

Testing of the working bodies of agricultural machinery in a production environment. D.D. Marchenko, A.S. Stasiv, V.V. Kobylyatsky

The design of the device for testing the working bodies of agricultural machines for carrying out laboratory and field work is proposed, which reduces the costs compared to the ground channel and ensures the straightness and accuracy of the treatment depth, which significantly reduces energy costs.

УДК 621.7:621.8+539.4

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ
ДЛЯ СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО
РЕЖИМУ В ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА**

В.І. Гавриш, доктор економічних наук, професор

В.А. Грубань, кандидат технічних наук, доцент

О.О. Нагорний, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

В.А. Захаров, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

Л.О. Ксенік, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

Миколаївський національний аграрний університет

У статті розглядаються методи вирішення проблеми досягнення і підтримки оптимального теплового режиму в моторно-трансмісійних установках за рахунок вторинного використання теплоти, що виділяється від згоряння палива в двигуні.

Ключові слова: відпрацьовані гази, ексергія, трансмісія, оптимальний тепловий режим, теплообмінник

Аналіз процесів механізації агропромислового комплексу (АПК) показує, що значна частина роботи машинно-тракторних агрегатів (МТА) здійснюється в умовах низьких температур навколишнього середовища

(НС) і супроводжується значним відхиленням теплового режиму моторно-трансмійної установки (МТУ) від оптимального. Зниження теплового режиму МТУ супроводжується збільшенням втрат потужності в трансмісії трактора, збільшенням витрат палива, підвищенням зносу поверхонь тертя і, як наслідок, зниженням продуктивності праці.

Одним із способів вирішення зазначеної проблеми може бути досягнення і підтримка оптимального теплового режиму в МТУ за рахунок вторинного використання теплоти, що виділяється від згоряння палива в двигуні.

Найбільш перспективним, на наш погляд, є використання теплоти відпрацьованих газів (ВГ) двигуна, тому що з ними в атмосферу розсіюється до 40% теплоти. Термін ВГ відноситься до газів, які викидаються в атмосферу (після теплообмінника).

Аналіз існуючих способів і схем вторинного використання теплоти відпрацьованих газів (ВГ) показує, що ця теплота найчастіше використовується в когенераційних установках для нагрівання води з метою теплопостачання. Надалі термін ВГ стосується газів, які знаходяться перед теплообмінником.

Є три напрямки робіт з підвищення ефективності функціонування МТУ: застосування мастил з пологою в'язко-температурною характеристикою (ВТХ), у тому числі від вторинних ресурсів, удосконалення конструкції вузлів і агрегатів трансмісій машин.

Результатом несприятливого впливу атмосферних явищ і кліматичних факторів є погіршення властивостей конструкційних і експлуатаційних матеріалів, що в кінцевому рахунку, призводить до зниження надійності машин і ефективності їх використання в сільському господарстві.

На властивості матеріалів і надійність машин, експлуатованих на відкритому повітрі, впливає весь комплекс кліматичних факторів і атмосферних явищ. Інтенсивність їх впливу залежить від клімату району,

де експлуатуються машини, і від часу, у відповідність до змін погоди цього району. До кліматичних чинників, який впливає на роботу вузлів і агрегатів МТУ тракторів, в першу чергу можна віднести температуру повітря, його вологість і вітер, а точніше його швидкість.

Разом з тим, найбільш несприятливим фактором, що робить негативний вплив на роботу вузлів і агрегатів МТУ є, як уже зазначалося вище, низька температура ОС.

Низька температура повітря значно ускладнює експлуатацію тракторів внаслідок зміни фізичних властивостей масел, палива, охолоджувальної рідини (ОР), електроліту, погіршення роботи силової передачі і ходової системи.

При низькій температурі ОС в'язкість моторного масла збільшується і зростає момент опору обертання колінчастого вала при пуску двигуна. Наприклад, при зниженні температури ОС від плюс 20 ° С до мінус 20 ° С крутний момент, необхідний для провертання колінчастого вала, зростає більш ніж в чотири рази.

Встановлено, що при температурі охолоджуючої рідини 55°С знос поршневих кілець двигуна збільшується в чотири рази, при 40°С - в дванадцять разів, а при 30° С - в двадцять разів у порівнянні зі ступенем зносу, що відбувається при нормальному тепловому режимі двигуна (85 - 90 ° С).

Розігрів мастила в трансмісії тракторів відбувається практично тільки за рахунок енергії, що витрачається на подолання сил тертя в кінематичних парах, вузлах і агрегатах трансмісії. Виникаюча при цьому теплота може бути визначена за формулою:

$$Q_{\text{п}} = (1 - n_{\text{тр}}) \cdot N_e \cdot t,$$

де $n_{\text{тр}}$ – механічний коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії;

N_e – потужність на вході в трансмісію, кВт;

t – час роботи трактора, ч.

Частина теплоти буде відводитися в ОС (Q_{OT}) в результаті теплообміну.

Кількість відведеної теплоти можна визначити за формулою:

$$Q_{OT} = L_k \cdot F \cdot (T_{TP} - T_{OC}) t_{OCT},$$

де L_k – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря, Дж/м²·К·год;

F – площа поверхні теплообміну, м²;

T_{TP} – температура трансмісії, К;

T_{OC} – температура навколишнього середовища, К;

t_{OCT} – час охолодження трансмісії, год.

За даними ряду джерел, оптимальний тепловий режим в трансмісії тракторів, особливо в КП, лежить в діапазоні температур від 60°C до 80°C.

Разом з тим бачимо, що трансмісії як вітчизняних, так і зарубіжних тракторів не містять систем, що підтримують оптимальний тепловий режим. Таким чином, тепловий режим в агрегатах трансмісії безпосередньо залежить від температури ОС, швидкості вітру, часу роботи і ступеня завантаження двигуна трактора. Наприклад, встановлено, що оптимальний температурний режим в КП трактора ХТЗ-243К.20 був досягнутий при найвищій розрахунковій температурі ОС (плюс 35 °С) і максимальному ступені завантаження двигуна. При цьому час стабілізації температури мастила в КП склало близько трьох годин.

В експлуатаційних умовах при оранці трактором ХТЗ-243К.20 і температурі ОС плюс 25°C температура мастила в КП не перевищує 45-50°C.

Найбільш негативний вплив на працездатність силової передачі низькі температури ОС надають в період запуску машин після тривалої зупинки. Основний ж вплив низьких температур ОС на працездатність і ефективність трансмісії проявляється через зниження її ККД внаслідок збільшення в'язкості масла.

Відповідно до загальноприйнятого становищем втрати потужності трансмісії, зокрема в КП, діляться на навантажувальні і втрати холостого

ходу. Навантажувальні втрати пропорційні діючому навантаженню, числу пар шестерень, які знаходяться в зачепленні, типу підшипників і їх кількості. У свою чергу, втрати холостого ходу є функцією швидкісного режиму і в'язкості масла. Втрати холостого ходу мають гідравлічний характер, тому розділити їх на швидкісні та в'язкісні можна тільки умовно.

Втрати потужності і ККД залежать від переданого навантаження, швидкісного і теплового режимів роботи, тому сумарні втрати потужності можна оцінити двома ККД: η_{xx} - ККД, враховує втрати на холостому ходу, и η_n - ККД, враховуючим втрати при передачі навантаження.

У загальному вигляді сумарні втрати в КП $\Delta N_{кп}$ можна виразити такою формулою:

$$\Delta N_{кп} = \Delta N_{xx} + \Delta N_n,$$

де ΔN_{xx} – втрати холостого ходу, кВт;

ΔN_n – втрати від навантаження, кВт.

При дослідженні втрат потужності в КП трактора ХТЗ-243К.20 встановлено, що мінімальні значення втрат потужності (близько 4 кВт) на всіх швидкісних режимах зафіксовані при температурі мастила від 60 до 80 ° С, чому відповідає в'язкість 150-300 м² / с (рис. 1, а). Зменшення температури нижче 60 °С, через інтенсивне підвищення його в'язкості, призводить до суттєвого приросту втрат холостого ходу. При температурі 10 ° С холості втрати досягають 14 кВт, тобто перевищують мінімальні в 3-3,5 рази

ККД КП при режимі роботи з коефіцієнтом завантаження двигуна рівним 0,85 досягає максимальної величини (0,93) при температурі мастила, відповідно мінімальним холостим витратам (рис. 1, б).

Характер зміни ККД КП від температури масла визначається в основному величиною ККД, що враховує холості втрати. При температурі масла 10 ° С ККД КП знижується до 0,875. Зниження швидкісного режиму ведучого вала з 1900 до 1700 хв-1 за рахунок зменшення холостих втрат призводить до деякого повели- ню (до 0,5%) ККД КП

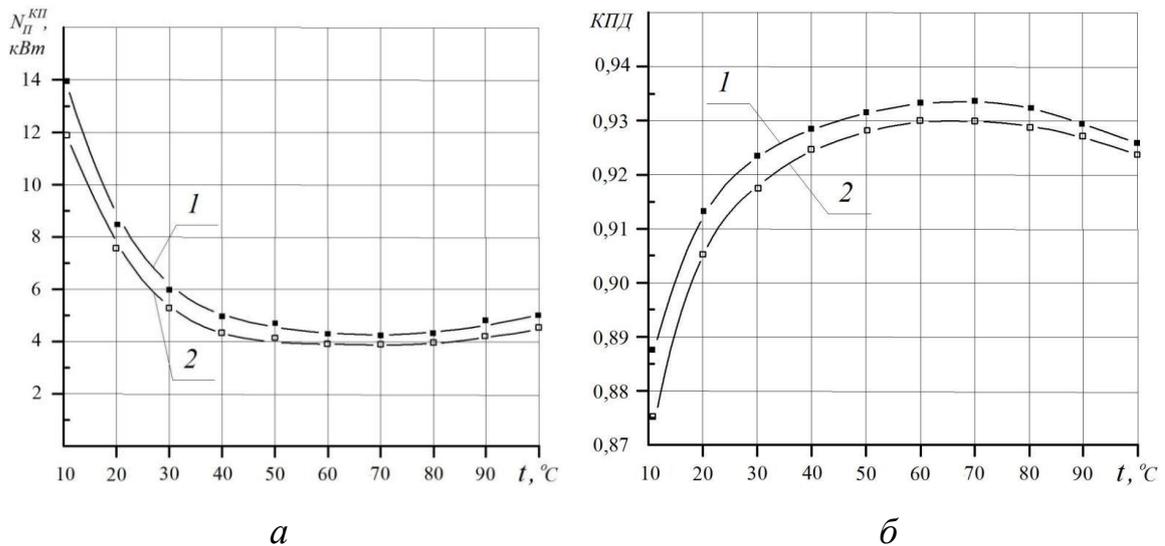


Рис. 1. Залежність втрат холостого ходу від температури мастила на 3 передачі трактора ХТЗ-243К.20 (а) и залежність ККД КП трактора ХТЗ-243К.20 від температури мастила на номінальних швидкісних режимах (б):
1 - частота обертання ведучого вала 1900 хв^{-1} ; 2 - частота обертання ведучого вала 1750 хв^{-1}

При дослідженні теплового режиму на агрегатах трансмісії трактора ХТЗ-243К.20 встановлено, що температура ОС визначає початкову температуру масла в КП і тривалість прогріву до її стабілізації. Зниження температури ОС (початкової температури масла) до мінус 30°C супроводжується відповідним збільшенням втрат потужності. Так, на другій передачі в початковий період роботи втрати становлять близько 34-35 кВт, а при підвищенні початкової температури масла до плюс 30°C втрати зменшуються на 14-15 кВт і складають близько 20 кВт.

Запропоновано варіант використання теплоти системи змащення двигуна (рис. 2). Суть пропозиції полягає в тому, що в систему змащення КП додається теплообмінний апарат. Трансмісійне мастило, циркулюючи через теплообмінник, додатково підігрівається, одночасно з цим виключається можливість попадання в систему змащення двигуна продуктів зносу з КП. Така конструкція дозволяє використовувати різні марки моторних і трансмісійних мастил.

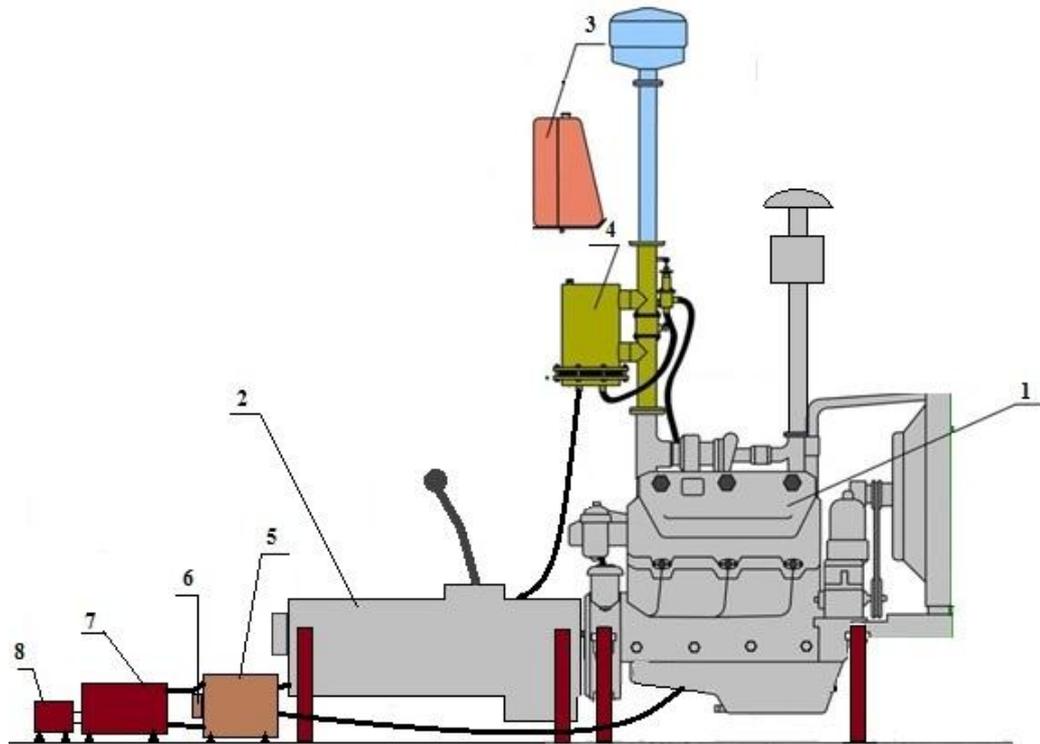


Рис. 2. Схема використання теплоти системи мащення двигуна:
 1 – двигун; 2 – коробка передач; 3 – розширювальний бак;
 4 – рекуперативний теплообмінник; 5 – теплообмінник
 теплоспоживаючого контуру КП; 6 – циркуляційний насос; 7 – коробка
 передач; 8 – насосний вузол гідравлічної системи КП

Після модернізації трактора формула для визначення експлуатаційних витрат набуде вигляду:

$$U_2 = Z^m t_{cm} + Z_{TO} + Z_{TO}^c + A_1 + A_2,$$

де U_2 - річна вартість витрат при експлуатації модернізованого трактора, грн.;

$Z^m t_{cm}$ - річні витрати на придбання палива і мастильних матеріалів для модернізованого трактора, грн.;

Z_{TO}^c - річні витрати на планове ТО системи автоматичної підтримки оптимальної температури масла в КП, грн.;

A_2 - річні амортизаційні відрахування на відшкодування вартості модернізації трактора, грн.

Річний економічний ефект від впровадження системи автоматичної підтримки температури масла в КП трактора ХТЗ-243К.20 визначимо за формулою:

$$\mathcal{E} = U_1 - U_2,$$

де \mathcal{E} - річний економічний ефект, грн.

Термін окупності капітальних вкладень в модернізацію трактора визначимо за формулою:

$$T_{OK} = K_M / \mathcal{E},$$

де T_{OK} - термін окупності капітальних вкладень, років.

Аналіз роботи системи автоматичної підтримки оптимальної температури масла в експериментальній гідравлічній системі КП трактора ХТЗ-243К.20 свідчить, що в залежності від температури ОС і навантажувального режиму ККД дослідної системи досягає 0,35, а час досягнення маслом температури плюс 60 °С становить від 14 до 24 хвилин, що дозволяє знизити втрати потужності в КП до мінімальних значень (близько 4-5кВт).

Таким чином, розрахунки дозволяють зробити висновок, що позитивний економічний ефект від впровадження системи автоматичної підтримки оптимальної температури масла в КП трактора ХТЗ-243К.20 становить близько 429233 грн. в рік, а термін окупності капітальних вкладень складе 0,87 року або близько 10,6 місяців.

Использование отработанных газов для создания оптимального теплового режима в трансмиссии трактора. В.И. Гавриш, В.А. Грубань, А.А. Нагорный, В.А. Захаров, Л.А. Ксеник

В статье рассматриваются методы решения проблемы достижения и поддержания оптимального теплового режима в моторно-трансмиссионных установках за счет вторичного использования теплоты, выделяющейся от сгорания топлива в двигателе.

The use of exhaust gases to create the optimal thermal conditions in the transmission of the tractor. V.I. Gavrish, V.A. Gruban, A.A. Nagorniy, V.A. Zakharov, L.A. Ksenik

The article discusses methods for solving the problem of achieving and maintaining an optimal thermal regime in engine-transmission installations due to the secondary use of heat released from the combustion of fuel in an engine.

УДК 621.7:621.8+539.4

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ
ВОДНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ЦИКЛОВОГО ПОВІТРЯ
ДИЗЕЛЯ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

В.І. Гавриш, доктор економічних наук, професор

В.А. Грубань, кандидат технічних наук, доцент

П.Г. Скорбілін, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

С.Н. Кобзяк, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

С.В. Ковальов, здобувач вищої освіти групи М2/Змаг наук

Миколаївський національний аграрний університет

У статті розглядаються методи вирішення проблеми підтримки і стабілізації оптимального тепломовго режиму в дизельних мобільних енергетичних засобів за рахунок охолодження циклового повітря до оптимальнох температури.

Ключові слова: дизель, двигун, повітряний потік, теплообмін, відпрацьовані гази

Україна – признана у світі аграрна країна з неоціненними аграрними ресурсами - чорноземами, що займають 60.4 млн. га, або майже чверть світових запасів високоякісного ґрунту, а орні землі - до 56% території