

АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА БІОГАЗІ З ВІДХОДІВ ТА ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА

Ф. В. Козак, Т. В. Дикун, Л. І. Гаєва, С. Р. Шикор

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727148;
e-mail: trans@nung.edu.ua

Дефіцит моторних палив для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) вимагає їх удосконалення з метою зменшення витрати палива при максимальних потужностях двигунів, а також використання одночасно із звичайними паливами на нафтовій основі біопалива та різних їх сумішей.

В автомобільних двигунах реакція горіння перетворює енергію нафтового палива на теплоту, а потім – в механічну роботу. В результаті реакції горіння утворюються токсичні компоненти, які викидаються двигунами в складі відпрацьованих газів. Відпрацьовані гази доповнюються побічними продуктами горіння, які є в паливах нафтового походження або в присадках до енергоносіїв і олів. Частково ця проблема вирішується використанням біопалив, які згорають краще, і в продуктах їхнього згорання міститься менше шкідливих речовин.

Проаналізовано перспективи використання, можливість покращення очищення та складу біогазу з продуктів тваринництва, розглянуто його переваги та недоліки як автомобільного палива.

Ключові слова: біопаливо, біогаз, природний газ, дослідження, біогазова установка, виробництво, очищення, сірководень, біометан.

Дефицит моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) требует его усовершенствования с целью уменьшения расхода топлива при максимальных мощностях двигателей, а также использования наряду с обычными топливами на нефтяной основе биотоплива и различных их смесей.

В автомобильных двигателях реакция горения превращает энергию нефтяного топлива в теплоту, а затем – в механическую работу. В результате реакции горения образуются токсичные компоненты. Они выбрасываются двигателями в составе отработанных газов. Отработанные газы дополняются побочными продуктами горения из топлив нефтяного происхождения или в присадках к энергоносителям и массам. Частично эта проблема решается путем использования биотоплива, которые сгорают лучше, и в продуктах сгорания которых содержится меньше вредных веществ.

Проанализирована возможность и перспективы использования, возможность улучшения очистки и состава биогаза из продуктов животноводства, рассмотрены его преимущества и недостатки как автомобильного топлива.

Ключевые слова: биотопливо, биогаз, природный газ, исследования, биогазовая установка, производство, очистка, сероводород, биометан.

The deficit of motor fuel for explosion engine requires improvement aimed at fuel burn decrease by maximum engine's capacity, as well as, at using biofuel and its various mixtures along with common oil-based fuel.

In motor engines the combustion reaction converts the oil fuel energy into heat, and then into mechanical operation. As the result of combustion, toxic components are formed. They are thrown out by engines as waste gases. The waste gases are combined with waste products of burning from oil-based fuel or in additives to energy sources and masses. This problem is partly solved by using biofuel that is burnt better and has less harmful substances in its combustion materials.

The possibilities and prospects for use, improvement of biogas cleaning and composition from animal products are analyzed. The advantages and disadvantages of biogas as automotive fuel are examined.

Keywords: biofuel, biogas, natural gas, research, biogas plant, production, purification, hydrogen sulfide, biomethane.

Вступ. Біогаз – різновид біопалива – газ, який утворюється при мікробіологічному розкладанні метановим угрупованням біомаси чи біовідходів (розкладання біомаси відбувається під впливом трьох видів бактерій), твердих і рідких органічних відходів: на звалищах, болотах, каналізації, вигрібних ямах тощо. Добувають із відходів тваринництва, харчової промисловості, стічних вод та твердих побутових відходів (відсортованих, без неорганічних домішок, та домішок неприродного походження). Тобто застосовувати можна будь-які місцеві природні ресурси.

Сам процес утворення газу – це так зване метанове бродиння. Його суть полягає в анае-

робному бродинні (без доступу повітря), яке відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжується багатьма біохімічними реакціями. Процес газоутворення (біогазу) складається з двох етапів: перший – розщеплення мікроорганізмами біополімерів до мономерів, другий – перероблення мономерних біомолекул мікроорганізмами.

На сьогоднішній день частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в світовому енергетичному балансі незначна – близько 14%, а внесок біомаси – близько 1,8%. Але, як свідчить практика, навіть незначні коливання на ринках енергетичних ресурсів призводить до суттєвого підвищення цін. Отже, роль альтер-

нативної енергетики на ринках буде тільки зростати. У структурі альтернативної енергетики в світі енергія біомаси становить до 13%. За прогнозами вчених, частка відновлюваних джерел енергії до 2040 р досягне 47,7%, а внесок біомаси – 23,8%.

Нова галузь енергетики «Біоенергетика» вирішує двоєдину проблему отримання палива та охорони навколишнього середовища. Біоенергетика, з наукової точки зору, вивчає механізм перетворення енергії в процесах життєдіяльності біологічних об'єктів. Джерелом для виробництва біопалива є біомаса, що представляє собою біологічні компоненти продуктів і відходів сільського господарства (як рослинного, так і тваринного походження), лісового господарства та пов'язаних з ними виробництв, а також промислових і побутових відходів. Останнім часом ефективність енергетичного використання біомаси звертають особливу увагу.

Мета статті – встановити переваги та недоліки використання біогазу, проаналізувати техніко-експлуатаційні показники роботи бензинового двигуна на біогазі з продуктів тваринництва.

Іноземний досвід, упроваджений в Україні. Відповідно до природоохоронної політики компанії «Даноша» у 2011 році було розпочато будівництво першого біогазового заводу, який займається переробкою біовідходів та гноївки із свиноферм (анаеробне зброджування).

Кінцевим продуктом роботи біогазового заводу є електро- та теплова енергія, яка отримується шляхом спалювання виробленого біогазу. Таким чином зменшується негативний вплив на навколишнє середовище через зменшення кількості викидів парникових газів. Після виробництва біогазу відпрацьована біомаса проходить сепарацію на рідкі та сухі компоненти, які будуть використовуватися для удобрення полів відповідно до правил та законодавства. Таке добриво краще засвоюється с/г культурами та і запах майже відсутній.

Перший завод з виробництва біогазу збудований в с. Копанки, де 5-го вересня 2011 року відбулося закладання першого каменю. Завод розпочав свою роботу восени 2013-го року.

Біогазові заводи будуються під наглядом нашої сестринської компанії Poldanor S.A, яка знаходиться в Польщі. Це підприємство має багаторічний досвід у будівництві та експлуатації біогазових установок.

Переваги біогазу як продукту тваринництва. Переваги біогазового виробництва (виробництво біометану; 4 380 000 м³/рік):

- зменшення впливу на навколишнє середовище за рахунок обмеження викидів парникових газів;
- зведення до мінімуму запаху гною;
- оптимізація використання свинячого гною як цінного добрива;
- знищення патогенних мікроорганізмів під час ферментації;

- знищення насіння бур'янів і, таким чином, мінімізація використання хімічних засобів захисту рослин;

- збереження балансу гумусу у ґрунті;
- зведення до мінімуму втрати енергії, за рахунок власного виробництва теплової та електричної енергії з біовідходів, і відповідно, меншого використання викопного палива.

Виробництво біогазу є найкращим способом обмежити випаровування парникових газів, а також ефективним інструментом для захисту навколишнього середовища з довгостроковими і глобальними результатами.

Зменшуються викиди у багатьох відношеннях. Якщо гній від свиней зберігається відкритим, то природно вироблений метан (CH₄), двоокис вуглецю (CO₂), сірководень (H₂S) та азот (N₂) не утримуються, а випаровуючись у надмірній кількості, наносять шкоду навколишньому середовищу. В результаті бродіння в закритих резервуарах дані гази в своєму поєднанні утворюють біогаз, який і використовується для утворення теплоти електроенергії. Поєднуючи завод з герметично закритими відстійниками, можна запобігти випаровуванню поживних речовин, що містяться в органічному добриві. Таким чином, не допускається випаровування шкідливих газів, і водночас створюється «зелена» енергія.

Основний матеріал статті – розрахунок

Як відомо, для згоряння палива необхідна певна теоретична кількість повітря, яка залежить від складу палива. В розрахунках CH₄ – 65%, CO₂ – 35%, H₂S та N₂ – не враховуємо, оскільки їх в газі з біомаси присутні тільки сліди. Оскільки в нас газоподібне паливо, ми його переводимо в тверде.

Для рідкого палива кількість кисню визначається за формулою:

$$L_0 = \frac{1}{0,208} \cdot \left[\left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} \right) - \frac{O}{32} \right], \frac{\text{кмоль-пов}}{\text{кг-пал}};$$

$$l_0 = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3}C + 8H - O \right), \frac{\text{кг-пов}}{\text{кг-пал}},$$

де С, Н, S, O - вміст у паливі відповідних елементів, % мас.

Густина свіжого заряду на початку роботи:

$$\rho_0 = \frac{P_0 \cdot 10^6}{R \cdot T_0}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

де P₀ – атмосферний тиск на певній висоті, МПа,

R – газова стала повітря, R=287,2 Дж/(кг·К).

T₀ – температура повітря на певній висоті, К.

Щоб визначити теплоту згоряння за формулами, треба знати елементарний склад палива, а це в повсякденній виробничій практиці не завжди можливо. Тому теплоту згоряння палива частіше визначають дослідним способом.

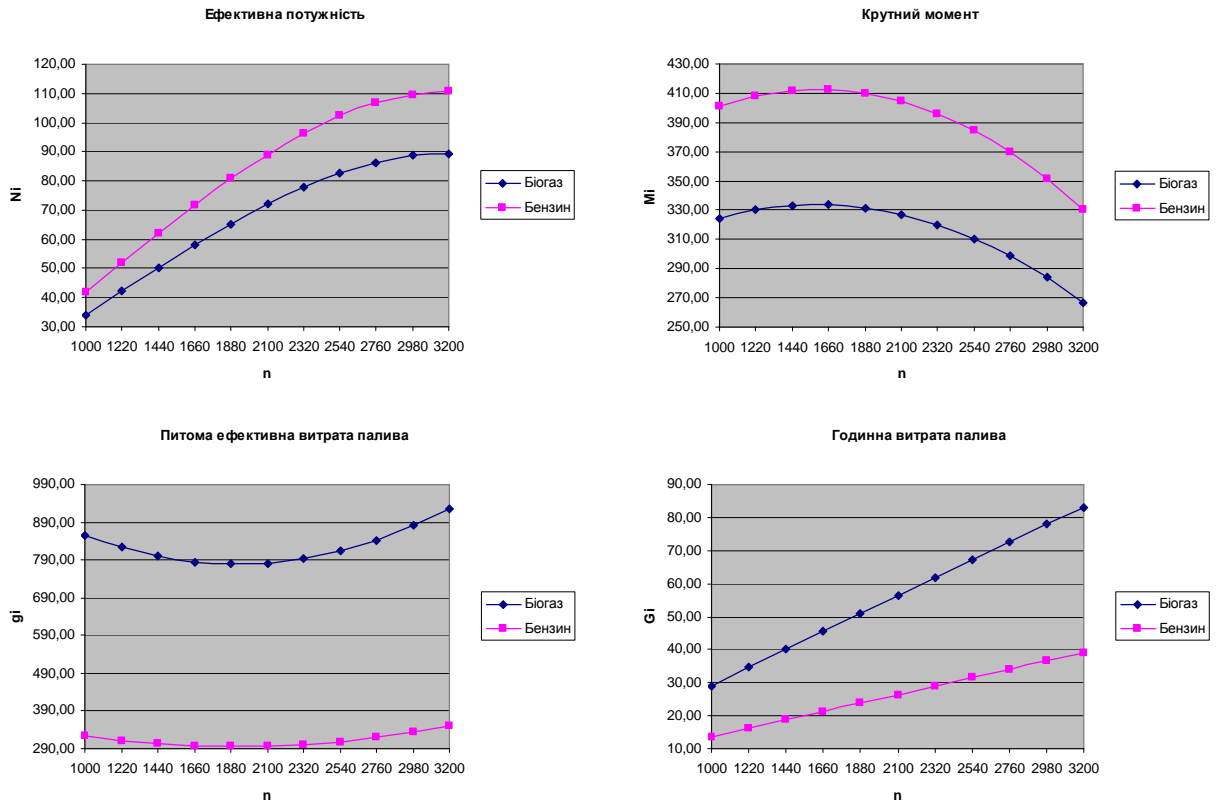


Рисунок 1 – Техніко-експлуатаційні показники двигуна ЗИЛ-130 при роботі на біогазі і бензині

Якщо відомий елементарний склад палива, тоді теплоту згоряння рідкого і твердого палива визначають за формулою Менделєєва:

- вищу: $Q_v = 339C + 1256H - 109(O - S)$;

- нижчу: $Q_n = Q_v - 25,12(9H + W)$, МДж/кг,

де W – вміст води в паливі, % мас.

Основними техніко-експлуатаційними показниками автомобільних двигунів є ефективна потужність N_e , крутний момент M_k , питома ефективна витрата палива g_e та годинна витрата палива G_m .

Ефективна потужність – це потужність двигуна, що віддається робочій машині безпосередньо або через силову передачу. Вона визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30\tau}, \text{ кВт,}$$

де P_e – ефективний тиск в циліндрі двигуна, Па;

V_h – робочий об'єм двигуна, м³;

n – оберти колінчастого вала двигуна, хв⁻¹;

i – кількість циліндрів;

τ – тактність двигуна.

Крутний момент двигуна:

$$M_k = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot N_0}{\pi \cdot n}, \text{ Нм.}$$

Питома ефективна витрата палива:

$$g_e = \frac{G_T}{N_e}, \frac{\text{г}}{\text{еф. кВт} \cdot \text{год}},$$

де G_T – годинна витрата палива.

В результаті аналітичних досліджень отримано значення зміни потужності двигуна N_e , крутного моменту M_k , питомої ефективної витрати палива g_e , годинної витрати палива G_T від частоти обертання колінчастого вала двигуна n . Результати аналітичних розрахунків техніко-експлуатаційних показників двигуна ЗИЛ-130 при роботі на біогазі з продуктів тваринництва і для прикладу порівняння наведено і при роботі на еталонному бензині на рисунку 1.

Висновки

Порівнявши біогаз з еталонним бензином, виявлено, що робота на біогазі є більш ефективною. Автомобіль, обладнаний ГБО, володіє набагато більшим запасом ходу, на газу двигун працює м'якше, ніж на рідкому паливі, залишки незгорілого бензину не потрапляють в моторне мастило, в результаті підвищується ресурс двигуна.

Порівнявши показники роботи двигуна при оборотах колінчастого вала 3200 хв⁻¹, отримано такі результати:

1. Ефективна потужність двигуна на біогазі з продуктів тваринництва знизилася на 19 % порівняно з еталонним бензином.

2. Крутний момент двигуна на біогазі з продуктів тваринництва знизився на 19 % порівняно з еталонним бензином.

3. Питома ефективна витрата палива двигуна на біогазі з продуктів тваринництва вийшла на 62 % порівняно з еталонним бензином.

4. Годинна витрата палива двигуна на біогазі з продуктів тваринництва зросла на 53% порівняно з еталонним бензином.

Оскільки при розрахунках двигуна на біогазі з продуктів тваринництва низькі техніко-експлуатаційні показники і високі показники витрати палива, то доцільно використовувати їх суміші.

Література

1 Биогаз [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://danosha.com.ua/ua/vyrobnytstvo/biohaz.html>

2 Биогаз [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Биогаз>

3 Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, Б. Бренндерфер. – М.: Высшая школа, 1982. – 211 с.

4 Біопалива (технології, машини, обладнання) / [Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін.] – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
07.12.16*

*Рекомендована до друку
професором **Векериком В.І.**
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
канд. техн. наук **Кашубою М.В.**
(Надвірнянський коледж Національного
транспортного університету, м. Надвірна)*