

УДК 621.57

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ВОДО-АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ КОМБАЙНІВ

Гавриш В.І.¹, Скорбілін П.Г.², Шпоргалюк І.Г.³

¹ д.е.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

² студент, гр. МЗ/З, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

³ студент, гр. ЗМ5, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Україна – признана у світі аграрна країна з неоціненними аграрними ресурсами - чорноземами. Одними з найважливіших енергетичних засобів у сільському господарстві є зернозбиральні комбайни. Покращення техніко-економічних показників двигунів – важливе завдання як для виробників комбайнів, так і для аграрних товаровиробників.

Поршневі двигуни внутрішнього згорання є найбільш численними серед теплових джерел енергії, що використовується людством, їх широке поширення обумовлене тим, що в результаті багаторічного розвитку вони досягли достатньо високих енергетичних і економічних показників, мають достатню надійність і добре освоєні в технологічному відношенні. Однак їх коефіцієнт корисної дії обмежено параметрами реалізованого в них термодинамічного циклу й ефективний ККД двигунів із примусовим запаленням палива не перевищує 33 %, а дизелів - 46 % . Негативно впливає на ефективність двигунів висока температура повітря. З усієї кількості енергії палива, що вводиться в двигун для згорання, частина трансформується в корисну механічну роботу, значна частина витрачається з відпрацьованими газами.

Зазначене тепло відпрацьованих газів можна використовувати для покращення техніко-економічних показників техніки. В мобільних енергетичних засобах та зернозбиральних комбайнах зокрема можна використовувати енергію відпрацьованих газів для

забезпечення роботи абсорбційної холодильної машини. Вона в свою чергу може охолоджувати циклове повітря двигуна.

Поршневі і комбіновані двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є найбільш численними серед теплових джерел енергії, що використовується людством, їх широке поширення обумовлене тим, що в результаті багаторічного розвитку вони досягли достатньо високих енергетичних і економічних показників, мають достатню надійність і добре освоєні в технологічному відношенні. Однак їх коефіцієнт корисної дії обмежено параметрами реалізованого в них термодинамічного циклу й ефективний ККД двигунів із примусовим запаленням палива не перевищує 33 %, а дизелів - 46 % .

Це свідчить про значні «втрати» енергії, що вводиться в них з паливом, причому значну частину їх становлять «втрати» з відпрацьованими газами (ВГ), а також, більшу частину робочого часу поршневі ДВЗ працюють на змінних швидкісних і навантажувальних режимах. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконані раніше роботи багатьох авторів дозволили проаналізувати основні види «втрат» ДВЗ енергії, що вводиться в них з паливом, обґрунтувати розподіл теплоти і теплового балансу, а також основні можливості використання термічного потенціалу відпрацьованих газів ДВЗ для транспортних засобів і стаціонарних силових установок. Метою роботи є пошук і обґрунтування формування основних напрямків використання термічного потенціалу відпрацьованих газів поршневих двигунів внутрішнього згорання.

Рис. 1 дозволяє представити залежність складових енергетичного балансу від частоти обертання колінчастого валу й від навантаження бензинового двигуна й дизеля з газотурбінним наддуванням.

Як видно з рис. 1, незалежно від режиму роботи двигунів, «втрати» теплоти з ВГ у навколишнє середовище достатньо великі, і ця обставина визначає доцільність утилізації теплоти, яка втрачається поршневими й комбінованими двигунами. Наведені графіки свідчать, що ВГ поршневих ДВЗ мають значну енергію: у дизелях вона становить 85-110 % по відношенню до ефективної потужності, а в двигунах із примусовим запалюванням палива перевершує її на 25-45 %. Тобто, існують значні резерви одержання додаткової енергії й підвищення економічності у випадку утилізації теплоти, які «губляться» з продуктами згорання, що йдуть в атмосферу.

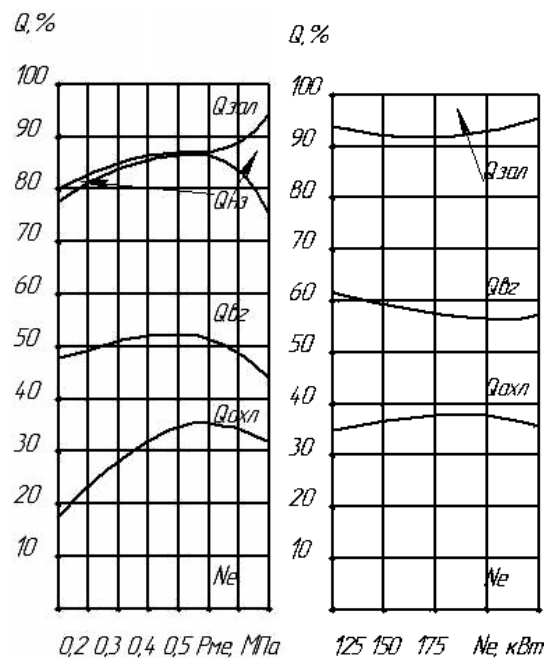


Рис. 1. Вплив швидкісного і навантажувального режимів роботи двигуна на складові енергетичного балансу: двигуна ЯМЗ – 238Н

Визначаємо залежність потужності двигуна комбайна та питомої витрати палива від температури оточуючого повітря.

Приведення потужності нетто та удільної витрати палива до тиску сухого повітря 99 кПа та температури оточуючого повітря 25 С

1. Приведену потужність N_{e0} , кВт та відповідної їй питомої витрати палива $g_{e0,2}$ визначають за формулами

$$N_{e0} = K \cdot N_{et},$$

$$g_{e0} = \frac{g_{et}}{K},$$

де N_{et} , g_{et} – відповідно потужність та питома витрата палива за температури t ;

K - коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт приведення визначається за наступною формулою

$$K = (fa)^{fm}$$

де fa - атмосферний коефіцієнт;

fm - коефіцієнт рівня форсування.

Для дизельних двигунів з наддувом та охолодженням впускного повітря

$$fa = \left(\frac{99}{B_{окр}} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T_{окр}}{298} \right)^{1,5},$$

де $T_{окр}$ - абсолютна температура оточуючого повітря атмосферному тиску мінус порційний тиск водяної пари.

Результат розрахунків представлений на рис. 2.

Таким чином при збільшенні температури оточуючого середовища до 40 С що характерно для півдня України максимальна потужність комбайна зменшується приблизно на 7% а питома витрата палива збільшується приблизно на 7%. Це негативно позначається на собівартості збирання соняшнику тому актуальним є розробка системи охолодження циклового повітря. Для досягнення цієї мети можна використовувати теплоту відпрацьованих газів.

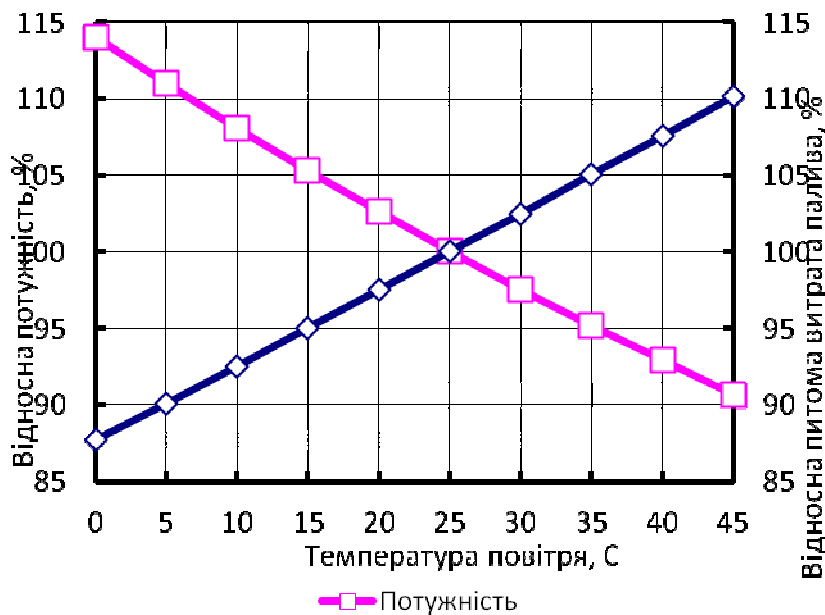


Рис. 2. Залежність відносної потужності та витрати палива від температури оточуючого повітря

Таким чином перспективним напрямом покращенням економічних показників двигуна є охолодження циклового повітря а це вимагає використання холодильної машини відповідної потужності

Для забезпечення її роботи можна використовувати відпрацьовані гази.

Найчастіше в абсорбційних холодильних машинах використовують як робоче тіло водо-аміачний розчин. Розчинність аміаку у воді залежить від температури та тиску (рис. 3).

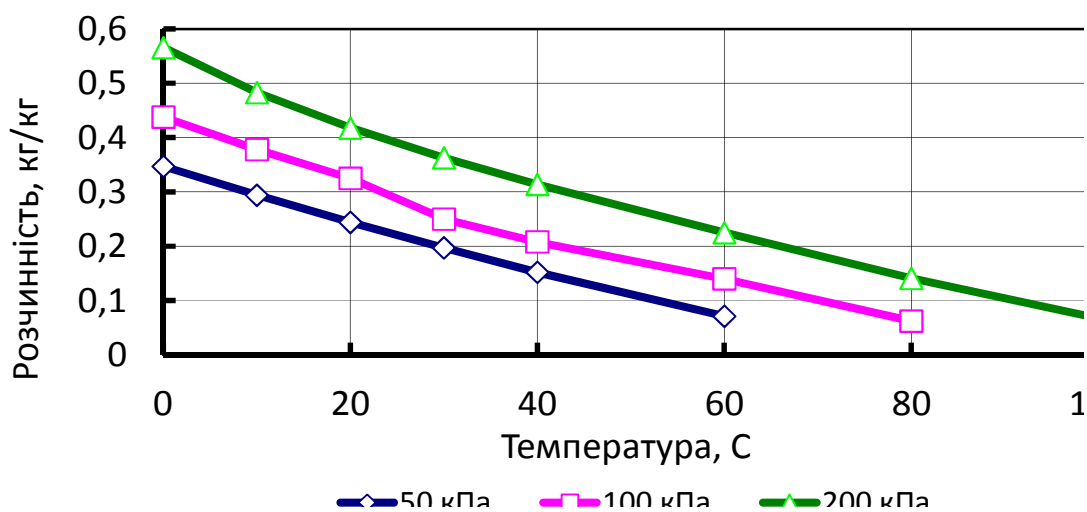


Рис. 3. Розчинність аміаку у воді

Тому доцільно розглянути можливість використання абсорбційних холодильних машин (АХМ) для покращення техніко-економічних показників двигунів сільськогосподарської техніки, а саме комбайнів.

Зернозбиральні комбайні при збиранні ранніх зернових працюють влітку, коли температура перевищує 30°C. Підвищення температури повітря призводить до зменшення потужності двигуна та підвищення питомої витрати палива. Підвищити економічність у даних умовах можливо шляхом охолодження повітря перед турбокомпресором. Для даної мети можна використовувати утилізаційні тепловикористовуючі холодильні машини (УТХМ).

Визначимо ефективність використання енергії відпрацьованих газів. Коефіцієнт утилізації газів показує долю теплоти, яка може з користю використана утилізації

$$\psi = \frac{T_2 - T_y}{T_2 - T_a},$$

де T_2 – температура відпрацьованих газів, К;

T_y – температура газів за утилізаційним котлом, К;

T_a – температура повітря оточуючого середовища, К.

Температура газів за утилізаційним котлом приймається рівною

$$T_y = T_s + \Delta T_p,$$

де T_s – температура конденсації сірчаної кислоти, К; ΔT_p – запас температури, $\Delta T_p = 25\text{К}$;

Для дизельного палива $\Delta T_p = 396$ К.

Залежність коефіцієнта утилізації від температури відпрацьованих газів наведено на рис. 4.

Були проведені вимірювання температури відпрацьованих газів двигунів сільськогосподарської техніки.

Результати вимірювань показали наступне. При роботі двигуна автомобіля без навантаження в діапазоні частот обертання колінчастого валу від 660 до 2200 хв^{-1} , температура відпрацьованих газів підвищувалась від 110 до 217°C. При роботі під навантаженням температура досягала значення +420 °С (рис. 5). Цього досить для роботи АХМ. Комбайн КЗС-1218, обладнано двигуном ЯМЗ-238ДЕ-22 потужністю 330 к.с.

Таким чином можна констатувати наступне. Тенденції підвищення техніко-економічних показників дизелів пов'язані з утилізацією теплоти відпрацьованих газів та зменшенням температури циклового повітря. Застосування ТХМ забезпечує приріст ККД до 4%. Використання утилізаційних холодильних машин особливо доцільно за високих температурах зовнішнього повітря.

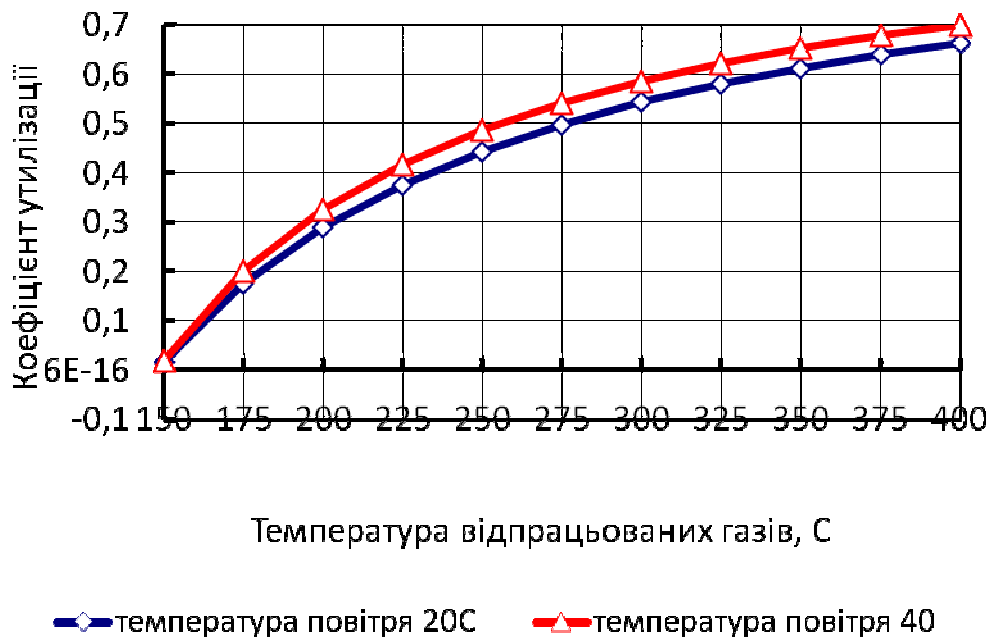


Рис. 4. Залежність коефіцієнта утилізації від температури відпрацьованих газів

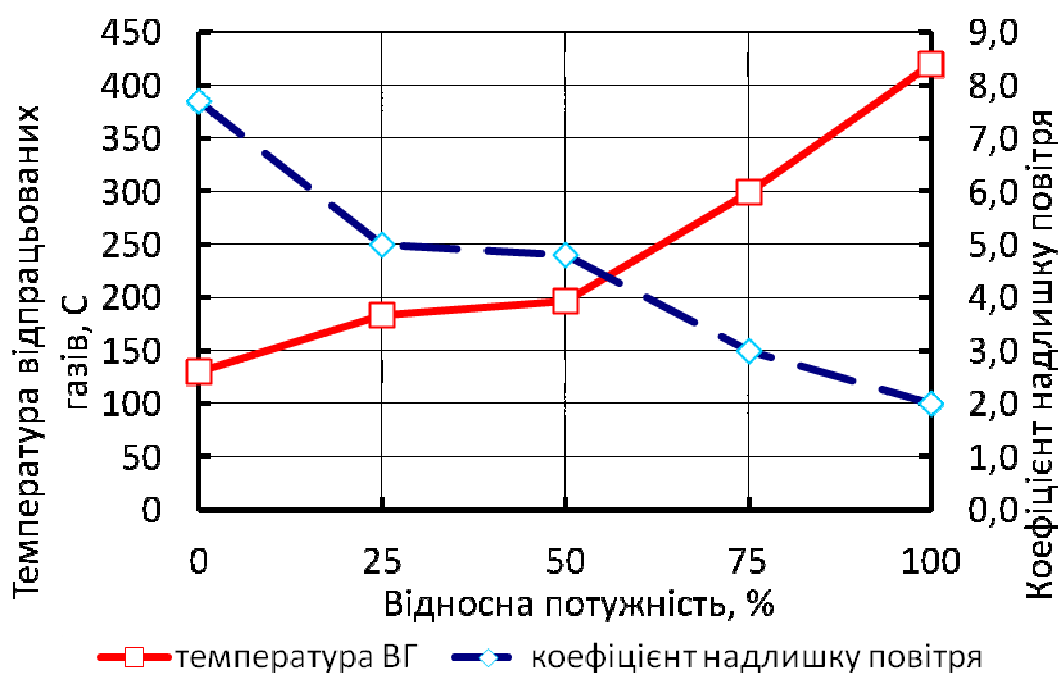


Рис. 5. Результати випробування дизеля ЯМЗ-238

Кожні 10°C зниження температури циклового повітря забезпечують 0,5% приросту ККД. Комплексна утилізація тепла АХМ забезпечує приріст ККД від 2 до 4%.

Незважаючи на ефективність застосування АХМ для охолодження циклового повітря, зазначене обладнання має і недоліки. Воно має великі габарити та масу, що обумовлено наявністю десорбера, дефлегматора та абсорбера.

З вищевикладеного можна зробити наступний висновок. Використання утилізаційної аміачної холодильної машини для охолодження повітря дизеля дозволяє підвищити ККД на величину до 4 %, залежно від навантаження.

Протягом року запропонована система економить 680 кг або 819,2 л дизельного палива.