



УДК 631.372:617-07

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ  
ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ***Калетнік Григорій Миколайович* д.е.н., професор, академік НААНУ  
Вінницький національний аграрний університет*Адамчук Валерій Васильович* д.т.н., професор, академік НААНУ

Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"

*Булгаков Володимир Михайлович* д.т.н., професор, академік НААНУ*Яременко Вадим Володимирович* к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Kaletnik G.**

Vinnitsa National Agrarian University

**Adamchuk V.**

National Scientific Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture"

**Bulgakov V.****Jaremenko V.**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Анотація:** досліджені та обґрунтовані основи вибору методів та засобів діагностування гідроприводів зернозбиральних комбайнів на етапах створення і реалізації системи технічного діагностування. Приведено техніко-економічні показники, які очікується отримати в разі реалізації системи технічного діагностування гідроприводів зернозбиральних комбайнів.

**Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, рульове управління, гідропривод, діагностування, алгоритм.

**Постановка проблеми**

Оптимальна тривалість збирання зернових культур, при якій втрати зерна колосових культур не повинні перевищувати 2,5% від вирощеного врожаю, складає 7–10 днів. Збільшення тривалості збирання може призвести до значних втрат, які досягають 20–30% від вирощеного врожаю. 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 зернозбирального комбайна. Значна частина тривалості простоїв пов'язана з усуненням несправностей саме гідравлічних приводів зернозбиральних комбайнів. Близько 24% відказів, від загальної кількості відказів по комбайну, припадає на гідравлічні приводи. Надійність роботи зернозбиральних комбайнів в значній мірі залежить від рівня технічного сервісу.

**Аналіз досліджень та публікацій**

Підвищенню надійності роботи гідравлічних приводів зернозбиральних комбайнів, а відповідно скороченню затрат на технічне обслуговування, сприяє своєчасне виявлення на ранніх стадіях розвитку та усунення несправностей. Вирішенню цих питань присвячені праці [1, 2]. Питанням сучасного стану технічної готовності зернозбиральних комбайнів в процесі збирання врожаю та місце технічного діагностування їх гідроприводів в загальній системі управління надійністю техніки присвячені роботи [7-9]. Однак розробці конкретних методів та технічних засобів діагностування гідравлічних приводів рульового керування зернозбиральних комбайнів та їх основного гідравлічного приводу ще недостатньо уваги приділяється в науковій та інженерній літературі.

**Мета дослідження**

Обґрунтувати нові методи та засоби діагностування гідроприводів зернозбиральних комбайнів під час їх технічного обслуговування.

**Результати дослідження і їх обговорення**

Розглянемо спочатку докладно основні положення, які торкаються діагностування гідравлічних приводів складних сільськогосподарських машин та комбайнів. Існуюче зараз у світі діагностування гідравлічних приводів проводиться (для конкретних типів гідравлічних приводів) в основному за такими видами:



- експрес-діагностування необхідно проводити за обмеженою кількістю діагностичних параметрів для визначення загального технічного стану гідравлічного привода;

- періодичне діагностування необхідно проводити через встановлені, для даного типу техніки інтервали часу (ТО2, ТО3, сезонне ТО), або за потребою для визначення технічного стану складових частин, залишкового ресурсу та потреби в ремонті об'єктів діагностування.

Розглянемо далі докладно проведення експрес-діагностування. Необхідно встановити об'єкт діагностування на рівному майданчику з твердим покриттям. На ( $n_{cp}$ ) рульове колесо повернути в крайню позицію і, притримуючи його, нагріти робочу рідину. Виконати шість поворотів керованих коліс з однієї крайньої позиції в іншу на ( $n_{ном}$ ) та заміряти зусилля (силу) яке прикладається до рульового колеса для його повертання.

Розглянемо спочатку гідравлічний привід рульового керування і визначимо основний перелік його несправностей (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік основних несправностей гідравлічних приводів рульового керування зернозбиральних комбайнів та способи їх усунення

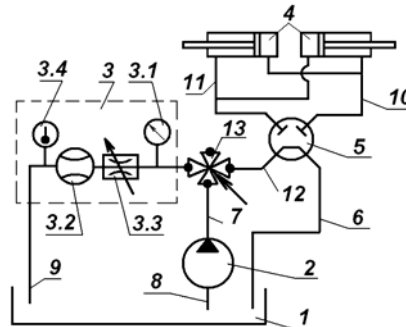
Несправність	Причина несправності	Спосіб усунення несправності
Зусилля на рульовому колесі при повороті машини, коли працює гідронасос, перевищує нормативне значення. Швидкість обертання рульового колеса менше граничного	Внутрішні втрати робочої рідини в гідронасосі, гідророзподільнику, гідроциліндрі, насос-дозаторі – перевищують граничні	Замінити гідронасос, гідророзподільник, гідроциліндр, насос-дозатор
	Порушення працездатності елементів механічного з'єднання приводу	Перевірити і при потребі виконати регулювальні роботи з'єднань. Замінити дефектні деталі
	Деформовані гідропроводи	Замінити гідропроводи
	Порушена працездатність клапанів	Розібрати агрегат, встановити дефект і усунути його
Порушена стійкість прямолінійного переміщення коліс	Зазори в елементах механізму привода коліс перевищують граничні	Провести регулювання або замінити деталі
	Порушення кріплення золотника гідророзподільника	Виконати затяжку золотника у відповідності з вимогами
	Порушено герметичність запірних клапанів або поршня гідроциліндра	Розібрати агрегат і усунути дефект
	Робоча рідина перенасичена повітрям	Перевірити кріплення елементів усмоктувальної гідромагістралі
Швидкість ковзання рульового колеса в крайніх позиціях перевищує граничну	Внутрішні втрати робочої рідини в насос-дозаторі перевищують граничні	Замінити насос-дозатор
Температура робочої рідини перевищує граничну	Золотник гідророзподільника не повертається в нейтральну позицію	Провести регулювання згідно вимог
	Деформовано гідропроводи	Замінити дефектні гідропроводи
	Недостатня кількість робочої рідини в баку	Перевірити рівень і в разі потреби долити

Зусилля для повертання рульового колеса не повинно перевищувати 30 Н при працюючому насосі живлення і 600 Н – при непрацюючому насосі живлення. Частота обертання рульового колеса має забезпечуватись гідравлічним приводом від  $1 \text{ c}^{-1}$  (60 об/хв) до  $1,6 \text{ c}^{-1}$  (100 об/хв) на частоті обертання колінчастого вала двигуна не більше 60% номінального значення. Заміряти люфт рульового колеса, встановивши керовані колеса в позицію, що відповідає прямолінійному переміщенню об'єкта, який не повинен перевищувати 15 градусів. Для гідравлічних приводів з насосами-дозаторами, визначити частоту обертання рульового колеса (швидкість сковзання) при крайній позиції керованих коліс, яка не повинна перевищувати  $0,05 \text{ c}^{-1}$  (3 об/хв). Повертання керованих коліс з однієї крайньої позиції в іншу, при працюючому насосі живлення, має відбуватись не більше ніж за шість обертів рульового колеса. Якщо значення заміряних параметрів відповідають зазначеним вимогам, то гідравлічний привод рульового керування справний і машина може експлуатуватись до наступного випробування (періодичність випробування встановлюється нормативними документами на конкретну машину), а якщо не відповідає то слід провести діагностування для пошуку несправності та визначення технічного стану його складових частин.



*Визначення технічного стану насоса.* Приєднати діагностичні засоби до об'єкта діагностування за схемою наведеною на рис. 1. Комутатор включити в позицію, при якій перекривається подача робочої рідини до рульових механізмів та насос-дозаторів, а весь потік спрямовується через діагностичний засіб до витратоміра. Встановити ( $n_{ном}$ ) та ( $P_{ном}$ ), заміряти подачу робочої рідини насосом і співставити її значення з нормативними наведеними в табл. 2.

*Визначення технічного стану рульових механізмів та насос-дозаторів.* Комутатор (рис. 1) включити в позицію при якій робоча рідина подається до рульових механізмів та насос-дозаторів і діагностичних засобів. Встановити ( $n_{ном}$ ), повернути рульове колесо в крайню позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування, створити ( $P_{ном}$ ) і заміряти витрату робочої рідини. Різниця значень подачі робочої рідини насосом та замірної витрати характеризує втрати робочої рідини в рульовому механізмі або насос-дозаторі. Співставити замірні значення втрат робочої рідини з нормативними значеннями наведеними в табл. 2.



**Рис. 1. Схема під'єднання засобів діагностування до гідравлічного привода рульового керування зернозбиральних комбайнів: 1 – гідробак; 2 – гідронасос; 3 – діагностичний засіб (3.1 – манометр; 3.2 – дросель; 3.3 – витратомір; 3.4 – термометр); 4 – гідроциліндри; 5 – насос-дозатор; 6,7,8,9,10,11,12 – гідропроводи; 13 – комутатор потоків**

*Визначення тиску спрацювання запобіжного клапана.* Комутатор (рис. 1) включити в позицію при якій робоча рідина паралельно подається до рульових механізмів та насос-дозаторів і діагностичних засобів. Встановити ( $n_{сп}$ ), повернути рульове колесо в крайнє положення і утримувати його в такій позиції на час випробування. Дроселем перекрити злив робочої рідини через діагностичний засіб в бак і заміряти тиск робочої рідини в нагнітальному гідроканалі. Максимальне значення тиску робочої рідини зафіксоване при випробуванні, характеризує тиск спрацювання запобіжного клапана. Співставити замірні значення тиску спрацювання запобіжного клапана з нормативними значеннями наведеними в табл. 2.

**Таблиця 2**

Перелік та нормативні значення діагностичних параметрів гідравлічних приводів рульового керування зернозбиральних комбайнів

Назва діагностичного параметра	Значення діагностичних параметрів за марками для тракторів і комбайнів		
	“Славутич”	“Дон-1500”	“Нива”, “Колос”
1. Зусилля на рульовому колесі при обертанні, Н:			
- номінальне	30	30	30
- граничне	40	40	40
2. Люфт рульового колеса, град:			
- номінальний	10	10	10
- граничний	15	15	15
3. Швидкість (частота) обертання рульового колеса, с <sup>-1</sup> :			
- номінальна	1,7	1,7	1,7
- допустима	1,3	1,3	1,3
- гранична	1,0	1,0	1,0
4. Швидкість (частота) сковзання рульового колеса, с <sup>-1</sup> :			
- номінальна	0,002	0,002	0,002
- допустима	0,004	0,004	0,004
- гранична	0,005	0,005	0,005



Продовження таблиці 2			
5. Подача робочої рідини насосом, л/хв			
- номінальна	29	21	18
- допустима	25	16	14
- гранична	19	12	10
6. Втрати робочої рідини в насос-дозаторі (рульовому механізмі), л/хв			
- номінальні	2	2	3
- допустимі	4	4	5
- граничні	6	6	7
7. Тиск робочої рідини для спрацювання запобіжного клапана, МПа	12,5	12,5	6,3

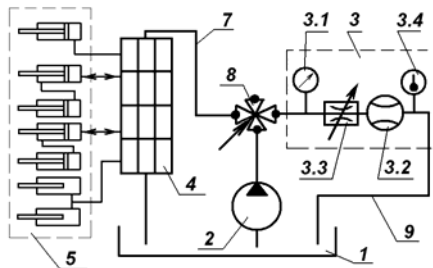
*Експрес-діагностування.* Нагріти робочу рідину і перевірити функціонування всіх споживачів гідравлічної енергії. Включення та виключення має відбуватися чітко, а спарені виконавчі елементи (гідроциліндри) повинні працювати синхронно. Переміщення вихідних ланок (штоків, плунжерів) виконавчих механізмів має відбуватись плавно, без ривків, заїдань та вібрації.

Розглянемо далі основні несправності основного гідравлічного приводу, які наведені в табл. 3.

Для визначення загального технічного стану основного гідравлічного приводу комбайна необхідно виконати п'ять повних підіймань та опускань найбільш енергоємних пристроїв (жниварки, копачів та інших складових комбайна). Заміряти тривалість виконання цих операцій. Якщо тривалість підіймання перевищує 5 с, а опускання менше 2 с, то потрібно провести діагностування для визначення технічного стану складових частин основного гідравлічного приводу комбайна. Транспортну усадку штоків (плунжерів) гідроциліндрів вказаних пристроїв визначити за алгоритмом наведеним раніше. Якщо значення транспортної усадки штоків гідроциліндрів більше 50 мм за 180 с (3 хв) то потрібно визначити технічний стан складових частин основного гідравлічного приводу.

Проведення періодичного діагностування передбачає наступне.

*Визначення технічного стану насоса.* Діагностичні засоби до об'єкта діагностування приєднати за схемою наведеною на рис. 2. Комутатор включити в позицію, при якій перекривається подача робочої рідини від насоса до розподільників, а весь потік направляється до діагностичного засобу та витратоміра.



**Рис. 2.** Схема під'єднання засобів діагностування до основного гідравлічного приводу зернозбирального комбайнів, для визначення технічного стану його складових частин: 1 – гідробак; 2 – гідронасос; 3 – діагностичний засіб (3.1 – манометр; 3.2 – дросель; 3.3 – витратомір; 3.4 – термометр); 4 – гідророзподільник; 5 – гідроциліндри; 6, 7, 9 – гідропроводи; 8 – комутатор потоків

**Таблиця 3**

Перелік основних несправностей основного гідравлічного приводу зернозбиральних комбайнів та способи їх усунення

Несправність	Причина несправності	Спосіб усунення несправності
Тривалість виконання найбільш енергоємної операції перевищує граничну	Недостатня кількість робочої рідини	Перевірити рівень і в разі потреби долити
	Порушена працездатність запобіжного або переливного клапана	Розібрати клапан, промити і відрегулювати на потрібний тиск
	В робочу рідину потрапляє повітря	Перевірити кріплення з'єднань усмоктувальної гідромагістралі
	Забруднено фільтр	Очистити або замінити фільтр
	Несправність привода гідронасоса	Перевірити механізм привода насоса і усунути дефект
	Внутрішні втрати робочої рідини в гідронасосу, гідророзподільнику гідроциліндри та клапанах перевищують граничні	Замінити гідронасос, гідророзподільник, гідроциліндр



Продовження таблиці 3		
	Деформовані гідропроводи	Замінити гідропроводи
Тривалість виконання технологічної операції менше граничного	Дросельний клапан не відповідає вимогам	Замінити дросель
	Втрати робочої рідини в гідроциліндрі	Замінити гідроциліндр
Робоча рідина нагрівається до температури вище граничної	Недостатня кількість робочої рідини в баку	Перевірити рівень робочої рідини і в разі потреби долити
	Забруднений фільтр	Очистити або замінити фільтр
	Гідроклапан підтримує підвищений тиск	Очистити та відрегулювати клапан. Замінити клапан
	Золотник гідро розподільника не повертається в нейтральне положення	Відрегулювати тяги керування золотником. Очистити від забруднення спряження корпус-золотник розподільника. Замінити секцію розподільника
Порушено функціонування механізмів	Деформовано гідропроводи	Замінити гідропроводи
	Порушено вимоги щодо монтажу деталей та агрегатів	Провести монтаж згідно вимог
	Запірні пристрої не пропускають робочу рідину	Замінити запірні пристрої
Гідроциліндри працюють не синхронно	Перенасичена повітрям робоча рідина	Перевірити кріплення з'єднань гідропроводів
	Повітря в порожнинах гідроциліндрів	Виконати прокачку гідроциліндрів до повного видалення повітря
	Внутрішня негерметичність гідроциліндра	Замінити гідроциліндр
	Несправність дроселей	Очистити отвори дроселів, і в разі потреби замінити
Всі споживачі від гідро розподільників з електрогідравлічним керуванням не працюють, а всі споживачі від розподільників з мускульним керуванням працюють	Відсутня напруга на електромагніті	Перевірити електропроводку
	Згорів запобіжник	Замінити запобіжник
	Заклинило осердя електромагніту	Усунути дефект. Замінити електромагніт
	Обрив витків котушки гідроклапана	Замінити котушку
	Не перекривається голкою отвір в сидлі гідроклапана	Розібрати клапан і усунути дефект
Не працює один із споживачів розподільника з електрогідравлічним керуванням	Напруга одночасно подається на дві електрокотушки	Замінити блок діодів
	Напруга не поступає на котушку електромагніта приводу золотника	Перевірити електропроводку і усунути дефект
	Заклинило осердя електромагніту золотника	Замінити електромагніт
	Заклинило золотник в корпусі розподільника	Розібрати розподільник і усунути несправність
	Забруднено отвір дроселя	Очистити дросель
	Несправні запірні клапани розподільника	Розібрати розподільник і усунути несправність

Встановити ( $n_{ном}$ ) та ( $P_{ном}$ ), заміряти витратоміром подачу робочої рідини насосом, співставити її з нормативними значеннями наведеними в табл. 4.

**Таблиця 4**

Перелік та нормативні значення діагностичних параметрів основного гідравлічного привода зернозбиральних комбайнів

Назва діагностичного параметра	Значення діагностичних параметрів за марками комбайнів		
	“Славутич”	“Дон-1500”	“Нива”, “Колос”
1. Тривалість виконання найбільш енергоємної технологічної операції, с			
- номінальна	3	3	3
- допустима	4	4	4
- гранична	6	6	6
2. Подача робочої рідини насосом, л/хв			
- номінальна	59	56	48
- допустима	44	42	36
- гранична	37	34	26





Продовження таблиці 4

3. Втрати робочої рідини в гідророзподільниках, л/хв			
- номінальні	3	3	3
- допустимі	6	6	6
- граничні	8	8	8
4. Тиск робочої рідини для спрацювання запобіжного клапана, МПа	12,5	12,5	6,7

Визначення технічного стану розподільників. Комутатор (Рис. 2) включити в позицію, при якій робоча рідина від насоса подається паралельно до розподільника і діагностичного засобу. Включити один із золотників розподільника в робочу позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування. Встановити ( $n_{ном}$ ) та ( $P_{ном}$ ), заміряти витратоміром подачу робочої рідини. Різниця значень подачі робочої рідини насосом і замірним значенням витрати характеризує загальні втрати робочої рідини в розподільниках та інших складових частинах основного гідравлічного привода комбайна. Співставити замірні значення втрат робочої рідини з нормативними значеннями наведеними в табл. 4.

Для визначення тиску спрацювання запобіжного клапана комутатор (Рис. 2) включити в позицію, при якій робоча рідина може надходити паралельно до розподільника (запобіжного клапана) і діагностичного засобу. Включити один із золотників розподільника в робочу позицію і утримувати його в такій позиції на час випробування, на ( $n_{ср}$ ) дроселем перекрити злив робочої рідини через діагностичний засіб в бак і заміряти тиск робочої рідини. Максимальне значення тиску робочої рідини зафіксоване при випробуванні, характеризує тиск спрацювання запобіжного клапана. Співставити замірні значення тиску спрацювання запобіжного клапана з нормативними значеннями наведеними в табл. 4.

Перейдемо далі до діагностування гідравлічного привода ходової системи зернозбирального комбайна. Перелік основних несправностей наведений в табл. 5.

Таблиця 5

Перелік основних несправностей гідравлічного привода ходової системи зернозбирального комбайна та способи їх усунення

Несправність	Причина несправності	Спосіб усунення несправності
Гідропривід не працює ні в одному напрямку	Недостатня кількість робочої рідини в баку	Перевірити рівень і в разі потреби долити
	Робоча рідина перенасичена повітрям	Перевірити кріплення з'єднань гідромагістралей
	Несправність механізму керування гідророзподільником	Відрегулювати механізм керування розподільником згідно вимог
	Вакуум в гідропроводі всмоктування більше граничного	Замінити фільтр
	Несправність привода гідронасоса	Усунути несправність
	Відсутня подача робочої рідини насосом	Очистити дросельні отвори розподільника. Перевірити механізм при-вода насоса підживлення. Пере-вирити роботу клапанів насоса піджив-лення. Перевірити роботу клапанів високого тиску. Замінити гідронасос підживлення. Замінити гідронасос високого тиску
Гідропривід працює лише в одному напрямку	Несправність гідромотора	Замінити гідромотор
	Зворотні клапани насоса підживлення не закриваються	Замінити зворотній клапан
	Несправний клапан високого тиску	Замінити клапан високого тиску
Не встановлюється нейтральна позиція гідропривода	Несправний механізм привода гідророзподільника	Відрегулювати механізм привода
	Несправний гідророзподільник	Перевірити роботу гідро-розподільника і в разі потреби замінити
	Несправність механізму привода гідророзподільника	Усунути несправність
Температура робочої рідини вище граничної	Порушені регулювання льюльки гідронасоса	Замінити гідронасос
	Недостатньо робочої рідини в баку	Перевірити рівень робочої рідини і в разі потреби долити
	Забруднений радіатор	Очистити радіатор
	Забруднений фільтр або гідропровод	Очистити фільтр і гідропровод



Продовження таблиці 5	
Несправність перепускного клапана радіатора	Очистити, і в разі потреби замінити клапан
Внутрішні втрати робочої рідини в насосі чи моторі перевищують граничні	Замінити гідронасос чи гідромотор

*Експрес діагностування.* Комбайн встановити на рівному майданчику з твердим покриттям. Встановити ( $n_{cp}$ ) і прогріти робочу рідину. Важіль керування коробкою зміни діапазонів встановити в позицію “Нейтральне”. Від’єднати механізм керування гідравлічним приводом від розподільника аксіально-поршневого насоса. Встановити ( $n_{ном}$ ), важіль керування розподільником гідравлічного приводу ходової системи, почергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад” та заміряти час (тривалість), протягом якого важіль повертається з робочих позицій в “Нейтральне”. Під’єднати важіль керування розподільником і на ( $n_{ном}$ ) перевірити функціонування механізму керування гідравлічним приводом. Важіль має плавно переміщуватись в усьому діапазоні і надійно фіксуватися фрикційним механізмом. Зусилля на переміщення важеля має знаходитись в діапазоні від 20 Н до 30 Н.

Почергово, важелем керування коробкою зміни діапазонів, включати передачі, а важелем керування гідравлічним приводом на ( $n_{cp}$ ) задавати комбайну відповідний напрямок руху. Напрямок руху, інтенсивність підвищення (набирання) швидкості комбайна має відповідати технічним вимогам на комбайн. Якщо включена будь-яка передача, а важіль керування встановлений в позицію “Нейтральне”, комбайн не повинен рухатись. Під час випробувань потрібно спостерігати за показаннями вакуумметра. Результати випробувань співставити з нормативними значеннями наведеними в табл. 5.

Періодичне діагностування передбачає наступне.

*Визначення тиску робочої рідини та вакууму в системі керування (підживлення).* Під’єднати діагностичні засоби до об’єкту діагностування за схемою наведеною на рис. 3. Важіль керування коробкою зміни діапазонів включити в позицію “Нейтральне”. Встановити ( $n_{ном}$ ), важіль керування розподільником гідравлічного приводу ходової системи, почергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску та вакууму за показаннями відповідних приладів і співставити їх з нормативними значеннями наведеними в табл. 6.

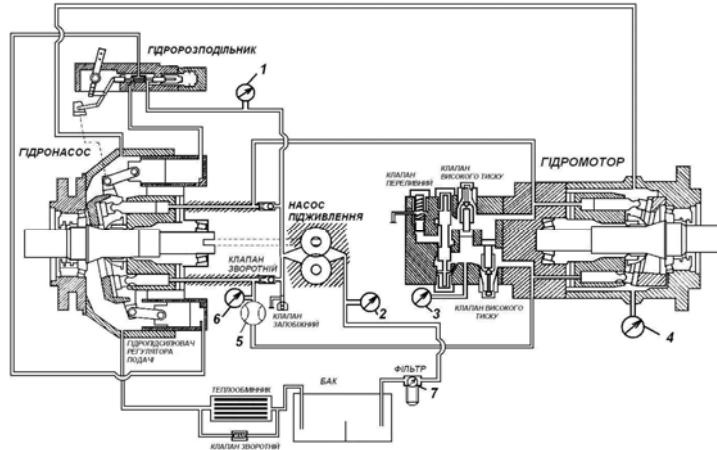
Якщо заміряні значення відповідають номінальним або допустимим значенням то система керування справна, а невідповідність може бути внаслідок таких несправностей: недостатня кількість робочої рідини в баку або вона не відповідає встановленим нормативним документам вимогам; забруднений фільтр або деформований усмоктувальний гідропровід; порушення у функціонуванні відповідних клапанів; порушення в механізмах привода аксіально-поршневого та підживлюючого насосів; порушення в функціонуванні розподільника (золотник не встановлюється в відповідні позиції); насос підживлення не працює.

*Визначення технічного стану запобіжних клапанів високого тиску.* Важелем керування коробкою зміни діапазонів включити одну з передач. Гальмівною системою зафіксувати комбайн від переміщення. Встановити ( $n_{cp}$ ), важіль керування гідравлічного приводу ходової системи, почергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску робочої рідини в системі керування та гідролініях високого тиску. Співставити результати випробувань з нормативними значеннями наведеними в табл. 6. Якщо заміряні значення відповідають номінальним або допустимим значенням то клапани і система високого тиску справні, а якщо не відповідають то потрібно перевірити технічний стан складових частин гідравлічного приводу: запобіжних клапанів високого тиску; шунтувального золотника та переливного клапана гідромотора; запірних клапанів; аксіально-поршневих насоса та гідромотора.

*Визначення технічного стану запобіжних клапанів високого тиску.* Важелем керування коробкою зміни діапазонів включити одну з передач. Гальмівною системою зафіксувати комбайн від переміщення. Встановити ( $n_{cp}$ ), важіль керування гідравлічного приводу ходової системи, почергово встановити в робочі позиції, що відповідають рухові комбайна “Вперед” і “Назад”, зафіксувати значення тиску робочої рідини в системі керування та гідролініях високого тиску. Співставити результати випробувань з нормативними значеннями наведеними в табл. 6. Якщо заміряні значення відповідають номінальним або допустимим значенням то клапани і система високого тиску справні, а якщо не відповідають то потрібно перевірити технічний стан складових частин гідравлічного приводу: запобіжних клапанів високого тиску; шунтувального золотника та переливного клапана гідромотора; запірних клапанів; аксіально-поршневих насоса та гідромотора.



Визначення технічного стану аксіально-поршневого насоса та гідромотора. Важіль керування коробкою зміни діапазонів включити в позицію “Нейтральне”. Встановити ( $n_{ном}$ ), важіль керування гідравлічного привода ходової системи перемістити в крайню позицію, що відповідає переміщенню комбайна “Вперед”, витратоміром заміряти подачу робочої рідини аксіально-поршневим насосом при ( $P_{ном} = 250 \text{ кгс/см}^2$ ). Співставити заміряну подачу з нормативним значенням для даного типу гідравлічного привода. Якщо значення подачі відповідає номінальному або допустимому значенню то насос справний і може працювати до наступного діагностування, а якщо відповідає граничним то насос потребує ремонту.



**Рис. 3.** Схема під'єднання засобів діагностування до гідравлічного привода ходової системи зернозбирального комбайна, для визначення технічного стану його складових частин: 1 – манометр для вимірювання тиску в системі керування; 2 – вакуумметр для контролю вакууму у всмоктувальній магістралі; 3 – манометр для вимірювання високого тиску; 4 – манометр для вимірювання тиску в дренажній системі; 5 – витратомір; 6 – манометр витратоміра; 7 – штатний вакуумметр

Якщо за результатами діагностування встановлено, що аксіально-поршневий насос і елементи системи керування та клапани високого тиску справні, а гідравлічний привід в цілому працює незадовільно то потрібно замінити несправний аксіально-поршневий гідромотор.

**Таблиця 6**

Перелік та нормативні значення діагностичних параметрів гідравлічних приводів ходової системи зернозбиральних комбайнів

Назва діагностичного параметра	Значення діагностичних параметрів за марками гідроприводів комбайнів	
	ГСТ-90	ГСТ-112
1. Тривалість повертання важеля керування розподільником з робочих позицій “Вперед” і “Назад” в позицію “Нейтральне”, с - номінальна - гранична	2 3	2 3
2. Тиск робочої рідини в системі керування, МПа	1,5	1,5
3. Максимальне значення вакууму в усмоктувальній магістралі насоса підживлення, МПа	0,0245	0,0245
4. Тиск робочої рідини для спрацювання запобіжного клапана високого тиску, МПа	35,8	36,3
5. Подача робочої рідини насосом підживлення на ( $n_{ном}$ ) і ( $P_{ном}$ ), л·хв <sup>-1</sup> : - номінальна - допустима - гранична	25 22 20	25 22 20
6. Подача робочої рідини аксіально-поршневим насосом на ( $n_{ном}$ ) і ( $P_{ном}$ ), л·хв <sup>-1</sup> : - номінальна - допустима - гранична	126 112 98	158 141 123
7. Максимальне значення тиску робочої рідини в системі дренажу, МПа	0,25	0,25



**Висновки**

1. Комплексне застосування взаємоузгоджених правил, методів та засобів в сукупності з оператором та об'єктом забезпечує майже в два-три рази зменшення трудомісткості і вартості діагностування гідроприводів зернозбиральних комбайнів.
2. В результаті оперативного пошуку та усунення відмов в гідроприводах на 0,09 підвищується коефіцієнт готовності зернозбиральних комбайнів в період виконання ними збиральних робіт.
3. Річний економічний ефект від реалізації системи технічного діагностування гідроприводів зернозбиральних комбайнів може складати в середньому 2,2-2,4 тис.грн. на одиницю.

**Список літератури**

1. Семейкин В., Теремиков В., Мельникова И. Качество и комплектность техники, поставяемой АПК // Сельский механизатор, 1998. – № 7. – С. 23-25; № 8. – С. 24-25.
2. Демко А.А., Демко С.А. Аналіз впливу технічного сервісу на роботоздатність зернозбиральних комбайнів // Пропозиція. – 2004, № 12. – с. 91-94; 2005. – № 1. – С. 108.
3. Моралевский А.В., Койда А.Н. Вопросы проектирования систем диагностирования. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 112 с. – (Б-ка по автоматике: Вып. 648).
4. Основы технической диагностики. В 2-х книгах. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы. Под ред. П.П. Пархоменко. М.: Энергия, 1976. – 464 с.
5. Яременко В.В. Обґрунтувати важливості діагностування гідравлічних приводів на шляху до підвищення технічної готовності комбайнів та скорочення затрат на техсервіс // Вісник ХНТУСГ, Вип. 75, том 1, 2008. – С. 375-381.
6. СОУ 29.3-37-438:2006. Техніка сільськогосподарська. Діагностичне забезпечення гідравлічних приводів. Загальні технічні вимоги // М.В. Молодик, В.М. Яременко, В.В. Яременко, – К.: Укростандартсертифікація, 2006. – 48 с.
7. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т.В. Алексеева, В.Д. Бабанская, Т.М. Башта и др.; Под общ. ред. Т.М. Башты. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
8. Демко А.А. Технічний сервіс – як засіб розв'язання проблеми надійності сільськогосподарської техніки // Демко А.А., Демко С.А. // Техніка АПК. – 2004, №6-7. – С. 37-38.
9. Булгаков В.М. Діагностування гідравлічних приводів – важливий напрямок в підвищенні технічної готовності комбайнів та скороченні затрат на техсервіс // Булгаков В.М., Яременко В.М., Яременко В.В. // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий: Сборник научных трудов Керченского морского технологического института. – Керчь: КМТИ, 2003. – Вып. 5. – С. 147-156.

**References**

1. Semeykin V., Teremikov V., Melnykova I. Yakist i komplektnist tekhniki, shcho postavlyayetsya APK // Silskyy mekhanizator, 1998. - № 7. - S. 23-25; № 8. - S. 24-25.
2. Demko A.A., Demko S.A. Analiz vplyvu tekhnichnoho servysa na robotozdatnist zernozbyralnyy kombayniv // Propozyttsiya. - 2004, № 12. - s. 91-94; 2005. - № 1. - S. 108.
3. Moralevskiy A.V., Koyda A.N. Pytannya proektuvannya system diahnostuvannya . - L .: Vyshcha shkola , Lenynhr . otd - nya, 1985. - 112 s. - ( B - ka po avtomatytsi : Vyp . 648 ) .
4. Osnovy tekhnichnoyi diahnostyky . U 2 - kh knykhakh . Kn . I. Modeli ob'yektiv , metody i alhorytmy . Pid red . P.P. Parkhomenko . M .: Enerhiya , 1976. - 464 s .
5. Yaremenko V.V. Obgruntuvaty vazhlyvosti diahnostuvannya hidravlichnykh privodiv na shlyakhu do pidvyshchennya tekhnichnoyi hotovnosti kombayniv ta skorochennya vytrat na tekhservis // Visnyk KHNTUS-H, Vyp. 75, tom 1, 2008. - S. 375-381.
6. SOU 29.3-37-438: 2006. Tekhnika silskohospodarska. Diahnostichne zabezpechennya hidravlichnykh privodiv. Zahalni tekhnichni vymohy // M.V. Molodyk, V.M. Yaremenko, V.V. Yaremenko, - K .: Ukrainostandart-sertifikatsiya, 2006. - 48 s.
7. Tekhnichna diahnostyka hidravlichnykh pryvodiv / T.V. Aleksyeyeva , V.D. Babanska , T.M. Bashta i in .; Za zah . red . T.M. Bashty. - M .: Mashynobuduvannya , 1989. - 264 s .
8. Demko A.A. Tekhnichnyy servis - yak zasib rozv'yazannya problemy nadiynosti silskohospodarskoyi tekhniki // Demko A.A., Demko S.A. // Tekhnika APK. - 2004, №6-7. - S. 37-38.
9. Bulhakov V.M. Diahnostuvannya hidravlichnykh privodiv - vazhlyvyy napryamok v pidvyshchenni tekhnichnoyi hotovnosti kombayniv ta skorochenni vytrat na tekhservis // Bulhakov V.M., Yaremenko V.M., Yaremenko V.V. // Mekhanizatsiya vyrobnychkykh protsesiv rybnoho hospodarstva, promyslovykh i ahrarnykh pidpryyemstv: Zbirnyk naukovykh prats Kerchenskoho morskoho tekhnolohichnoho instytutu. - Kerch: KMTI, 2003. - Vyp. 5. - S. 147-156.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ  
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

**Аннотация:** исследованы и обоснованы основы выбора методов и средств диагностирования гидроприводов зерноуборочных комбайнов на этапах создания и реализации системы технического диагностирования. Приведены технико-экономические показатели, ожидается получить в случае реализации



системы технического диагностирования гидроприводов зерноуборочных комбайнов.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, рулевое управления, гидропривод, диагностирования, алгоритм.

#### RESEARCH AND DEVELOPMENT METHODS OF DIAGNOSTICS HYDRAULIC ACTUATORS COMBINE HARVESTERS

**Summary:** the foundations and reasoned choice of methods and means of diagnosing hydraulic combine harvesters stages of system implementation and technical diagnostics. Powered technical and economic parameters that are anticipated in the case of technical diagnostics system hydraulic combine harvesters.

**Keywords:** combine harvester, steering management, hydraulic drive, diagnosis algorithm.