

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ГІДРОПРИВОДІВ ЦИКЛІЧНОЇ ДІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН НА
ПЕРЕВИТРАТИ ПАЛИВА**

В. Горбатов, зав. лабораторії
УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого

В статті наведено методикау розрахунку перевитрат палива при зміні технічного стану гідроприводів циклічної дії сільськогосподарських машин

Постановка проблеми. Однією з основних умов забезпечення ефективності сільськогосподарського виробництва є раціональне використання і зниження витрат паливно-енергетичних ресурсів. Нормативно-правові основи та напрямки робіт по ресурсо-енергозбереженню передбачені в Законі України "Про енергозбереження" [1] та державних стандартах [2, 3].

Застосування гідравлічного приводу є однією з важливих умов підвищення експлуатаційних характеристик та технічного рівня сільськогосподарських машин і енергозасобів [4-5]. Гідроприводи, які застосовуються в сільськогосподарських машинах, споживають до 50-60 % потужності приводного двигуна, перетворюючи її в рух робочих органів під час виконання технологічних процесів. Технічний стан гідроприводів гідроприводів багато в чому визначає техніко-економічні показники машин в цілому. Зміна технічного стану гідроприводів гідроприводів призводить до непродуктивних витрат енергії.

Непродуктивні витрати енергії при роботі гідроприводу пов'язані з втратами на механічне тертя в рухомих з'єднаннях, втратами на тертя в робочій рідині і об'ємними втратами внаслідок зовнішніх і внутрішніх витікань робочої рідини. Механічні втрати і втрати на тертя в рідині протягом експлуатації гідроприводів залишаються приблизно постійними. Змінною величиною для гідроприводів сільськогосподарських машин є об'ємні втрати, які визначаються об'ємним ККД (коефіцієнтами подачі насосів, витрат гідроприводів і гідромоторів), величина яких в умовах реальної експлуатації залежить від зношування кінематичних пар, на інтенсивність якого істотно впливають режими їх навантаження при експлуатації, якість робочої рідини, рівень технічного обслуговування та конструктивні особливості гідроприводів.

Зниження об'ємного ККД та загального ККД призводить до втрат у вигляді збільшення непродуктивних витрат енергії, у тому числі палива

двигунами машин.

Граничні значення коефіцієнта подачі для насосів і загального ККД для гідромоторів встановлені нормативною документацією і становлять не більше 20 % від початкових значень [6]. Втім, в умовах практичної експлуатації і при більш значному падінні коефіцієнтів подачі і витрат гідроприсрої не вибраковуюються. Значне зростання вартості енергоносіїв обумовлює необхідність перегляду підходів до встановлення гранично-допустимих значень об'ємного ККД.

Аналіз останніх публікацій і досліджень.

В роботах [7-9] виконані дослідження по встановленню оптимальних і граничнодопустимих значень об'ємного ККД гідроприводу. При розробленні методики по встановленню оптимальних і граничнодопустимих значень об'ємного ККД гідроприводів, як проміжний результат, розглянути розрахунки непродуктивних витрат палива при зниженні об'ємного ККД гідроприсроїв сільськогосподарських машин. Актуальність питання по ресурсо-енергозбереженню і зниженню непродуктивних витрат палива показує необхідність розробки окремої методики по розрахунку перевитрат палива при зміні технічного стану гідроприсроїв.

Постановка завдання.

На даний час в сільськогосподарських машинах застосовується в основному два типи гідроприводів. Гідроприводи конструктивно виконані по відкритій і закритій схемах. В гідроприводах виконаних по відкритій схемі в більшості конструкцій використовуються шестеренні гідронасоси, розподільники, гідроциліндри та шестеренні або героторні гідромотори. Для гідроприводів з гідроциліндрами характерна циклічна робота, для гідроприводів з гідромоторами характерна безперервна робота.

Методику доцільно розробити для розрахунку перевитрат палива для гідроприводів на протязі робочої зміни, тобто при фіксованому текучому значенні об'ємного ККД, а також для тривалого періоду експлуатації при зміні технічного стану гідроприсроїв гідроприводів і зниженні об'ємного ККД, внаслідок зношування кінематичних пар і збільшення витікань.

В даній роботі розглядається розрахунок перевитрат палива гідроприводу циклічної дії.

Виклад основного матеріалу.

Гідравлічні приводи, які застосовуються в сільськогосподарських машинах різняться за потужністю, тиском, тривалістю функціонування, кількістю гідродвигунів, які підключаються до насоса, тощо.

Величина потужності, яка втрачається в гідроприводі із-за витікань робочої рідини при початковому значенні об'ємного ККД визначається із співвідношення:

$$N_{вт} = N_n (1 - \eta_n), \quad (1)$$

де N_n – потужність, яка споживається гідроприводом, кВт;

η_n – початковий коефіцієнт корисної дії гідроприводу.

Для розрахунку непродуктивних витрат палива, які обумовлюються початковим коефіцієнтом корисної дії, необхідно визначити енергетичні затрати протягом часу роботи, які пропорціональні потужності.

Комплексна оцінка факторів, що визначають режим навантаження гідропристроїв, а саме: тривалості роботи під навантаженням, частоти включень, тиску, що використовується, по номінальному тиску насоса проводиться за допомогою коефіцієнта напруженості K_n [10, 11]:

$$K_n = \frac{P_d}{P_n} \frac{t_u}{3600} n_u, \quad (2)$$

де P_d – тиск в гідросистемі, МПа;

P_n – номінальний тиск насоса, МПа;

t_u – тривалість технологічного циклу (роботи під навантаженням), с;

n_u – кількість циклів (включень) за годину.

Для розрахунку перевитрат палива необхідно коефіцієнт напруженості по номінальному тиску насоса замінити на коефіцієнт напруженості по максимальному тиску P_m від навантаженості в гідросистемі K_m .

Коефіцієнт напруженості K_m розраховується із циклограми роботи гідроприводу. Наприклад, для навантажувача ПЕА-1Н «Карпатець» (рис.1) він складає - 0,47.

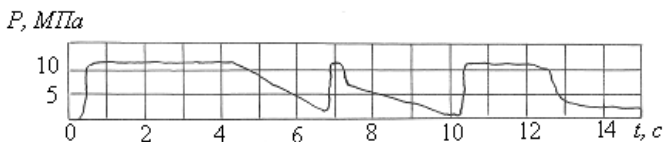


Рис. 1. Циклограма роботи гідроприводу навантажувача ПЕА-1Н «Карпатець»

Непродуктивні витрати палива двигуном машини на гідравлічний привод при початковому значенні об'ємного ККД визначають за формулою:

$$Q_n = N_{em} q K_m / \rho (1 - \eta_n), \quad (3)$$

де q – питома витрата палива двигуном, кг/кВт·год;

η_n – початкове значення об'ємного ККД гідроприводу.

ρ – щільність дизельного палива, кг/л

При початкових значеннях об'ємного ККД перевитрат пального не відбувається, хоча мають місце непродуктивні витрати пального. Зменшити такі витрати необхідно шляхом підвищення якості виготовлення гідроприводів і особливо їх ущільнюючих кінематичних пар.

Необхідно відмітити, що низка вітчизняних гідронасосів і гідромоторів мають конструктивні особливості, які дозволяють значно підвищити початкові значення η_n . Наприклад, шестеренні гідронасоси з компенсаторами, які в свій час були дані на випробування мали початкове значення більше ніж 0,96 проти значення 0,90, які регламентуються стандартом.

Зміна технічного стану гідроприводів гідроприводу призводить до витрат у вигляді збільшення непродуктивних перевитрат палива.

З урахуванням коефіцієнта напруженості роботи гідроприводу, перевитрати палива двигуном машини при зниженні ККД за робочий час t , можна розрахувати за формулою:

$$Q_c = N_n q K_n / \rho (\eta_n - \eta_m) \cdot t, \quad (4)$$

де η_m – поточне значення об'ємного ККД гідроприводу.

Поточне значення об'ємного ККД визначається розрахунком після вимірювання подачі насоса, витрат робочої рідини через розподільник та гідродвигуни із співвідношень наведених в роботах [5, 12].

Для тривалого періоду експлуатації, при зміні технічного стану гідроприводів гідроприводів об'ємний ККД визначається функціями вигляду [13]

$$\eta_m = at^2 + bt + c, \quad (5)$$

де a, b, c – коефіцієнти;

t – наробіток, годин.

Прогресуючі непродуктивні витрати, які обумовлені зниженням об'ємного ККД за проміжок часу Δt , враховуючи, що при $t = 0$ $c = \eta_n$, складають:

$$\Delta Q_s = N_n q K_m / \rho (\eta_n - at^2 - bt - c) \Delta t \quad (6)$$

Звідки маємо

$$Q_s = N_n q k K_m / \rho \int_0^t (-at^2 - bt) dt, \quad (7)$$

Після інтегрування маємо остаточну формулу для розрахунку непродуктивних перевитрат палива при зміні технічного стану гідроприводу

$$Q_3 = N_n q k K_m / \rho \left(-\frac{at^3}{3} - \frac{bt^2}{2} \right), \quad (8)$$

Розглянемо розрахунок перевитрат палива навантажувача ПЕА-1Н «Карпатець» за робочу зміну, при значенні об'ємного ККД гідроприводу 0,7, за формулою (4) і для тривалого періоду експлуатації за формулою (8).

За даними випробувань потужність, яка споживається гідроприводом навантажувача, складає 27,6 кВт, коефіцієнт напруженості $K_m = 0,47$, питома витрата палива q рівна 0,225 кг/кВт·год, густина дизельного палива – 0,85 кг/л. За результатами вимірювань коефіцієнта подачі насоса при випробуваннях визначені коефіцієнти апроксимуючої функції, які складають: $a = -4,6 \times 10^{-8}$, c^{-2} ; $b = -2,1 \times 10^{-5}$, c^{-1} ; $c = \eta_n = 0,967$.

Непродуктивні перевитрати палива за зміну складають 7,3 л.

Результати розрахунку перевитрат палива для тривалого періоду експлуатації при зміні технічного стану гідроприводу до граничного стану в графічному вигляді приведені на рис.2. При значенні об'ємного ККД гідроприводу 0,9 непродуктивні перевитрати палива складають 75,6 л, при значенні 0,6 – непродуктивні перевитрати палива складають 464,4 л.

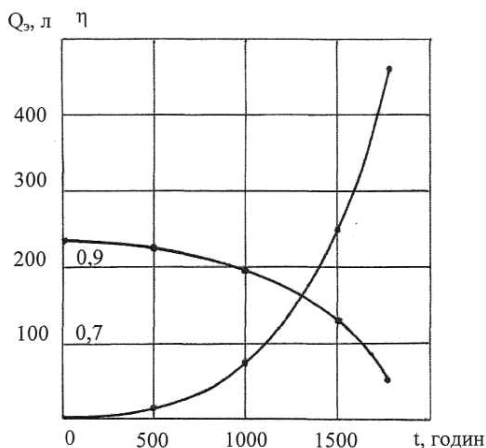


Рис. 2. Залежність непродуктивних перевитрат палива Q_3 від об'ємного ККД та наробітку гідроприводу

Висновки. Значне зростання вартості енергоносіїв обумовлює необхідність перегляду підходів до встановлення граничнодопустимих значень об'ємного ККД. Їх вибір доцільно виконувати на основі забезпечення мінімальних питомих витрат, при яких власник машини матиме як найменші затрати, віднесені до одиниці напрацювання.

Для забезпечення експлуатації гідроприводів з високими значеннями об'ємного ККД необхідно переглянути ДСТУ 2192 [6] по пунктах, що стосуються вимог до граничних значень об'ємного ККД.

Список використаних джерел

1. Закон України "Про енергозбереження" № 74 від 01.07.94.
2. ДСТУ 2339-94. Енергозбереження. Основні положення.
3. ДСТУ 2155-93. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню.
4. Л.В. Погорельий. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники. К.: – "Тэхника", 1990.
5. А.Т. Лебедев. Гидропневматические приводы тракторных агрегатов. – М.: Машиностроение, 1982.
6. ДСТУ 2192-93 Гідроприводи об'ємні. Насоси об'ємні та гідромотори. Загальні технічні умови.
7. В.В.Горбатов, С.Е.Афанасьева Оптимизация предельных значений параметров технического состояния гидроприводов сельскохозяйственных машин. В кн.: Математическое моделирование сельскохозяйственных объектов – основа проектирования технологий и машин XXI века. Материалы международной конференции (Минск, 27-28 февраля 2001 г.) Минск 2001.
8. Горбатов В.В. Методика визначення граничнодопустимих значень параметрів технічного стану гідропристроїв. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Збірник наукових праць. Випуск 10 (24). Книга 2. – Дослідницьке, 2006.
9. «Провести дослідження та розробити рекомендації по ресурсозбереженню при експлуатації сільськогосподарських машин на основі визначення граничнодопустимих значень параметрів технічного стану гідроприводів» (заключний). Звіт про науково-дослідну роботу УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2007.
10. В.А. Дидур, В.Я. Ефремов. Диагностика и обеспечение надежности гидроприводов сельскохозяйственных машин. –Киев "Техніка", 1986.
11. В.Н. Бугриенко, В.И. Барышев, В.М. Боклаг. Исследование ре-

жимов работы гидравлических навесных систем тракторов. Труды НАТИ. Выпуск 230. Исследование гидравлических приводов тракторов. Москва – 1974.

12. Т.М.Башта, И.З.Зайченко, В.В.Ермаков, Е.М.Хаймович. Объемные гидравлические приводы. – М.: Машиностроение, 1969.

13. Харазов А.М., Цвид С.Ф. Методы оптимизации в технической диагностике машин. – М.: Машиностроение, 1983.

Аннотация

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ПЕРЕРАСХОД ТОПЛИВА

Горбатов В.В.

В статье приведена методика расчета перерасхода топлива при изменении технического состояния гидроприводов циклического действия сельскохозяйственных машин

Abstract

ANALYSIS OF INFLUENCING OF CHANGE OF THE TECHNICAL STATE OF GIDROPRIVODOV OF CICLIC ACTION OF AGRICULTURAL MACHINES ON SPENDING TO EXCESS OF FUEL

V. Gorbatov

Calculation method of fuel over expenditures on changing of technical state of agricultural machinery hydrodrives of cyclic action ate given in the article