

ПРОДУКУВАННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Надруковано в журналі "Енергетика та Електрифікація" 9/08

А.А. Долінський, академік НАНУ, директор ІТТФ НАНУ

Л.М. Грабов, кандидат технічних наук, зав. лабораторією, провідний науковий співробітник,

В.І. Мерцій, старший науковий співробітник,

О.І. Шматок, аспірант.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Вступ

Розуміння вичерпності класичних традиційних видів енергоносіїв зумовлює енергетичну політику різних країн. Всесвіт готується до того, що розвідані запаси нафти, газу, вугілля багатьом країнам будуть недосяжні. Тому ці країни бачать вирішення енергетичної проблеми в пошуку та використанні нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії. Більшість країн ЄС, США, Канада, Росія, Білорусь та інші країни рішуче впроваджують альтернативні біоенергетичні технології. Біопаливо має важливі екологічні переваги. Рідке паливо з олії, яке потрапляє у воду, не завдає шкоди рослинам і тваринам. Воно практично повністю розкладається в землі та у воді. Мікроорганізмами за 28 днів переробляється 99% біопалива з відновлювальної рослинної сировини. Позитивним фактором для екології є те, що біопаливо не містить сірки у своєму складі, зате воно має гарні змащувальні властивості, що позитивно впливає на роботу двигуна [1].

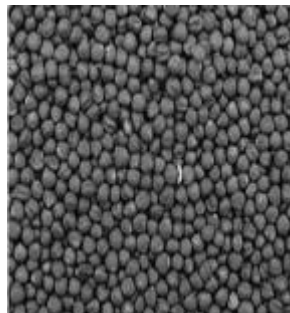
В книгу рекордів Гіннеса занесено вантажівку з Німеччини, яка проїхала 1,25 млн. кілометрів на біопаливі. При роботі двигуна на біопаливі змащуються рухомі частини, в результаті чого, як показало тестування, досягається збільшення терміну роботи двигуна в середньому на 60 %.

Сировиною для одержання біопалива використовують олії різних рослин, а також відпрацьовані рослинні олії, тваринні жири, риб'ячий жир та інше. Найбільш розповсюджені по різних країнам і місцям наступні рослини: ріпак – в Європі та Китаї, канола (різновидність ріпака) – в Канаді, соя – в США та Африці, ятрофа – в Індії, пальмова олія – в Індонезії та на Філіпінах, кокосова олія – в Бразилії, відпрацьована олія – в Великобританії та США, олія з мікроводоростей – в США, Новій Зеландії, Канаді.

На рис.1 наведені фотографії деяких відновлювальних видів рослинної сировини, в тому числі й мікроводоростей, що здатні продукувати олію.



Ріпак



Насіння ріпаку



Соняшник



Насіння соняшнику

ПРОДУКУВАННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ



Земляний горіх



Земляні горіхи



Олійна пальма



Насіння пальми



Кокосова пальма



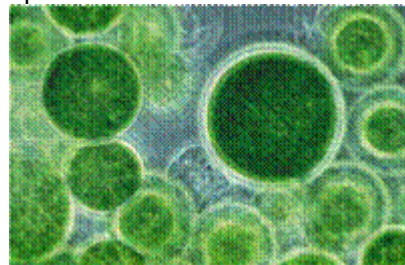
Кокосові горіхи



Ятрофа



Насіння ятрофи



Мікроводорості

Рис.1 Фотографії відновлювальних видів рослинної сировини.

В таблиці 1 наведено вихід олій на одиницю площі насаджень відновлювальних видів рослинної сировини [2].

Таблиця 1. Вихід олій з відновлювальних видів рослинної сировини.

Сировина	кг олій/га	л олій/га
Соя	375	446
Соняшник	800	952
Земляний горіх (арахіс)	890	1059
Ріпак	1000	1190
Олива	1019	1212
Ятрофа	1590	1892
Кокосовий горіх	2260	2689
Пальмова олія	5000	5950
Мікроводорості	80500	95000

З таблиці 1 видно, що найбільший вихід олій можливо одержати з пальмової сировини та мікроводоростей.

Продуктування мікроводоростей для виготовлення біопалива

Протягом шести років в США активно проводяться дослідження з продуктування мікроводоростей з високим вмістом олій. Досягнута врожайність до 50 г мікроводоростей з 1м² водної поверхні за добу, при вмісті олій 50% від загальної маси водоростей. Дослідники прийшли до висновку, що можливо вирощувати такі водорості у відкритих водоймах в штатах Каліфорнія, Нью-Мексика, на Гаваях, а також в відкритих водоймах, та в малих біореакторах (рис.2), розміщених близько до ТЕС, де має місце значний викид тепла. На сьогоднішній день в

Канаді вже продукується близько 630 млн. л. олії з мікродоростей за рік, в Новій Зеландії – 1 млн. л. за рік.



а) Біореактор відкритого типу. б) Трубчастий біореактор.

Рис.2 Фото біореакторів продукування мікродоростей для виготовлення біопалива.

В Україні, в м. Дніпропетровську, спеціалістами ВАТ «Біодизельдніпро» розроблено технологію та устаткування для продукування мікродоростей і одержання олії для виготовлення біопалива.

На рис.3 наведено фото біореактора для вирощування мікродоростей з високим вмістом олії.



Рис.3 Фото біореактора для продукування мікродоростей ВАТ «Біодизельдніпро»

ВАТ «Біодизельдніпро» виготовляє обладнання для одержання біопалива з мікродоростей різної продуктивності, яке складається з накопичувальних ємностей, біореакторів, газогенератора CO_2 , пристрою для розділення твердої і рідкої фаз, комплексу з виробництва олії, насосів, системи КВП, автоматики та інших вузлів.

Аналіз олії, одержаної з мікродоростей на цій установці показав, що олія за своїми характеристиками подібна до соняшникової, але до її складу входять в більшій кількості пальмітинова (40%) та олеїнова (45%) кислоти.

В таблиці 2 наведено фізико-хімічні характеристики олії з мікродоростей.

Таблиця 2. Фізико-хімічні характеристики олії з мікродоростей.

Показники	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
Щільність, при t=25°C	кг/л	0,9153
Кінематична в'язкість, при t=25°C	мм ² /с	57,02
Вільні жирні кислоти (за олеїноювою кислотою – M=282)	–	1,21
Вміст фосфору	мг/кг	13
1	2	3
Показник йоду (час реакції 1 година)	г(I)/100	123
Пероксидне число (час реакції 1 година)	мг-екв/кг	11,9
Число омилення	мг КОН/г	202
Температура	°C	
помутніння		-9
спалаху		325

В установці передбачено встановлення ламп денного освітлення, які використовуються для проходження процесу фотосинтезу у водоростях. Лампи працюють від спеціально сконструйованого дизель генератора, який в свою чергу працює на олії, що отримується з вирощуваних водоростей. З енергетичної точки зору кількість енергії, яка витрачається при виробництві біопалива в установці ВАТ “Біодизельдніпро” буде більшою, ніж енергія отримана при спалюванні біопалива. Таким чином, вирощування мікродоростей може бути енергетично вигідним лише при продукуванні їх в місцях з теплим кліматом, де для вирощування водоростей можливо використати енергію сонця.

Традиційна технологія продукування біопалива

Вирішення проблеми енергозабезпечення України дуже важливе через значне вичерпання власних традиційних енергоносіїв і залежність від країн-імпортерів фосильного палива. Розвинуті країни широко впроваджують альтернативні відновлювальні джерела енергії. Відома у світі традиційна схема виробництва біодизельного пального (рис. 4), де рослинна олія переетерифікується метанолом при температурі 50-70°C та атмосферному тиску в присутності лужних каталізаторів [3].

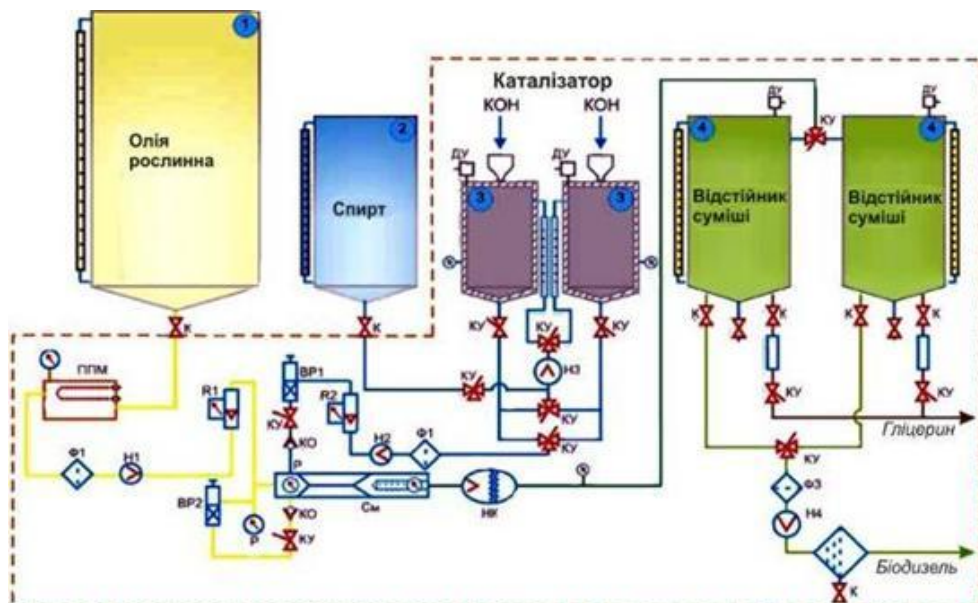


Рис.4 Схема виробництва біодизельного пального

Одержана в результаті реакції суміш розділяється в сепараторах або ємностях-відстійниках. В результаті чого отримують суміш метилових ефірів жирних кислот (біодизельне пальне) та гліцеринову фазу («чорний» гліцерин), що містить 45-50% гліцерину, метанол, що непрореагував, продукти омилення жирів та інші домішки. Очищений гліцерин використовується для виробництва миючих засобів, а після глибокої очистки використовується в фармацевті. Проте для проведення очистки гліцерину та утилізації відходів необхідні додаткові капіталовкладення на етапі проектування та будівництва переробного заводу та в процесі виробництва, що значно підвищує собівартість отриманого біопалива. Назважаючи на вищевказані складності за даною схемою у світі на сьогоднішній день виробляється більше 12 млн. т. біодизельного пального на рік.

Розробка нових технологій одержання біопалива

В Інституті технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАНУ) протягом кількох останніх років проводяться роботи в напрямку створення новітніх технологій одержання біопального з використанням останніх досягнень в галузі тепломасопереносу. Розроблено та виготовлено тепломасообмінний стенд для дослідження термопульсаційних процесів одержання біопалив (рис. 5). Стенд складається з двох функціональних контурів: продуктового контуру та контуру теплоносія. До складу продуктового контуру входять: вихідна ємність А1, насос продуктовий Н1, диспергатор-гомогенізатор ГМ, реактор трубчастий РТ, реактор циліндричний РЦ, теплообмінник ТТ, пробовідбірник ОП та ємність готового продукту А2. Контур оснащений трубозапірною арматурою та контрольно-вимірювальним обладнанням. Ємність А1 оснащена перемішувачем М спеціальної конструкції, що забезпечує якісне перемішування реагуючих компонентів.

Принцип дії стенда полягає в наступному:

Ø Суміш, що знаходиться в ємності А1, через кран К2 за допомогою насоса Н1 подається через нагнітальний трубопровід до диспергатора-гомогенізатора ГМ де піддається широкому спектру гідродинамічних впливів, проходячи складною траєкторією між робочими органами апарата.

Ø Після обробки у гомогенізаторі, суміш через нагнітальний патрубок подається до трубчастого реактора РТ, в якому відбуваються такі процеси: нагрів чи охолодження, змішування та перемішування компонентів при різних режимах руху оброблюваного середовища, проходження хімічних реакцій в присутності каталізаторів.

Ø Далі продукт надходить у циліндричний реактор де відбувається завершення хімічної реакції. Циліндричний реактор оснащений індивідуальною системою обігріву НЭ2, що дозволяє регулювати температуру в реакторі в широких межах.

Ø Контроль готовності продукту здійснюється шляхом відбору проб через пробовідбірник ОП. Готовий продукт вивантажують до ємності А2 через відкритий кран К10. При потребі суміш може бути направлена на рециркуляцію.

Контур теплоносія призначений для обігріву ємності А1 та трубчастого реактора РТ. Нагрів теплоносія відбувається в нагрівачі НЭ1. Циркуляція теплоносія здійснюється за допомогою насоса Н2.

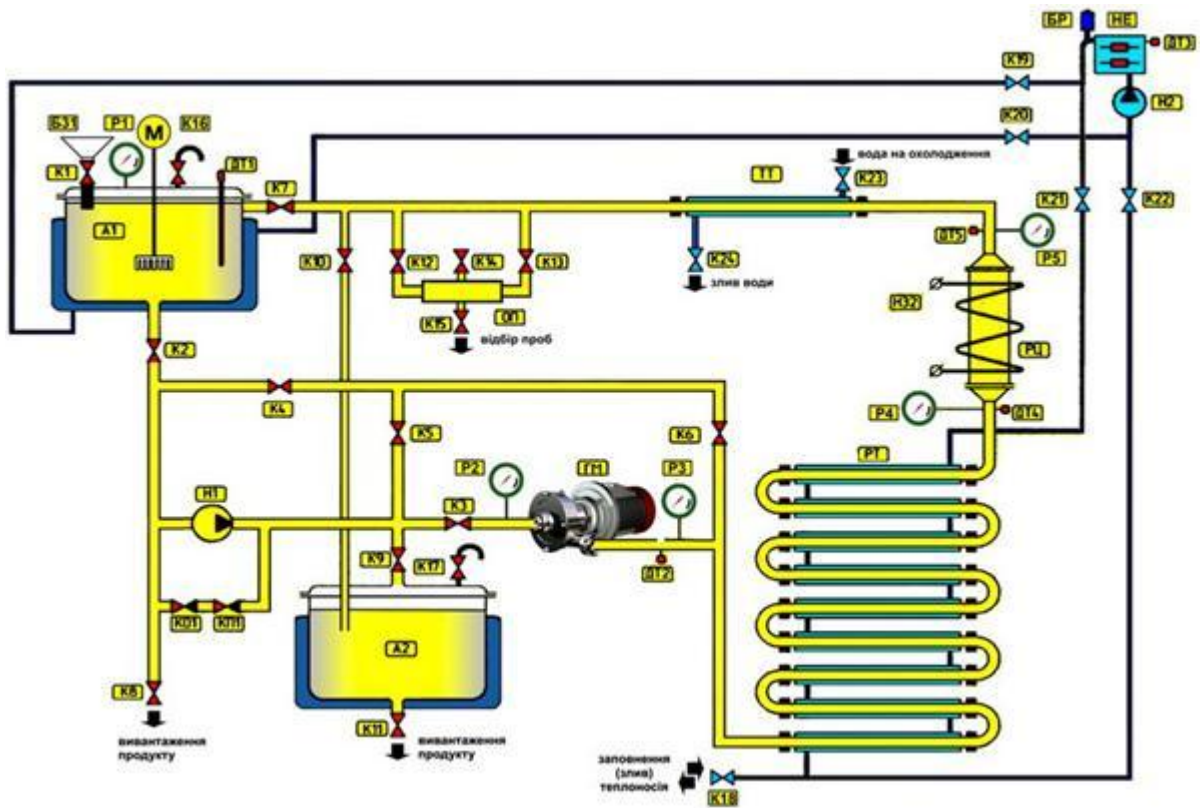
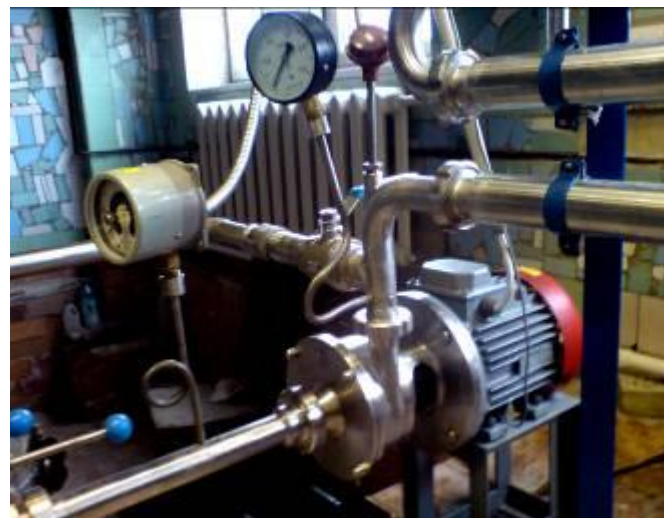


Рис. 5 Схема станда для дослідження тепломасообмінних процесів виробництва біодизельного пального

На рис. 6 наведено загальний вигляд тепломасообмінного станда для дослідження тепломасообмінних процесів одержання біодизельного пального.



а



б

Рис. 6 Фото елементів діючого тепломасообмінного станда для дослідження термпульсаційних процесів одержання біопалива.

а – вид на трубчастий реактор, б – вид на диспергатор-гомогенізатор.

Мета, що ставиться співробітниками Інституту: розробити інноваційну технологію одержання біопалива з використанням методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). В цьому напрямку, спільно з Інститутом сорбції та проблем ендоекології НАН України (ІСПЕ НАНУ), проводиться низка робіт зі створення нових каталізаторів та обладнання для проведення

безвідходної реакції переетерифікації рослинних олій етиловим спиртом. Завдяки використанню методу ДІВЕ, трубчастих реакторів та нових каталізаторів планується створити принципово нову безвідходну технологію одержання біопалива з рослинних олій та етилового спирту, що дозволить значно скоротити собівартість отриманого пального.

При виготовленні експериментального стенду створено нові види обладнання для змішування, диспергації та гомогенізації вихідних компонентів, які можливо використати не лише для виробництва біодизельного пального, а і для покращення якості традиційних палив шляхом додавання до них присадок та інших інгредієнтів, які покращують якість палива, а також для створення високоякісних паливних сумішей.

Технічно-доступний енергетичний потенціал біодизельного палива в Україні

Аналіз сучасного стану аграрного сектору України показує, що в країні існує значний доступний енергетичний потенціал для продукування біопалива. За даними наведеними в літературі [4] технічно-доступний потенціал продукування біодизельного пального з біомаси: ріпаку, соняшнику та сої в Україні складає більше 37,6 ТВт-год/рік. Для цього необхідна площа для вирощування рослинної сировини близько 65500 км², з якої можливо одержати 3,6 млн.т/рік біодизельного пального.

Напрямки робіт зі створення альтернативних видів пального

В науково-технічній літературі відомі роботи японських дослідників [5], в яких метанол при температурі до 400°C і тиску більше 8 МПа взаємодіє з рослинними оліями без застосування каталізатора. Цей метод дозволив би значно скоротити час проходження реакції, але він потребує високих технологічних параметрів, що збільшує вартість технологічного обладнання та призводить до підвищення енерговитрат при виробництві.

В Німеччині з'явилися роботи, в яких до традиційного дизельного палива додають до 20% води, близько 1% емульгатора та проводять гідродинамічну обробку в емульгаторі-диспергаторі. Можливість використання такої суміші на транспорті та в енергетиці ще не вивчена.

В Фінляндії фірма «Neste Oil» почала розробку і продукування «біопалива другого покоління», в якому застосовується суміш біодизелю та водню під торговою маркою NExBTL.

В 2008 р. ІТТФ НАНУ представляв комплекс розробок на виставці-ярмарці «Hannover Messe-2008», в тому числі розробки Інституту зі створення інноваційних технологій одержання біопалив з відновлюваної рослинної сировини. За представлені на виставці розробки інститут одержав Диплом міжнародної виставки-ярмарки.

Для ознайомлення з роботами в галузі виробництва біопалива Інститут відвідали представники пакистанської та сингапурської компаній, що зацікавлені у розробці та впровадженні технологій виробництва біодизельного пального. З представниками пакистанської компанії було проведено попередні переговори про поставку дослідної установки для одержання біопалива з рослинних олій та етилового спирту. В якості сировини для виробництва планується використовувати олію з ятрофи, яка добре росте в умовах пакистанського клімату. Олія з ятрофи буде поставлятися пакистанською стороною в ІТТФ НАНУ для проведення попередніх досліджень.

Висновки та рекомендації для подальшого використання результатів роботи

1. Роботи зі створення інноваційної безвідходної технології та обладнання для отримання рідких біопалив є актуальними та перспективними. В цьому напрямку працює велика кількість науково-дослідних установ світу.

2. В межах цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» інститутами ІТТФ НАНУ та ІСПЕ НАНУ проводяться роботи по створенню та відпрацюванню нової безвідходної технології отримання біопалива.

3. В межах подальшого використання роботи необхідно провести комплексні дослідження процесів тепло- та масопереносу при відпрацюванні інноваційної технології одержання біопалив, а також розпочати роботи зі створення «біопалив другого покоління».

Література

1. Грабов Л.Н., Мерщій В.И., Грабова Т.Л. Экологические аспекты продуцирования и использования биодизельного топлива из рапса // 3-я Международная конференция «Нетрадиционная энергетика в XXI веке», Судак, 2002, -С.226-229.
2. www.globalpetroleumclub.com
3. Грабов Л.Н., Шматок А.И. Производство альтернативного биодизельного топлива и перспективы его развития. Пром. теплотехника. – 2008, т. 30, №1, с. 60-65.
4. Забарний Г.М., Кудря С.О., Кондратюк Т.Г., Четверик Г.О. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України. – Інститут відновлювальної енергетики НАНУ, Київ, 2006. – 226с.
5. Dadan Kudiana and Shiko Sana, A Novel Process of Biodiesel Fuel Production in Supercritical Methanol // 1 st World Conference on Biomass for Energy and Industry. – Sevilla, Spain, 5-9 June 2000. Vol. 1. pp 563-566.