

Каталітичне прискорення процесу отримання біодизельного палива з рослинної сировини та відходів виробництва

The analysis of drawbacks of traditional schemes of production of biodiesel was conducted; the ways of improvement of ecological and economic characteristics of production were defined. A new composite catalyst for the transesterification process has been developed, which makes it possible to improve the kinetic characteristics of the process, increase the environmental friendliness and energy efficiency of the process of obtaining the main product.

Сьогодні в світі все більше уваги приділяється пошуку й розробці способів виробництва альтернативних джерел енергії, у тому числі й біопалив. Отже, метою дослідження є розробка складу композиційного каталізатору для прискорення процесу отримання біодизеля і підвищення екологічності його виробництва шляхом розширення сировинної бази [1].

Біодизельне паливо (зазвичай метилові чи етилові естери жирних карбонових кислот) все частіше використовується в світі як моторне паливо для двигунів внутрішнього згоряння або як добавка до нього [2]. Наприклад, маркування B100 означає, що це 100 %-е біодизельне моторне паливо.

Біодизель – рідина різних відтінків жовтого кольору, майже не змішується з водою (гідрофобна речовина), має високу температуру кипіння і низьку пружність пари. Є відносно нетоксичним.

Відносно висока температура займання, характерна для біодизелю (~150 °C) робить цей вид моторного палива відносно безпечним з точки зору протипожежної безпеки. Більшість фізико-хімічних властивостей біодизелю знаходяться в межах, характерних для традиційного дизельного палива, а вміст Сульфору в ньому взагалі набагато менший порівняно з нафтовим дизельним паливом.

Процес виробництва біодизелю за традиційною схемою є досить складним і в екологічному сенсі небезпечним, оскільки для отримання, наприклад, метилових естерів жирних карбонових кислот застосовують токсичний спирт – метанол, який за ступенем дії на організм людини відноситься до 3-го класу небезпеки, а також лужні каталізатори процесу. Серйозним недоліком технологічної схеми є необхідність використання у виробничому процесі значного надлишку метанолу, що спричинює утворення досить великих обсягів відходів виробництва (суміш метанолу з гліцеролом).

Промислове виробництво біодизелю, в основному, спрямовано на переробку рапсової, соєвої, соняшникової, пальмової або кукурудзяної олій. Отже, в усьому світі, разом з проблемою необхідності заміни традиційного

нафтового пального на біопалива, гостро постає проблема перепрофілізації орних земель на вирощування технічних культур.

У нашій країні як сировину для виробництва біодизелю найчастіше використовують рапс, сонячник, а також жировмісні відходи, наприклад, харчової промисловості. Зокрема, значний потенціал для виробництва біопалив мають курячий, яловичий і свинячий жири, а також відходи переробки риби.

Процес переестерифікації, внаслідок якого отримують біодизельне паливо, умовно можна поділити на декілька стадій, а саме:

- фільтрування олії, олієвмісних або жировмісних відходів;

- нагрів реакційної суміші до температури 50–60 °С;

- приготування каталізатору процесу – спиртового розчину лугу NaOH або KOH. Останній є дещо ефективнішим каталізатором процесу, хоча як каталізатор можна застосовувати й поташ або соду;

- змішування олійної сировини зі спиртовим розчином лугу, а далі – седиментація – гравітаційне розділення розчину на фракції естеру і гліцеролу.

У дослідженні нами було проаналізовано декілька технологічних схем виробництва біодизелю, а науковий пошук був спрямований не тільки на покращення кінетичних характеристик процесу, а й на необхідність зниження собівартості виробництва біодизелю, використання відходів виробництва для його одержання тощо.

Багато дослідників пропонують у реакції переестерифікації використовувати не метанол, а етанол [3–6], що значно зменшує токсичність виробництва, хоча дещо утруднює одержання самого цільового продукту – біодизелю. Було запропоновано також як сировину використовувати не чистий етанол, а більш дешеві побічні продукти виробництва етилового спирту. Це, зокрема, етанол, що містить підвищені кількості естерів і альдегідів [7]. Для одержання біодизелю використовували або чисту ріпакову олію, або ріпакову олію з додаванням відходів харчової промисловості (в основному відпрацьовані олії та фритюрні жири). Застосування такої сировини у Європі регулюється стандартом EN 14241.

Умовна схема виробництва біодизельного палива, яка була реалізована у ГНДЛ "Реактор" ОКБ "Шторм" КПІ ім. Ігоря Сікорського, показана на рис. 1. При цьому кінетичні характеристики виробничого процесу було значно покращено розробкою й застосуванням композиційного лужного каталізатора. Композиційний каталізатор містить поверхнево-активний компонент, а саме неіоногенну ПАР або навіть суміш поверхнево-активних речовин, які, впливаючи на стан поверхні поділу фаз (досліджуваний процес є гетерогенним) і змінюючи її фізико-хімічні характеристики, значно полегшують проходження процесу переестерифікації та подальше розділення фаз.

Розроблений композиційний каталізатор вводили у кількості до 0,1 % за об'ємом. Як поверхнево-активний компонент лужного каталізатору процесу було апробовано дію окситильованих жирних спиртів із кількістю атомів Карбону 12 і вище. Дослідження цільового продукту – біодизельного палива проводили на базі ГНДЛ "Реактор" ОКБ "Шторм" КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Визначали: кислотне число зразків біодизельного і дизельного палив; йодне число; температуру спалаху у закритому тиглі, а також фізико-хімічні

характеристики досліджуваних моторних палив – густину, кінематичну в'язкість, поверхневий натяг тощо. Усі зразки перевіряли на корозійну стійкість, визначали вміст води, механічних домішок і ненасичених вуглеводнів, зольність тощо. Таким чином, було встановлено, що основні фізико-хімічні та експлуатаційні показники отриманого біодизелю відповідають вимогам вітчизняного стандарту і стандарту ЄС до моторного дизельного палива [7].

Отже, внаслідок введення до лужного каталізатору ПАР спостерігалось зменшення поверхневого натягу рідких компонентів і, як наслідок, покращення транспорту через поверхню поділу фаз у досліджуваному гетерогенному процесі. Це дало змогу, по-перше, відмовитися від застосування надлишку спиртового компоненту, а, по-друге, проводити процес естерифікації за кімнатних температур. Значним здобутком запропонованого технологічного рішення є також суттєве зменшення обсягів токсичних відходів виробництва і підвищення виходу цільового продукту до 10 %.



Рис. 1. Умовна схема переробки олієвмісної або жировмісної сировини на біодизельне паливо.

Висновки

Таким чином, у роботі:

- обґрунтована необхідність удосконалення технології виробництва біодизелю з позицій переходу України до стійкого, збалансованого розвитку, послаблення її залежності від імпорتنих енергоносіїв;

- здійснено аналіз недоліків традиційних схем виробництва біодизельного палива, визначено шляхи покращення еколого-економічних характеристик виробництва;

- розроблено новий композиційний каталізатор процесу переестерифікації, який надає змогу покращити кінетичні характеристики процесу, збільшити екологічність і енергоефективність процесу отримання цільового продукту.

Список літератури

1. Чупайленко О. А. Розвиток використання біопалива для автотранспорту в Україні. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія*. 2014. Вип. 13 (2). С. 133–143. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Upsal_2014_13\(2\)_16.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Upsal_2014_13(2)_16.pdf).
2. Корпач А. О. Можливості та перспективи використання біопалива в дизелях / А. О. Корпач, О. О. Левківський // *Автошляховик України*. – 2009. – № 12. – С. 156–158.
3. Аналіз сучасних технологій виробництва біодизельного палива / [Г. Л. Рябцев, О. Є. Колосов, Д. Е. Сідоров, О. О. Гладкова] // *Вісник Нац. технічного ун-ту України. Сер.: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. К.: НТУУ "КПІ". 2009. Вип. 2(4). С. 48–54.
4. Lorne D. New biofuel production technologies : overview of these expanding sectors and the challenges facing them / D. Lorne, M.-F. Chabrelic // *Panorama 2011. IFP Energies nouvelles*. 2011. URL: <http://www.ifpenergiesnouvelles.com>.
5. Кофанова О. В. Валеологічні аспекти заміни вуглеводневого дизельного палива на біодизель / О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов // *Зб. наук. праць Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер.: Технічні науки / Редколегія : Калетнік Г. М. (гол. ред.) та ін. Вінниця, 2015. Вип. 1(89). т. 1. С. 144–148.*
6. Pandey A. Biofuels : Alternative Feedstocks and Conversion Processes / A. Pandey. Academic Press, 2011. 629 p.
7. Ресурсосберегающая малоотходная технология производства биодизельного топлива. Е. В. Кофанова, А. И. Василькевич, А. Е. Кофанов, Д. Н. Степанов. *Горная механика и машиностроение*. 2015. № 2. С. 96–102.