

УДК 630.37: 621.225

ВПЛИВ ЗАЗОРІВ КАЧАЮЧИХ ВУЗЛІВ ГІДРОАГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ ФОРВАРДЕРА НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ

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

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

²⁾Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Проведено теоретичне дослідження впливу технічного стану трансмісії на продуктивність форвардера. Показано, що при зменшенні зазорів в поршневих та розподільних парах качаючих вузлів гідроприводів трансмісії відбувається зменшення продуктивності форвардера, величина якої досягає 10% при гранично-допустимому стані гідромашин.

Вступ. Аналіз показників надійності гідронасичених мобільних лісозаготівельних машин показує, що близько 30% відмов в умовах експлуатації припадає на об'ємний гідравлічний привод трансмісії (ОГТ). Це призводить до незапланованих витрат, пов'язаних з простоєм машин під час ремонту. Особливо актуально це для лісотранспортних машин типу «ФОРВАРДЕР», так як зниження технологічних режимів транспортування деревини тягне за собою зниження продуктивності машини і одночасно підвищує собівартість продукції. 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 [5].

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

Основна частина. Продуктивність форвардера в загальному вигляді може бути представлена формулою:

$$W = \frac{V}{t_n + t_{mp} + t_p + t_{xx}}, \quad (1)$$

де V – об'єм трелюємого матеріалу; t_n – час навантаження; t_{mp} – час транспортування; t_p – час розвантаження; t_{xx} – час холостого ходу.

При константі відстані транспортування продуктивність форвардера визначається швидкістю руху машини.

Приймаємо, що швидкість транспортування і холостого ходу рівні, тоді:

$$W = \frac{V}{t_n + \frac{L}{v} + t_p + \frac{L}{v}}, \quad (2)$$

де L – відстань транспортування; v – швидкість руху.

Швидкість руху визначається залежністю:

$$v = \frac{K \cdot N_e}{G \cdot (f_k \pm i)} \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_\delta \quad (3)$$

де K – коефіцієнт, що враховує частку потужності затрачуваної на привід трансмісії; N_e – ефективна потужність двигуна; G – експлуатаційна вага форвардера; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії; η_δ – ККД, що враховує втрати потужності на буксування; f_k – коефіцієнт опору коченню форвардера; i – ухил місцевості.

Коефіцієнт корисної дії трансмісії:

$$\eta_{mp} = \eta_{1o} \cdot \eta_{1zm} \cdot \eta_{2o} \cdot \eta_{2zm} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \quad (4)$$

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:

$$\eta_{1o} = 1 - \frac{Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}{Q_T}, \quad (5)$$

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

Об'ємний ККД гідромотора визначається виразом:

$$\eta_{2o} = \frac{Q_T}{Q_T + Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}. \quad (6)$$

В роботі [6] 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 (3)-(6) у вираз (2) отримуємо продуктивність форвардера, як функцію зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ:

$$W = \frac{V}{t_n + \frac{2 \cdot L}{\frac{K \cdot N_e}{G \cdot (f_k \pm i)} \cdot \left(1 - \frac{Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}{Q_T}\right) \cdot \eta_{1zm} \cdot \left(\frac{Q_T}{Q_T + Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}\right) \cdot \eta_{2zm} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6} + t_p}. \quad (7)$$

Моделювання проводиться відносно до форвардеру 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 продуктивності форвардера від зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ.

Результати дослідження. Результати розрахунків продуктивності форвардера представлені на рисунку.

З аналізу графіка на рисунку видно, що продуктивність форвардера, за інших рівних умов, знижується при зростанні зазору в поршневих та розподільних парах качаючих вузлів приводів трансмісії. При досягненні граничної величини радіального зазору поршневої пари $\delta_n \approx 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ та торцевого зазору розподільної пари $\delta_p \approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ насоса приводу трансмісії [6] продуктивність форвардера знижується на 10 %.

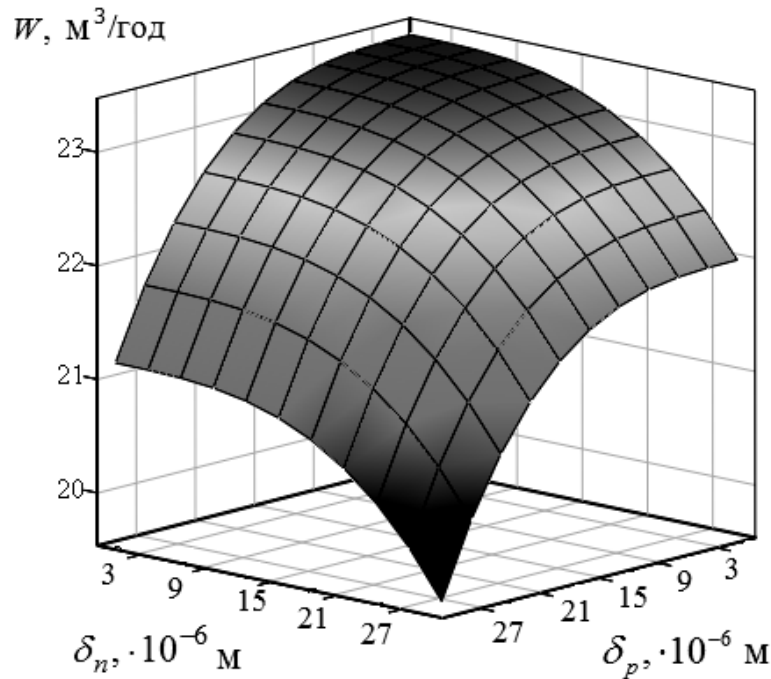


Рис.1 – Залежність продуктивності форвардера від зазорів в поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин

Висновки. Проведені теоретичні дослідження впливу технічного стану трансмісії на продуктивність форвардера показують зменшення продуктивності машини на 10% при досягненні гранично-допустимого стану ОГТ. Для ефективної експлуатації форвардера необхідно проводити своєчасний контроль стану РЖ для запобігання інтенсивному зносу і, як наслідок, зниження його продуктивності.

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. 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.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ КАЧАЮЩИХ УЗЛОВ ГИДРОАГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ ФОРВАРДЕРА НА ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

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

Проведено теоретическое исследование влияния технического состояния трансмиссии на производительность форвардера. Показано, что при уменьшении зазоров в поршневых и распределительных парах качающих узлов гидроприводов трансмиссии происходит уменьшение производительности форвардера, величина которой достигает 10% при предельно допустимом состоянии гидромашин.

Abstract

INFLUENCE OF THE CLEARANCE OF PUMPING UNIT OF TRANSMISSION HYDRAULICS OF FORWARDER ON ITS PRODUCTIVITY

Litovka S., Kosolapov V., Vasylenko G.

Theoretical research of influence of a technical condition of transmission on productivity of forwarder has been conducted. It is shown that at reduction of the clearance of pumping unit of transmission hydraulics occurs productivity reduction of forwarder which size reaches 10 % at a maximum-permissible condition of hydromachines.