

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

країни. 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 нагрівання води. Вона в свою чергу може охолоджувати циклове повітря двигуна.

Воду, що виходить з двигунів, можна використовувати як гріючу середу в різних теплообмінних апаратах (підігрівачах води, палива і масла). Проте ефективність такого використання, незважаючи на відсутність технічних труднощів, невелика, головним чином через низьку температури підігріву, яка може бути досягнута тільки за рахунок тепла охолоджуючої ДВС води. Завдання вирішується установкою додаткового парового підігрівача. Тепло випускних газів можна застосовувати в утилізаційних котлах. Це дає можливість підвищити загальний к. П. Д. Установки на 8-10% і отримати пару низького тиску (0,3-0,7 МПа) для

побутових потреб. Корисне використання тепла випускних газів становить при 80% навантаженні 1400 дж / (кВт*год) у чотиритактних і близько 820 дж / (кВт*год) у двотактних двигунів.

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. Їх теплова потужність для сучасних комбайнів дорівнює до 40% від енергії палива, що було використано. Наприклад для комбайнів з пропускною здатністю 10 кг/с (наприклад. ДОН 1500Б, КЗС 9 «Славутич») це значення може сягати 70-80 кВт теплової потужності.

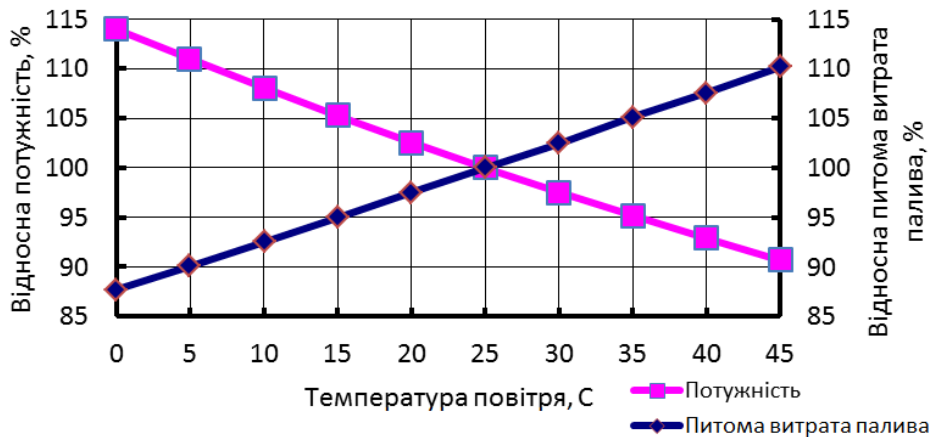


Рис. 1. Залежність відносної потужності та витрати палива від температури оточуючого повітря

Важливим показником, який впливає на продуктивність та витрату палива двигуна внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки, являється вологість повітря. Зроблені розрахунки, вказують на те, що найбільш вигідна вологість повітря знаходиться в межах 80%. На рис. 5 зображено графік вологості повітря в Миколаївському районі, Миколаївської області.

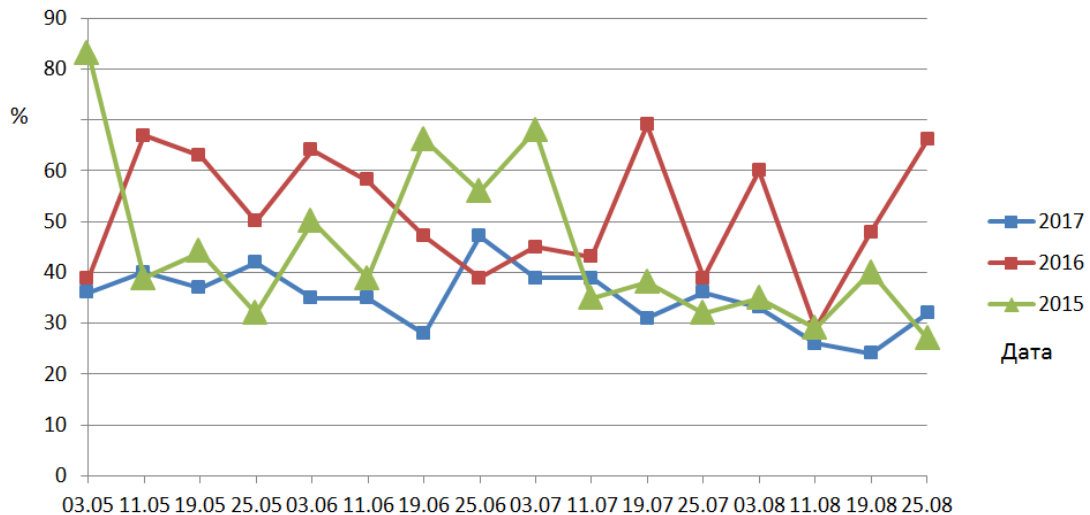


Рис. 2. Графік вологості повітря в Миколаївському районі з 2015 до 2017 року

Як ми бачимо на вище представлених графіках – середня вологість повітря, у літній період, знаходиться в межах від 25 до 60%. Тобто, існуюча вологість повітря негативно впливає на потужність двигуна, та збільшує питомі витрати палива.

Найпростіше охолодити повітря можна за допомогою подачі води в повітряний потік. Випаровування води відбувається за рахунок відбору теплоти від повітря безпосередньо в потоці і не вимагає складного додаткового обладнання.

При цьому, для нагріву використовуваної рідини будемо використовувати тепло відпрацьованих газів

Коли суміш повітря та води проходить через компресор та стискується, вода випаровується та ефективно охолоджує повітря в перших ступенях компресора, в яких стискується не гомогенна суміш повітря та парів води, а гетерогенна суміш волого повітря та крапель води. Однак, наявність води викликає небезпеку ерозійного зношення лопаток перших ступенів компресора. В зв'язку з цим, існує необхідність розробки адекватної математичної моделі процесів тепломасообміну для визначення довжини ділянки випаровування та діаметру крапель на вході в компресор.

Більшість відомих сьогодні методів розрахунку процесів тепло та масообміну в нестационарних умовах базуються головним чином на результатах випаровування окремих краплі. Розрахунки виконуються при наступних припущеннях:

1. Форма краплі приймається сферичною;
2. Шар пари безпосередньо біля поверхні краплі знаходиться в стані насичення;
3. Процеси внутрішніх теплопередачі здійснюються лише шляхом теплопровідності, а поширення пари – лише молекулярним шляхом;
4. Полідисперсний потік замінюється монодисперсним з урахуванням середньорозрахункового діаметру краплі;
5. Краплі не деформуються, не зливаються та не зазнають повторного подрібнення;
6. Після досягнення термодинамічної рівноваги температура крапель залишається постійною і дорівнює температурі мокрого термометра.

Для умов ГТУ краплі води впорскуються в рухомий потік повітря і, в залежності від значення числа Рейнольдса, процес можна розділити на дві основні ділянки (рис. 3).

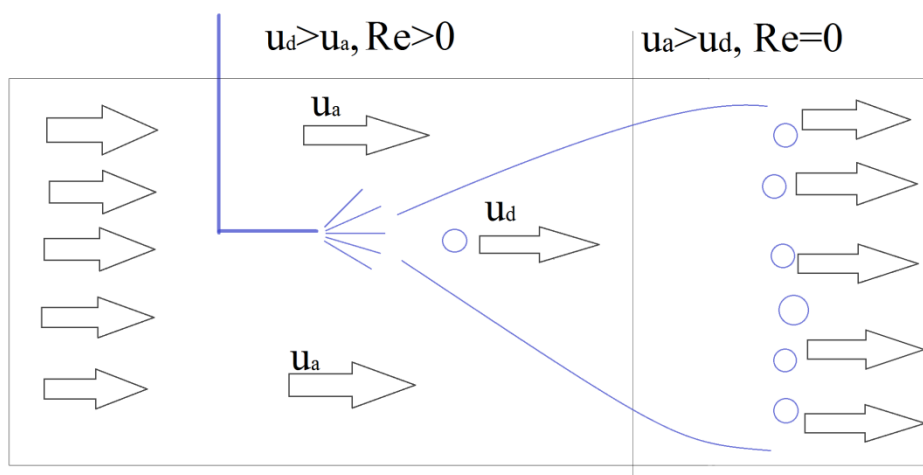


Рис. 3. Схематичне зображення процесу впорскування крапель води в потік повітря

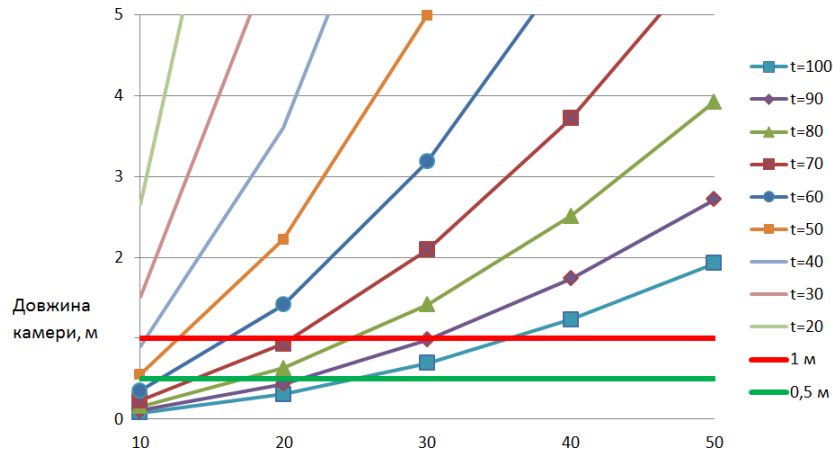


Рис. 4. Графік відношення довжини робочої камери до величини температури і краплі води (у мкм)

По результатам вимірювань, маємо такі висновки. При використанні води 70-82 градусів Цельсія, і використовувані форсунок, які створюють краплі величиною в 15 мкм, довжина робочої камери становитиме до 1 м.

Схема розташування установки для водного охолодження циклового повітря наведена на рис. 5.

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.

Така суттєва залежність потужності від температури робить вигідним в багатьох випадках встановлювати різноматнітні системи охолодження повітря на вході ГТД та між ступенями компресора. Найпростіше охолодити повітря можна за допомогою подачі води в повітряний потік. Випаровування води відбувається за рахунок відбору теплоти від повітря безпосередньо в потоці і не вимагає складного додаткового обладнання.

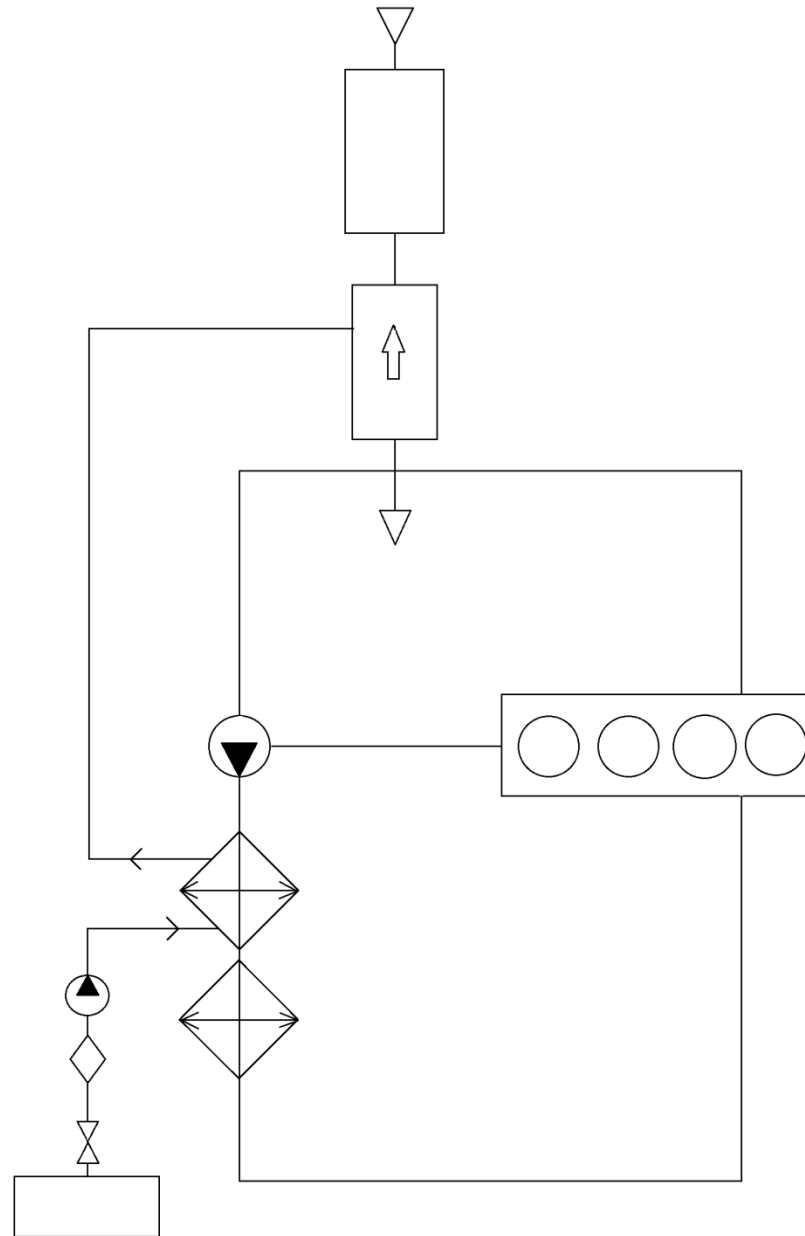


Рис. 5. Принципова схема установки для водного охолодження циклового повітря

При використанні установки для водного охолодження циклового повітря також збільшується вологість поступаючого в камеру сгорання повітря, що, при існуючих показниках в Миколаївській області, збільшує потужність двигуна.

Використання машини для водного охолодження повітря дизеля дозволяє підвищити ККД на величину до 3,5 %, залежно від навантаження.

Термін окупності даної роботи складає менше ніж рік, тим самим дана установка є економічно вигідна.

Література

1. Matt Cramer, Performance Fuel Injection Systems HP1557: How to Design, Build, Modify, and Tune EFI and ECU Systems. Covers Components, Sensors, Fuel and Ignition ... Tuning the Stock ECU, Piggyback and Stan, 2010, 121с.
2. Блиер Б.М., Вургафт А.В. Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов. –М.: Пищевая промышленность, 1971. -199 с.
3. Блиер Б.М., Галимова Л.В. Анализ термодинамического совершенства выпарных элементов абсорбционных холодильных машин // Труды Всесоюзной научно-технической конференции по термодинамике. Сборник докладов «Новые технические схемы и циклы.» - Л., 1969.
4. John Dixon, Modern Diesel Technology: Heating, Ventilation, Air Conditioning & Refrigeration, 2nd edition 2013.
5. Paul Dempsey, Troubleshooting and Repairing Diesel Engines, 5th Edition, 2018, 255 с.
6. Chris Mi, M. Abul Masrus. Hybrid Electric Vehicles: Principles and Applications with Practical Perspectives (Automotive Series) 2nd Edition, 2017, 455-476с.
7. Dan Martin, How to Build Solar Hydrogen Generator (How to Kill your Debt with Free Renewable Energy, Fuels & Self-Sustainability Book 9) Kindle Edition, 2011, 14с.
8. Sean Bennett Modern Diesel Technology: Light Duty Diesels 1st Edition, 2011, 254-274с.
9. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Ali Emadi. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition (Power Electronics and Applications Series) 2nd Edition, 2009, 343с.

Обоснование использования системы водяного охлаждения циклового воздуха дизеля мобильных энергетических средств. В.И. Гавриш, В.А. Грубань, П.Г. Скорбилин, С.Н. Кобзяк, С.В. Ковалев

В статье рассматриваются методы решения проблемы поддержки и стабилизации оптимального теплового режима в дизельных мобильных энергетических средств за счет охлаждения циклового воздуха до оптимальных температуры.

The rationale for the use of water cooling system for cycle air diesel mobile power tools. V.I. Gavrish, V.A. Gruban, P.G. Skorbilin, S.N. Kobzyak, S.V. Kovalev

The article discusses methods for solving the problem of maintaining and stabilizing the optimal heat and gas regime in diesel mobile power facilities by cooling the cycle air to the optimum temperature.