

УДК 630.37: 621.225

**ВПЛИВ ЗАЗОРІВ КАЧАЮЧИХ ВУЗЛІВ ГІДРОАГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ
ФОРВАРДЕРА НА ЙОГО ПЕРЕВИТРАТУ ПАЛИВА**

**Літовка С.В., к.т.н., доц.¹⁾, Косолапов В.Б., к.т.н., доц.²⁾,
Василенко Г.О.¹⁾, Альохін А.Ю.¹⁾**

*(¹⁾Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка;*

²⁾Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Проведено теоретичне дослідження впливу технічного стану трансмісії форвардера на його перевитрату палива . Показано, що при збільшенні зазорів в поршневих та розподільних парах качаючих вузлів гідроприводів трансмісії відбувається збільшення витрат палива силової установки, величина яких досягає 2,5 л/год при гранично-допустимому стані гідромашин.

Вступ. Однією з основних умов забезпечення ефективності лісозаготівельних машин є раціональне використання енергетичних ресурсів.

Аналіз показників надійності гідронасичених мобільних лісозаготівельних машин показує, що близько 30% відмов в умовах експлуатації припадає на об'ємний гідравлічний привод трансмісії (ОГТ). Особливо актуально це для лісотранспортних машин типу «ФОРВАРДЕР», так як зниження технологічних режимів транспортування деревини тягне за собою зниження продуктивності машини і одночасно збільшення витрат палива силової установки. Дані машини вміщують велику кількість гідроагрегатів, які постійно працюють в несприятливих умовах, що сприяє їх швидкому зношуванню і подальшому виходу їх з ладу [1].

Аналіз публікацій. За даними численних досліджень встановлено, що до 70% відмов у роботі гідронасичених мобільних машин припадає на долю гідроприводу [2, 3]. Найбільш широке застосування в ОГТ форвардерів знайшли аксіальнопоршневі регульовані насоси з похилим диском і аксіальнопоршневі нерегульовані гідромотори з похилим диском. Виробниками цього класу гідромашин є провідні підприємства «Hamilton Sundstrand», «Eaton» (США), «Danfos» (Данія), «Sauer-Danfoss» (Данія), «Rexroth-Bosch» (Німеччина), «Europarts» (Словаччина), «Гідромаш» (Росія), «Гідросила» (Україна) та ін.

Як свідчить аналіз дефектів гідромашин ОГТ, основним процесом, що приводять їх до втрати працездатності, слід вважати процеси зношування качаючого вузла, а точніше робочих поверхонь поршнів і втулок блоку циліндрів (поршнева пара), торцевих поверхонь розподільника й приставного дна (розподільна пара), і поверхонь п'ята – опора [1, 4, 5].

У процесі експлуатації ОГТ по мірі зношування робочих поверхонь качаючого вузла збільшуються зазори в парах тертя та зменшується тиск нагнітання, що веде до зниження об'ємного і загального коефіцієнта корисної дії (ККД) форвардерів і, як наслідок, до зниження їх продуктивності і, в цілому, до його непродуктивних витрат палива [5].

Мета роботи. Метою даної роботи є дослідження впливу зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів трансмісії форвардера на його перевитрати палива.

Основна частина. Критерієм гранично-допустимого технічного стану ОГТ є зниження коефіцієнта подачі насоса або гідромеханічного ККД гідромотора не більше ніж на 20%.

Як свідчить аналіз дефектів гідромашин ОГТ, основним процесом, що призводить їх до втрати працездатності, слід вважати процеси зносу качаючого вузла, а точніше робочих поверхонь поршнів і втулок блоку циліндрів (поршнева пара), торцевих поверхонь розподільника і приставного дна (розподільна пара), і поверхонь п'ята – опора [4, 5].

Перевитрата палива силовою установкою форвардера, яка обумовлена об'ємними витоками в ОГТ, визначається за формулою:

$$G_m = \frac{N_{np} \cdot q \cdot K_m}{\rho} \left(\frac{1}{\eta_m} - \frac{1}{\eta_n} \right), \quad (1)$$

де N_{np} – потужність, що витрачається на пересування форвардера і його технологічні операції; q – питома витрата палива силовою установкою; K_m – коефіцієнт завантаженості (комплексний показник, що визначає режим завантаженості гідроагрегатів) [6]; ρ – щільність палива; η_m, η_n – поточне і початкове ККД ОГТ.

Потужність, що витрачається на пересування комбайна і подолання підйому, визначається за формулою [7]:

$$N_{np} = \frac{G_k \cdot (f_k \pm i) \cdot v_p}{\eta_\delta \cdot \eta_{mp}}, \quad (2)$$

де G_k – експлуатаційна вага форвардера; f_k – коефіцієнт опору коченню; i – ухил місцевості; v_p – робоча швидкість руху форвардера; η_δ – ККД, що враховує втрату потужності на буксування; η_{mp} – загальний ККД ОГТ.

Загальний ККД ОГТ можна визначити за такою залежністю:

$$\eta_{mp} = \eta_{1o} \cdot \eta_{1zm} \cdot \eta_{2o} \cdot \eta_{2zm} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \quad (3)$$

де η_{1o} – коефіцієнт подачі насосу; η_{1zm} – гідромеханічний ККД насосу; η_{2o} – об'ємний ККД гідромотору; η_{2zm} – гідромеханічний ККД гідромотору; η_3 – ККД діапазону коробки швидкостей; η_4 – ККД головної передачі і диференціалу; η_5 – ККД бортових передач.

Як відомо коефіцієнт подачі насоса визначається виразом:

$$\eta_{1o} = 1 - \frac{Q_{yT}(\delta_p, \delta_p)}{Q_T}, \quad (4)$$

де Q_{yT} – загальні витоки робочої рідини качаючого вузла гідромашини; Q_T – теоретична подача качаючого вузла гідромашини; δ_p – торцевий зазор в розподільній парі; δ_p – кільцевий зазор поршневої пари.

Об'ємний ККД гідромотора визначається виразом:

$$\eta_{2o} = \frac{Q_T}{Q_T + Q_{yT}(\delta_p, \delta_p)}. \quad (5)$$

В роботі [8] представлена методика розрахунку витоків в качаючому вузлі гідромашин. Запропоновану методику використовуємо для визначення

поточних і початкових показників коефіцієнта подачі насоса і об'ємного ККД гідромотора.

Підставляючи залежності (2), (3), (4), (5) у вираз (1) отримуємо перевитрата палива силовою установкою зернозбирального комбайна, як функцію зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ.

Моделювання проводиться відносно до форвардера об'ємом трелюємого матеріалу $V=15 \text{ м}^3$, відстань трелювання $L=500 \text{ м}$, потужність двигуна $N_e=110 \text{ кВт}$, вага форвардера $G=166 \text{ кН}$. Приймавши всі вищевказані параметри константи крім δ_n і δ_p отримуємо залежність перевитрати палива силовою установкою форвардера від зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ.

Результати дослідження. Результати розрахунків перевитрати палива силовою установкою форвардера представлені на рисунку.

З аналізу графіка на рисунку видно, що перевитрати палива силовою установкою форвардера, за інших рівних умов, збільшуються при зростанні зазору в поршневих та розподільних парах качаючих вузлів приводів трансмісії. При цьому, чим більша початкова величина зазорів, тим істотніше відбувається перевитрата палива для забезпечення сталості робочої швидкості форвардера.

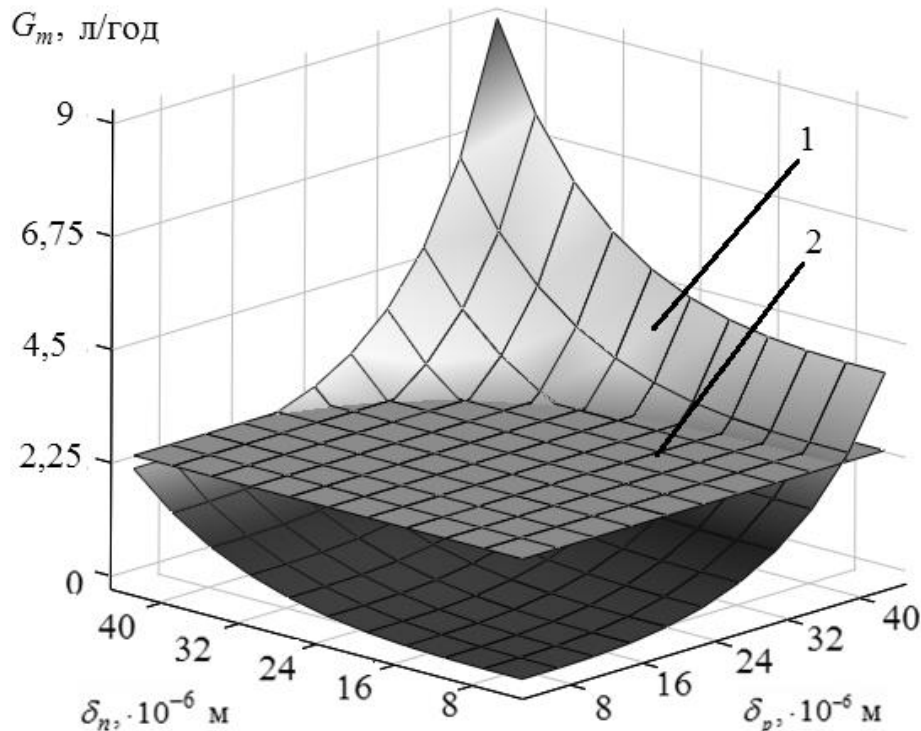


Рисунок 1 - Залежність перевитрати палива силовою установкою форвардера від зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ (1), функція при гранично-допустимому коефіцієнті подачі насоса (2) форвардера

Висновки. Проведена оцінка впливу зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів ОГТ форвардера на перевитрату палива його силової установки.

Показано, що при збільшення зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів в процесі експлуатації відбувається збільшення перевитрати палива силової установки, величина яких досягає 2,5 л/год при досягненні гранично-допустимого технічного стану ОГТ.

Для ефективної експлуатації форвардера необхідно проводити своєчасний контроль стану РЖ для запобігання інтенсивному зносу і, як наслідок, зниження його продуктивності та збільшення перевитрати палива силової установки.

Список літератури

1. Багин Ю. И., Ерахтин Д. Д. Гидросистемы лесозаготовительных машин. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 232 с.
2. Кондаков Л.А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем / Кондаков Л.А. – М.: Машиностроение, 1982. – 216 с.
3. Надежность объёмных гидроприводов и их элементов / [Беленков Ю.А., Нейман В.Г., Селиванов М.П., Точилин Ю. В.]. – М.: Машиностроение, 1977. – 167 с.
4. Лозовский В.Н. Надежность и долговечность золотниковых и плунжерных пар. – М.: Машиностроение, 1970. – 232 с.
5. Лебедев Н.И. Объёмный гидропривод машин лесной промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 296 с.
6. Бугренко В.Н. Исследование режимов работы гидравлических навесных систем тракторов/ В.Н. Бугренко, В.И. Барышев, В.М. Боклаг // Труды НАТИ. Исследование гидравлических приводов тракторов. – М. – 1974. – Вып. 5. – С. 23-33.
7. Расчет эксплуатационных затрат лесосечных машин / Герасимов Ю.Ю., Сибиряков К.Н., Мошков С.Л., Вяльккю Э., Карвинен С. – Йозенсуу: НИИ леса Финляндии, 2009. – 46 с.
8. Литовка С.В. Влияние зазоров качающего узла гидроагрегатов на выходные параметры объёмных гидроприводов трансмиссий сельскохозяйственных машин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2011. – Вип. 11, т. 2. – С. 21-26.

Аннотація

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ КАЧАЮЩИХ УЗЛОВ ГИДРОАГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ФОРВАРДЕРА НА ЕГО ПЕРЕРАСХОД ТОПЛИВА

Литовка С.В., Косолапов В.Б., Василенко А.А., Алёхин А.Ю.

Проведено теоретическое исследование влияния технического состояния трансмиссии на перерасход топлива форвардера. Показано, что при увеличении зазоров в

поршневых и распределительных парах качающих узлов гидроприводов трансмиссии происходит увеличение перерасхода топлива силовой установки форвардера, величина которого достигает 2,5 л/ч при предельно допустимом состоянии гидромашины.

Abstract

INFLUENCE OF THE CLEARANCE OF PUMPING UNIT OF TRANSMISSION HYDRAULICS OF FORWARDER ON ITS EXCESS FUEL FLOW

Litovka S., Kosolapov V., Vasilenko G., Alekhin A.

Theoretical research of influence of a technical condition of transmission on its excess fuel flow of forwarder has been conducted. It is shown that at increase of the clearance of pumping unit of transmission hydraulics occurs increase of its excess fuel flow of forwarder which size reaches 2.5 liter per hour at a maximum-permissible condition of hydromachines.