

УКД 631.354:621.225

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГІДРОПРИВОДУ ТРАНСМІСІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА НА ВИКИДИ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН

С.В. Літовка, доцент, к.т.н., М.О. Сабліна, асистент, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені П. Василенка, М.І. Кулик, доцент, к.т.н., Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Анотація. Визначено збільшення викидів забруднювальних речовин силовою установкою зернозбирального комбайна за збільшення зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів об'ємного гідроприводу трансмісії при досягненні її гранично допустимого технічного стану.

Ключові слова: комбайн, гідропривід трансмісії, забруднювальні речовини.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОПРИВОДА ТРАНСМИССИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА НА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

С.В. Литовка, доцент, к.т.н., М.А. Саблина, ассистент, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П. Василенко, М.И. Кулик, доцент, к.т.н., Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Аннотация. Определено увеличение выбросов загрязняющих веществ силовой установкой зерноуборочного комбайна при увеличении зазоров качающих узлов гидроагрегатов объемного гидропривода трансмиссии при достижении ее предельно допустимого технического состояния.

Ключевые слова: комбайн, гидропривод трансмиссии, загрязняющие вещества.

INFLUENCE OF THE TECHNICAL STATE OF COMBINE HARVESTER HYDRODRIVE TRANSMISSION ON POLLUTANT EMISSIONS

S. Litovka, Associate Professor, Candidate of Technical Science, M. Sablina, Assistant, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, M. Kulyk, Associate Professor, Candidate of Technical Science, V. Karazin Kharkiv National University

Abstract. The increase of pollutant emissions has been defined by a combine harvester power-plant at increase of clearances of swinging knots of hydrounits of a volume of hydrodrive transmission at achievement of its maximum-permissible technical state.

Key words: combine harvester, hydraulic transmission, pollutant emissions.

Вступ

Однією з глобальних проблем нашого часу є охорона навколишнього природного середовища (НПС) та формування умов для стійкого розвитку життєдіяльності людини. Багатогранна господарська діяльність суспільства,

як відомо, супроводжується збільшенням навантаження на навколишнє середовище, відбиваючись практично на всіх її компонентах, що приводить до посилення змін навколишнього середовища, забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери.

Галузь сільського господарства належить до одного з чинників антропогенного впливу на довкілля. Сільськогосподарські машини (СГМ) є джерелами забруднення повітря і підвищення рівня шуму, що завдає непоправної шкоди здоров'ю людини (негативно впливає на фізіологічний стан людей та тварин), оскільки поставляє в довкілля величезні маси пилу, відпрацьованих газів (ВГ), мастил, важких металів та десятки інших речовин, значна частина яких відноситься до токсикантів.

Аналіз публікацій

СГМ здебільшого використовують двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), вихлопні гази яких містять більш ніж 200 різних хімічних сполук, з яких 170 – отруйні. При згоранні в ДВЗ 1 тонни палива в атмосферне повітря викидається від 150 до 800 кг шкідливих речовин. Найбільш істотні такі компоненти викидів як оксид вуглецю (СО), вуглеводні (СН), окиси азоту (NO_x), альдегіди (RCHO), сполуки сірки (основна – двооксид сірки SO₂), тверді частинки (сажа), канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (найбільше бенз(а)пірен), сполуки свинцю, вторинні продукти в атмосфері – фотохімічні оксиданти (пероксиацетилнітрат, азот) [1–3].

Міра впливу шкідливих речовин на організм людини залежить від їх концентрації, тривалості дії, індивідуальних особливостей людини і виду шкідливої речовини.

У 2008 та 2009 роках в Харківській області в атмосферне повітря пересувними джерелами було викинуто 137 та 127 тис. тонн забруднювальних речовин відповідно, у тому числі 27,1 та 22,4 тис. тонн від використання дизельного палива. В Харківській області викиди автотранспорту становлять 44 % від загального обсягу викидів [3].

Велика увага дослідників привернена до вивчення впливу автотранспорту в містах, оскільки саме там маємо велику концентрацію автомобілів. Ми звертаємо увагу на вплив сільськогосподарських машин на довкілля, бо вони мають дизельні ДВЗ великої потужності. Дизельні двигуни є більш економічними, але таких речовин як СО, NO_x вони викидають не менше, ніж бензинові, а сажі (очищення від якої дотепер не має кардинальних рішень) та діоксиду сірки вони

викидають істотно більше. У сполученні ж зі створюваним шумом дизельні двигуни не є більш екологічними, в порівнянні з бензиновими.

Одним зі шляхів підвищення експлуатаційних і техніко-економічних, а також екологічних характеристик СГМ є застосування гідроприводів. На сьогодні в конструкціях зернозбиральних комбайнів широко застосовуються гідравлічні виконавчі механізми для приводу робочих органів, в системах керування, а також як гідравлічні трансмісії [4].

Трансмісія зернозбирального комбайна Дон 1500 оснащена об'ємним гідроприводом типу ГСТ-90 [5]. У процесі експлуатації об'ємного гідроприводу трансмісії (ОГТ) при зносі робочих поверхонь збільшуються зазори і зменшується тиск нагнітання, що веде до зниження об'ємного і загального коефіцієнта корисної дії (ККД) і, в цілому, до непродуктивної витрати палива зернозбирального комбайна [6], внаслідок чого до атмосферного повітря потрапляє більше відпрацьованих газів.

Кількість шкідливих речовин, які надходять з ВГ в атмосферне повітря, визначають зазвичай за їх масою. Масові викиди забруднювальної речовини (ЗР) розраховують із використанням різних методик.

В більшості випадків кількість ВГ розраховують за витратою повітря і палива, що брали участь у згоранні, або вимірюють спеціальними витратомірами, але частіше їх розраховують за рівняннями теорії двигунів [7].

Кожній шкідливій речовині (ШР) за ступенем впливу на організм людини властива певна агресивність чи небезпека. За одиницю відносної агресивності (R_i) прийнято агресивність оксиду вуглецю СО.

Мета і постановка задачі

Дотримання регламенту технічного обслуговування машин дозволяє значно скоротити токсичні викиди до атмосфери. Тому метою даної роботи є визначення впливу зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів ОГТ зернозбирального комбайна на збільшення викиду шкідливих речовин з ВГ.

Визначення викидів забруднювальних речовин

Найбільш широко застосовуються в ОГТ вітчизняних кормо- та зернозбиральних комбайнів аксіальнопоршневі регульовані насоси з похилим диском марки НП 90 і аксіальнопоршневі нерегульовані гідромотори з похилим диском марки МП 90.

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 до втрати ними працездатності, слід вважати процеси зносу качаючого вузла, а точніше – робочих поверхонь поршнів і втулок блока циліндрів (поршнева пара), торцевих поверхонь розподільника і приставного дна (розподільна пара) і поверхонь п'ята – опора [8].

Проаналізувавши особливості роботи комбайнів, обрано методику розрахунку валових викидів для стаціонарних дизельних двигунів.

Валовий викид i -ї речовини за рік стаціонарною дизельною установкою визначається за формулою [9]

$$W_{ei} = q_{ei} \cdot G_T, \quad (1)$$

де q_{ei} – викид i -ї шкідливої речовини, що припадає на кг дизельного палива, при роботі стаціонарної дизельної установки з урахуванням сукупності режимів, які складають експлуатаційний цикл [10] (визначається за таблицями); G_T – витрата палива стаціонарною дизельною установкою за період часу.

Перевитрата палива силовою установкою зернозбирального комбайна, обумовлена об'ємними витоками в ОГТ, визначається за формулою

$$G_T = \frac{N_{np} \cdot q \cdot K_M}{\rho} \left(\frac{1}{\eta_T} - \frac{1}{\eta_H} \right), \quad (2)$$

де N_{np} – потужність, що витрачається на пересування комбайна і подолання підйому; q – питома витрата палива силовою устано-

вкою; K_M – коефіцієнт завантаженості (комплексний показник, що визначає режим завантаженості гідроагрегатів) [11]; ρ – щільність палива; η_T, η_H – поточне і початкове ККД ОГТ.

Потужність, що витрачається на пересування комбайна і подолання підйому, визначається за формулою [12]

$$N_{np} = \frac{G_k \cdot (f_k \pm i) \cdot v_p}{\eta_\delta}, \quad (3)$$

де G_k – експлуатаційна вага СГМ; f_k – коефіцієнт опору коченню; i – ухил місцевості; v_p – робоча швидкість руху комбайна; η_δ – ККД, що враховує втрату потужності на буксування.

Загальний ККД ОГТ можна визначити за такою залежністю:

$$\eta = \eta_{10} \cdot \eta_{1ГМ} \cdot \eta_{20} \cdot \eta_{2ГМ} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6, \quad (4)$$

де η_{10} – коефіцієнт подачі насоса; $\eta_{1ГМ}$ – гідромеханічний ККД насоса; η_{20} – об'ємний ККД гідромотора; $\eta_{2ГМ}$ – гідромеханічний ККД гідромотора; η_3 – ККД діапазону коробки передач; η_4 – ККД головної передачі і диференціала; η_5 – ККД бортових передач; η_6 – ККД клинопасової передачі.

Як відомо, коефіцієнт подачі насоса визначається виразом

$$\eta_{10} = 1 - \frac{Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}{Q_T}, \quad (5)$$

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

Об'ємний ККД гідромотора визначається виразом

$$\eta_{20} = \frac{Q_T}{Q_T + Q_{yT}(\delta_n, \delta_p)}. \quad (6)$$

В роботі [13] представлено методику розрахунку витоків у качаючому вузлі гідромашин. Запропоновану методику використовуємо для визначення поточних і початкових показників коефіцієнта подачі насоса і об'ємного ККД гідромотора.

Підставляючи залежності (3), (4), (5), (6) у вираз (2), отримуємо перевитрату палива силовою установкою зернозбирального комбайна як функцію зазорів у поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ.

Моделювання проводиться орієнтуючись на паспортні дані зернозбирального комбайна Дон-1500, оснащеного ДВЗ ЯМЗ-238АК. Прийнято середні величини ККД агрегатів.

Результати розрахунків показали, що за збільшення зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів у процесі експлуатації відбувається збільшення перевитрати палива силової установки, величина якого досягає 3 л/год при гранично допустимому технічному стані ОГТ.

Розрахунок викидів виконано для наступних шкідливих речовин, що надходять до атмосфери з ВГ стаціонарних дизельних установок: оксид вуглецю (СО), оксиди азоту (NO_x) (в перерахунку на NO₂), вуглеводні (СН), сажа (С), діоксид сірки (SO₂), формальдегід (СН₂О), бенз(а)пірен (БП). Результати розрахунків збільшення викидів відносно початкових значень силовою установкою зернозбирального комбайна при гранично допустимому технічному стані ОГТ наведено в табл. 1.

Таблиця 1 Значення збільшення валових викидів силовою установкою (г/год)

| | | | |
|-------------------|------|----|----------------------|
| СО | 58,8 | СН | 27,2 |
| NO ₂ | 90,5 | С | 4,5 |
| SO ₂ | 11,3 | БП | 1,2·10 ⁻⁴ |
| СН ₂ О | 1,1 | | |

За масовими викидами окремих шкідливих речовин, з урахуванням коефіцієнта відносної агресивності R_i , розраховано сумарні масові викиди, зведені до СО, тобто сумарну токсичність джерела забруднення, в умовних кілограмах за певний період часу [7]

$$W_{\Sigma CO} = \sum_{i=1}^n R_i \cdot W_{ei}. \quad (7)$$

Результати розрахунків збільшення сумарних масових викидів шкідливих речовин, зведених до СО, силовою установкою зернозбирального комбайна представлено на рис. 1.

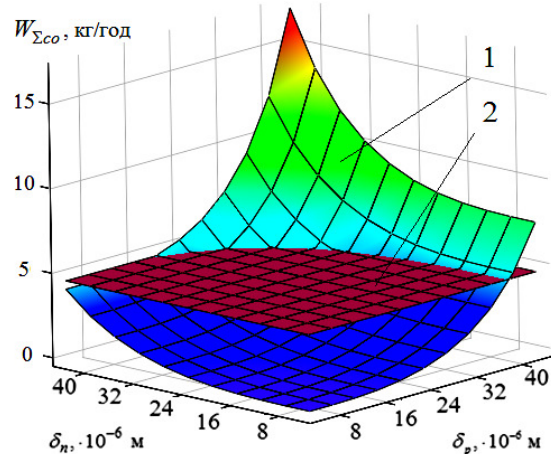


Рис. 1. Залежність збільшення сумарних масових викидів ШР відносно початкових значень силовою установкою зернозбирального комбайна від зазорів у поршневих і розподільній парах качаючого вузла гідромашин ОГТ (1), функція при гранично допустимому коефіцієнті подачі насоса (2)

Як видно з графіка на рис. 1, за збільшення зазорів у поршневих і розподільній парах качаючих вузлів гідромашин ОГТ відбувається збільшення сумарних масових викидів забруднювальних речовин відносно початкових значень силовою установкою зернозбирального комбайна.

Висновки

Проведено оцінку впливу зазорів качаючих вузлів гідроагрегатів ОГТ зернозбирального комбайна на перевитрату палива його силовою установкою, величина якої досягає 3 л/год при досягненні гранично допустимого технічного стану ОГТ.

Показано, що за збільшення зазорів збільшуються масові викиди забруднювальних речовин. Розраховано збільшення масових викидів відносно початкових значень для наступних речовин: оксиду вуглецю, оксиду азоту, вуглеводнів, сажі, діоксиду сірки, формальдегіду, бенз(а)пірену. Величина сумар-

них масових викидів шкідливих речовин, зведених до СО, відносно початкових значень дорівнює 4,85 кг/год при досягненні гранично допустимого технічного стану ОГТ.

Література

1. Двигуни внутрішнього згоряння. Т. 5. Екологізація ДВЗ / А.П. Марченко, І.В. Парсаданов, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, А.Ф. ШЕХОВЦОВ; за заг. ред. А.П. Марченка, А.Ф. Шеховцова. – Х.: Прапор, 2004. – 360 с.
2. Шапочка М.К. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище / М.К. Шапочка, Я. Лисянська, А. Руденко // Економічні проблеми сталого розвитку: тези доповідей науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів та студентів факультету економіки та менеджменту, присвяченої Дню науки в Україні. – Суми: СумДУ. – 2010. – Ч. II. – С. 131–132.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області за 2009 рік [Електронний ресурс]. – Х., 2010. – Режим доступу: http://www.menr.gov.ua/harkiv_2009.doc
4. Гідропривід сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / О.М. Погорілець, М.С. Волинський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; за заг. ред. О.М. Погорільця. – К.: Вища освіта, 2004. – 368 с.
5. Зерноуборочные комбайны «Дон» / Ю.А. Песков, И.К. Мещеряков, Ю.Н. Ярмашев и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 332 с.
6. Дидур В.А. Эксплуатация гидроприводов сельскохозяйственных машин / В.А. Дидур, Ю.С. Малый. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 128 с.
7. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.О. Говорун, Л.П. Мержиєвська. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.
8. Галин Д.А. Оценка работоспособности и повышение долговечности объемного гидропривода ГСТ-90: автореф. дис. на соискание учён. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.03 «Технологии и средства техн. обслужив. в сельском хозяйстве» / Д.А. Галин. – Саранск, 2007. – 18 с.
9. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург, 2001–. – Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>.
10. ГОСТ Р 51249-99. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения. – Введ. 1999-03-03. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 18 с.
11. Бугренко В.Н. Исследование режимов работы гидравлических навесных систем тракторов / В.Н. Бугренко, В.И. Барышев, В.М. Боклаг // Труды научного автотракторного института. Исследование гидравлических приводов тракторов. – 1974. – Вып. 5. – С. 23–33.
12. Зерноуборочные комбайны / Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев, А.И. Русанов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 248 с.
13. Литовка С.В. Влияние зазоров качающего узла гидроагрегатов на выходные параметры объемных гидроприводов трансмиссий сельскохозяйственных машин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2011. – Вип. 11, Т. 2. – С. 21–26.

Рецензент: В.П. Волков, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 01 червня 2012 р.