

Технічні науки

УДК 662.758

Метліна Марина Сергіївна

магістрант

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Метлина Марина Сергеевна

магістрант

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Metlina Maryna

Master Degree Student of the

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorskiy Kyiv Polytechnic Institute"

Зубрій Олег Григорович

кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та апаратів

хімічних і нафтопереробних виробництв

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Зубрий Олег Григорьевич

кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов

химических и нефтеперерабатывающих производств

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Zubriy Oleg

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department
of Machines and Apparatus for Chemical and Oil Refining Production*

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorskiy Kyiv Polytechnic Institute"

ВИРОБНИЦТВО БІОДИЗЕЛЮ З РАПСОВОЇ ОЛИВИ
ПРОИЗВОДСТВО БИОДИЗЕЛЯ ИЗ РАПСОВОГО МАСЛА
PRODUCTION OF BIODIESEL FROM RAPESEED OIL

Анотація. Розглянуто схему виробництва біодизелю з рапсової оливи. У роботі представлено результати розрахунків, що проводились з метою вибору конструкції перемішуючого пристрою.

Ключові слова: біодизель, технологічна схема, перемішуючий пристрій.

Аннотация. Рассмотрена схема производства биодизеля из рапсового масла. В работе представлены результаты расчетов, проводимых с целью выбора конструкции перемешивающего устройства.

Ключевые слова: биодизель, технологическая схема, перемешивающее устройство.

Summary. The scheme of production of biodiesel from rapeseed oil is considered. The paper presents the results of calculations carried out in order to select the design of the mixing device.

Key words: biodiesel, technology system, mixing device.

Постановка проблеми. Використання біодизелю постійно зростає, це зумовлює потребу у покращенні виробництва, збільшені виходу речовини, якості продукту.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є вибір конструкції перемішуючого пристрою призначеного для реактора переетерифікації, визначення швидкості обертання мішалки.

Виклад основного матеріалу. Щорічно в світі утворюється 170-200 млрд.т (в перерахунок на суху масу) рослинної біомаси, а саме: деревини, тваринних та рослинних жирів, водоростей, відходів

сільськогосподарського виробництва – що енергетично еквівалентно 70-80 млрд. т нафти [1]. При цьому використовується лише її невелика частка. При сучасному рівні розвитку техніки є можливість додаткового використання біомаси (2,5-5%) для виробництва моторного палива, що еквівалентно 2-4 млрд. т нафти, чи 3-6 млрд. т вугілля щорічно.

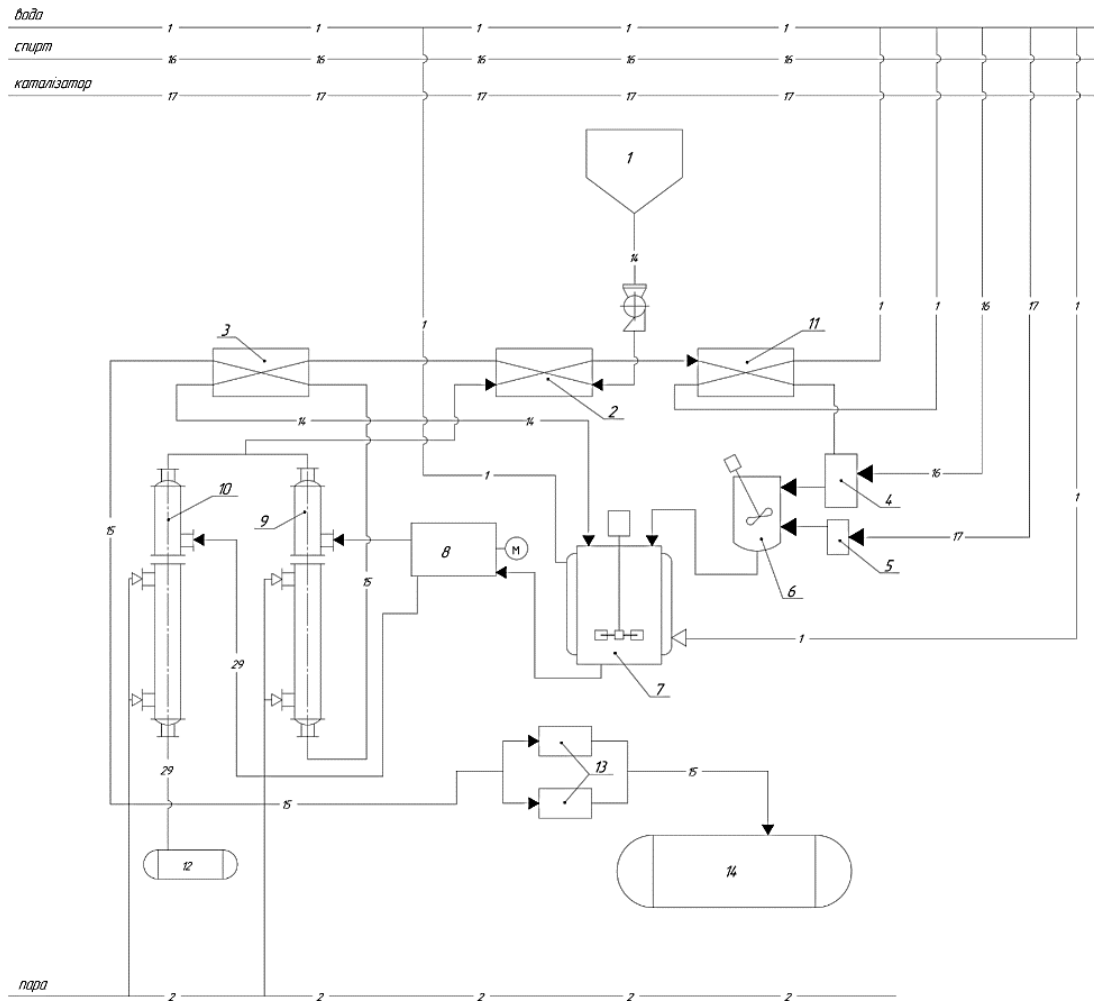
Найбільш перспективним для використання в якості палива являється рапсове масло. Спрощена технологічна схема переробки насіння і виробництво рапсового масла і моторного палива на його основі представлена на рис. 1. Рапсове масло, що отримують при переробці, може бути використане як самостійне паливо для дизелів, в сумішах різного складу зі стандартним дизельним паливом чи перероблено в метиловий, чи етиловий ефіри рапсового масла. Останнє, в свою чергу, використовується чи як самостійне біопаливо, чи в суміші.

Метиловий ефір рапсового масла отримують в результаті прямої переестерифікації жирних кислот рапсового масла з метиловим спиртом (метанолом) за температури 80-90°C в присутності каталізатора – гідроксида калія. При переестерифікації з 1040 кг рапсового масла, 144 кг метанола і 19 кг гідроксида калія отримують 1 т метилового ефіра рапсового масла і близько 203 кг гліцерину. При переробці насіння рапса отримують також рапсовий шрот(жмих), який є високобілковим концентратом для годування сільськогосподарських тварин. Він не поступається соєвому та соняшниковому шротам і містить до 40% протеїна та 8-11% жирів [2].

Схема установки для виробництва біодизеля наведена на рис. 1 [3].

Принципова технологічна послідовність процесу отримання біодизеля наступна.

Олія з накопичувальної ємності 1 транспортується насосом через теплообмінник рекуперації 2 і теплообмінник 3, де відбувається підігрів, в реактор 7.



- 1 – ємність з олією; 2, 3 – теплообмінники; 4 – ємність з етиловим спиртом;
5 – ємність з катализатором КОН; 6 – змішувач; 7 – реактор;
8 – центрифуга; 9, 10 – випарна колона; 11 – водяний конденсатор;
12 – збірник гліцерина; 13 – фільтри-сорбери; 14 – збірник біодизеля

Рис. 1. Схема для виробництва біодизеля

З ємностей 4 і 5 поступають, відповідно етиловий спирт і катализатор КОН до змішувача 6, де відбувається їх ретельне перемішування. Далі ця суміш разом з олією потрапляє в реактор 7 де і проходить процес переестерифікації. Олія та етанол реагують у присутності гідроксиду натрію або калію до повної переестерифікації при температурі 373К. У результаті виходять складний етиловий ефір і гліцерин в якості побічного продукту. Суміш, що прореагувала розділяється на центрифугі 8, сирій біодизель відділяється від більш важкої фракції, що містить гліцерин, метанол і мило.

Надлишок спирту відділяється від кожної фракції у випарних колонах 9, 10 і регенерується для повторного використання. Сирий біодизель далі очищають від мила і гліцерину. Гліцерин направляється в збірник 12.

Ефір (біодизель) направляється в теплообмінник 3, де віддає теплову енергію зустрічному потоку олії (це дозволяє скоротити споживання електроенергії в 5-6 разів). Пари етанолу конденсуються в теплообміннику-конденсаторі 2 віддаючи теплоту конденсації потоку олії. Таким чином здійснюється рекуперація тепла, зовнішня енергія на підігрів масла не витрачається. Не сконденсовані пари етанолу остаточно конденсуються у водяному конденсаторі 11.

Далі ефір піддається фільтруванню і сорбційному очищенню в блоці фільтрів-сорберів 13. Блок складається з двох ємностей заповнених сорбентом. Фільтр-сорбер затримує механічні забруднення і видаляє з ефіру каталізатор (луг) та інші домішки. Відпрацьований сорбент періодично замінюють новим через люки. Для заміни сорбенту один з апаратів відключають. Застосування сорбентів дозволяє гарантувати високу якість очищення біодизеля. Отриманий біодизель направляється на склад.

Продуктивність та якість продукції визначається параметрами та режимом роботи реактора. В літературі відмічається необхідність інтенсивного перемішування середовища, що можуть забезпечити турбінна або гвинтова (пропелерна) мішалки. Бажано мати радіальний та аксіальний рух рідини, який створює саме турбінна мішалка. При цьому необхідно забезпечити рівномірний розподіл часточок каталізатора, крапель спирту та оливи в робочому об'ємі реактора.

Нижче розглянуто розрахунок швидкості обертання турбінної мішалки для промислового реактора.

Діаметр корпусу апарата $D=2.2\text{м}$, діаметр мішалки $d_m=0.7\text{м}$, коефіцієнт динамічної в'язкості суміші $\mu=1,5 \cdot 10^{-3}\text{Пас}$, густина суміші

$\rho_c=980 \text{ кг/м}^3$, густина твердої фази $\rho_q=1800 \text{ кг/м}^3$, розмір часточок $d_q=0,0005\text{м}$.

Для прийнятої мішалки визначається частота обертання, яка забезпечує рівномірний розподіл часточок каталізатора. Для чого визначається критерій Рейнольдса за формулою:

$$Re = 0.25 \cdot Ga^{0,57} \cdot S_\rho^{0,37} \cdot \Gamma_q^{0,33} \cdot \Gamma_d^{1,15},$$

де критерій Галілея

$$Ga = \frac{d_m^3 \cdot \rho_c^2}{\mu^2} = \frac{0,7^2 \cdot 980^2}{0,0015^2} = 1,44 \cdot 10^{12},$$

Сімплекси [4]

$$S_\rho = \frac{\rho_q}{\rho_c} = \frac{1800}{980} = 1,836$$

$$\Gamma_d = \frac{D}{d_m} = \frac{2,2}{0,7} = 3,14$$

$$\Gamma_q = \frac{d_q}{d_m} = \frac{0,0005}{0,7} = 0,000714$$

$$Re = 0.25 \cdot (1.44 \cdot 10^{12})^{0,57} \cdot 1.836^{0,37} \cdot 0.000714^{0,33} \cdot 3.14^{1,15} = 1.2 \cdot 10^6$$

з величини критерію Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho_c \cdot n \cdot d_m^2}{\mu}$$

визначається найменша швидкість обертання мішалки

$$n = \frac{1.2 \cdot 10^6 \cdot 1.5 \cdot 1.5^{-3}}{980 \cdot 0.7^2} = 3.74 \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

або

$$n = 3.74 \cdot 60 = 225 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Література

1. Паушкин Я.М., Лapidус А.Л., Адельсон С.В. Растительная биомасса как сырье для получения олефинов и моторных топлив / Химия и технология топлив масел. – 1994. – №6. – С. 3-5.

2. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на основе для дизельных двигателей – Х: Новое слово, 2007. – С. 27-41.
3. Аблаев А.Р. Производство и применение биодизеля: Справочное пособие / А.Р. Аблаев, Ф.М. Гумеров, И.Ф. Левин и др. – М.: АПК и ППРО, 2006. – 80 с.
4. Крысин М. Ю., Зорина А. В., Столповская Н. В., Ляпун Д. В., Сидякин А. С. Переэтерификация триглицеридов растительных масел метанолом в условиях гетерогенного катализа оксидами кальция и магния конденсированные среды и межфазные границы, Том 16. - № 4. - С. 456-461.