

УДК 631.372:617-07

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ КОМБАЙНІВ

В.В. Яременко, канд. техн. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Обґрунтовано важливість діагностування гідравлічних приводів для підвищення технічної готовності комбайнів та скороченні затрат на технічний сервіс і ремонт. Приведено методичний підхід та результати дослідження по створенні системи діагностування гідравлічного приводу рульового керування комбайнів.

Ключові слова: *діагностування, рульове керування, гідропривод, комбайн.*

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 проведення 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 % відмов, від загальної кількості відмов по комбайну, припадає на гідравлічні приводи [4]. Надійність роботи комбайнів у значній мірі залежить від рівня технічного сервісу [5].

Мета дослідження. Підвищити технічну готовність сільськогосподарських комбайнів та зменшити затрати на технічне обслуговування і 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 процесів, 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

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 структурно-функціональної діагностичної моделі (рис. 1).

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 роботоздатності рульового керування комбайнів проведено експериментальні дослідження. Було відібрано комплекти

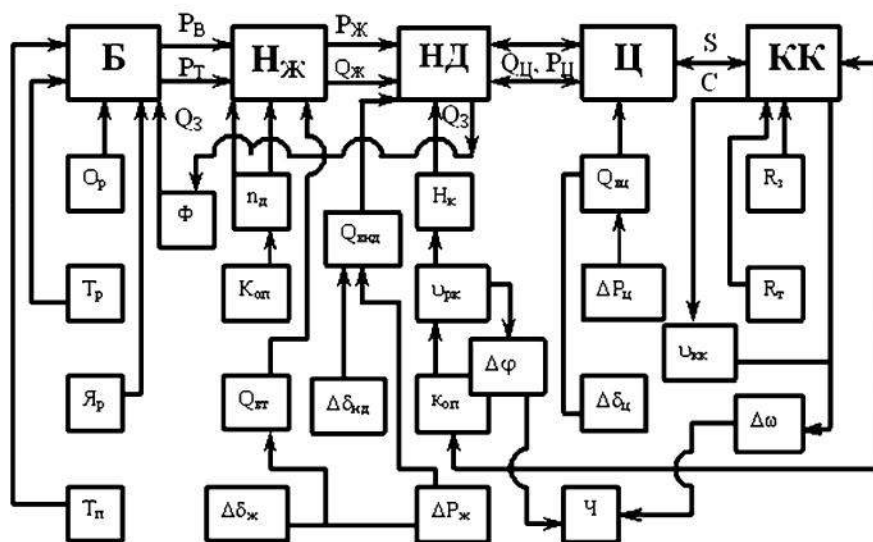


Рис. 1. Діагностична модель гідравлічного приводу рульового керування комбайна;

Б — бак; Н_ж — насос підживлення; НД — насос-дозатор; Ц — гідроциліндри; КК — керовані колеса; Т_п — температура повітря; Т_р — температура робочої рідини; Q_р — рівень робочої рідини в баку; Y_р — якість робочої рідини; Φ — фільтр; Q_з — злив робочої рідини в бак; P_в, P_т — тиск або вакуум в усмоктувальній магістралі; Q_ж, P_ж — подача і тиск робочої рідини на виході насоса живлення; n_д — частота обертання колінчастого вала двигуна; K_{оп} — команда оператора; Q_{вт, внд, вц} — втрата робочої рідини в насосі живлення, насосу-дозаторі та гідроциліндрах; Δδ_{нд, ц, ж} — зазори в спраженнях деталей насоса живлення, насос-дозаторі та гідроциліндрах; ΔP_ж, ΔP_ц — перепад тиску робочої рідини в спраженнях насоса живлення та гідроциліндрах; H_к — насос-мотор керування; u_{рк} — швидкість повороту рульового колеса; Δφ — приріст кута повороту рульового колеса; Ч — чутливість рульового керування; Δψ — приріст кута повороту керованих коліс; Q_ц, P_ц — подача та тиск робочої рідини в порожнинах гідроциліндрів; S, C — переміщення та зусилля штоків гідроциліндів; u_{кк} — швидкість повороту керованих коліс; P_з — зовнішній опір повертання коліс; P_т — опір тертя в механізмах

гідроагрегатів рульового керування з різною ступінню спрацювання. З комплектами гідроагрегатами 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 рис. 2 представлено залежність об'ємного коефіцієнта корисної дії (η) насоса НШ10 від загального зазору (δ_z) 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 у спряженнях, що спричиняє ріст втрат робочої рідини в насосі і зниження О.К.К.Д.

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. Втрати робочої рідини в спряженнях деталей підсилювача потоку, запобіжного

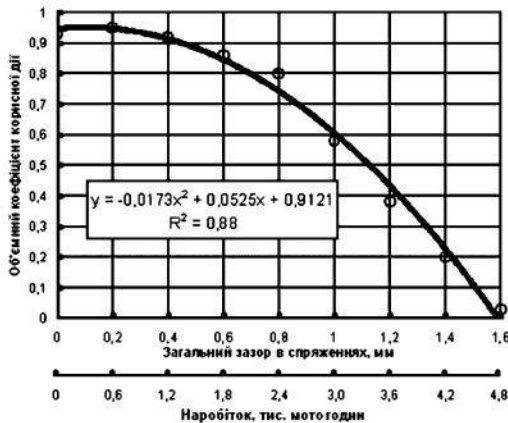


Рис. 2. Залежність об'ємного коефіцієнта корисної дії (η) насоса НШ10 від загального зазору (δ_z) в спряженнях корпус–головки зубців шестерень, підшипник–торці зубців шестерень, підшипник–вал шестерні, корпус–підшипник та наробітку комбайна:

$y(x)$ — рівняння регресії; R^2 — імовірність апроксимації; $\Delta T = 10$ МПа — перепад тиску робочої рідини в спряженнях

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 структурних параметрів на основні експлуатаційні показники роботоздатності 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 скочвання рульового колеса; швидкість переміщення поршнів гідроциліндрів; навантаження на штоки гідроциліндрів; втрата робочої рідини в гідроагрегатах та їх спрацюваннях. Випробування проводились на робочій рідині, яка передбачена заводом-виготовлювачем для конкретного комбайна. Режими навантаження та температура робочої рідини створювались у 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 [7,8], 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 засобів і технологія їх застосування.

Пошук несправностей здійснюється за розробленими алгоритмами.

Висновки.

1. Застосування розробленої системи технічного діагностування гідравлічних приводів рульового керування комбайнів забезпечує середній приріст коефіцієнта готовності гідроагрегатів до 0,09, а також на 25-30 % збільшення використання їх ресурсу.
2. Трудомісткість визначення загального технічного стану гідропривода рульового керування знижується в два-три рази
3. Достовірність технічного діагностування гідравлічного приводу рульового керування при заданій глибині пошуку місця несправності знаходиться в межах 90–95 %.

Бібліографія

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. — № 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. *Храмцов Л.Д., Гарасв 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. *Яременко В.В.* Обґрунтування важливості діагностування гідравлічних приводів на шляху до підвищення технічної готовності комбайнів. — Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, 2008. — Вип. № 75. — Т. 1. — С. 375-381.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМБАЙНОВ

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

Ключевые слова: диагностика, рулевое управление, гидропривод, комбайн.

CREATION OF THE TEST SYSTEM OF A HYDRAULIC DRIVE OF A STEERING OF COMBINES

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.

Key words: diagnostics, a steering, a hydrodrive, a combine.