

стійких альтернативних водно-спирто-мазутних і біопаливних сумішей, з метою найбільш ефективного спалювання в теплогенеруючих агрегатах та дизельних двигунах на транспорті.

Висновки

Завдяки новим розробкам Інституту технічної теплофізики НАН України в області диспергації та гомогенізації багатокомпонентних гетерогенних систем, запропоновані енергозберігаючі технології та обладнання для одержання багатокомпонентних паливних сумішей, зокрема із включенням біологічних компонентів.

Література

1. Офіційний веб-сайт Міністерства палива та енергетики. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua>
2. Григорьев К. А. Технология сжигания органических топлив. Энергетические топлива: [Учебное пособие] / К. А. Григорьев, Ю. А. Рундыгин, А. А. Тринченко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 92 с.
3. Хзмалян Д. М. Теория горения и топочные устройства. Учебное пособие: [Под ред. доктора техн. наук, проф. Д.М. Хзмаляна] / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган. – М.: «ЭНЕРГИЯ», 1976. – 488 с.
4. Титов Е. В., Хилько С. Л. Получение и использование в энергетике экологически чистых видов альтернативных топлив на основе эмульсий и суспензий // Науково-практична конференція "Донбас 2020: наука і техніка – виробництву", 5-6 лютого 2002 р., Донецьк. – С. 626-631.
5. Промтов М. А. Водотопливные эмульсии (ВТЭ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.tstu.ru/structure/kafedra/doc/maxp/eito8.doc
6. Долинский А. А. Теплофизические процессы в эмульсиях / А. А. Долинский, А. М. Павленко, Б. И. Басок. – Киев: Наукова думка, 2005. – 264 с.
7. Долинский А. А. Перспективы использования альтернативных топлив и топливных эмульсий / А. А. Долинский, Л. Н. Грабов, В. И. Мерший, Т. Л. Грабова // Энергетика та електрифікація. – 2009. – № 11.
8. Долинский А.А., Басок Б.И., Гулый С.И., Накорчевский А.И., Шурчкова Ю.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях / - К.: Наукова думка, - 2001. – 348 с.
9. Грабова Т.Л. Диспергирование гетерогенных систем в роторно-пульсационном аппарате дисково-цилиндрического типа. Автореферат. Киев, 2007, - с.23.

УДК 662.758

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА СПИРТІВ

Грабов Л.М. канд. техн. наук, пров. наук. співр.,
Шматок О.І. аспірант, Базєєв Р.Є. пров. інж.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Доведено можливість використання етилового спирту для виготовлення біодизельного палива з рослинних олій. Розроблено спосіб приготування біопалив шляхом змішування рослинних олій та спиртів без проведення переетерифікації.

Possibility of use of ethyl spirit for production of biodiesel fuel from vegetable oils is proved. The way of preparation biofuels by mixing of vegetable oils and spirits without carrying out reesterification is developed.

Ключові слова: біодизель, паливо, рослинні олії, спирти, переетерифікація

Населення планети кожен день збільшується на 250 тисяч чоловік і для підтримки енергопотреб на рівні 2,5 тис. кВт·год за рік на одну людину, кожен місяць треба вводити в дію реактор чорнобильського масштабу.

Відомо, що зі зростанням витрат енергії дуже швидко збільшується ціна органічного пального. До того ж порушується екологічний баланс: одна електростанція потужністю 1000 МВт·рік спалює 2,5 млн.т вугілля, при цьому «виробляє» 6,5 млн.т вуглекислого газу, 9 тис.т оксидів сірки, 4,5 тис.т оксидів азоту, 450 т важких металів та 700 тис.т сажі. При цьому спалюється близько 8,5 млн.т атмосферного кисню.

За оцінками фахівців запасів вугілля може вистачити на 250 років, а вичерпання нафти та газу може відбутися вже за 40 – 60 років, за умови збереження нинішнього споживання.

Згідно оцінок міжнародних фахівців, використання сонячної енергії, енергії течій річок, припливів та відпливів, геотермальних джерел та інших поновлюваних джерел енергії може дозволити частково вирішити проблему енергозабезпечення.

Використання біомаси дозволяє вилучити енергію сонця накопичену рослинами в процесі фотосинтезу та використати її для забезпечення енергетичних потреб. Тому розробка технологій виробництва альтернативних видів палив з рослинної сировини, в т.ч. і з олійних культур (ріпаку, соняшнику та ін.) є актуальною задачею на вирішення якої людству варто направити свої зусилля.

В Інституті технічної теплофізики (ІТТФ) НАН України розроблено шнекове термопресове обладнання для одержання олій з різних видів культур: соняшнику, ріпаку, льону, сої, коноплі, гірчиці, кунжуту, виноградних кісточок та ін. Принцип дії шнекових термопресів ґрунтується на технології вилучення олій шляхом одночасної дії тепла та високого тиску на рухому рослинну сировину. Термопрес є малогабаритним мобільним обладнанням, яке зручно розташувати поряд з місцем вирощування олійної сировини.

Наступний технологічний процес одержання альтернативних палив – це підготовка рослинних олій для безпосереднього використання в дизельних двигунах шляхом їх очистки та переробки в біодизельне паливо або їх безпосереднє використання в котлах та когенераційних установках.

Традиційна технологія приготування біодизельного палива на основі рослинних олій широко впроваджується в усьому світі. За цією технологією проводиться переетерифікація олій метиловим спиртом при температурі 50-70 °С та атмосферному тиску в присутності лужних каталізаторів [1, 2]. Для проведення процесу переетерифікації звичайно використовують ємнісне обладнання періодичної дії. Тривалість одного циклу одержання палива становить від 2 до 8 годин. В результаті переетерифікації отримують метилові ефіри жирних кислот (біодизель) та гліцеринову фракцію, що містить 45 – 50% гліцерину, залишки метилового спирту, продукти омилення жирів та інші домішки. Для очистки гліцерину та утилізації відходів необхідні додаткові витрати, що підвищує собівартість отриманого біопалива.

В ІТТФ НАНУ розроблені нові технології одержання біопалив з використанням останніх досягнень в галузі тепломасообміну та гідродинаміки гетерогенних систем. Для виготовлення біопалив можуть бути використані рослинні олії, які виготовляються в Україні, та етиловий спирт технічний або абсолютний (зневоднений). В таблиці 1 наведені основні фізико-хімічні характеристики компонентів, що використовуються для одержання біопалив.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні характеристики компонентів альтернативних палив.

| Показник | Одиниця виміру | Рослинні олії | | | | Спирт етиловий | |
|---|--------------------|---------------|----------|---------|-----------------|----------------|------------------|
| | | Соняш-никова | Ріпакова | Соєва | Мікро-водорості | Техніч-ний | Абсо-лютий (ВКД) |
| Щільність, $t=25^{\circ}\text{C}$ | кг/м ³ | 920-923 | 920-925 | 918-924 | 915-917 | 791 | 788 |
| Кінематична в'язкість, $t=25^{\circ}\text{C}$ | мм ² /с | 65-70 | 65-70 | 57-65 | 57-59 | 1,2 | 1,1 |
| Температура помутніння | °С | -9 | -10 | -8 | -9 | - | - |
| -спалаху | | 320 | 318 | 320 | 325 | 15 | 13 |
| Кислотне число | мгКОН/г | 3-6 | 1,5-6 | 4-6 | 3-6 | - | - |
| Перекисне число | мг-екв/г | 5-10 | 5-10 | 5-10 | 8-12 | - | - |

Роботи по створенню біопалив на основі рослинних олій та спиртів проводяться в двох напрямках: отримання етилових ефірів олій та створення сумішей олій з етиловим спиртом (технічним або абсолютним).

Використання етилового спирту для отримання біодизельного палива є актуальною задачею оскільки виробництво метанолу, який традиційно використовується при виробництві біодизелю, повністю залежить від імпортової сировини – природного газу та його собівартості, а етиловий спирт в достатніх кількостях може бути виготовлений з вітчизняної сировини. Крім того, використання етилового спирту у виготовленні біодизельного палива збільшує частку біологічних компонентів в паливі та дозволяє виробляти біодизель виключно з поновлюваної сировини.

В ІТТФ НАНУ проведені експериментальні дослідження, які довели можливість отримання етилових ефірів рослинних олій з використанням зневодненого етилового спирту для проведення процесу переетерифікації [3]. Визначено теплофізичні параметри проходження процесу переетерифікації рослинних олій етиловим спиртом та час, необхідний для повного проходження реакції.

Основні показники етилового ефіру відповідають стандарту для біодизельного палива, що отримується з використанням метилового спирту (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристики палив.

| Перелік параметрів | Дизпаливо з нафти ДСТ 305–82 ДСТУ 3868–99 | Біопаливо, стандарт Німеччини DIN V 51606 | Етиловий ефір ріпакової олії |
|--|---|---|------------------------------|
| Питома вага при 20 °С, кг/м ³ | 826 | 875-900 | 884 |
| В'язкість при 20 °С, мм ² /с | 3 - 6 | 3,5 - 6 | 5,8 |
| Поверхневий натяг при 20 °С, Н/м | 27x10-3 | 31,4x10-3 | - |
| Цетанове число | 45 | > 48 | 49 |
| Вміст сірки, % | 0,2–0,5 | 0,02 | - |
| Вміст гліцерину, % | – | 0,3 | 0,1 |
| Теплота згорання, МДж/кг | 42,5 | 37,5 | 37,3 |

В ІТТФ НАНУ розроблений також спосіб отримання біопалив на основі стійких сумішей рослинних олій та спиртів при будь-якому співвідношенні компонентів. Отримання сумішей можливо з різними спиртами, переважно з 1-5 атомами вуглецю. Стійкість сумішей забезпечується введенням присадки-стабілізатора в кількості 0,5-3% від маси олії [4, 5].

Завдяки варіюванню співвідношенням олія-спирт в суміші можливо отримати паливо, яке за своїми фізико-хімічними показниками буде максимально наближеним до традиційних нафтових палив і може бути використаним у двигунах внутрішнього згорання.

Проведені експериментальні дослідження з одержання сумішей рослинних олій з метиловим та етиловим спиртами та сумішами цих спиртів. Для досліджень використовували чистий метиловий спирт, спирт етиловий технічний та абсолютний (зневоднений) етиловий спирт.

В результаті досліджень було встановлено можливість одержання сумішей олій та спиртів з використанням присадки-стабілізатора, що забезпечує стійкість отримуваних сумішей.

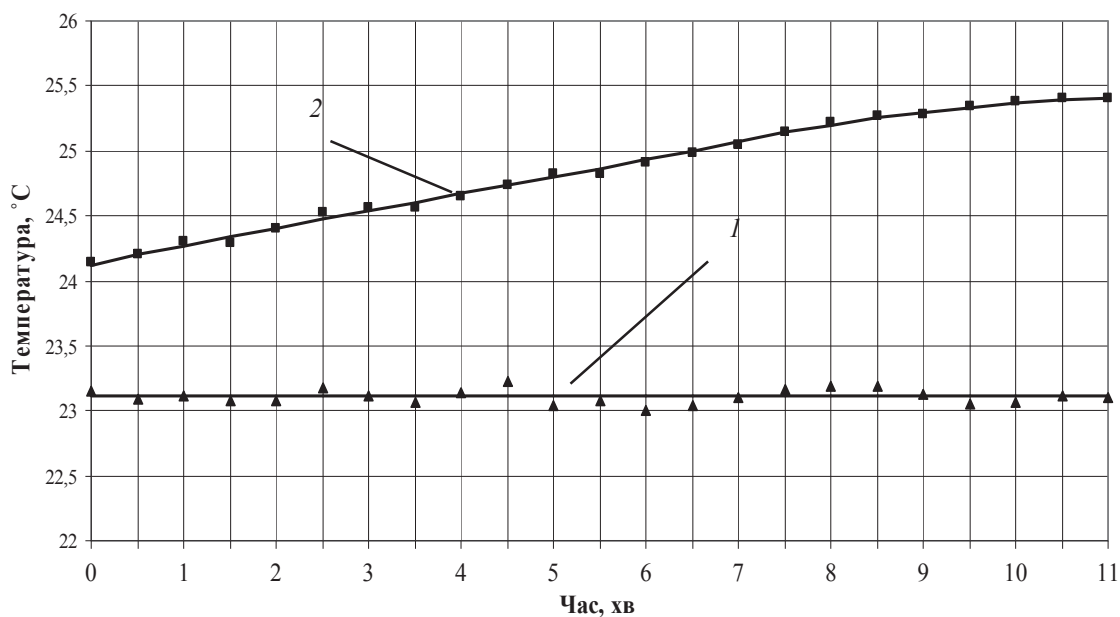
Визначено теплофізичні параметри одержання сумішей олій та спиртів. Експерименти показали, що якість використовуваного спирту не впливає значним чином на ефективність сумішоутворення. На думку авторів розробки, найбільш перспективним для даного напрямку є використання технічного етилового спирту, зважаючи на його доступність та порівняно низьку вартість.

Для проведення експериментів використовувався лабораторний реактор з перемішувачем пристроєм турбінного типу з регульованою частотою обертання. Реактор оснащено електронними засобами вимірювання температури. Для фіксації температурних показників процесу використовувався аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який дозволяє здійснювати вимірювання та фіксацію даних в автоматичному режимі за допомогою персонального комп'ютера.

В результаті експериментів визначено, що процес сумішоутворення супроводжується виділенням тепла, а об'єм отримуваної суміші є меншим ніж сумарний об'єм компонентів (рис. 1, табл. 3).

Таблиця 3 – Об'ємні показники сумішоутворення (соняшникова олія, етиловий спирт).

| Компоненти | Об'єм компонентів | Температура |
|---|-----------------------|-------------|
| Олія (100 г) | 106 мл | 24,21 °С |
| Спирт (100 г) + стабілізатор-присадка (2 г) | 124 мл | 24,23 °С |
| Олія + (Спирт + стабілізатор-присадка) | до реакції: 230 мл | 24,22 °С |
| | після реакції: 226 мл | 25,40 °С |



1 – температура оточуючого середовища; 2 – температура суміші

Рис. 1 – Зміна температури в процесі утворення суміші олія-спирт

Зменшення об'єму суміші та виділення тепла під час змішування свідчить про проходження екзотермічної реакції з утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків, тобто утворюється розчин рослинної олії та спирту.

Висновки

Проведені дослідження доводять можливість використання етилового спирту для виготовлення біодизельного палива на основі рослинних олій.

Розроблено спосіб приготування біопалив на основі сумішей рослинних олій та спиртів без проведення переестерифікації.

Запропоновані способи дають можливість виробникам виготовляти моторні види палив з використанням поновлюваної рослинної сировини.

У Верховній раді України вже підготовлено законопроект «Про обов'язкове використання біоетанолу та біодизелю при виробництві моторних видів палива».

Література

1. Грабов Л.Н. Производство альтернативного биодизельного топлива и перспективы его развития / Л.Н. Грабов, А.И. Шматок // Пром. теплотехника. – 2008. – Т. 30. – № 1. – с. 60–65.
2. Долінський А.А. Продукування енергоносіїв з відновлювальної рослинної сировини / А.А. Долінський, Л.М. Грабов, В.І. Мерщій, О.І. Шматок // Енергетика та електрифікація. – 2008. – № 9. – с. 44–50.
3. Долінський А. А. Теплофизические параметры и экспериментальное оборудование для получения жидких биотоплив из растительных масел и спиртов / А. А. Долінський, Л. М. Грабов, В. І. Мерщій, О. І. Шматок // Пром. теплотехника. – 2010. – Т. 32. – № 3. – с. 50–58.
4. Грабов Л.Н. Инновационный способ и оборудование для получения биодизельного топлива из растительных масел и спиртов / Л.Н. Грабов, А.И. Шматок // Пром. теплотехника. – 2009. – Т. 31. – № 7. – с. 36–40.
5. Патент України №47397, Спосіб приготування рідкого біопалива / Грабов та інші, – 2010, Бюл. №2, С10L1/06, С10L1/08.