

ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ РІДКИХ ПАЛИВ НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Швець Ігор Анатолійович, ст. викладач каф. ЕМ,
Первомайський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування,
e-mail: igor.shvets@nuos.edu.ua , ORCID: 0000-0003-0500-6236

Коваленко Богдан Сергійович, магістрант,
Первомайський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування,
e-mail: kovalenko2002b@gmail.com

Клінишков Богдан Юрійович, магістрант,
Первомайський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування,
e-mail: bodik567@gmail.com

Доволі не простим, але завжди актуальним на сьогодні залишається завдання щодо ефективного використання енергії, отриманої в результаті утилізації палива отриманого з мінеральної сировини викопних джерел в циліндрі двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ). Ефективність використання при цьому передбачає не лише отримання на виході високих техніко-економічних показників дизеля але й забезпечення високого рівня екологічних показників при незначних затратах людських та фінансових ресурсів на обслуговування та експлуатацію. А за умов обмеженого доступу або відсутності в достатній кількості корисних копалин, що є сировиною для штатного палива, а також за відсутності достатнього технологічного рівня чи можливостей щодо видобутку та переробки, це завдання не лише не втрачає своєї актуальності, а навпаки стає одним з пріоритетних.

З урахуванням вищезазначених проблем та нестабільності попиту та пропозиції на ринку палив нафтового походження, як наслідок спостерігається коливання їх вартості, що ставить перед кінцевим споживачем силової установки додаткові питання щодо економічної доцільності щодо її застосування, та сіє сумніви невизначеності у завтрашньому дні.

Вирішення даного завдання полягає через пошук шляхів, щодо дозволяють використовувати альтернативні джерела енергії для отримання сировини, для отримання і переробки якої, забезпечується незначний рівень споживання матеріальних та людських ресурсів. Це створює передумови для отримання електричної та теплової енергії за рахунок використання альтернативних рідких палив на основі рослинних олій в якості палива в ДВЗ, що може бути отримана на основі доступної сировини що є в достатній кількості у споживача, хоча це створює певні проблеми під час експлуатації. При цьому найбільший енергетичний та економічний ефект на силовій установці можна досягати при застосуванні тригенерації.

Перевага когенераційної силової установки полягає в тому, що вона з високою ефективністю реалізує принцип утилізації прихованої хімічної енергії

палива, яка під час процесів горіння вивільняється і дає на виході три нових види енергії: механічну, теплову та електричну. Таким чином завдяки когенерації отримана на виході енергія більш ефективно утилізується, що розширяє можливості установки щодо реалізації потреб споживача, та суттєво підвищує її сумарний ККД.

Але попри озвучені значні переваги щодо комплексної утилізації енергії за допомогою когенерації, залишається відкритим питання, щодо виробничих та людських витрат пов'язаних з конвертацією (переведенням) дизельного двигуна з штатного палива та альтернативне рідке.

Для перевірки гіпотези щодо ефективності використання альтернативних рідких палив на силовій установці з ДВЗ, було проведено експериментальне дослідження, що передбачало проведення випробувань на стаціонарній дизель-генераторній установці на базі серійного дизель-генератора ДГА-900 номінальною потужністю 900 кВт. В якості палива для живлення зазначеної установки було використано дизельне паливо та соєва олія. Силовим агрегатом був дизельний двигун 6ЧН 26/34, з безпосереднім впорскуванням палива в камеру згоряння нероздільного типу, газотурбінним наддувом та охолодженням надувного повітря.

Дизель на спільному підрамнику з генератором представляв собою силову установку, додатково доукомплектований системою підготовки палива (рис. 1) що дозволяла в реальному часі відслідковувати параметри палива що подається в двигун. Наявний комплект штатного контрольно-вимірювального обладнання давав можливість відслідковування та контролю параметрів двигуна у відповідності до встановлених технічних вимог.

Експериментальні випробування були проведені у повній відповідності до методики зняття навантажувальної характеристики. Був використаний диференційований підхід що на першому етапі дослідження передбачав використання в двигуні штатного дизельного палива, а на другому було проведено випробування щодо використання соєвої олії в якості палива. Це дало можливість порівняти вихідні техніко-економічні двигуна, з метою подальшого оцінювання ефективності застосування штатного та альтернативного палива. Треба зауважити що випробування відбувалося при сталій частоті обертання колінчастого валу двигуна в 750 хв-1 та трьох режимах навантаження 50%, 75% та 100% від номіналу.

Для кожному режимі навантаження визначались такі термодинамічні параметри як:

- температура на вході та виході з циліндру, агрегату наддуву та охолоджувача надувного повітря;
- максимальний тиск в циліндрі;
- поточні параметри систем двигуна;
- параметри палива та ефективні параметри двигуна.

Для запуску та прогріву двигуна було використане дизельне паливо, і після виходу двигуна на усталений режим роботи відбувався перехід на споживання соєвої олії. Враховуючи фізико-хімічні властивості соєвої олії, та для забезпечення стабільної роботи паливної апаратури, перед запуском та

вході роботи двигуна, з метою отримання необхідного значення в'язкості альтернативного палива для забезпечення нормальної роботи паливної апаратури, було додатково задіяно систему паливо підготовки, що дало можливість довести температуру зазначеного палива на вході в паливний насос високого тиску до рівня 85 °С.

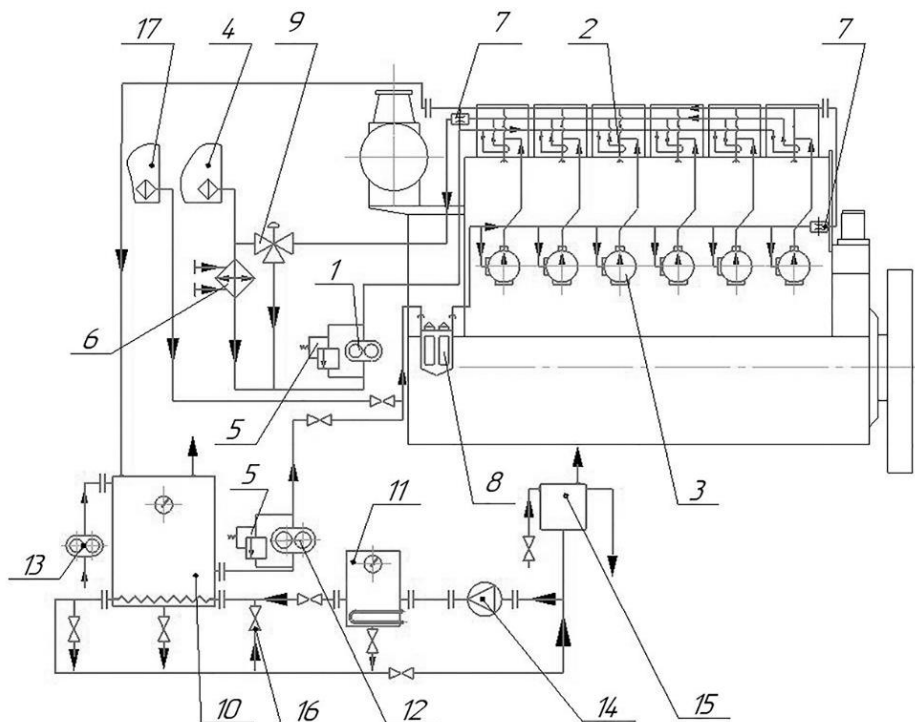


Рисунок 1 – Схема системи підготовки палива:

- 1 - насос підкачки палива; 2 - форсунка охолоджувана; 3 - паливний насос високого тиску;
 4 – бак дизельного палива для охолодження форсунок; 5 - клапан редукційний;
 6 - охолоджувач палива; 7 - дросель; 8 – фільтр тонкого очищення палива; 9 – регулятор температури; 10 – витратний бак рослинної олії; 11 – котел електричний; 12 – насос подачі палива до двигуна; 13 – насос подачі рослинної олії у витратний бак; 14 – насос водяний; 15 – бак розширювальний; 16 – вентиль запірний; 17 – витратний бак дизельного палива; 18 - термометр; 19 - вентиль запірний; 20 - витратний бак дизельного палива

Для реалізації цього відбувався підігрів альтернативного рідкого палива в паливному баку за допомогою вмонтованого електричного підігрівача. Нагрівання палива в баку передбачав «температурний запас», тобто поточна температура була на 2 - 4°С більше від заданого значення регламентом на вході в насос, необхідний як компенсація температури що була втрачена внаслідок процесів теплообміну між паливом, стінкою трубопроводу та навколишнім середовищем, під час руху палива від бака до паливного насоса високого тиску. Коректування кут випередження подачі палива під час випробувань як для штатного дизельного палива так і для альтернативного рідкого не здійснювалось і відповідало значенню вставленому технічними умовами.

Згідно отриманих в ході експериментального дослідження результатів величина питомої ефективної витрати палива при роботі на соєвій олії досягла

значення в 252 г/(кВт год) проти 221 г/(кВт год) при роботі на штатному дизельному паливі і що в перерахунку складає зростання на рівні 12,3%. Викликано це в першу чергу тим, що нижча теплота згоряння соєвої олії менше на 13,1% від теплоти згоряння дизельного палива, і тому є необхідність компенсувати втрати циклової роботи.

З іншого боку відштовхуючись від сьогоднішніх цінових реалій, маємо середню по Україні вартість дизельного палива на рівні 51,77 грн./л проти 28 грн./л для соєвої олії, що дає відчутний ефект економії коштів у користувача силової установки.

Окремо треба зазначити і екологічний ефект від використання альтернативного рідкого палива, який має відображення у вигляді зниження кількості викидів таких токсичних компонентів як СО та СО₂. До цього треба додати і зменшення викидів по оксидам сірки, завдяки фізико-хімічним особливостям палив рослинного походження.

Особливістю рослинних олій є їх в'язкість яка прив'язна до температури. Відповідно для нормальної роботи паливної апаратури перед запуском двигуна необхідно провести комплекс робіт з підготовки палива, що в першу чергу передбачає їх підігрів до температури достатньої для нормальної роботи. Для цього можна використати локальний електричний підігрівач або підвести до ємності зберігання палива тепло від двигуна.

І хоча питома теплоємність рослинних олій дещо менша ніж у дизельного палива, використання в якості палива останнього не вимагає додаткових заходів з його підігріву, а відповідно не має додаткових витрат тепла на підготовку палива. Щодо альтернативного рідкого палива на основі рослинної сировини, то проблему з його підігрівом дає можливість реалізувати когенерація, яка є джерелом виходу різних видів енергії і в першу чергу теплової. Тому застосування альтернативних рідких палив для живлення когенераційних установок є доволі перспективним.

Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень було отримано результати які підтвердили можливість заміни штатного дизельного палива на альтернативне рідке отримане з рослинної сировини. Використання такого палива має подвійний ефект. З одного боку має збільшення питомої витрати альтернативного палива через його меншу теплотвірну здатність, а з іншого значну економію кошту у споживача через його меншу вартість.

Підготовка такого палива до роботи передбачає проведення регламентованого комплексу заходів з підігріву палива до потрібної температури, для забезпечення потрібної в'язкості рослинного палива, що вимагає додаткових затрат теплової енергії, фінансових та людських ресурсів. Реалізувати таке завдання є можливим з використанням когенерації, хоча ці затрати енергії призводять до зменшення величини сумарного коефіцієнту корисної дії.

Використання альтернативних рідких палив на основі рослинної сировини, через особливості їх хімічного складу позитивно впливає на вихідні екологічні параметри дизеля.

Література

1. I. Shvets, O. Hrabovenko, S. Dotsenko, V. Nesterenko. «Results of the Experimental Research of the Medium Speed Diesel Engine Work on Soybean Oil» // 24rd International Scientific Conference on Transport Means 2020: – Kaunas, Trakai, Lithuania, 2020. – Pages 671-675.
2. І.Г. Грабар, Р.В. Колодницька, В.Г. Семенов. Біопалива на основі олій для дизельних двигунів: Монографія – 2011.-139 с.
3. S. Dotsenko, V. Nesterenko, A. Lysykh, O. Hrabovenko, I. Shvets Mathematical modelling of emissions of toxic components of a medium speed diesel engine when operating on soybean oil. // 27rd International Scientific Conference on Transport Means 2023 04-06.10.2023: – Palanqa, Lithuania, 2023. – Pages 921-929.
4. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержівська Л.П. Екологія та автомобільний транспорт. – К.: Арістей, 2006.
5. Ошовський В.Я., Взаємодія рослинних олій з робочими контактними поверхнями деталей паливної апаратури дизельних двигунів / В. Я. Ошовський, О. І. Грабовенко, І. А. Швець // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : науково-технічний збірник - Кропивницький: ЦНТУ, 2019. - Випуск. 49. - с. 186-193.
6. Білоусов Є. В. Теоретичні основи робочих процесів в судових двигунах, що працюють на альтернативних паливах : монографія / Є. В. Білоусов; Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"– Херсон: 2020 – 444 с.
7. Доценко С.М. Грабовенко О.І. Швець І.А. Лисих А.Ю. Експериментальні дослідження екологічних параметрів дизельного двигуна при роботі на соєвій олії. Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2023 – № 2-3 (491-492). – с. 49-56.

UTILISATION OF HIGH-EFFICIENCY SYSTEMS FOR GENERATION AND STORAGE OF HYDROGEN FOR STAND-ALONE POWER SUPPLY

Chorna Natalia, Cand. Sc.(Tech.), Associate Professor, A.M. Pidhorny Institute of Mechanical Engineering Problems of NASU (IPMash NAS of Ukraine),
e-mail: nataliyachernaya7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9161-0298>

Modern scientific and technical achievements have allowed to reduce the cost of electricity generated by wind power plants (WPP), and it has become almost equal to the cost of electricity generated by thermal power plants. In addition, the environmental benefits of using renewable energy sources (RES) must be taken into account. Further reduction of cost, increase of capacity, increase of efficiency of these installations, as well as improvement of technical and economic indicators as a whole, is achieved through the introduction of advanced scientific and technical