УДК 662.754:547.27 **DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-37**

МЕТОД ОТРИМАННЯ МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ З ЖИРІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Постол Ю. О., к. т. н. **http://orcid.org/0000-0002-0749-3771**
Стручаєв М. І., к. т. н. **http://orcid.org/0000-0002-8891-4960**
Гулевський В. Б., к. т. н. **http://orcid.org/0000-0003-1434-9724**
Таврійський державний агротехнологічний університет
e-mail: yuliapostol111@gmail.com

Анотація - розглянуто спосіб виробництва складних метилових ефірів із жирів тваринного походження для отримання біологічної добавки до дизельного пального. Збільшення забруднення навколишнього середовища, погіршення екологічних умов за рахунок збільшення споживання енергії з мінеральних ресурсів, а також швидкого виснаження корисних ресурсів та високих цін змушують шукати альтернативні види палива, отримані з поновлюваних джерел. Найбільш переважними видами рідкого біопалива є біодизельне паливо та біоетанол.

Сучасні уявлення про правильне харчування залишають тваринам жирів все менше місця в нашому раціоні. На підприємствах м'ясної промисловості накопичуються значні обсяги жирної сировини, що не споживається основним виробництвом. Його знешкодження, як і продажі, є малоприбутковою справою, а в деяких випадках просто збитковою. Крім того, після очищення флотації стічних вод на очисних спорудах утворюються жирові відходи, що також потрібно утилізовувати.

За нинішніх цін на вуглеводневу сировину тисячі тонн жирових відходів перетворюються на потенційне джерело додаткової енергії та додаткового прибутку. Запропоновано простий спосіб використання жирових відходів для отримання біопалива з максимальним розділенням сирого гліцерину та домішок.

Ключові слова: метилові ефіри, дизельний двигун, кавітація.

Постановка проблеми. Зростаюче забруднення навколишнього середовища, погіршення екологічної обстановки через підвищене споживання енергії з мінеральної сировини разом з швидким виснаженням корисних ресурсів і високі ціни на них привели вчених до пошуку альтернативних видів палива, які одержуються з поновлюваних джерел [1]. Найбільш пріоритетними видами рідкого біопалива є біодизель і біоетанол.

Сучасні уявлення про правильне харчування залишають тваринним жирам все менше і менше місця в нашому раціоні. Значні

© Постол Ю. О., Стручаєв М. І., Гулевський В. Б.

обсяги жировмісної сировини незатребуваного основним виробництвом, скупчуються на підприємствах м'ясної промисловості. Його утилізація, рівна як і продаж, - справа малоприбуткова, а в деяких випадках просто збиткова. Крім того, на очисних спорудах підприємств після флотації стічних вод утворюються жировмісні відходи, з якими теж треба щось робити.

Аналіз останніх досліджень. Традиційно для отримання ефірів жирних кислот тваринного жиру використовують топлені і очищені жири тваринного походження, які містить шкідливі домішки, зокрема фосфатиди, білки, вільні жирні кислоти, воду і т.д., що погіршує умови здійснення реакції. Для вилучення шкідливих домішок здійснюють попередню обробку тваринних жирів з використанням сірчаної кислоти, водних розчиників лугу, спеціальних сорбентів. Очищені жири піддають реакції естеріфікації, в процесі якої отримують біопаливо і відокремлюють хімічно пов'язані домішки. Завдяки механічному перемішуванню реакція естеріфікації здійснюється більш швидко. Для інтенсифікації змішування реагентів можна застосувати відомі різноманітні методи фізико-механічного впливу, а саме: накладання пульсацій в потоці, електромагнітні поля, акустичні коливання ультразвукового діапазону частот і т.д. Застосування ударно-хвильових ефектів, які супроводжують гідродинамічну кавітацію [2], також дозволяє ефективно впливати на оброблювану суміш, інтенсифікувати реакцію, зменшувати час її проходження та забезпечувати належну якість кінцевого продукту.

Формулювання цілей статті. При нинішніх цінах на вуглеводневу сировину тисячі тонн жирових відходів перетворюються в потенційне джерело додаткових енергоресурсів і додаткового прибутку. Необхідно реалізувати простий спосіб використання відходів тваринних жирів для виготовлення біопалива з максимальним відділенням неочищеного гліцерину і домішок.

Основні матеріали дослідження.

Як відомо, сам по собі метиловий ефір жирних кислот не є моторним паливом, тому біодобавку яку виробляють з рослинних жирів змішують з мінеральним дизельним паливом. Для перемішування біодобавки і компонента дизельного палива застосовується роторно-гідравлічний кавітатор (РГД) [3]. Потік рідини, що проходить через РГД, пропорційно складається з метилового ефіру і необхідного компонента мінерального дизельного палива, піддається впливу інтенсивного кавітаційного поля. Біодизель після змішування під впливом кавітаційного поля не розшаровується. Температура кипіння метилових ефірів карбонових кислот вище 270

^{0}С, тому для отримання біодизелю їх змішують в пропорції один до одного з компонентом дизельного палива, температура кипіння якого знаходиться в межах 190-270 ^{0}С.

Сезонні коливання ціни на рослинні олії та неврожаї змусили фахівців розробити технологічний процес і необхідний комплекс обладнання для отримання біодобавки з тваринних жирів (свинини, яловичини, курятини).

Суть технологічного процесу полягає в наступному. Технічний тваринний жир подрібнюється до пастоподібного стану в куттері 1 (рис. 1), потім за допомогою транспортера подається в топковий котел 2.

За допомогою мазутного пальника топковий котел нагрівається до необхідної температури. Подрібнений жир при температурі 100-120 ^{0}С перетоплюємо до рідкого стану, при цьому з нього випаровується вся незв'язана з ним вода (конденсат після розморожування). Після розтоплення і випаровування води, рідкий тваринний жир надходить в проміжний бак-термос 3, де остиває до потрібної температури.

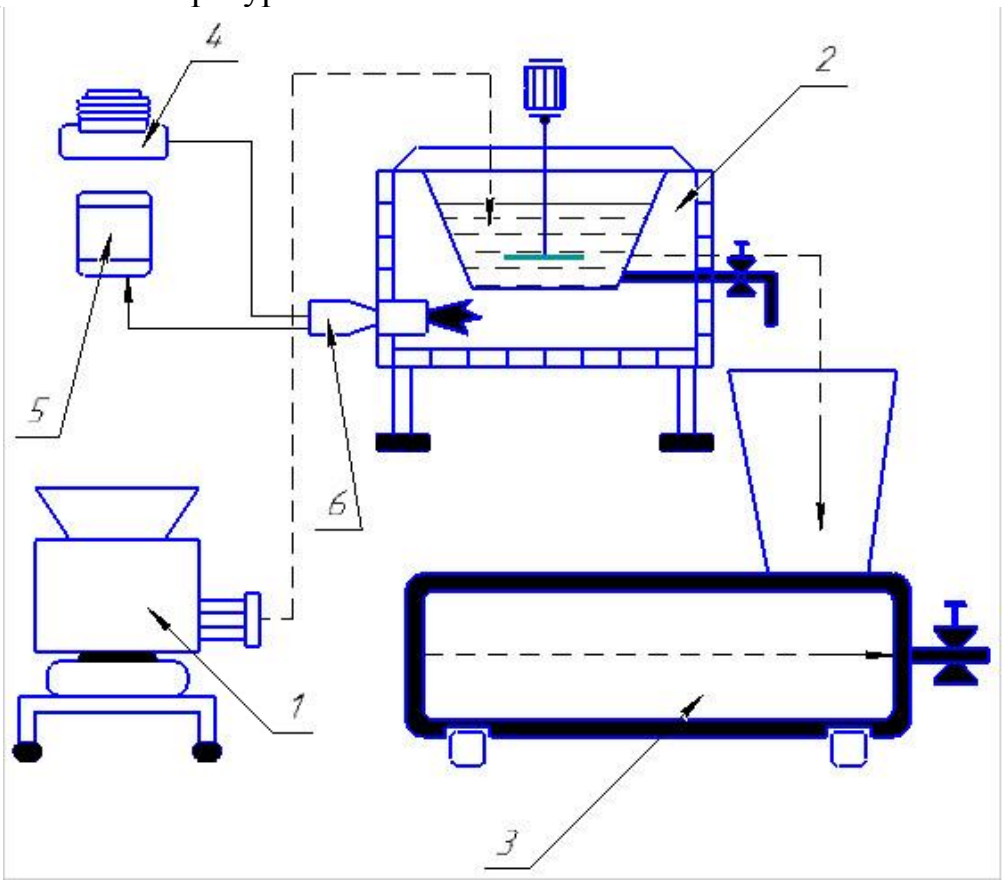

Рис. 1. Підготовчий цикл виготовлення біопалива для дизельних двигунів на основі тваринного жиру: 1 - куттер; 2 - топковий котел; 3 - проміжний бак; 4 - компресор; 5 - мазутовий бак; 6 - пальник.

Наступний етап - подача жиру в реактор етерифікації 1 (рис.2), де він змішується з необхідною кількістю каталізатора (КОН) їдким калієм і метиловим спиртом (СНзОН) метанолом.

Реактор 1 обладнаний механічною якірної мішалкою і нагрівальної оболонкою. У ємність 2 для приготування каталізатора подають задану кількість гідроксиду калію КОН (0,23-0,60% від кількості рідкого тваринного жиру), а потім метиловий спирт СН3ОН (6 - 15% від кількості рідкого тваринного жиру). У ємності 2 здійснюється ретельне перемішування суміші метанолу і гідроксиду калію протягом 35-45 хвилин.

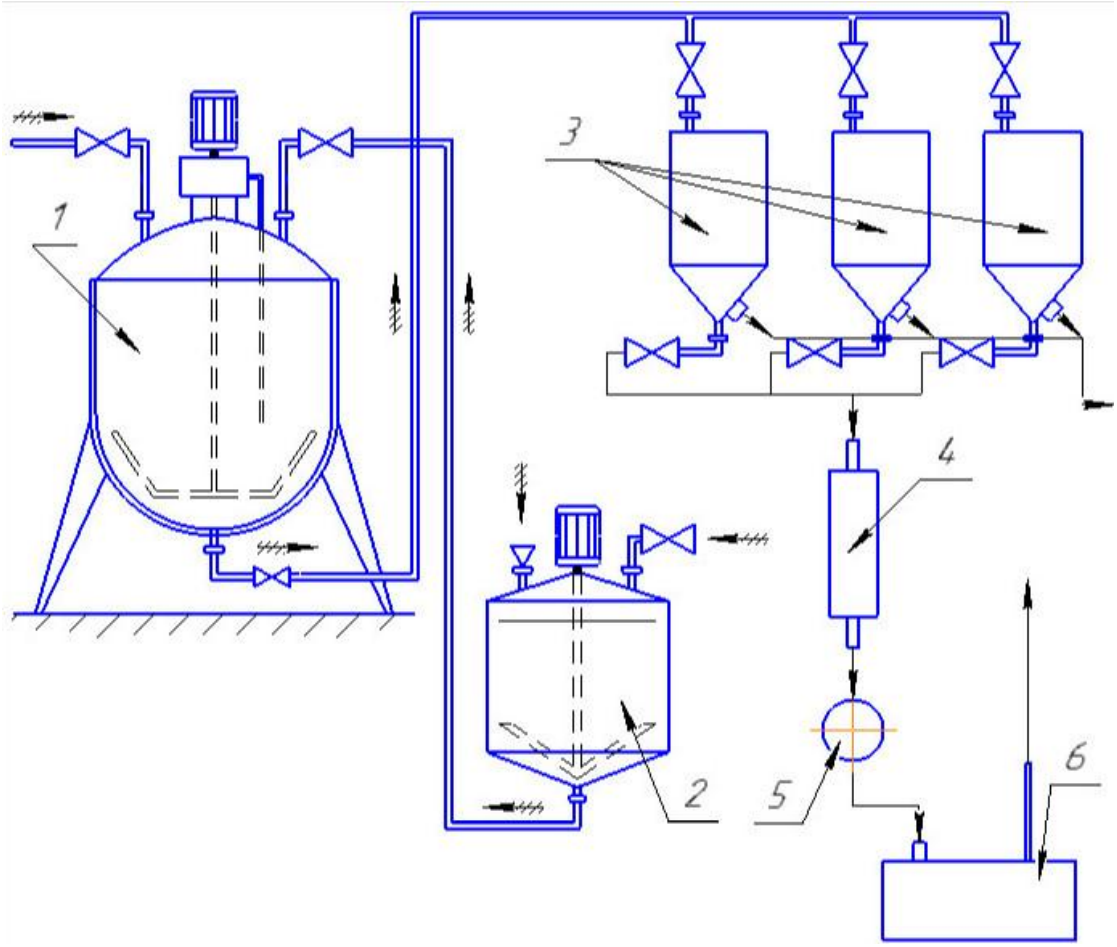

Рис. 2. Спосіб виготовлення біопалива для дизельних двигунів на основі тваринного жиру: 1-реактор етерифікації; 2-змішувач (метоксіднік); 3 - відстійник; 4 - колона нормалізації pH; 5 - сепаратор; 6 - ємність для зберігання.

Отриманий таким чином в ємності 2 каталізатор (метоксид калію) перекачують в реактор 1 етерифікації, де рідкий тваринний жир і каталізатор перемішують і нагрівають до температури початку

кипіння метанолу 65 - 70 ^{0}С. Процес триває протягом 43-47 хвилин. Реакція етерифікації виникає в результаті взаємодії спирту з вищими жирними кислотами, які входять до складу тваринного жиру. Це може бути як гранична (тверда): пальмітинова, стеаринова кислота так і негранична (рідка) олеїнова кислота та ін. карбонові кислоти. В результаті реакції етерифікації від молекули карбонової кислоти відщеплюється гідроксильна група, а від молекули спирту - водень. Наявність каталізатора зумовлює поділ тваринного жиру на вищу жирну кислоту і гліцерин, і перехід карбонових кислот в метиловий ефір.

Отриману нагріту суміш направляють в ємності 3 для відстоювання, в яких суміш розділяється протягом 2,5-3,5 годин. При цьому гліцерин разом з гідроксилом, відщепленим від молекули кислоти, і гліцеридами, що не набрали реакцію випадає вниз, а біодобавка (складний метиловий ефір) спливає вгору, через різниці в щільності. З ємності 3 для відстоювання гліцерин поміщають в цистерни зберігання, а біодобавку через колону 4 охолодження і нормалізації pH перекачують в сепаратор 5 для остаточного очищення.

Приклад. Попередньо підготовлений рідкий тваринний жир, в кількості 1000 л заливають в реактор 1 етерифікації. Окремо в змішувачі 2 готують каталізатор (метоксид калію) змішуючи протягом 40 хвилин 6 кг гідрооксиду калію і 150 л метилового спирту. У реакторі рідкий тваринний жир і каталізатор перемішують протягом 45 хвилин і нагрівають до 65 - 70 ^{0}С. В результаті реакції етерифікації утворюється суміш складного ефіру карбонових кислот і неочищений гліцерин з домішками. Після відстоювання протягом 3 годин суміш розділяється на біопаливо, кількість якого складає 900 - 1000л, і гліцеринову воду 100 - 200 л.

Висновки. Спосіб простий в реалізації і дозволяє використовувати відходи тваринних жирів для виготовлення біопалива з максимальним відділенням неочищеного гліцерину і домішок.

Список використаних джерел

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / *В. О. Дубровін* та ін. Київ: Енергетика і електрофікація, 2004. 256 с.

2. *Пилипенко В. В.* Кавитационные автоколебания и динамика гидросистем. Москва: Машиностроение, 1977. 352 с.

3. *Постол Ю. О.* Можливості використання кавітації в переробці вуглеводної сировини. *Вісник Харківського національного технічного*

університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2015. Вип. 165. С. 126-127.

5. *Семенов В. Г.* Анализ показателей работы дизелей на нефтяных и альтернативных топливах растительного происхождения. *Вісник Національного технічного університету „ХПІ”*. Харків, 2002. № 3. С. 177-197.

6. *Семенов В. Г.* Гармонізація національного стандарту на біодизельне паливо до європейського та американського стандартів. *Проблеми хіммотології :* матеріали І Міжнар. наук.-техн. конференції (м. Київ, 5-19 травня 2006 р.). Київ: НАУ, 2006. С. 119-121.

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ЖИРОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Постол Ю. А., Стручаев Н. И., Гулевский В. Б.

Аннотация - рассмотрен способ получения сложных метиловых эфиров из животных жиров для производства биодобавки к дизельному топливу. Увеличение загрязнения окружающей среды, ухудшение экологических условий за счет увеличения потребления энергии из минеральных ресурсов, а также быстрого истощения ископаемых ресурсов и высоких цен заставляют искать альтернативные виды топлива, полученные из возобновляемых источников. Наиболее предпочтительными видами жидкого биотоплива является биодизельное топливо и биоэтанол.

Современные представления о правильном питании оставляют животным жиров все меньше места в нашем рационе. На предприятиях мясной промышленности накапливаются значительные объемы жирного сырья, не потребляется основным производством. Его обезвреживания, как и продажи, является малоприбыльной делом, а в некоторых случаях просто убыточной. Кроме того, после очистки флотации сточных вод на очистных сооружениях образуются жировые отходы, также нужно утилизировать.

При нынешних ценах на углеводородное сырье тысячи тонн жировых отходов превращаются в потенциальный источник дополнительной энергии и дополнительного дохода. Предложен простой способ использования жировых отходов для получения биотоплива с максимальным разделением сырого глицерина и примесей.

Ключевые слова: метиловые эфиры, дизельный двигатель, кавитация.

METHOD OF RECEIPT OF METHYL ETHERS FOR DIESEL ENGINES FROM FATS OF ANIMAL ORIGIN

Postol Y., Struchaev M., Hulevskyi V.

Summary-

The mean of production of difficult methyl ethers is considered from fats of animal origin for the receipt of biological addition to the diesel fuel.

Increasing environmental pollution, deteriorating environmental conditions through increased consumption of energy from mineral resources, along with the rapid depletion of useful resources and high prices have led scientists to seek alternative fuels derived from renewable sources. The most preferred types of liquid biofuels are biodiesel and bioethanol.

Modern ideas about proper nutrition leave animal fats less and less space in our diet. Significant volumes of fatty raw materials not consumed by the main production are accumulated at the enterprises of the meat industry. Its disposal, as well as sales, is a low-profit business, and in some cases simply unprofitable. In addition, after treatment of wastewater flotation, the wastewater treatment plants generate fatty waste, which also needs to be done.

At current prices for hydrocarbon raw materials, thousands of tons of fat waste are being transformed into a potential source of additional energy and additional revenue. Easy way suggested to use animal fat waste to produce biofuels with maximum separation of crude glycerol and impurities should be implemented.

The essence of the technological process is as follows. The technical animal fat is ground to a paste-like state in the cutter, then fed into the furnace boiler by means of a conveyor. The furnace boiler is heated to the required temperature. After melting and evaporating the water, the liquid animal fat enters the intermediate tank thermos, where it cools to the desired temperature. The next step is the supply of fat to the esterification reactor, where it is mixed with the required amount of catalyst with potassium hydroxide and methyl alcohol methanol. The resulting heated mixture is sent to a tank for upholding. In this case, the glycerol together with the hydroxyl cleaved from the acid molecule and the non-reacting glycerides drops down, and the bioadditive floats upwards due to differences in density.

Keywords: methyl esters, diesel engine, cavitation.