

зионная обработка, упрочнение, наработка.

PROSPECTS OF THE RESTORED DISK RESOURCE WORK OF DESIGN AND TECHNOLOGICAL METHODS

Considered the results of research technology manufacturing and recovery disk of working bodies of agricultural machinery, ways to address questions to increase resource disk working bodies in restoring the application electrical methods of sharpening and hardening.

Key words: *disk working bodies, recovery, spark erosion, hardening, working hours.*

УДК 631.372

ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРОПРИВОДІВ – ВАЖЛИВА ЛАНКА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ТЕХНІКИ

В.М. Яременко, канд. техн. наук

ННЦ «ІМЕСГ»;

В.В. Яременко, асист.

НУБіП України

Представлено закономірності зміни параметрів технічного стану гідроагрегатів та їх вплив на діагностичні параметри. Встановлено динаміку змін діагностичних параметрів від наробітку техніки і на цій основі визначено нормативні значення, що є базою для встановлення залишкового ресурсу гідроагрегатів та прогнозування можливого терміну їх подальшого експлуатування.

Ключові слова: *технічна діагностика, об'ємний гідропривод, сільськогосподарська техніка, гідронасоси, гідромотори, надійність гідроагрегатів.*

Проблема. Врожайність та якість виробництва сільськогосподарських культур у значній мірі залежить від виконання робіт в оптимальні строки, передбачені відповідними технологіями їх вирощування. Можливість виконання робіт в оптимальні строки визначається надійністю сільськогосподарської техніки, рівень якої не можна вважати задовільним. За результатами досліджень різних авторів [1, 2] по-

© В.М. Яременко, В.В. Яременко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 95. 2011.

казники, за якими визначається рівень надійності техніки, далекі від оптимальних значень: кількість відмов на 100 одиниць у рік становить від 10 до 39, при цьому відмови по гідроприводах складають від 12,6 % до 36,2 %; середня тривалість простою техніки на усунення однієї відмови становить від декількох годин до декількох днів; коефіцієнт технічної готовності техніки в середньому не перевищує 0,5; середня тривалість збирання врожаю з оптимальних 21 днів збільшилась до 40 днів; майже половину можливого робочого часу техніка простоє для пошуку та усунення відмов. У підвищенні надійності техніки поряд з такими видами діяльності як конструювання, виготовлення та експлуатація важливу роль відіграє технічний сервіс. Встановлено [3, 4], що вчасне та якісне проведення технічного обслуговування техніки на основі даних технічного діагностування забезпечує наступне: на 30-35 % скорочення простоїв техніки з технічних причин; на 25 – 30 % зменшення витрат на запасні частини; на 8-12 % зменшення витрати паливно-мастильних матеріалів; майже вдвічі підвищення наробітку на відмову. При цьому потреба в проведенні операцій технічного обслуговування чи ремонту має визначатись за фактичним технічним станом складових частин техніки, який встановлюється за результатами технічного діагностування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність застосування технічного діагностування гідроприводів машин визначається наявністю в техсервісних формуваннях прогресивних технологій і засобів для визначення технічного стану гідроагрегатів. Основою технології діагностування є діагностичний параметр, за яким дається оцінка технічного стану гідропривода в цілому та його складових частин (гідроагрегатів), а також динаміка зміни цього параметра в процесі експлуатації техніки. Основною причиною втрати роботоздатності більшості гідроагрегатів є зношення поверхонь деталей, що призводить до збільшення втрат робочої рідини через зазори. У праці [5] приведено аналіз математичних моделей втрат робочої рідини через радіальний зазор шестеренного насоса, але не дається комплексної оцінки зміни технічного стану насоса. Вплив технічного стану окремих спряжень аксиально-поршневих агрегатів розглянуто у праці [6], а оцінку технічного стану агрегату пропонується давати з зміною температури робочої рідини в дренажній магістралі. Методи діагностування гідроприводів у різних галузях машинобудування в загальному вигляді представлено у праці [7], але вони потребують відповідного адаптування до конструктивних особливостей гідроприводів.

водів сільськогосподарської техніки.

Мета дослідження. Встановлення закономірностей зміни параметрів технічного стану гідроагрегатів та їх використання в процесі діагностування гідроприводів сільськогосподарської техніки.

Результати досліджень. Характер зміни параметрів технічного стану гідроагрегатів встановили за результатами експериментальних досліджень агрегатів, які певний термін відпрацювали на сільськогосподарській техніці. Для цього гідроагрегати знімали з машин, проводили випробування на стендах з зняття технічних характеристик згідно технічних вимог, розбирали і проводили мікрометраж деталей для встановлення зношення робочих поверхонь. Для шестеренних насосів типу НШ10 встановлено такі значення зміни зазорів у спряженнях і їх вплив на об'ємні втрати робочої рідини при перепаді тиску 10 МПа і температурі робочої рідини 50 ± 5 °С: у спряженні „корпус – головки зубців шестерень” загальний зазор у двох парах (ведуча і ведена шестерні) змінюється від 0,168 мм до 0,530 мм, що спричинює втрати робочої рідини від 6,8 см³/с до 37,2 см³/с; в чотирьох спряженнях „підшипник – торці зубців шестерень” загальний зазор змінюється від 0,108 мм до 1,203 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 1,9 см³/с до 35,4 см³/с; в чотирьох спряженнях „корпус – підшипник” загальний зазор змінюється від 0,056 мм до 0,416 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 0,16 см³/с до 7,8 см³/с; у чотирьох спряженнях „підшипник – вал шестерні” загальний зазор змінюється від 0,098 мм до 0,439 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 0,19 см³/с до 3,1 см³/с. В результаті зношення поверхонь деталей збільшуються зазори в спряженнях деталей, що призводить до збільшення внутрішніх втрат робочої рідини в насосі і, як наслідок, зменшується об'ємний ККД насоса, за значеннями якого проводиться оцінка його технічного стану. На рис. 1 представлена залежність об'ємного ККД насоса типу НШ10 від загального зазору в розглянутих спряженнях деталей та наробітку техніки.

Провівши регресивний аналіз експериментальних даних, отримали наступні рівняння регресії:

$$\eta_{\text{НШ10}} = -0,0178 \delta_{\text{НШ10}}^2 + 0,0565 \delta_{\text{НШ10}} + 0,9129, \quad (1)$$

$$\eta_{\text{НШ10}} = -0,0178 T_{\text{НШ10}}^2 + 0,0565 T_{\text{НШ10}} + 0,9129, \quad (2)$$

де $\eta_{\text{НШ10}}$ – об'ємний ККД дії насоса НШ10; $\delta_{\text{НШ10}}$ – загальний зазор у спряженнях „корпус- головки зубців шестерень”, „підшипник – торці зубців шестерень”, „корпус – підшипник”, „підшипник – вал шестер-

ні”, мм; $T_{НШ10}$ – наробіток машини з початку експлуатації насоса, мото-годин.

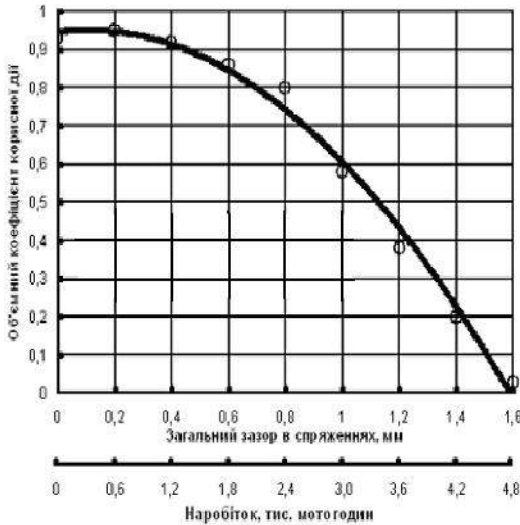


Рис. 1. Залежність об’ємного ККД (η) насоса НШ10 від загального зазору (δ_3) в спраженнях „корпус-головки зубців шестерень”, „підшипник - торці зубців шестерень”, „підшипник – вал шестерні”, „корпус-підшипник” та наробітку комбайна: $\Delta P = 10$ МПа – перепад тиску робочої рідини в спраженнях

З шестеренними насосами типу НШ32У проведено аналогічні експериментальні дослідження і отримано такі результати: загальний зазор у двох спраженнях „корпус-головки зубців шестерень” змінюється від 0,171 мм до 0,724 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 48 см³/с до 360 см³/с; загальний зазор у чотирьох спраженнях „втулка – торець зубців шестерні” змінюється від 1,131 мм до 0,554 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 26 см³/с до 320 см³/с; загальний зазор у чотирьох спраженнях „корпус – втулка” змінюється від 0,05 мм до 0,175 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 12 см³/с до 260 см³/с; загальний зазор у чотирьох спраженнях „втулка – вал шестерні” змінюється від 0,053 мм до 0,172 мм, що спричинює втрату робочої рідини від 14 см³/с до 340 см³/с. Провівши регресивний аналіз експериментальних даних, які характеризують залежність об’ємного ККД насоса НШ32У від загального зазору в розглянутих спраженнях та наробітку машин, отримано наступні рівняння регресії:

$$\eta_{НШ32У} = 0,84 \delta_{НШ32У}^2 - 2,07 \delta_{НШ32У} + 1,35, \quad (3)$$

$$\eta_{НШ32У} = 0,84 T_{НШ32У} - 2,07 T_{НШ32У} + 1,35 \quad (4)$$

На основі проведеного аналізу конструкції аксіально – поршневого насосів і гідромоторів встановлено, що втрата потужності гідропривода ходової системи комбайна, в основному, відбувається по причині збільшення втрат (перетікання робочої рідини через зазори) в таких спряженнях деталей в разі зношення їх поверхонь: „втулка блока циліндрів – плунжер”; „дно приставне – розподільник”; „п’ята (башмак) плунжера – диск опорний (шайба похила)”. Втрату потужності гідропривода по причині збільшення втрат робочої рідини в зазначених спряженнях деталей, на основі теоретичних положень заводського гідропривода з урахуванням особливостей конструкції і параметрів зношення поверхонь деталей, визначали за формулою:

$$\Delta N = 2 \left\{ \frac{P_H}{1000 \cdot \eta_{Г.М}} \cdot \left[\pi d_{II} \left(\frac{\Delta P_{II} \cdot \delta_{II}^3}{12 \cdot \mu \cdot L_{II}} + \frac{v_{II} \cdot \delta_{II}}{2} \right) \cdot Z \cdot \varepsilon + \left(\frac{\Delta P_P \cdot \delta_P^3}{12 \cdot \mu \cdot L_P} + \frac{v_P \cdot \delta_P}{2} \right) \cdot Z \cdot H + \left(\frac{\pi \cdot \Delta P_D \cdot \delta_D \cdot g}{6 \cdot \gamma \cdot V \cdot \ln R / R_0} + \frac{v_D \cdot \delta_D}{2} \right) \cdot Z \right] \right\}, \quad (5)$$

де ΔN – загальна втрата потужності в насосі та гідромоторі, кВт; P_H – номінальне значення тиску робочої рідини в системі високого тиску гідропривода, Па; $\eta_{Г.М}$ – гідромеханічний ККД насоса та гідромотора; d_{II} – діаметр плунжера, м; ΔP_{II} ΔP_P ΔP_D – перепад тиску робочої рідини відповідно в спряженнях "втулка – плунжер", "дно приставне – розподільник", "п’ята плунжера – диск опорний", Па; μ – коефіцієнт динамічної в’язкості, пз; δ_{II} δ_P δ_D – зазор відповідно в спряженнях "втулка-плунжер", "дно приставне-розподільник", "п’ята плунжера-диск опорний", м; L_{II} L_P – довжина щілини (зазору) в напрямку перетікання робочої рідини, м; Z – кількість деталей (плунжерів, п’ят, ущільнювальних поверхонь між вікнами приставного дна); ε – ексцентриситет; H – ширина щілини в напрямку, перпендикулярному до перетікання робочої рідини, м; g – прискорення вільного падіння, м/с²; γ – коефіцієнт кінематичної в’язкості робочої рідини, м²/с; V – об’ємна вага, кг/м³; R – радіус зовнішньої поверхні п’яти, м; R_0 – радіус внутрішньої поверхні п’яти, м, v_P v_D v_{II} – швидкості переміщення відповідно дна приставного, п’яти плунжера, плунжера, м/с.

Таким чином, вираз (5) дав можливість оцінити втрату потужності гідропривода ходової системи комбайнів у разі зміни основних параметрів гідроагрегатів і режимів їх функціонування.

За результатами проведених досліджень побудована залежність

втрат потужності гідропривода ходової системи ГСТ 112 від загального (сумарного) зазору в спряженнях „втулка – плунжер”, „дно приставне – розподільник”, „п’ята плунжера – диск опорний” на номінальних частотних та навантажувальних режимах функціонування (рис. 2).

Проведені дослідження дали можливість обґрунтувати перелік та встановити нормативні (номінальні, допустимі, граничні) значення діагностичних параметрів, якими користуються при визначенні фактичного технічного стану гідроагрегатів, а також прогнозуванні терміну їх подальшої експлуатації. Комплекс взаємоузгоджених правил, способів і засобів для діагностування гідроприводів сільськогосподарської техніки представлено у відповідному нормативному документі [8]. Дослідно-виробничі випробування розробки засвідчили позитивний вплив технічного діагностування гідроприводів на підвищення надійності техніки і зменшення витрат на технічне обслуговування і ремонт гідроагрегатів.

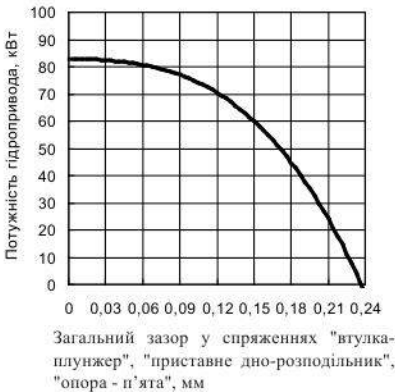


Рис. 2. Залежність втрат потужності гідропривода ходової системи ГСТ 112 від загального зазору в спряженнях "втулка-плунжер", "дно приставне - розподільник", "п'ята плунжера - диск опорний": $P_H = 26,5$ МПа – номінальний тиск робочої рідини в системі високого тиску; $n_H = 33,3$ с⁻¹ – частота обертання приводного вала насоса; $\phi_{МАКС} = 0,31$ рад (18°) – кут нахилу диска аксіально-поршневого насоса

Висновки. Реалізація розроблених технологій та засобів діагностування гідроприводів сільськогосподарської техніки забезпечує своєчасне інформування споживачів про можливість настання відмов та прогнозування терміну подальшої експлуатації гідроагрегатів, що дає можливість отримати такі техніко-економічні результати: трудомісткість пошуку та усунення відмов зменшується в середньому на 89 %; вартість діагностування зменшується на 95 % при достовірності діагнозу не менше 85 % і повноті діагностування більше 75 %; майже в два рази скорочуються простой техніки по причині пошуку та усунен-

ня відмов, що забезпечує підвищення технічної готовності техніки до 20 %; економічна ефективність від реалізації одного комплексу засобів з технології при діагностування 145 одиниць техніки становить 112,5 тис. грн. на рік.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Семейкин В.* Качество и комплектность техники, поставляемой АПК [Семейкин В., Терешков А., Мельников И.] // Сельский механизатор. – 1998, - №7. – С. 23-25, - № 8. – С 24-25.
2. *Войтюк Д.Г.* Характеристика парку зернозбиральних комбайнів господарств України [Войтюк Д.Г., Демко А.А., Демко С.А.]// Пропозиція. – 2005, - № 6. – С.83-88.
3. *Рубльов В.І.* Технічний сервіс – продукція діяльності в системі управління якістю сільськогосподарської техніки [Рубльов В.І., Войтюк В.Д.]// Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2005. - Вип. 80. – С.178-183.
4. *Войтюк Д.Г.* Технічний сервіс – як засіб розв’язання проблеми надійності сільськогосподарської техніки [Войтюк Д.Г., Демко А.А., Демко С.А.]// Техніка АПК. – 2004, - № 6-7. – С.37-38.
5. *Кулешков Ю.В.* Аналіз математичних моделей втрат робочої рідини через радіальний зазор шестеренного насоса типу НШ [Кулешков Ю.В., Матвієнко О.О.]// Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград, 2006. - Вип. 17, – С.205-207.
6. *Мельянцов П.Т.* Визначення впливу технічного стану п’яти плунжера качаючого вузла ГСТ-90 на його роботоздатність / Мельянцов П.Т., Калганов Є.В.//Науковий вісник НУБіП України: Серія «Техніка і енергетика АПК». -2010. – Вип. 144.- Ч. 3., С. 390-398.
7. *Башта Т.М.* Объемные гидравлические приводы [Башта Т.М., Зайченко И.З., Єрмаков В.В. и др.] – М.: Машиностроение, 1969. – 628 с.
8. *СОУ 29.3-37 – 438:2006.* Техніка сільськогосподарська. Діагностичне забезпечення гідравлічних приводів. Загальні технічні вимоги. Чинне від 2007.01.01. К.: Мінагрополітики України, 2006. – 46 с.

ВАЖНЕЙШЕЕ ЗВЕНО В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИКИ

Представлено закономірності змінення параметрів технічного стану гідроагрегатів і їх вплив на діагностичні параметри. Встановлено динаміку змінення діагностичних параметрів від наработки техніки і на їх основі визначені нормативні значення, що послужило базою для визначення остаточного ресурсу гідроагрегатів і прогнозування можливості строку їх подальшої експлуатації.

Ключевые слова: *технічна діагностика, об'ємний гідропривод, сільськогосподарська техніка, гідронасоси, гідромотори, надійність гідроагрегатів.*

TECHNICAL DIAGNOSIS OF HYDRAULIC DRIVES – A MAJOR LINK IN SYSTEM OF MANAGEMENT OF MACHINERY RELIABILITY

Given are equations describing the parametric variation of operating conditions of hydraulic units and their influence upon diagnostic variables. Determined is dynamics of the diagnostic variables depending on the variation of machinery operating time, and on this basis their normative values are calculated that give occasion to the evaluation of the residual life of hydraulic units and forecasting their possible further operation life.

Key words: *technical diagnosis, fluid power drive, agricultural machinery, hydraulic pumps, hydraulic motors, reliability of*

УДК 631.3:620.172

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НОЖІВ СЕГМЕНТНИХ

С.С.Карабиньош, канд. техн. наук

НУБіП України;

В.М. Кучерявий, ст. наук. співр.

ННЦ „ІМЕСГ”;

Ю.В. Шугайло, студент

НУБіП України

В статті приведено обґрунтування параметрів технічного стану ножів сегментних з визначенням статистичних характеристик розподілу зносу робочих поверхонь та розроблення рекомендацій щодо технології їх усунення.

© С.С.Карабиньош, В.М.Кучерявий, Ю.В. Шугайло.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 95. 2011.