

Аннотация

НАДЕЖНОСТЬ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ РАБОТАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

Коломоец В., Кюрчев С., Юдовинский В.

Работа посвящена определению показателей надежности элементов топливной системы ДВС и производится сравнение надежности элементов топливной системы, которая работает на различных видах топлива. Определены законы параметрических отказов, с помощью которых установлены средние ресурсы. Сопоставляя значения средних ресурсов было выявлено наиболее слабое звено, которым есть топливный насос высокого давления.

Abstract

RELIABILITY OF FUEL SYSTEM CE, WORKING ON DIFFERENT TYPES OF FUEL

V.Kolomoetz, S. Kurtchev, V.Yudovynsky,

Work is sacred to determination of reliability of elements of the fuel system indexes ДВС and comparison over of надежностей elements of the fuel system, working on the different types of fuels is brought. The laws of self-reactance refuses, which middle resources are set by means of, are certain. Comparing the values of middle resources were the most weak link which a petrolift is high-pressure is educed.

Keywords - Fuel systems CE, biopropellant, reliability, probability of faultless work, self-reactance refuse, work completely.

УДК 631.372

ВИТРАТИ РОБОЧОЇ РІДИНИ В ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДАХ

Шушляпін С.В., к.т.н., доц., Шевченко І.О., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет
сізьського господарства імені Петра Василенка*

Проведений аналіз витрат робочої рідини в об'ємних гідроприводах, що дозволяє обґрунтувати вибір способу реєстрації витрат робочої рідини.

Сучасні об'ємні гідроприводи мають складну мережу відведених комунікацій, у склад яких входять насоси, різні гідроапарати для забезпечення фільтрації, охолодження, повітровідведення і ін. При втраті герметизації гідравлічної системи призводить до значним витратам робочої рідини. Кожний аварійний розрив шланга або руйнування металевих трубопроводів викликають практично повну втрату робочої рідини, що особливо відчутно при експлуатації міцних гідравлічних систем з високими робочими тисками і великою об'ємною

подачею гідронасосів, для роботи яких використовують ємності підвищеного об'єму.

Гідропривід трактора або сільськогосподарської машини можна умовно представити у вигляді блок-схеми (Рис. 1)

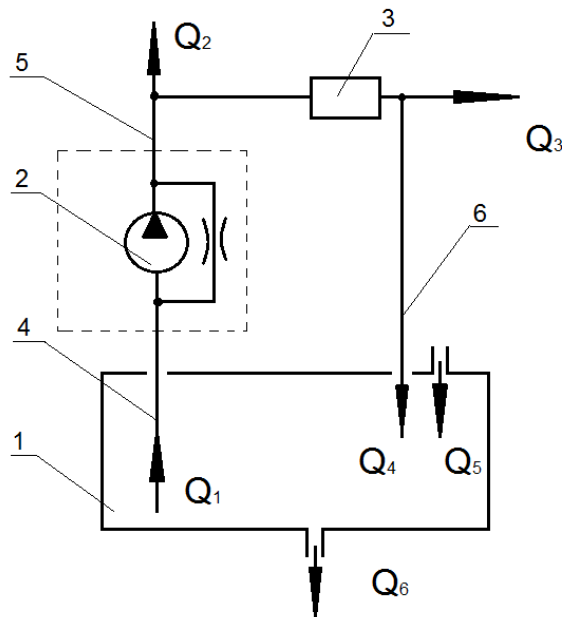


Рис. 1 – Блок-схема об'ємного гідроприводу

Блок-схема об'ємного гідроприводу включає в себе бак 1, насосну установку 2, виконуючий механізм 3, які з'єднані послідовно між собою магістраллю високого тиску 5, зливною магістраллю 6. Робоча рідина потрапляє в насосну установку через забірний патрубок 4.

Якщо прийняти умови, що насосна установка 2 та виконуючий механізм 3 виконують тільки перетворення механічної енергії у потенційну енергію робочої рідини і навпаки, а об'єми їх вхідних та вихідних порожнин входить в об'єми відповідних магістралей (4, 5, 6), то можна виконати аналіз втрат робочої рідини при роботі об'ємного гідроприводу.

Згідно технічних умов експлуатації гідроприводу [1] об'єм робочої рідини, яка знаходиться у гідробаку, вибирається рівним 2÷3 хвилинної продуктивності насоса. У більшості застосованих гідроприводах гідравлічний бак є основною ємністю для робочої рідини. При непрацюючому гідроприводі, зокрема коли відімкнута насосна установка, втрати робочої рідини виникають тільки при руйнуванні корпусу гідробаку та при розгерметизації забірною патрубком. При таких несправностях розрахунок часу витікання рідини визначається за відомими формулами [2, 3, 4], які використовуються при розрахунку параметрів витікання робочої рідини через малі отвори в тонкій стінці та через короткі трубопроводи.

При роботі гідроприводу насосна установка через забірний патрубок 4 відбирає робочу рідину з баку 1 для подачі по магістралі високого тиску 5 до виконуючого механізму 3. Використана рідина через зливну магістраль 6 направляється до гідравлічного баку, де проходить через фільтруючий елемент для подальшого застигання.

Руйнування забірною патрубку призводить до підсосу повітря в потік робочої рідини, який обумовлений утворенням насосом розрідження в забірному патрубку. При несправності та руйнуванні напірної 5 та зливної 6 магістралі непередбачувані витрати робочої рідини з одночасним зниженням рівня робочої рідини в гідробаці 1 до півня розташування забірною отвору в забірному патрубку 4. Швидкість витікання робочої рідини у цьому випадку буде залежати від площі перетин ушкодження та величини перепаду тиску у зруйнованій магістралі відносно до атмосферного тиску.

При аналізі витрат робочої рідини гідроприводів розглядається робота реальної гідравлічної системи, основна відмінність якої від ідеальної гідросистеми полягає у порушенні балансу маси робочої рідини. В ідеальній гідравлічній системі маса робочої рідини постійна у будь-який час, у реальної гідросистеми баланс робочої рідини можна представити у вигляді рівняння:

$$m_0 - \Delta m \leq (t_i) \leq m_0,$$

де m_0 – початкова маса робочої рідини;
 Δm – маса витрат робочої рідини.

Отже можна зробити висновок, що критерієм надійності герметизації гідроприводу або роботи системи захисту робочої рідини від витікання буде являтися мінімум маси витрат робочої рідини.

$$K = \lim_{t \rightarrow \infty} \Delta m \rightarrow 0$$

За умови реальної експлуатації гідроприводів здійснення постійного контролю всієї маси робочої рідини неможливий, тому використовують непрямі методи визначення маси робочої рідини, які ґрунтуються на законах гідромеханіки [2,3]

$$m_c = m_{ж} + m_{г} = \rho_i \cdot Q_i \cdot \Delta t$$

де m_c – маса всієї робочої рідини;
 $m_{ж}$ – маса робочої рідини;
 $m_{г}$ – маса повітря робочої рідини;
 ρ_i – щільність робочої рідини у суміші з повітрям;
 Q_i – витрата робочої рідини у суміші з повітрям;
 Δt – інтервал часу спостереження.

Отримане рівняння вказує, що маса робочої рідини у суміші з повітрям, що проходить за деякий інтервал часу через i -тий перетин пропорційна цьому часу, щільності та витраті робочої рідини у вигляді суміші робочої рідини та повітря. При низьких робочих тисках в гідроприводі щільність повітря значно менше щільності робочої рідини, тому виконуючи розрахунки масою повітря

можна знехтувати.

$$m_{жс} \approx \rho_i \cdot Q_i \cdot \Delta t \quad (1)$$

При постійній щільності робочої рідини достатньо контролювати величину її витрати. Об'єм робочої рідини, який проходить через i -тий перетин за інтервал часу Δt буде рівним:

$$V_{жс} = Q_i \cdot \Delta t \quad (2)$$

Для зручності дослідження витоків робочої рідини при експлуатації гідроприводу весь гідропривід можна розділити на дві частини: на гідравлічний бак та зовнішню гідросистему (у подальшому - система). Можна прийняти наступні умовні позначення:

- $m_{жс}$ – маса робочої рідини;
- $m_{жсб}$ – маса робочої рідини у гідробаку;
- $m_{жсс}$ – маса робочої рідини в системі;
- V_i – об'єм робочої рідини;
- v_i – об'єм гідробаку або об'єм системи;
- $T=f_i(t)$ – температура;
- $P=f_p(t)$ – тиск;
- $X=f_x(t)$ – переміщення робочої ланки виконуючого механізму.

За умови, що робоча рідина являється величиною, що не стискується, робоча маса буде складатись з суми маси робочої рідини в гідробаку та маси робочої рідини в системі.

$$m_{жс} = m_{жсб} + m_{жсс} \quad (3)$$

При розгляді ідеальної гідросистеми маса робочої рідини є постійною, тобто швидкість зміни маси робочої рідини рівна нулю, звідси

$$\frac{dm_{жс}}{dt} = \frac{dm_{жсб}}{dt} + \frac{dm_{жсс}}{dt} = 0 \quad (4)$$

При доливанні робочої рідини в гідропривід $\frac{dm_{жс}}{dt} > 0$, а при виникненні витрат $\frac{dm_{жс}}{dt} < 0$.

Швидкість зміни маси робочої рідини в гідробаку можна представити у вигляді:

$$\frac{dm_{жсб}}{dt} = \frac{dm_{жс4}}{dt} - \frac{dm_{жс1}}{dt} - \frac{dm_{жс6}}{dt} + \frac{dm_{жс5}}{dt}; \quad (5)$$

$$\frac{dm_{жс(i)}}{dt} = \rho_{жс} \cdot Q_i, \quad (5.1)$$

де $\rho_{жс}$ – щільність робочої рідини;
 Q_i – витрата робочої рідини на i -м виході.

Швидкість зміни маси робочої рідини системи можна представити у вигляді:

$$\frac{dm_{жс}}{dt} = \rho_{жс} \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] - V_c \frac{d[\rho_{жс}(T)]}{dt} \quad (6)$$

де $V_c = V_{c_j} + V_c(T) + V_c(p) + V_c(x)$ – об'єм системи;
 V_{co} - об'єм системи при нульових умовах;
 $V_c(T) = V_c \cdot K_{cm} \cdot \Delta T$ - зміна об'єму системи при зміні температури;
 $V_c(p) + V_{co} \cdot K_{cp} \cdot \Delta p$ - зміна об'єму; системи при зміні тиску;
 $V_c(x) = S_{шц} \cdot \Delta x$ - зміна об'єму системи при переміщенні штока гідроциліндра з площею поршня $S_{шц}$ на відстані Δx .

Швидкість зміни маси всієї робочої рідини рівна:

$$\frac{dm_{жс}}{dt} = \frac{dm_{жс2}}{dt} - \frac{dm_{жс3}}{dt} - \frac{dm_{жс6}}{dt} + \frac{dm_{жс5}}{dt} \quad (7)$$

Якщо вирішити рівняння (4,5,6,7) отримаємо:

$$\begin{aligned} & \frac{dm_{жс2}}{dt} + \frac{dm_{жс3}}{dt} - \frac{dm_{жс1}}{dt} - \frac{dm_{жс4}}{dt} - \\ & - \rho_{жс} \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] + V_c \frac{d[\rho_{жс}(T)]}{dt} = \\ & = \rho_{жс} (Q_1 - Q_4) - \rho_{жс}(t) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] - V_c \frac{d[\rho_{жс}(T)]}{dt}, \end{aligned} \quad (8)$$

де $\rho_{жс}(T) - \rho_{жс} \cdot K_{pT} \cdot \Delta T$ – зміна щільності робочої рідини при зміні температури Δt .

Для визначення витрат маси робочої рідини через виходи 2 і 3 (рис. 1) необхідно проінтегрувати вираз (8)

$$\begin{aligned} & \Delta m_2 + \Delta m_3 = \\ & = \rho_{жс} \int_{t_0}^{t_1} (Q_1 - Q_4) dt - \int_{t_0}^{t_1} \left\{ \rho_{жс}(T) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] - V_c \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt} \right\} \cdot dt \end{aligned} \quad (9)$$

Зміну об'єму робочої рідини в баку можна визначити з рівнянь (5, 5.1, 8), тоді отримаємо:

$$\begin{aligned} \rho_{жс} \cdot \frac{dV}{dt} = & \frac{dm_{жс5}}{dt} - \frac{dm_{жс6}}{dt} - \frac{dm_{жс2}}{dt} - \frac{dm_{жс3}}{dt} - \\ & - \rho_{жс}(T) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} + V_c \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt} \right]. \end{aligned} \quad (10)$$

Після інтеграції цього виразу можна отримати витрати маси робочої рідини через виходи 2,3,5,6 (рис. 1)

$$\begin{aligned} \Delta m_2 + \Delta m_3 + \Delta m_6 - \Delta m_5 = & -\rho_{жс} \int_{t_0}^{t_1} \left(\frac{dV}{dt} \right) dt - \\ & - \int_{t_0}^{t_1} \left\{ \rho_{жс}(T) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] - V_c \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt} \right\} dt \end{aligned} \quad (11)$$

Зміна рівня робочої рідини в баку гідросистеми

$$\frac{dh_{жс\bar{o}}}{dt} = \frac{1}{S_{\bar{o}o}} \cdot \frac{dV_{жс\bar{o}}}{dt} - \frac{h}{S_{\bar{o}o}} \cdot \frac{dS_{\bar{o}}(T)}{dt}, \quad (12)$$

де: $S_{\bar{o}o}$ – поперечна площа гідравлічного баку при початкових умовах;
 $S_{\bar{o}(T)} = S_{\bar{o}o} \cdot K_{\Delta T}$ – зміна площі гідравлічного баку при зміні температури;
 $h_{жс\bar{o}}$ - початковий рівень робочої рідини в баку;
 $K_{\Delta T}$ - коефіцієнт пропорційності.

Підставивши отримані вирази у рівнянні (11), отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta m_2 + \Delta m_3 + \Delta m_6 - \Delta m_5 = & -\rho_{жс} \int_{t_0}^{t_1} S \cdot \frac{dh_{жс\bar{o}}}{dt} - \\ & - \int_{t_0}^{t_1} \left\{ \rho_{жс}(T_0) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} \right] - V \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt} \right\} dt - \\ & - \int_{t_0}^{t_1} \left[h_{жс\bar{o}o} \cdot \frac{dS_{\bar{o}}(T)}{dt} \cdot \rho_{жс}(T) \right] dt. \end{aligned} \quad (13)$$

З отриманих залежностей можна скласти рівняння витрат робочої рідини в системі і гідравлічному баку.

$$\begin{cases} Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_4 + \frac{dV_c(p)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(T)}{dt} - \frac{dV_{жс}(T)}{dt} \\ Q_5 = Q_1 - Q_4 + \frac{dV_o(T)}{dt} - \frac{dV_{жс}(T)}{dt} + \frac{dV_{уб}(T)}{dt} + Q_6, \end{cases} \quad (14)$$

де $\frac{dV_{жс}(T)}{dt} = V \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt}$ – температурна зміна об'єму робочої рідини системи;

$V_{\delta_o(T)} = V_{\delta_o} \cdot K_{\delta_m} \cdot \Delta T$ – температурні зміни об'єму робочої рідини в гідравлічному баку;

V_{δ_o} - початковий об'єм гідравлічного баку;

K_{δ_m} - коефіцієнт пропорційності.

Після вирішення системи рівнянь (14) отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta m_2 + \Delta m_3 + \Delta m_6 = \rho_{жс} \int_{t_0}^{t_1} Q_5 dt - \\ - \int_{t_0}^{t_1} \left\{ \rho_{жс}(T_0) \left[\frac{dV_c(T)}{dt} + \frac{dV_c(x)}{dt} + \frac{dV_c(p)}{dt} \right] - V_c \frac{d[\rho_{жс}(t)]}{dt} \right\} dt + \\ + \int_{t_0}^{t_1} \left[\frac{dV_{\delta_o}(T)}{dt} + \frac{dV_{жс\delta}(x)}{dt} + \frac{dV_{\delta_o}(p)}{dt} \right] \cdot \rho_{жс}(t) \cdot dt \end{aligned} \quad (15)$$

З отриманих рівнянь 9,11,13 і 15 випливає, що масові втрати робочої рідини можливо реєструвати за допомогою замірів витрат робочої рідини у всмоктуючій та зливній магістралях, замірів витрат повітря через сапун гідравлічного баку, а також вимірюючи зміни рівня робочої рідини в гідравлічному баку. При виконанні всіх замірів присутні похибки як загальні для всіх варіантів, так і конкретні для кожного методу. Проведення подальшого дослідження дозволяє обґрунтувати вибір способу реєстрації витрат робочої рідини в об'ємних гідроприводах, що в свою чергу дозволить отримати можливість для обґрунтування конструкції систем автоматичного захисту гідроприводів при аварійному руйнуванні з'єднаних трубопроводів.

Список использованных источников

1. Башта Т.М. Объемные гидравлические приводы [Текст] / М.Т. Башта. – М.: Машиностроение, 1963. - 593с.
2. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. 2-е изд., доп. [Текст] / И.Л. Повх.

- Л.: Машиностроение, 1976, - 504 с.
3. Пашков Н.Н. Гидравлика. Основы гидрологии. Учебник для учащихся энергетических и энергостроительных техникумов. [Текст] / Н.Н. Пашков, Ф.М. Долгачев. - М.: Энергия, 1977. – 408 с.
 4. Сборник задач по гидравлике. Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. В.А. Большакова – 4-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 336 с.
 5. Егоров А.Е. Исследование устройств и систем автоматики методом планирования эксперимента [Текст] / А.Е. Егоров, Г.Н. Азаров, А.В. Коваль Под ред. В.Г. Воронова. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьковском ун-те, 1986. – 240 с.

Аннотация

ПОТЕРИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ В ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДАХ

Шушляпин С., Шевченко І.

Проведен аналіз потерь рабочей жидкости в объемных гидроприводах, что позволяет обосновать выбор способа регистрации потерь рабочей жидкости.

Abstract

LOSS OF FLUID VOLUME IN HYDRAULIC ACTUATORS

S. Shushlyapin, I. Shevchenko

The analysis of working fluid losses in volume hydraulic actuators, which enables us to justify the choice of the method of registration of the working fluid losses.

УДК 629.1-43

СТАБІЛЬНІСТЬ ТА КЕРОВАНІСТЬ ОДНОВІСНОГО ПРИЦЕПУ

Поляшенко С.О., к.т.н., доц., Єсіпов О.В., к.т.н., доц.,
Алексєєнко К.П., студ.

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

В статті розглянуто характер коливань одноосного причепа з зазначеними параметрами

Вступ. На тракторах МТЗ може застосовуватися зчіпний пристрій для буксирування причепів з гумовим елементом. Така конструкція зчіпного пристрою дозволяє гаку трактора переміщатися не тільки в поздовжній, але і в горизонтальній і вертикальній площинах. Це призводить до появи у причепа