

2. Маляренко В.А., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – основа альтернативной энергетики// Ежеквартальный научно-технический журнал «Интегрированные технологии и энергосбережение» №2. – 2008. – С.29-32.
3. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: Монографія/ О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів – Івано-Франківськ: ІМЕ. – 2001. – 432 с.
4. Семенов В.Г. Цивилізація без нафти: биодизельне паливо в топливно-енергетическом комплексі України// Ежеквартальный научно-технический журнал «Интегрированные технологии и энергосбережение» №1. – 2007. – С.11 - 15.
5. Кобец Н. Перспективы производства и переработки семян рапса в Украине. Сбор. Докл. IV Междунар. конф. «Масложировая промышленность – 2005» – Киев, 2005 – с 46 – 52.
6. Семенов В.Г., Кухта В.Г. Дизельное топливо из рапса // Хранение и переработка зерна, 2000, №12 – с.59 – 61.
7. Семенов В.Г. Состояние и перспективы развития производства и применения в Украине экологически чистого биодизельного топлива // Олійно-жировий комплекс, 2006, №2.

УДК 662.75:532.5

## ОДЕРЖАННЯ ПАЛИВНИХ СУМІШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ

Долінський А.А. д-р техн. наук, академік,  
Грабов Л.М. канд. техн. наук, пров. наук. співр.,  
Посунько Д.В. наук. співр.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

*Розглянуто деякі аспекти одержання паливних емульсій з використанням біокомпонентів. Запропоновано метод дискретно-імпульсної багатofакторної обробки емульсій і суспензій. Розроблено новий вид гомогенізатора палива для здійснення інноваційної технології виробництва комбінованих паливних емульсій та мобільну лінію підготовки паливних емульсій*

*Some aspects of reception of fuel emulsions with use of biocomponents are considered. The method of is discrete-pulse multifactorial processing of emulsions and suspensions is offered. The new type of homogenizer of fuel for realisation of the innovative method of production of combined fuel emulsions and a mobile line of preparation fuel emulsions is developed.*

**Ключові слова:** Альтернативні види палива, апарати дисково-циліндричного типу, водно-мазутні суміші, паливні емульсії з використанням біокомпонентів, комбіновані палива, метод дискретно-імпульсного введення енергії, роторно-пульсаційний пристрій.

Кожний рік Україна споживає більше 6 мільйонів тон мазуту. Взагалі потреби країни в паливно-енергетичних ресурсах покриваються лише на 53 %, при цьому імпорт необхідного обсягу природного газу становить 75 %, а сирової нафти й нафтопродуктів – 85 % [1].

Як горюча основа в нових альтернативних видах палива використовують різні види вуглеводневої сировини, що складаються з різних вуглеводневих відходів хімічної, нафтохімічної й вуглехімічної промисловості [2, 3]. Актуальним завданням у наш час постає як використання альтернативних палив, так і зменшення шкідливих викидів при спалюванні палива. В Верховній раді України, в Комітеті з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки розглядається законопроект «Про обов'язкове використання біоетанолу та біодизелю при виробництві моторних видів палива».

Відомо, що попередня обробка водно-мазутної суміші за допомогою гомогенізатора дозволяє одержати емульсію з розміром крапель води близько 1 мкм. Така підготовка палива дозволяє знизити концентрацію горючих речовин у продуктах віднесення на 15-18 %, підвищити повноту згоряння палива (критичний коефіцієнт надлишку повітря знижується з 1,148 до 1,085), поліпшити екологічний фактор (концентрація NO знижується з 582 до 480 мг/м<sup>3</sup>, а CO з 0,002 до 0,0007 об. %).

Зниження недопалу обумовлене тим, що такі компоненти паливних композицій, як вода або інші рідини, у зоні горіння у вигляді перегрітої пари сприяють більш тонкому розпиленню вуглеводневих палив. Ефект обумовлен тим, що паливна суміш надходячи на пальник, розпорошується форсункою з розміром крапель порядку 0,1...1 мм, у яких перебувають включення більше дрібних краплинок компонентів. При нагріванні відбувається скипання таких краплинок з утворенням пари. Пара розриває краплю

мазуту, збільшуючи дисперсність палива, що надходить до топки. У результаті збільшується поверхня контакту палива з повітрям, поліпшується якість паливно-повітряної суміші й, як наслідок, відбувається практично повне згоряння й істотне зниження в газах, що відходять, сажі, бензпирена, вторинних вуглеводнів, а також істотне зниження концентрації оксидів азоту й сірки [5, 6].

Положення з енергоносіями в нашій країні потребує розробки й створення нових багатокомпонентних емульсій із включенням біологічних компонентів з поновлюваних джерел енергії. Передбачається, що в якості таких добавок до палив будуть використані високооктанова кисневмісна добавка (ВКД) і біокомпоненти, теплотворна здатність яких становить до 27700 кДж/кг. ВКД являє собою суміш метилтретбутилового ефіру (МТБЕ) і третбутилового спирту й по своїх антидетонаційних характеристиках не поступається чистому МТБЕ, а з екологічної точки зору безпечніше [7].

Високооктанова кисневмісна добавка до бензинів ТУ В 30183376.001-2000 виробляється приблизно на 20 вітчизняних спиртових заводах. Продуктивність таких заводів коливається в межах 15-120 т/добу. Наприклад, Лужанський експериментальний завод випускає ВКД, фізико-хімічні характеристики яких наведені в табл. 1.

**Таблиця 1 – Фізико-хімічна характеристика високооктанової кисневмісної добавки до бензинів (ТУ В 30183376.001-2000)**

№ п/п	Найменування параметра	Одиниця виміру	Значення
1	Об'ємний вміст органічних кисневмісних з'єднань	%	99,3
2	Щільність, при 20 °С	кг/м <sup>3</sup>	789,0
3	Показник переломлення	–	1,3615
4	Масова концентрація сухого залишку	мг/дм <sup>3</sup>	–
5	Масова концентрація кислот у перерахуванні на оцтову кислоту	мг/дм <sup>3</sup>	12,0
6	Об'ємна частка води	%	0,2
7	Вміст вищих спиртів	г/дм <sup>3</sup>	0,28
8	Об'ємна частка циклогексану	%	0,50
9	Детонаційна стійкість:		
	октанове число по експериментальному методу	–	120,0
	октанове число по моторному методу		106,0

Біокомпоненти - суміші вуглеводнів або окремі з'єднання, з високими значеннями октанових чисел (від 90 і вище) - алкилат, технічний ізооктан й ароматичні вуглеводні.

Західна компанія в цеху «Біологічних компонентів моторних палив» освоєє випуск біокомпонентів «Нива-1» й «Нива-2» по ТУУ В 24.6-32404621-001:2008, які також можуть бути використані при спалюванні в топках котлів і печей.

В Інституті технічної теплофізики НАН України (ІТТФ НАНУ) розробляють технологію й обладнання для одержання паливних емульсій з використанням біокомпонентів, вироблених на вітчизняних заводах.

Проблема одержання нових видів палив пов'язана з одержанням емульсій із заданими фізико-хімічними й теплофізичними властивостями. У зв'язку з тим, що такі системи складаються з компонентів, що мають різні властивості, одержання дисперсних однорідних гетерогенних систем являє собою досить складне завдання. Використання для цієї мети традиційних пристроїв вимагає тривалої обробки з витратами великої кількості енергії, і не завжди приводить до потрібного результату.

Для кожного компонента ті або інші властивості мають вирішальну роль при утворенні емульсій. У теж час, у процесі обробки властивості компонентів, наприклад, структурно-механічні, термодинамічні, теплофізичні, можуть змінюватися у зв'язку із взаємодією компонентів між собою й під зовнішнім впливом. Тому ні склад емульсій, ні параметри їхньої обробки не можуть бути обрані довільно, а повинні бути визначені на основі досліджень тепломасообмінних процесів, що відбуваються в них. Для дослідження процесів одержання рідких комбінованих палив і паливних емульсій необхідно мати комплекс лабораторного й стендового устаткування.

В ІТТФ НАНУ проведено аналіз теоретичних та експериментальних досліджень гідродинамічної диспергації в рідких динамічних середовищах і на основі цих розробок створили технологію й апарат диско-циліндричного типу (рис. 1) для одержання нових паливних емульсій і палив з використанням по-

новлованих біологічних компонентів. Для реалізації способу одержання нових паливних емульсій використаний метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ).



*1 – реактор з перемішуючим пристроєм; 2 – пульт керування; 3 – запорна арматура; 4 – електродвигун; 5 – роторно-пульсаційний апарат.*

**Рис. 1 – Стенд для гідродинамічної обробки палив:**

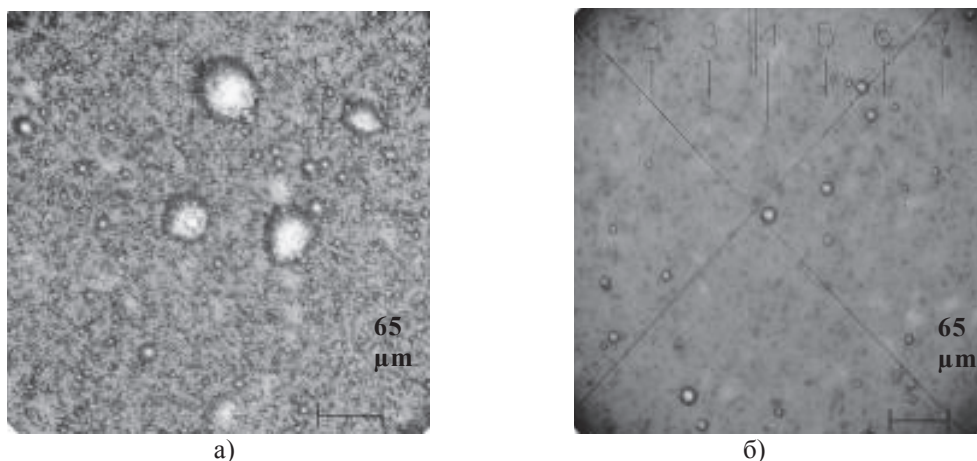
Розроблено метод дискретно-імпульсної багатофакторної обробки емульсій і суспензій. Імпульсна багатофакторна обробка таких сумішей здійснюється завдяки макро- і мікродинамічних імпульсів тиску, швидкості й розвиненої кавітації в оброблюваному середовищі. Робочі органи цих апаратів виконані у вигляді коаксіальних циліндричних тіл, які мають щілини, і є ротором і статором апарата. Між ротором і статором витримується оптимальний зазор, у якому і відбувається обробка суміші при переміщенні її через зону робочих органів апарата. При такій обробці інтенсифікуються фізико-хімічні процеси в оброблюваному середовищі, що дозволяє заощаджувати значні енергоресурси [8, 9].

На експериментальному стенді отримані зразки паливних емульсій, до складу яких входять обводнений мазут М100 і ВКД. Вміст ВКД у паливній суміші варіювався в межах 15...50 %. Суміші піддавалися активній гідродинамічній обробці в роторно-пульсаційном апараті. Частота пульсацій потоку в такому апараті склала 0,7...1,7 кГц і швидкість зсуву –  $6,6 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$ . Середня питома швидкість росту температури в процесі обробки склала  $4,8 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{хв} \cdot \text{кг})$ .

Отримані паливні емульсії є однорідними структурами з розміром крапель водно-спиртової дисперсії 0,6-6 мкм, стійкими до розшарування при температурах до 60 °С.

Робоча назва, отриманих емульсій – альтернативне паливо АТ-15 й АТ-30 (цифри вказують вміст ВКД). Розрахункова питома теплота згоряння альтернативних енергетичних палив склала: для АТ15 – 38,6 МДж/кг і для АТ30 – 36,2 МДж/кг.

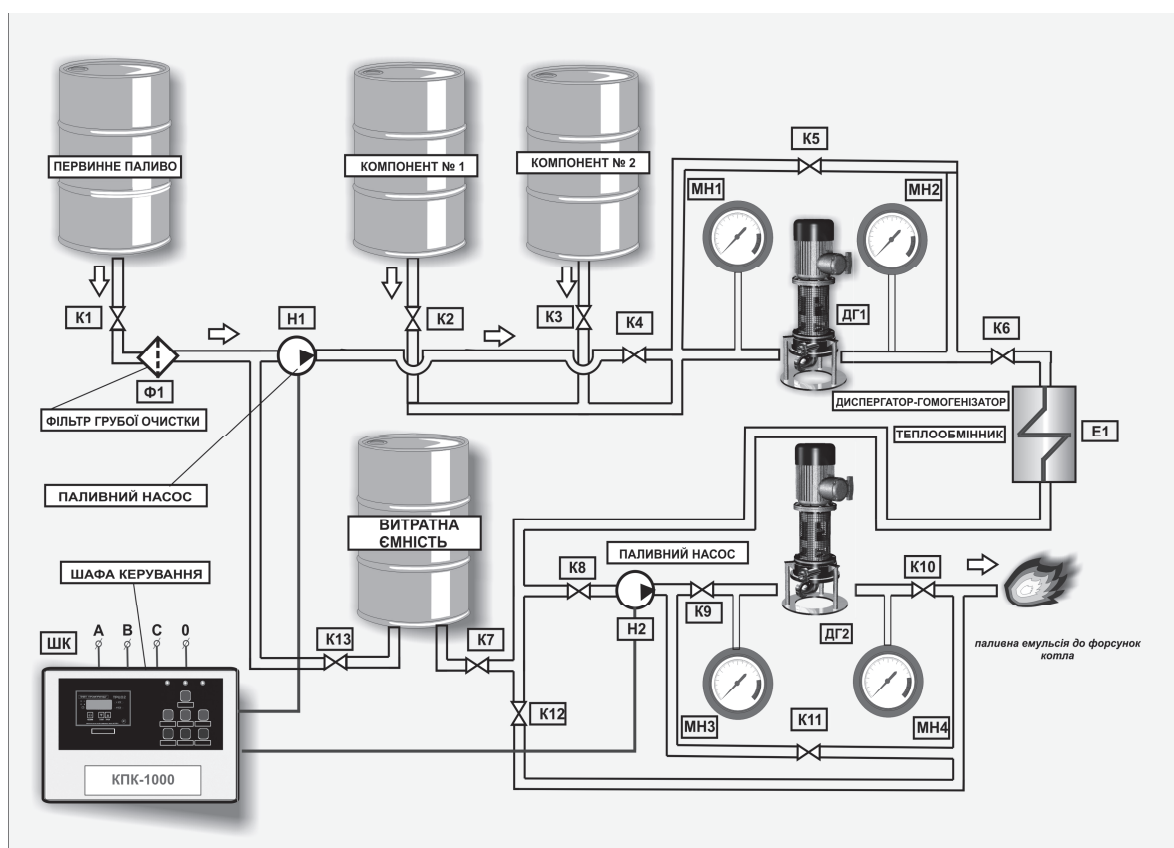
На рис. 2 наведені мікрофотографії проб обводненого мазуту до й після гідродинамічної обробки на таких апаратах.



а – обводненого мазуту; б – обводненого мазуту із ВКД після гідродинамічної обробки

**Рис. 2 – Мікрофотографії проб (збільшення в 230 разів):**

Зараз в ІТТФ НАНУ розробляється мобільна лінія підготовки паливних емульсій СППЕ-1000 продуктивністю 1000 л/год., на якій передбачається здійснювати інноваційну технологію виробництва паливних емульсій (рис. 3). У такій лінії є можливість здійснювати фільтрацію, нагрівання, охолодження, диспергацію, гомогенізацію та змішування різних компонентів паливних емульсій.



**Рис. 3 Принципова схема лінії для здійснення інноваційної технології виробництва паливних емульсій з використанням біологічних компонентів**

Крім того, ІТТФ НАНУ розробляє новий вид гомогенізатора палива для здійснення інноваційної технології виробництва комбінованих паливних емульсій. Для цього використовується досвід по створенню технології й апаратів дисково-циліндричного типу для одержання емульсій, у яких реалізується багатofакторний вплив на оброблювані системи. Гомогенізатор палива призначений для одержання

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](http://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.