

УДК 631.372: 617-07

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ**

**Паламарчук І.П**

*Вінницький національний аграрний університет*

**Яременко В.В**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Приведен перечень и диапазон измерений диагностических параметров гидравлических приводов комбайнов. Рассмотрено конструктивные параметры расходомеров и определены их технические характеристики*

*The list and range of measurements of diagnostic parameters of hydraulic drives of combines is resulted. It is considered design data of flowmeters and their characteristics are determined*

### **Проблема**

Технічне діагностування гідравлічних приводів комбайнів (зернозбиральних, кормозбиральних, бурякозбиральних) пов'язане з виконанням таких функцій: пошук та усунення несправностей; визначення параметрів технічного стану гідроагрегатів; встановлення залишкового ресурсу агрегатів та прогнозування тривалості подальшої їх експлуатації; проведення контрольних та регулювальних операцій. Оцінка цих функціональних показників працездатності гідравлічних приводів у цілому та їх складових агрегатів проводиться за результатами визначення значень діагностичних параметрів. На підставі проведених досліджень [1] обґрунтовано такі діагностичні параметри, які характеризують технічний стан агрегатів гідравлічних приводів комбайнів: об'ємна подача(витрата) робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 212 л/хв при номінальних значеннях тиску від 1 МПа до 22 МПа; швидкість обертання рульового колеса в діапазоні від 1 об/хв до 100 об/хв; швидкість переміщення робочих органів гідрофікованих механізмів у діапазоні від 1 мм/с до 250 мм/с; тиск робочої рідини в діапазоні від 0 до 40 МПа; вакуум в діапазоні від 0,02 МПа до 0,04 МПа; температура робочої рідини в діапазоні від 10 °С до 100 °С; втрати робочої рідини в спряженнях гідроагрегатів у діапазоні від 1 см<sup>3</sup>/с до 20 см<sup>3</sup>/с. Для вимірювання вказаних діагностичних параметрів проведено дослідження по розробці та виготовленню відповідних діагностичних засобів.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Тривалість простоїв комбайнів на проведення робіт по технічному обслуговуванню та усуненню несправностей досягає 0,5-0,6 годин на кожну годину чистої роботи комбайна [2]. 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 [3]. Надійність роботи комбайнів у значній мірі залежить від рівня технічного сервісу [4]. 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.

### Мета дослідження

Обґрунтувати засоби діагностування гідравлічних приводів комбайнів, які забезпечили б у 2-3 рази скорочення трудомісткості виконання робіт з пошуку та усуненню несправностей.

### Результати досліджень

Сучасні імпортовані комбайни обладнані вмонтованими електронними (комп'ютеризованими) засобами діагностування, які забезпечують оператора (комбайнера) інформацією, в основному, про загальний технічний стан гідроприводу, а для локального (поелементного) діагностування використовуються переносні засоби (гідротестери). Більшість комбайнів, які експлуатуються в Україні ("Нива", "Колос", "Дон-1500", "Славутич", "КСКУ-6АС", "РКМ-6", "МКК-6-02", "КС-6Б-02", "Полісся-250", "Марал-125" та інші), не обладнані вмонтованими засобами діагностування, а тому для діагностування їх гідроприводів доцільно використовувати переносні технічні засоби діагностування. При цьому слід враховувати те, що кожна модель комбайна обладнана декількома гідроприводами (основний, рульового керування, ходової системи), які мають особливості щодо будови та компоновальних схем розміщення гідроагрегатів, а також нормативних значень діагностичних параметрів. З врахуванням таких особливостей гідравлічних приводів комбайнів доцільним є виготовлення двох комплектів засобів: для діагностування гідроагрегатів основного гідроприводу та гідроприводу рульового керування; другий комплект засобів для діагностування гідравлічних приводів ходової системи.

Основними складовими цих комплектів є витратоміри робочої рідини. Для вимірювання витрати робочої рідини при діагностуванні гідроагрегатів основного гідроприводу та рульового керування розроблено витратомір постійного перепаду тиску, схема якого наведена на рис. 1.

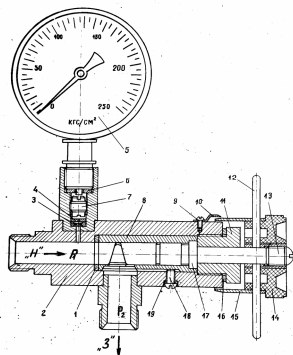


Рис. 1. Витратомір постійного перепаду тиску.

1, 6, 16, 19-прокладки; 2-корпус; 3, 4-шайба і пластина демпфера; 5-манометр; 7-гвинт-демпер; 8-втулка; 9, 13, 18-гвинт; 10-стрілка; 11-гайка; 12-стержень; 14-рукоятка; 15-лімб; 17-плунжер.

Вимірювальним перетворювачем цього витратоміра є втулка 8 з щілиною та плунжер 17, який має осьовий отвір і на зовнішній поверхні фігурну відсічну кромку. При повертанні плунжера, його фігурна відсічна кромка змінює площу щілини, через яку перетікає робоча рідина. Об'ємна витрата робочої рідини через щілину характеризується виразом [5]:

$$Q_0 = \mu \cdot F \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_1 - P_2)}{\rho}},$$

(1)

де  $Q_0$  - об'ємна витрата (подача) робочої рідини через щілину, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  - коефіцієнт витрати для даного типу перетворювача;

$F$  - площа щілини, через яку перетікає робоча рідина, м<sup>2</sup>;  
 $P_1$  - тиск робочої рідини на вході у витратомір, Па;  
 $P_2$  - тиск робочої рідини на виході з витратоміра, Па;  
 $\rho$  - щільність робочої рідини, кг/м<sup>3</sup>.

Для гідравлічних приводів основних механізмів та рульового керування комбайнів номінальним значенням тиску робочої рідини при їх функціонуванні прийнято 10 МПа. Тому для розробленого витратоміра різниця значень тисків у нагнітальній магістралі “Н” та зливній “З” ( $P_1 - P_2$ ) прийнято постійною в 10 МПа. Робочі рідини, які використовуються в гідравлічних приводах комбайнів, мають щільність у діапазоні від 850 кг/м<sup>3</sup> до 905 кг/м<sup>3</sup> і кінематичну в’язкість (при температурі 100 °С) від 8 сСт до 11 сСт. Контроль тиску робочої рідини в нагнітальній магістралі ( $P_1$ ) проводиться манометром 5 класу 2,5 з верхньою межею вимірювання 250 кгс/см<sup>2</sup>. В зливній магістралі тиск ( $P_2$ ) не контролюється, оскільки забезпечується її вільний злив у бак (тиск у зливній магістралі не повинен перевищувати 0,5 МПа). В’язкість робочої рідини змінюється при зміні її температури, а тому вимірювання витрати слід проводити при значенні температури від 45 °С до 55 °С. З урахуванням таких вимог розроблена конструкція витратоміра, яка забезпечує вимірювання витрати робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 90 л/хв, з відносною похибкою не більше 5 %. На рис. 2 представлено тарувальну характеристику витратоміра постійного перепаду тиску ( $Q'$ ), яка характеризує залежність витрати робочої рідини від кута повороту плунжера при постійному значенні перепаду тиску ( $P_1 - P_2$ ) – 10 МПа і температурі (45-55 °С). Повертання плунжера здійснюється за допомогою рукоятки 14, яка жорстко з ним з’єднана стержнем 12. Разом з рукояткою повертається лімба 15, який має шкалу протаровану в л/хв, що відповідає відповідним значенням кута повороту плунжера. Точність вимірювання витрати робочої рідини складає 5 л/хв.



**Рис. 2. Тарувальна характеристика витратоміра постійного перепаду тиску**

Для під'єднання витратоміра до об'єктів діагностування розроблено відповідні комутатор потоків робочої рідини та перехідники. Нагнітальна магістраль витратоміра за допомогою трубопроводів з'єднується з нагнітальною магістраллю гідроагрегату, а зливна магістраль витратоміра з'єднується з баком комбайна. Перед під'єднанням витратоміра до гідроагрегату, його рукоятку 14 слід обов'язково повернути в крайнє положення проти стрілки годинника.

Для вимірювання витрати рідини, при прогрійтій робочій рідині (45-55 °С) і регламентованій частоті обертання приводного вала витратоміра повертають за ходом стрілки годинника до досягнення тиску робочої рідини 10 МПа (100кгс/см<sup>2</sup>), за показаннями манометра 5 і за шкалою лімба визначають значення витрати. Крім вимірювання витрати даний прилад використовується для створення потрібного тиску робочої рідини в гідроприводі, при визначенні таких діагностичних параметрів як: тиск спрацювання запобіжних, переливних та інших клапанів; внутрішні та зовнішні втрати робочої рідини. Визначення фактичної витрати робочої рідини даним витратоміром, при значеннях тиску ( $P_1$ - $P_2$ ) інших ніж 10 МПа (100кгс/см<sup>2</sup>), проводиться на підставі розрахунку за формулою:

$$Q_{\phi} = Q_{III} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{(P'_1 - P'_2)} \quad (2)$$

де  $Q_{\phi}$  - фактичне значення витрати робочої рідини, яка перетікає через витратомір, л/хв;  
 $Q_{III}$  - значення витрати робочої рідини зафіксоване за шкалою витратоміра, л/хв;  
 $P'_1$  - фактичне значення тиску рідини за показаннями манометра витратоміра, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $P'_2$  - тиск робочої рідини в зливній магістралі витратоміра (допускається не контролювати, якщо він не перевищує 5 кгс/см<sup>2</sup>).

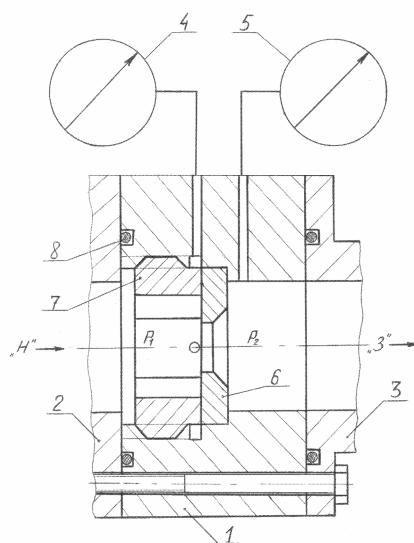


Рис. 3. Витратомір змінного перепаду тиску

Враховуючи особливість гідравлічного приводу ходової системи, яка заключається в його роботі з замкнутою циркуляцією робочої рідини, а також потребою у вимірюванні, крім витрат робочої рідини в діапазоні від 5 л/хв до 212 л/хв, високого тиску від 10 МПа до 40 МПа, низького тиску в системі керування та дренажу від 0,2 МПа до 2,0 МПа та вакууму від 0,02 МПа до 0,04 МПа, доцільним є розробка окремого комплекту засобів для його діагностування. Комплект має складатись з витратоміра, манометрів високого та низького тиску, вакуумметра, перехідників та трубопроводів для під'єднання приладів до гідроагрегатів. Витратомір може використовуватись змінного перепаду тиску, схема якого представлена на рис. 3.

В корпусі 1 за допомогою гайки 7 кріпиться діафрагма з отвором відповідного

діаметра. Тиск в нагнітальній магістралі  $P_1$  вимірюється манометром 4, а тиск у зливній магістралі  $P_2$  вимірюється манометром 5. Під'єднується витратомір до насоса 2 за допомогою подовжених болтів разом з трубопроводом високого тиску 3, який попередньо від'єднується від насоса 2. Для витратомірів змінного перепаду тиску характерним є те, що площа отвору діафрагми є постійною, а показником витрати робочої рідини, яка перетікає через отвір діафрагми, є значення перепаду тиску робочої рідини ( $P_1 - P_2$ ). В результаті проведених досліджень обґрунтовано конструктивні параметри витратоміра, виготовлено та проведено його тарування.

На рис. 4 представлено тарувальну характеристику ( $\Delta P$ ) витратоміра змінного перепаду тиску, яка характеризує залежність перепаду тиску  $\Delta P$  ( $P_1 - P_2$ ) від кількості робочої рідини  $Q''$ , яка перетікає через отвір діафрагми (діаметр отвору 5,5 мм, температура робочої рідини від  $45^\circ\text{C}$  до  $55^\circ\text{C}$ , в'язкість робочої рідини від 8 сСт до 11 сСт при температурі  $100^\circ\text{C}$ ).



**Рис. 4. Тарувальна характеристика витратоміра змінного перепаду тиску**

За результатами експериментальних досліджень розроблених конструкцій витратомірів встановлено значення коефіцієнтів витрати ( $\mu$ ): для витратоміра постійного перепаду тиску  $\mu_1=0,52$ ; для витратоміра змінного перепаду тиску  $\mu_3=0,66$ .

Вимірювання таких діагностичних параметрів, як: частота обертання рульового колеса, швидкість переміщення робочих органів гідрофікованих механізмів, температура робочої рідини, втрати, тиск та вакуум проводиться стандартизованими засобами при відповідних технологічних режимах. Послідовність виконання операцій та режими діагностування гідравлічних приводів конкретних комбайнів представлено у відповідних технологіях, які розроблено в ННЦ "ІМЕСГ". Лабораторно-виробничими випробуваннями розроблених засобів та технологій діагностування встановлено, що їх реалізація забезпечує в 2-3 рази скорочення трудомісткості виконання робіт з пошуку та усунення несправностей гідравлічних приводів комбайнів.

### **Висновки**

1. Для діагностування основного гідроприводу та гідравлічного приводу рульового керування комбайнів доцільно використовувати комплект засобів, основним елементом якого є витратомір постійного перепаду тиску з такими технічними параметрами: діапазон вимірювання витрати робочої рідини від 5 л/хв до 90 л/хв; відносна похибка вимірювання витрати становить 5%; вимірювання тиску робочої рідини проводиться в діапазоні від 0 до 25 МПа; точність вимірювання витрати робочої рідини 5 л/хв.

2. Комплект засобів для діагностування гідроприводів ходових систем сформовано на базі витратоміра змінного перепаду тиску має такі характеристики: діапазон вимірювання витрати робочої рідини від 5 л/хв до 212 л/хв; відносна похибка вимірювання витрати становить 3%; вимірювання тиску робочої рідини проводиться в діапазоні від 0,2 МПа до 40 МПа; точність вимірювання витрати робочої рідини 5 л/хв, діапазон вимірювання вакууму від 0,02 МПа до 0,04 МПа.

3. Використання розроблених діагностичних засобів дозволяє в 2-3 рази скоротити трудомісткість виконання робіт з пошуку та усуненню несправностей гідравлічних приводів комбайнів.

### *Література*

- 1. Булгаков В.М., Яременко В.М., Яременко В.В. Діагностування гідравлічних приводів-важливий напрямок у підвищенні технічної готовності комбайнів та скороченні затрат на техсервіс. Сборник научных трудов Керченского морского технологического института. Механизация производственных процессов рыбного хозяйства промышленных и аграрных предприятий. 2003, -Вып. 5.- С.147-156.*
- 2. 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.*
- 3. Храпцов 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.*
- 4. 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.*
- 5. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. - 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. 1989. – 701с.*