УДК 621.22
Аврунін Г. А., к.т.н., Пімонов І. Г., к.т.н.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДУ (ОГП)

Аннотация. *В данной статье приведен обзор современного оборудования для диагностирования ОГП, также приведены сравнительные характеристики средств диагностики в зависимости от типов и производительности гидроприводов. Предложено наиболее перспективное оборудование от передовых зарубежных производителей и их сочетание с существующим оборудованием, выпускаемым отечественными производителями.*

Анотація. *В даній статті наведено огляд сучасного обладнання для діагностування ОГП, також наведені порівняльні характеристики засобів діагностики в залежності від типів і продуктивності гідроприводів. Запропоновано найбільш перспективне обладнання від передових зарубіжних виробників і їх поєднання з існуючим обладнанням, що випускається вітчизняними виробниками.*

Annotation. *This article provides an overview of modern equipment for diagnosing VHD. Comparative characteristics of diagnostic tools are also presented, depending on the types and performance of hydraulic actuators. The most promising equipment from advanced foreign manufacturers was proposed, and their combination with existing equipment produced by domestic manufacturers.*

Система регістрації даних 5060 фірми «Hydrotechnik». Фірма «Hydrotechnik» (ФРН) виробляє комплексну систему реєстрації даних «Multy - System 5060», що включає :

- портативний реєструвальний прилад моделі 3160-00-70.00 (рис. 4.24), що утримує 8 вхідних каналів з об'ємом пам'яті в 500 тис. значень, портом виведення даних USB, напругою живлення 24 В, габаритними розмірами 108x277x84 мм і масою 1,4 кг;

- датчики (перетворювачі) тиску серії 3403 для вимірів в діапазоні 0.60 МПа з точністю що 0,5,%%, що мають вихідний сигнал 0.20 мА, приєднувальне різьблення G1/4, довжина і діаметр датчика 50 і 25 мм, відповідно;

- витратомір моделі 31v-71-35.00 з діапазоном вимірюваного потоку 15.300 л/мін, вихідним імпульсним сигналом до 1 кГц, приєднувальним різьбленням G1, грунтований на ефекті Холу;

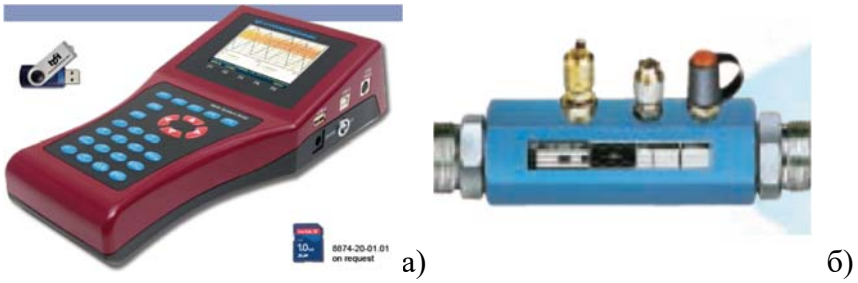
- датчик частоти обертання моделі 3130-02-01.00

© Аврунін Г. А., Пімонов І. Г.

інфрачервоного принципу дії з діапазоном виміру 0.5000 хв$^{-1}$, напруга живлення 7,5 В, виготовлений в пластиковому корпусі;

- комплект кабелів завдовжки до 10 м, перехідників і шлангів високого тиску до 63 МПа для під'єднування до вимірюваних точок ОГП;

- блок живлення 220 В х 24 В.



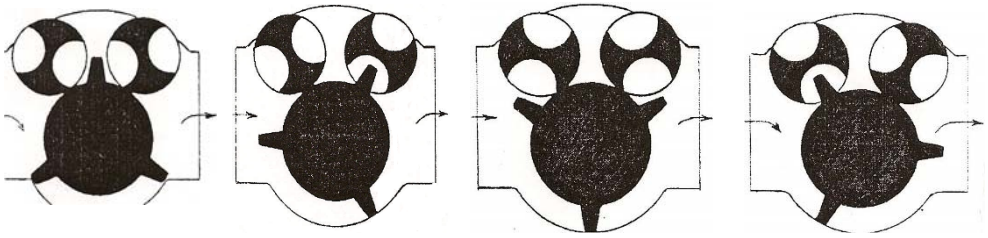
а) б)

Рисунок 1 - Реєструвальний прилад (а) і блок перетворювачів тиску, температури і витрати (б) фірми «Hydrotechnik»

Роликолопатеві витратоміри. Роликолопатеві витратоміри (РЛР) відносяться до гідромашин коловоротного типу і відрізняються від поршневих і шестерінчастих відсутністю пульсацій витрати завдяки відсутності деталей із зворотно-поступальним переміщенням і спеціальних розподільних вузлів, а розвантаження робочих елементів від радіальних і осьових сил дозволяють отримати в РЛР мінімальні втрати потужності, високу довговічність і низький рівень шуму [2].

У СНД витратоміри за схемою РЛР розроблені в НТЦ «DOROLL» (м. Химки, Московськ. обл.) генеральним конструктором В.В. Домогацьким, провідним фахівцем в цьому класі гідромашин з більш ніж 40-річним досвідом їх виготовлення.

На рис. 2 і табл. 1 приведені кінематична схема і технічні характеристики РЛР, відповідно.



$\alpha = 0°$ $\alpha = 30°$ $\alpha = 60°$ $\alpha = 90°$

Рисунок 2 - Принцип роботи роликолопатевих витратомірів при послідовних положеннях ротора через 30° і роликів при $i = z : z_в$ = 3 : 2 (передатне число несилового зубчастого механізму синхронізації: z - число лопатей ротора; $z_в$ - число виїмок в ролику-роздільнику).

На рис. 3 показані роликолопатеві витратоміри і вторинний двох-канальний багатофункціональний прилад типу МС- 75 з виходом на комп'ютер через роз'єми RS - 232 або RS - 485.

Витратоміри типу РЛР можуть використовуватися як при звичайних вимірюваннях витрат і об'ємів рідких і газоподібних робочих середовищ, так і в якості еталонних засобів вимірів. Унікальні параметри витратомірів при роботі в зоні мінімальних витрат (наприклад, для виміру витоків РР в коробках передач) дозволяють повністю автоматизувати процес вимірів, виключивши ручну працю із застосуванням мензурок і секундомірів.

Харківський національний технічний університет «ХПІ» розробив комплекс приладів і систем для підвищення надійності роботи ОГП різного призначення (рис. 3). Створені прилади і пристрої є результатом досвіду проектування, експлуатаційних спостережень і технічного діагностування цілого ряду гідрофікованих об'єктів на підприємствах України і є продовженням науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт фахівців ВНДІГідропривод О.І. Бутвина, В.А. Рокшевського, І.М. Федоренко і к.т.н. В.В. Татькова.

Прилади для контролю властивостей та чистоти робочої рідини. Переносний монітор (індикатор) стану олії моделі Oilchek з мікропроцесорним управлінням фірми «Parker» (рис. 5) призначений для порівняння чистої (нової або свіжої) і використаної олії однакового сорту по зміні діелектричних властивостей.

Таблиця 1 - Технічні характеристики роликолопатевих витратомірів серії ОР

Параметри і розмірність	ОР-2	ОР-40	ОР-200	ОР-1000
Раб. объём $V_р$,см^3/зведений діаметр, Ду,мм	2/6	40/20	200/32	1000/80
Межі допускаємої основної відносної погрішності вимірів δ(Δ) від вимірюваного значення, не більше:				
об'єму $V_{макс}$ і витрати $Q_{макс}$ газу %,	±0,5	±0,25	±0,25	±0,2
об'єму $V_{макс}$ і витрати $Q_{макс}$ РР, %,	±0,15	±0,1	±0,1	±0,1
Верхня межа вимірів витрати газу, $Q_{макс}$, дм^3/хв (м^3/год)	10 (0,6)	100 (6)	500 (30)	3000 (180)
Верхня межа вимірів витрати РР для в'язкості ν, сСт, при $Q_{макс}$, дм^3/хв (м^3/год):				
- от 0,1 до 10 сСт	10(0,6)	100(6)	500(30)	1800(108)
- от 10 до 100 сСт	2,5(0,15)	50(3)	400(24)	1200(72)
- от 100 до 5000 сСт	1,2(0,072)	25(1,5)	200(12)	600(36)
Габарити $D \times L$, мм	55×80	92×130	160× 230	230× 376
Маса, кг	0,6	2,5	12	24

Примітки: 1. Робочий тиск 0,6 МПа, по спецзамовленню до 40 МПа;
2. Перепад тисків холостого ходу при максимальній витраті на газі не більше 0,02 Бар (2 кПа), на рідині не більше 0,5 Бар (50 кПа).

Рисунок 3 - Роликолопатеві витратоміри серій ОР-V_0 і РЛГ-V_0 та вторинний електроний прилад моделі МС-75

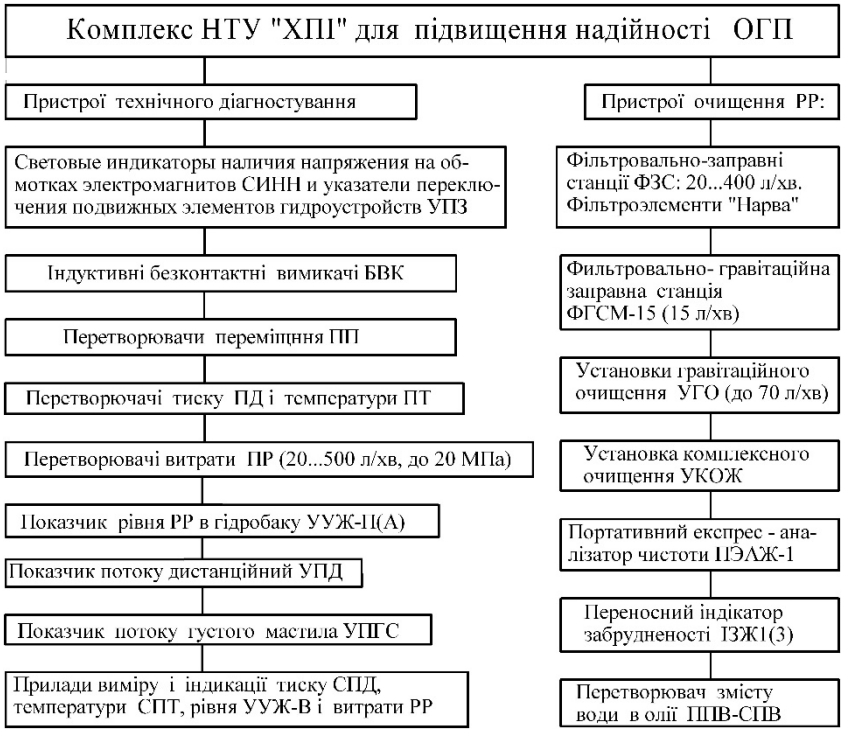


Рисунок 4 - Номенклатура засобів технічного діагностування і облаштувань очищення РР в ОГП розробки НТУ «ХПІ»

До складу комплексу НТУ «ХПІ» входять окремі прилади (пристрої) для технічного діагностування ОГП і спеціалізований блок пристроїв, пов'язаний з підвищенням чистоти РР, у тому числі

фільтрувально-заправні станції і установки гравітаційного очищення РР, які підтвердили свою ефективність в експлуатації на ряду підприємств.

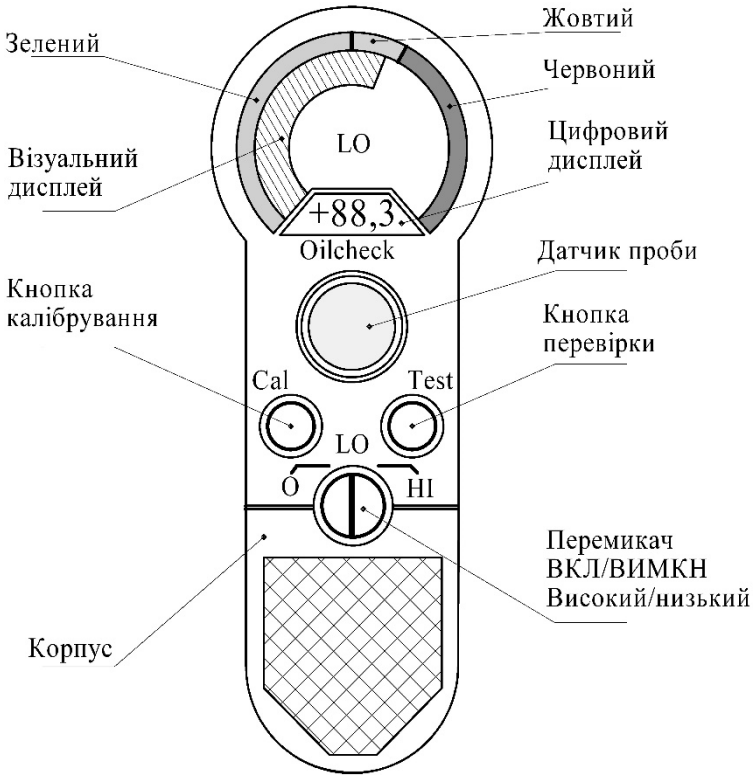


Рисунок 5 - Переносний монітор (індикатор) стану оливи моделі Oilchek фірми «Parker»

Основною сферою застосування є станції технічного обслуговування автомобілів, сільськогосподарських і будівельно-дорожніх машин. Цифровий дисплей показує позитивну або негативну зміну діелектричній постійній олії. Аналіз олії зводиться до введення чистої олії в датчик проби і при натисненні на кнопку Test прилад встановлює значення «нуль». Далі роблять очищення (знежирювання) датчика проби речовиною і вводять робочу олію. По візуальному колірному індикатору або цифровому дисплею визначають характер зміни властивостей олії.

Прилад моделі Oilchek може бути використаний для аналізу стану мінеральних або синтетичних РР, вживаних в системах мастила двигунів, редукторів і підшипників, виявляючи механічний знос, попадання води, забруднення паливом, окислення і будь-яке зниження мастильних властивостей з відхиленням повторюваності результату не більше 5%. Маса приладу Oilchek складає 0,4 кг, батарея напругою 9 В має термін служби більше 150 годин або 3000 перевірок.

Переносний індикатор забрудненості рідини типу ІЗЖ розробки ВНДІГідропривод (рис. 6) призначений для експрес-контролю змісту механічних домішок шляхом визначення класу чистоти по ГОСТ 17216 в гідробаках ОГП, в складських або цехових місткостях.

Основними елементами індикатора є щуп, який занурюють в посудину з РР, і блок індикації. У складі щупа знаходяться випромінювач і фотоприймач часток, між якими розташований канал для проходу РР. Для проведення аналізу чистоти РР необхідно здійснювати щупом коливальні рухи впродовж 0,5…2 хв. На блоці індикації світлодіоди показують клас чистоти РР. У табл. 2 приведені технічні характеристики індикаторів типу ІЗЖ. Контроль РР може здійснюватися для мінеральних олій, палива, змащуючих і охолоджувальних рідин, і технічної води.

Живлення індикаторів типу ІЗЖ здійснюється від акумулятора напругою 12 В або блоку живлення напругою 220 В. Маса датчика-щупа, блоків індикації і електроживлення не перевищує 1,2 кг.

Портативний експрес-аналізатор класів чистоти робочих і технологічних рідин типу ПЕАЖ-1 містить пробовідбірник, місткості об'ємом 200 $см^3$ для зберігання РР, мембранні фільтри (100 шт.), фільтрувальну установку, чашку Петрі, вакуумний насос з електроприводом, мікроскоп, пінцет і мірний циліндр, укладені в портативній валізі загальною масою 6,5 кг.

Обмежені дозволяючи можливості мікроскопа дозволяють виконувати аналіз наявності механічних забруднень в інтервалі від 15 до 200 мкм і волокон близько 3.5 мкм, і розрахунок класів чистоти за ГОСТ 17216, починаючи з 13 і грубіше, при визначенні класів чистоти 11 і 12 рекомендується задаватися кількістю 5…10 мкм часток в 63000 одиниць.

Стенди для технічного діагностування та випробування. Провідною організацією в СНД по створенню стендів для випробувань гідро-пристроїв ОГП тракторів, сільськогосподарських і будівельно-дорожніх машин є Держніті – науково-дослідний технологічний інститут ремонту і експлуатації машинно-тракторного парку, за даними якого відмови ОГП (рульове управління, навісна система, коробка передач і вал відбору потужності) складають близько 40% від загального числа відмов і до 55% з урахуванням гідротрансмісії ходу (ГСТ), і велика частина відмови ОГП викликають значні втрати РР. В зв'язку з цим своєчасність і якість технічного обслуговування, діагностування, виявлення і усунення несп-равностей ОГП рульового управління, навісної системи і гідротрансмісії сучасних складних і дорогих тракторів, дорожно-будівельних та ін. самохідних машин грають виключно важливе значення.

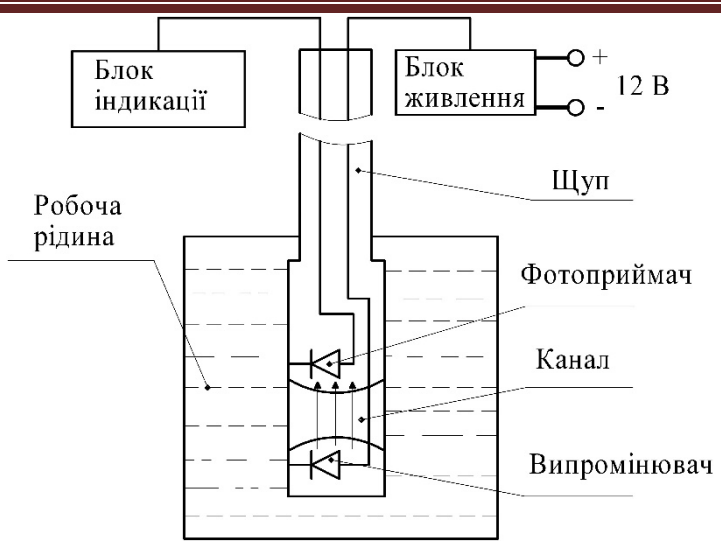


Рисунок 6- Напівконструктивна схема індикатора забрудненості РР типу ІЗЖ1(3)

Таблиця 2-Технічна характеристика індикаторів забрудненості РР типу ІЗЖ

Параметри и розмірність	Модель ІЗЖ 1	Модель ІЗЖ 3
1. Класи чистоты (діапазони) за ГОСТ 17216	10…12; 13…15; 16…17	8…10; 10…12; 13…14; 15…16; 17
2. Погрішність визначення класу чистоти	±1 (один) клас	
3. Температура РР, °С	10…70	
4. Максим. в'язкість РР, мм²с	80	
5. Час виміру для 10…12; 13…15 і 16…17 классов, с	120 / 80 / 30	
6. Габарити датчика-щупа / блоку індикації / блоку живлення, мм	500×15/185×95×45/120×80×45	

У табл. 3 приведений перелік стендів Держніті для технічного діаг-ностування і випробувань ОГП мобільних машин.

ТОВ НТЦ «Технічна діагностика і прецизійні виміри» є розробником і виробником стендів для технічного діагностування і випробувань гідроустаткування [2]:

- стенду для випробувань гідроциліндрів по ГОСТ 18464-96 (рис. 7, а). Максимальний тиск 35 МПа, довжина випробовуваних гідроциліндрів до 3500 мм, діаметр до 300 мм. На стенді можливе проведення випробувань на подовжню стійкість штоків;

- стенду для випробувань секційних гідророзподільників на тиск до 35 МПа (рис. 7, б);

- стенду для випробувань гідро підсилювачів рульового управління;

- стенду для випробувань гідророзподільників (вентилів) з електричним і електрогідравлічним управлінням серії ВВ (рис. 7, а);

- стенду для випробувань і налаштування насосів-регуляторов ВСУ Ан-9В з частотою обертання до 42000 $хв^{-1}$;

- стенду для випробувань агрегатів гідропередач типу УГП, у тому числі коробок золотникових, клапанних і клапанів плавного зрушування (рис. 8, а);

- стенду для випробувань пневматичних компресорів ЭК-7В, ЗДСК100-1 м МК135 електропоїздів, автомотрис і дизель-поїздів.

Таблиця 3 - Номенклатура стендів Держніті для ОГП мобільних машин

Шифр	Найменування стенда
1	2
КІ-28097	Стенд для випробування і регулювання гідроагрегатів тракторів і с/х машин (модернізація стенду КИ-4815М)
КІ-28097М	Стенд для випробування і регулювання гідроагрегатів
КІ-2809701М	Стенд для випроб. і регул. ГСТ- 90 та ін. гідроагрегатів
КІ-28097-02М	Стенд для випроб. і регулювання насосів НШ, гідророзподільників, гідроциліндрів, РВД і ОГП рульового управління
КІ-28097-03М	Стенд для випробування аксіальнопоршневих і шестеренних гідромашин ГСТ 90
ОР-28137	Стенд (пристрій) для розбирання і складання гідроагрегатів
ОПТ-28138	Вантажопідйомний пристрій для монтажу і демонтажу гідроагрегатів при ремонті і випробуваннях
ОР-28155	Комплект інструменту для поточного ремонту гідроагрегатів
КІ-28160	Установка (стенд) для випробування гідрошлангів (РВД)

Продовження таблиці 3

1	2
КІ-28084М	Універсальний комплект засобів діагностування гідроприводів машин (з технологією)
КІ-28084	Ремонтно-діагностичний комплект засобів техсервису гідроагрегатів
КІ-5473М	Комплект засобів для діагностування гідроприводу (аналоги КІ- 5473.01 і КІ- 5473.02)
КІ-28159	Дросель-витратомір ДР-90М
КІ-28156	Універсальний тестер параметрів тисків в гідросистемі, пневмосистемі і системі ДВЗ машин
КІ-28067	Цифровий вимірник забрудненості палива і олії КІ-28067 (з технологією)
лабораторія ЛАОН	Польова лабораторія аналізу палива, олії і нафтопродуктів ПЛ-2МА
ВПЖ-2(4)	Віскозиметри ВПЖ- 2 і ВПЖ- 4
КІ-28105.01	Комплект засобів експрес-контролю дизпалива і моторних мастил
КІ-28099	Пересувна лабораторія контролю якості паливно-мастильних матеріалів

а) б)

Рисунок 7 - Стенди для випробування гдіроциліндрів (а) и секційних гідророзподільників (б)

а) б)

Рисунок 8 - Стенди для випробування гідророзподільників с електричним и електрогідравлічним управлінням (а) и агрегатів гідропередач типу УГП (б)

На рис. 9 представлений комплект гідроапаратури для підключення перетворювачів тиску і температури в ОГП і креслення контрольної точки тиску (рис. 10).

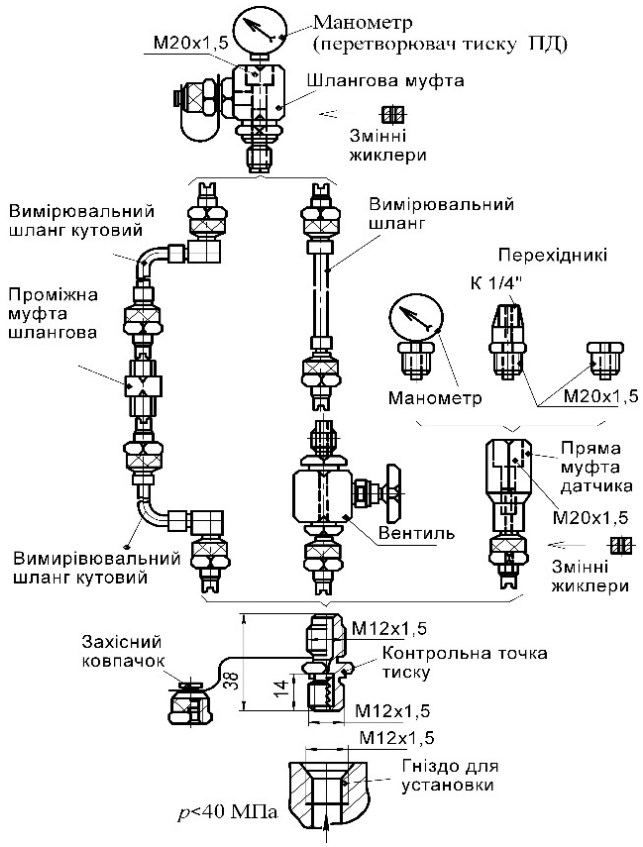


Рисунок 9 - Комплект гідравлічної арматури розробки ВНДІГідропривод для діагностування ОГП

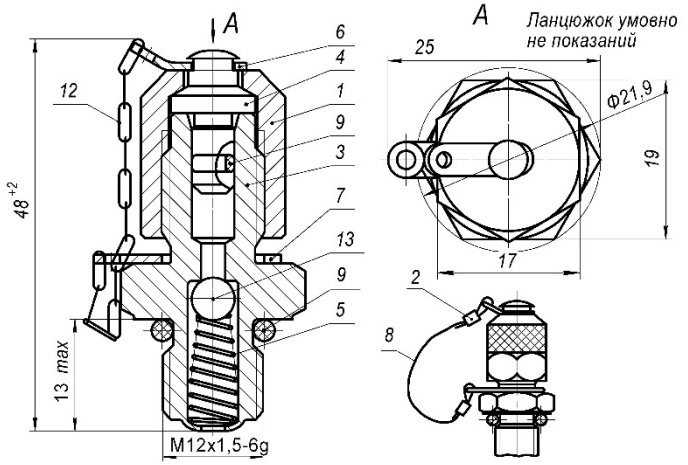


Рисунок 10 - Елемент сполучення для діагностування ОГП – «контрольна точка тиску» (КТД)

Висновок

Наведено огляд сучасних конструкцій для діагностування гідроагрегатів та контролю робочої рідини серед закордонних та вітчизняних виробників. При використанні цього обладнання на станціях технічного обслуговування автомобілів, сільськогосподарських і дорожньо-будівельних машин сприятимуть підвищенню надійності і ефективності використання машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гидропривод объемный. Методы измерения параметров (ГОСТ 17108-79). – [Введен с 1988-01-01]. – 15 с – (Межгосударственный стандарт).

2. Домогацкий В.В. Ролико-лопастные расходомеры-счетчики отечественного и зарубежного производства / В. В. Домогацкий. Коммерческий учет энергоносителей. Материалы 29 международной научно-практической конференции. – НП ОППУ «Метрология энергосбережения». – Санкт-Петербург : 2009. – С. 339–350.

3. ООО НТЦ «Техническая диагностика и прецизионные измерения» E-mail: info@polestand.ru 2001-2002. – 7с.