциліндрів; $v_{кк}$ – швидкість повороту керованих коліс; R_3 – зовнішній опір повертання коліс; R_T – опір тертя в механізмах

Для цього конкретний гідравлічний привод рульового керування умовно розбивається на структурні блоки, якими можуть бути: бак робочої рідини (Б); насос живлення (Н); насос-дозатор (НД); гідроциліндри (Ц); керовані колеса (КК). Структурно-функціональна модель будується для таких режимів роботи рульового керування: рух комбайна прямолінійно або криволінійно з фіксованим радіусом повороту; поворот керованих коліс з різною швидкістю при рухомому і нерухомому комбайні; поворот комбайна при працюючому і непрацюючому насосі живлення.

Кожний блок структурно-функціональної моделі характеризується дією зовнішніх і внутрішніх вхідних та вихідних параметрів. Кожний з представлених в діагностичній моделі параметрів для конкретного режиму

функціонування гідроприводу відповідає кількісному значенню згідно з технічними вимогами на виготовлення гідроагрегатів та їх елементів. Зміна цих параметрів в процесі експлуатації гідроприводу призводить до порушення робочого процесу, що характеризується різними видами несправностей.

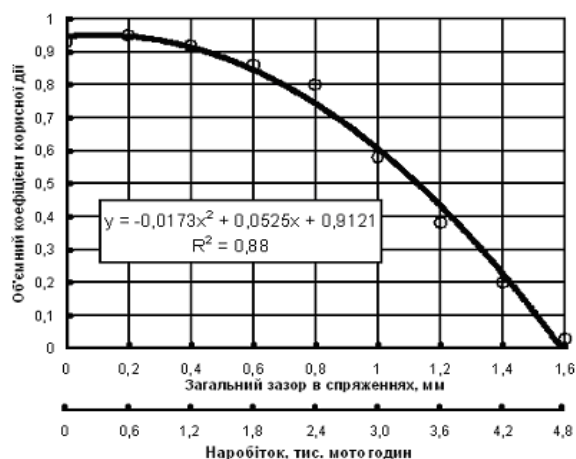
Для встановлення характеру зміни структурних параметрів гідроагрегатів та їх вплив на експлуатаційні показники працездатності рульового керування комбайнів проведено експериментальні дослідження. Було відібрано комплекти гідроагрегатів рульового керування з різною ступінню спрацювання. З комплектами гідроагрегатів проведено випробування по параметрах згідно з технічними вимогами на виготовлення. Після випробувань гідроагрегати

розбирались і проводилось визначення зміни структурних параметрів (розмірів) поверхонь деталей, які спрацьовувались в процесі експлуатації. Результати вимірювань (мікрометражу) оброблялись згідно з існуючими методиками.

На рисунку 2 представлено залежність об'ємного коефіцієнта корисної дії (η) насоса НШ10 від загального зазору (δ_3) в спряженнях корпус–головки зубців шестерень, підшипник-торці зубців шестерень, підшипник–вал шестерні, корпус–підшипник та наробітку комбайна. Спрацювання поверхонь деталей призводить до збільшення зазорів в спряженнях, що спричиняє ріст втрат робочої рідини в насосі.

Об'ємний коефіцієнт корисної дії насоса НШ-10 визначався в результаті ділення фактичної подачі робочої рідини на теоретичну подачу при відповідній частоті обертання приводного вала, номінальних значеннях тиску та температури. Спрацювання поверхонь деталей призводить до збільшення зазорів в спряженнях, що і обумовлює зниження ОККД насоса.

За даними експериментальних досліджень втрати робочої рідини в спряженні “корпус – золотник” розподільника насоса-дозатора складають близько 90% від загальних втрат робочої рідини в насосі-дозаторі і можуть досягати 18 л/хв.



Рисунком 2 – Залежність об'ємного коефіцієнта корисної дії (η) насоса НШ10 від загального зазору (δ_3) в спряженнях корпус–головки зубців шестерень, підшипник-торці зубців шестерень, підшипник–вал шестерні, корпус–підшипник та наробітку комбайна: $y(x)$ – рівняння регресії; R^2 – імовірність апроксимації; $\Delta P = 10$ МПа – перепад тиску робочої рідини в спряженнях

Втрати робочої рідини в спряженнях деталей підсилювача потоку, запобіжного та запірних клапанів, силових гідроциліндрів змінюються в процесі експлуатації в незначних межах (0,05-0,06 л/хв) і при проведенні технічного обслуговування можуть приводитись майже до номінальних значень шляхом виконання регулювальних та очисних операцій, а також заміною ущільнення.

Для встановлення впливу зміни структур-

них параметрів на основні експлуатаційні показники працездатності рульового керування комбайнів, які регламентуються відповідними стандартами [6], проведено експериментальні дослідження. Повні комплекти гідроагрегатів рульового керування комбайна з різною ступінню спрацювання поверхонь деталей встановлювались на експериментальну установку, на якій створювались та контролювались такі параметри: частота обертання приводного вала шестеренного насоса живлення; подача насоса живлення та насоса-дозатора; тиск та температура робочої рідини; швидкість обертання рульового колеса; тривалість повного переміщення поршнів гідроциліндрів, яка відповідає повному повороту керованих коліс з одного крайнього положення в інше; швидкість скочання рульового колеса; швидкість переміщення поршнів гідроциліндрів; навантаження на штоки гідроциліндрів; втрата робочої рідини в гідроагрегатах та їх спряженнях. Випробування проводились на робочій рідині, яка передбачена заводом-виготовлювачем для конкретного комбайна. Режими навантаження та температура робочої рідини створювались в межах передбачених нормативною документацією на гідроагрегати та комбайни. В процесі проведення експериментальних досліджень давалась оцінка обґрунтованих діагностичних параметрів, які характеризують загальний технічний стан гідравлічного приводу рульового керування та окремо гідроагрегатів і їх елементів. При визначенні доцільності застосування того чи іншого діагностичного параметра використовувались такі критерії: достовірність технічного діагностування; трудомісткість (тривалість) діагностування; пристосованість об'єкта до діагностування; універсальність та вартість засобів технічного діагностування; повнота та глибина діагностування.

За результатами досліджень встановлено перелік та нормативні значення діагностичних параметрів (номінальні, допустимі, граничні).

Номінальні значення діагностичних параметрів відповідають номінальним значенням параметрів технічного стану нових гідроагрегатів згідно технічним вимогам заводів-виготовлювачів. Граничні значення діагностичних параметрів відповідають такому технічному стану гідроагрегатів, при якому подальша експлуатація комбайнів неможлива виходячи з вимог безпеки руху та економічної ефективності. Допустимі значення діагностичних параметрів визначалися за існуючими методиками [7] виходячи з того, що вони відповідають такому технічному стану гідроагрегата, при якому даний агрегат має можливість безвідмовно працювати встановлений термін часу до наступного діагностування:

$$P_d = P_o - \frac{P_r - P_o}{\left(1 + \frac{T_2}{T_1}\right)^\alpha},$$

де P_d - допустиме значення відхилення діагностичного параметра;

P_o - максимальне (номінальне) значення діагностичного параметра для нового агрегату;

P_r - граничне значення діагностичного параметра;

T_2 - нормативне значення доремонтного ресурсу агрегату;

T_1 - нормативне значення періодичності діагностування;

α - показник динаміки спрацювання агрегату.

Для вимірювання обґрунтованих діагностичних параметрів розроблено комплекти за-

собів і технологія їх застосування.

Пошук несправностей здійснюється за розробленими алгоритмами.

Висновки.

1. Застосування розробленої системи технічного діагностування гідравлічних приводів рульового керування комбайнів забезпечує доведення коефіцієнта готовності гідроагрегатів до 0,85 – 0,90, а також на 20 – 25 % збільшення використання їх ресурсу.

2. Тривалість експрес-діагностування гідравлічного приводу рульового керування складає в середньому біля 5 хвилин, а повне діагностування з використанням зовнішніх засобів технічного діагностування складає близько 30 хвилин.

3. Достовірність технічного діагностування гідравлічного приводу рульового керування при заданій глибині пошуку місця несправності знаходиться в межах 90 – 95 %.

Список використаної літератури:

1. Наукові основи ведення зернового господарства / В.Ф. Сайко, М.Г. Лобас, Г.В. Яшовський та інші: За ред. В.Ф. Сайка; Упоряд. Г.В. Яшовський. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
2. Войтюк Д.Г., Демко А.А., Демко С.А. Парк зернозбиральних комбайнів України до жнив 2001 року. Техніка АПК, 2000 р., № 10, С 9-10.
3. Комплексна механізація виробництва зерна / І.М. Каплін, М.П. Романенко, М.Н. Нагорний, О.П. Бабик. За ред. І.М. Капліна, - К.: Урожай, 1985. – 160 с.
4. Храмов Л.Д., Гараєв П.И., Карпенко В.Д. Оценка надежности комбайнов «Дон-1500» в эксплуатационных условиях. Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1991, № 2, С. 44-46.
5. Варнаков В.В., Денсаткин М.Е., Шленкин К.В. Надежность комбайнов «Дон-1500», находящихся в лизинге, при различном качестве их технического сервиса. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1997, № 9, С. 21-25.
6. ГОСТ 28174-89 (СТ СЭВ 6266-88). Тракторы и сельскохозяйственные машины. Объемный гидропривод рулевого управления. Общие технические требования.
7. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
8. СОУ 29.3 -37-438: 2006. Техніка сільськогосподарська. Діагностичне забезпечення гідравлічних приводів. Загальні технічні вимоги

Яременко В.В. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ – ПУТЬ К ПОВЫШЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ КОМБАЙНОВ И СОКРАЩЕНИИ ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Обосновано важность диагностирования гидравлических приводов для повышения технической готовности комбайнов и сокращения затрат на техническое обслуживание и ремонт. Приведен методический подход и результаты исследований по созданию системы диагностирования гидравлического привода рулевого управления комбайнов.

Ключевые слова: диагностика, гидравлический привод, ремонт, комбайн, техническое обслуживание.

Yaremenko V.V. DIAGNOSING OF HYDRAULIC DRIVES – ON A WAY TO INCREASE OF TECHNICAL READINESS OF COMBINES AND REDUCTION OF EXPENSES ON TECHNICAL SERVICE

It is proved importance of diagnosing of hydraulic drives for increase of technical readiness of combines and reductions of expenses for technical service. The methodical approach and results of researches on creation of system of diagnosing of a hydraulic drive of steering management of combines is resulted.

Keywords: diagnosis, hydraulic drives, repair, harvester maintenance.

Стаття надійшла в редакцію: 04.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Гецович Є.М.