

УДК 662.758

Долинский А.А., Грабов Л.Н., Мерщый В.И., Грабова Т.Л.

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕПЛОМАСООБМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Наведено дані динаміки виробництва біодизельного палива з рослинної сировини в світі з використанням метилового спирту. Описано експериментальні роботи Інституту технічної теплофізики НАН України по створенню тепломасообмінної технології виробництва біопалива з ріпака та етилового спирту. Запропоновано технологію одержання біопалива-дизойл на діючих маслоекстракційних заводах, а також технологія виробництва ріпаково-етилового ефіра з застосуванням метода дискретно-імпульсного введення енергії. Подано інноваційну схему технологічного процесу та пілотної установки для одержання ріпаково-етилового ефіру продуктивністю 400...450 т/рік, яку розміщено у контейнері. Доповідь на цю тему представлено на Міжнародній виставці-ярмарку "Ганновер Мессе-2006", що проходила з 23 по 26 квітня 2006 р.

Приведены данные по динамике производства биодизельного топлива из растительного сырья в мире с использованием метилового спирта. Описаны экспериментальные работы Института технической теплофизики НАН Украины по созданию тепломасообменной технологии производства биотоплива из рапса и этилового спирта. Предложена технология получения биотоплива-дизойл на действующих маслоекстракционных заводах, а также технология производства рапсово-этилового эфира с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии. Приведена инновационная схема технологического процесса и пилотной установки для получения рапсово-этилового эфира производительностью 400...450 т/год, которая размещена в контейнере. Доклад на эту тему представлен на Международной выставке-ярмарке "Ганновер Мессе-2006", которая проходила с 23 по 26 апреля 2006 г.

The information on the dynamics of the biodiesel production from the vegetable raw materials with the use of methyl alcohol in the world is resulted. The experimental works of the Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine on the heat-mass exchange technology creation of biodiesel from the rape oil and the ethyl alcohol are described. The technology of biodiesel -Diesoil receiving at the operating oil-extraction factories and the technology of the rape-ethyl ether production with the use of discretely-impulsive input of energy is offered. The innovation scheme of the technological process and the pilot installation for the rape-ethyl ether receiving with the productivity 400-450 t. annually, which is placed in container is offered. The report on this theme is presented at the International exhibition-fair "Hannover Masse-2006" which took place in Hannover from 23 till 26 of April in 2006.

### **1. Динамика производства биотоплива**

Вхождение в Европейское сообщество зависит от технологического уровня производственного комплекса страны в т.ч. и от производства альтернативных источников энергии.

Создание альтернативных топлив и экологической сети Украины, которая была бы интегрирована в мировую европейскую экологическую сеть, с каждым годом становится более актуальной задачей. Сейчас более двух десятков стран производят жидкое биотопливо из растительного сырья, построены 150 заводов, которые выпускают в год примерно 4,0 млн. т жидкого биотоплива.

На рис. 1 представлена динамика производства биодизельного топлива в мире, Западной и Восточной Европе, Северной Америке и Азии.

В производстве биотоплива в качестве сырья используют 84 % рапса, 13 % подсолнечника, 1 % сои и другие масличные культуры.

Германия занимает ведущее место по производству биодизельного топлива, производя более 2,0 млн. тонн в год биодизельного топлива на основе рапсового масла и метилового спирта.

США используют биотопливо в крупных городах на транспорте для развозки почты. В этой стране планируется в 2010 г., кроме использования топлива для собственных нужд, экспортировать жидкое биотопливо на сумму более 800 млн. долларов США. При этом для производства биотоплива в основном используют сою.

Анализ состояния в области производства жидкого биотоплива из растительного сырья в

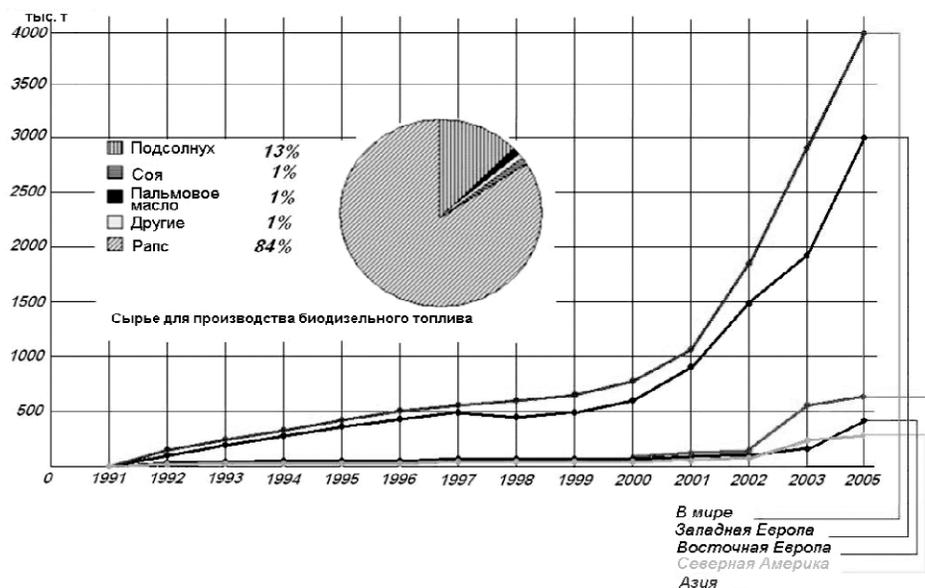


Рис. 1. Динамика производства биодизеля в мире.

Украине показывает, что до 2010 года увеличатся площади для выращивания рапса до 3 млн. гектаров. Однако рапс — это еще не биодизельное топливо. На киевском заводе “Большевик” выпущено несколько экземпляров установок для получения масла из растительного сырья и установок для получения биодизельного топлива, научно-производственное предприятие “Тренд” выпускает установки для производства рапсово-метилового эфира различной производительности. Запланировано в 2006 году запустить в Украине несколько заводов по производству биодизельного топлива. Описанные технологии получения биотоплива основаны на замене глицерина в маслах на метиловый спирт. Технически достигаемый энергетический потенциал биодизельного топлива из рапсового масла в Украине может составлять более 3,0 млн. тонн в год [1].

## 2. Разработки Института технической теплофизики НАН Украины

Институт технической теплофизики НАН Украины выполняет работы по созданию инновационной технологии и комплекта оборудования для производства жидкого биодизельного топлива из растительного сырья на основе современных теоретических и экспериментальных разработок в области тепломассообмена.

Как известно, основными направлениями производства и использования биотоплива из возобновляемого растительного сырья являются:

- ◆ использование растительных масел в качестве топлива для дизельных двигателей, при этом требуется создание специальных дизельных двигателей, приспособленных для сжигания такого топлива;
- ◆ применение растительных масел в качестве добавок к нефтяному дизельному топливу, при этом очищенное растительное масло может составлять до 20 % объема смеси и не требуется создание специальных двигателей;
- ◆ перегонка растительного масла на легкие и тяжелые фракции, использование легких фракций в качестве горючего для двигателей внутреннего сгорания;
- ◆ переэтерификация растительных масел и спиртов с получением эфиров и глицерина;
- ◆ приготовление масло-спиртовых эмульсий;
- ◆ экстрагирование масличного растительного сырья традиционным дизельным топливом.

Институтом выбраны два направления работ:

- создание биотоплив с использованием растительных масел в смеси с дизельным топливом, получившим название “дизойл” (ДО);
- получение топлив путем переэтерификации растительных масел [2–8].

Созданы экспериментальные стенды для изучения теплофизических, физико-химических свойств компонентов биотоплив и стенды для проведения исследований при получении биотоплив.

В результате проведенных исследований получены новые данные о влиянии компонентов (растительных масел, спиртов, катализаторов), температуры, влажности, режимов гидродинамических воздействий, последовательность технологических операций на интенсивность процессов, протекающих при получении биотоплива. Определены оптимальные соотношения компонентов в технологических процессах [9].

В исследованиях использовали рапсовое масло, различные спирты и катализаторы. Ведутся работы совместно с Институтом сорбции и проблем эндоэкологии НАНУ по созданию новых катализаторов для получения биодизельного топлива.

### **3. Создание биотоплива – дизойла**

#### *3.1 Особенности технологии*

В результате анализа результатов исследований предложены следующие способы производства биодизельного топлива:

- ◆ Способ №1: производство дизойла – экстрагирование масличного растительного сырья стандартным дизельным топливом, при этом представляет интерес технология получения биодизельного топлива из растительного сырья на действующих маслоэкстракционных заводах. Суть предложения состоит в том, чтобы разделить действующую технологию производства масла на два этапа: прессование и экстрагирование масличного растительного сырья стандартным дизельным топливом.

Масло, полученное прессованием, использовали для пищевых целей, а оставшееся после прессования в жмыхе масло экстрагировали для получения биотоплива в виде дизойла-смеси дизельного топлива с растительным маслом. Получен патент Украины на способ получения жидкого биотоплива [10].

- ◆ Способ №2: производство биотоплива путем переэтерификации растительных масел, используя этиловый спирт и новые виды катализаторов. Особенностью такой технологии является возможность дискретно-импульсного ввода

энергии при приготовлении катализаторов и ввода их в смеси.

#### *3.2. Инновационная теплообменная технология производства дизойла*

На рис.2 представлена технология производства дизойла с использованием ДИВЭ-экстрагирования. Применение ДИВЭ-экстрагирования позволяет ускорить процессы экстракции масел из жмыха в дизельное топливо и получать дизойл с различным содержанием масла. Например, ДО-20 содержит 20 % масла в традиционном дизельном топливе. В качестве ДИВЭ-генератора используется реакторный роторно-пульсационный аппарат, разработанный для этой цели в ИТТФ НАН Украины, позволяющий ускорить процесс экстракции в 1,5-2 раза за счет дискретно-импульсного ввода энергии в зоны разделения жидкой и твердой фаз.

Используя такую технологию на маслоэкстракционном заводе, удастся получить высококачественное пищевое масло, дизойл и горючую твердую массу для использования в качестве топлива в топках и печах.

Осуществление технологии в Украине позволит до 10 % производимого растительного масла использовать для выпуска дизойла.

### **4. Создание биотоплива путем переэтерификации растительных масел с помощью этилового спирта**

#### *4.1 Особенности переэтерификации*

Переэтерификация решает задачу переработки растительных масел в продукты, имеющие меньшую молекулярную массу и, соответственно, меньшую кинематическую вязкость, близкую к вязкости традиционного дизельного топлива, при этом требуется разработка высокоэффективных технологий переработки растительных масел в биотопливо, обладающие всеми необходимыми качествами традиционного топлива.

Использование результатов исследований в процессах получения биотоплива путем переэтерификации позволило институту предложить инновационную теплообменную технологию производства биотоплива с использованием принципов ДИВЭ для ускорения массообменных про-

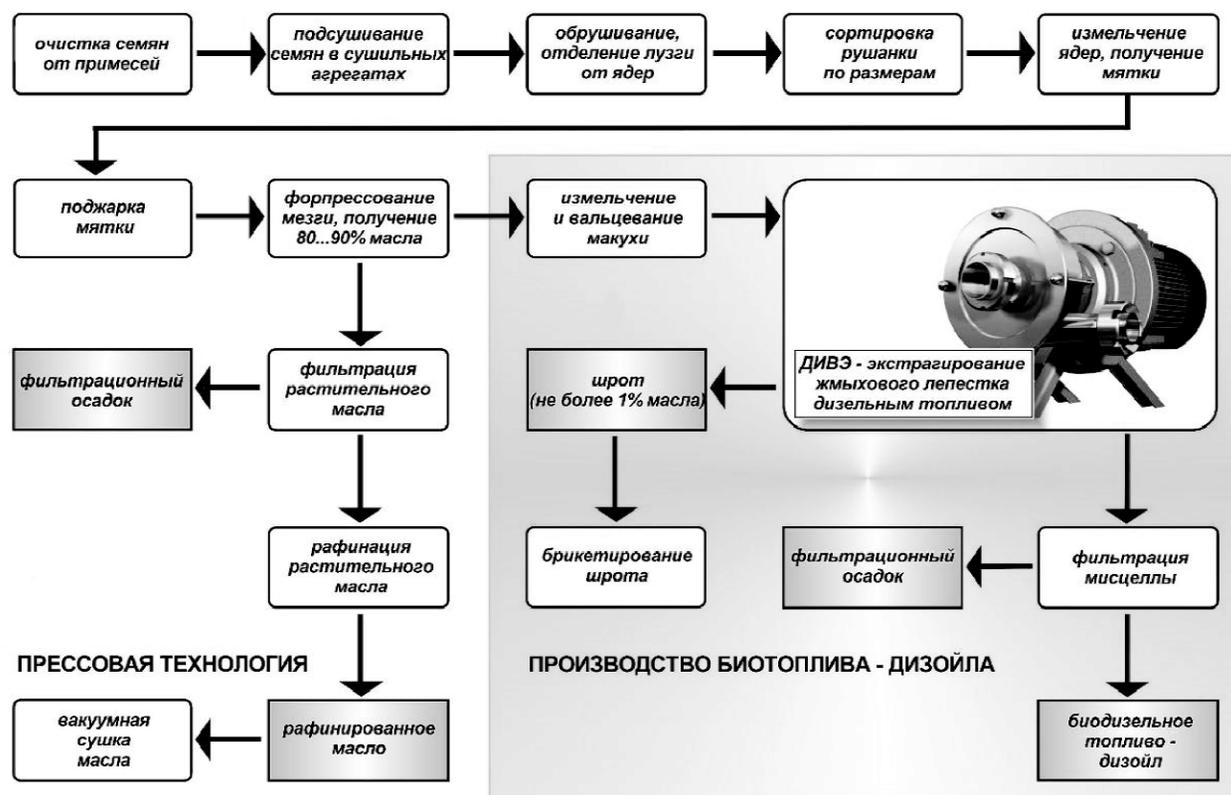


Рис.2. Инновационная теплообменная технология производства дизойла.

цессов, обеспечить возможность замены токсичного метилового спирта на этиловый спирт [5,6,7,8].

Получены оптимальные соотношения компонентов биотоплива, определены наиболее эффективные катализаторы, условия подготовки сырья, температурные и гидродинамические параметры процессов.

#### 4.2 Схема технологического процесса

Инновационная теплообменная технологическая схема производства биотоплива из растительного сырья представлена на рис. 3.

В процессе приготовления смеси спирта и катализаторов используют роторно-импульсные аппараты, которые позволяют с высокой скоростью произвести диспергацию и растворение катализатора. Моделирование этих процессов дает возможность найти оптимальные параметры пульсации давлений и изменения скоростей потока в рабочих зонах аппарата. В результате разработана мобильная установка, в состав которой входят реакторы емкости для отстаивания, насосы, трубопроводы, запорная арматура и КИП.

#### 4.3 Установка для производства жидкого биотоплива

Подготовлен технический проект комплекта оборудования для производства жидкого биотоплива из растительного сырья производительностью 400...450 т/год [4,5,8]. Представлен комплекс технологического оборудования для производства жидкого биотоплива из растительного сырья. Оборудование размещено в транспортном стандартном контейнере, что дает возможность создать мобильную установку для получения жидкого биотоплива (рис. 4,5). Сейчас институт работает над созданием новых видов установок с трубчатыми реакторами и эжекторным вводом компонентов.

### 5. Заключение

- ◆ Предложена инновационная теплообменная технология производства биотоплива-дизойла на действующих маслоэкстракционных заводах.
- ◆ Предложена инновационная теплообменная технология и комплект оборудования для

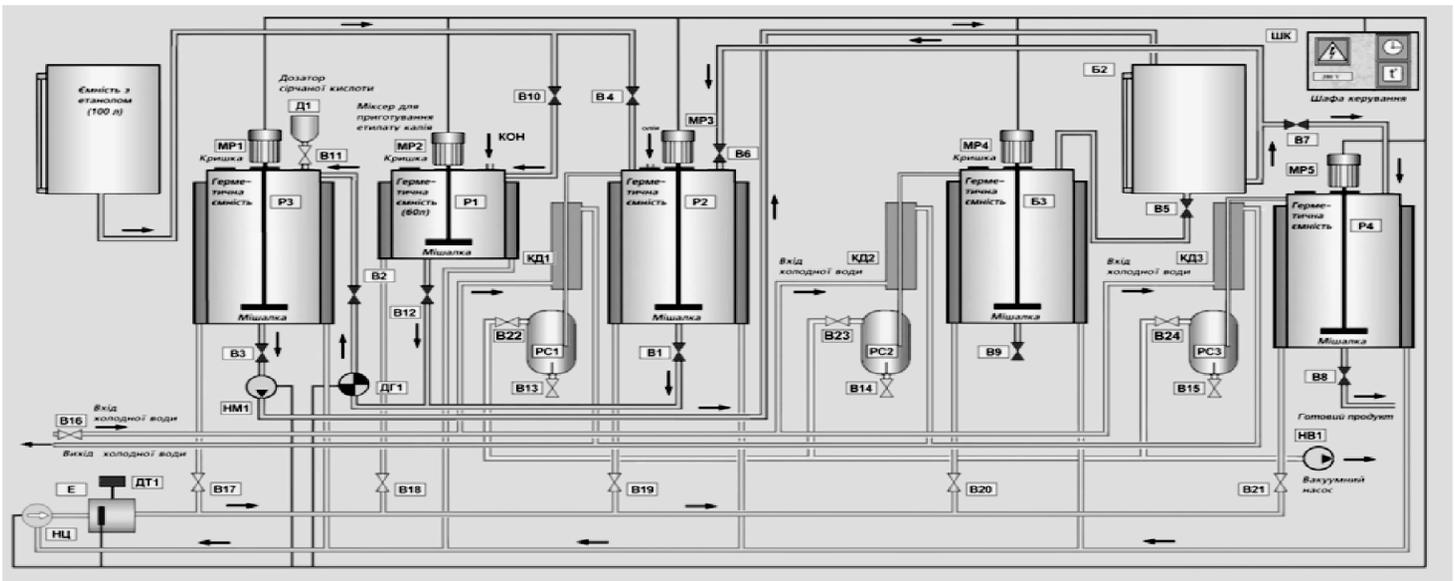


Рис.3. Технологическая схема производства рапсо-этилового эфира.



Рис.4. Линия производства биодизельного топлива.

получения биотоплива путем переэтерификации с использованием отечественного сырья и принципа дискретно-импульсного ввода энергии.

◆ Ведутся работы по использованию новых видов катализаторов и оборудования для получения биотоплива.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Забарный Г.Н., Кудря С.А., Кондратюк А.Г., Четверин Г.А. Термодинамическая эффектив-



Рис.5. Мобильная установка по производству рапсо-этилового эфира (проект).

ность и ресурсы жидкого биотоплива Украины. — Киев: Институт возобновляемой энергетики НАНУ, 2006. — 226 с.

2. Грабова Т.Л. Альтернативный восстанавливаемый источник энергии - биодизельное топливо из рапса // Рынок инсталляций. — 2001. — №10. — С. 30–31.

3. Грабов Л.Н., Мерций В.И., Базеев Р.Е., Грабова Т.Л., Посулько Д.В. Технология и оборудование для производства биодизельного топлива — альтернативного восстанавливаемого источника энергии XXI столетия // 2-ая Международная конференция “Не-

традиционная энергетика в XXI веке”. Украина. Ялта, 2001.

4. *Грабов Л.Н., Мерций 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.

5. *Грабов Л.Н., Мерций В.И., Грабова Т.Л.* Минизавод для производства биодизельного топлива. Доклад, 1-я Международная конференция по биодизелю, Киев, 2002.

6. *Грабов Л.Н., Мерций В.И., Грабова Т.Л.* Современные технологии и комплект оборудования для получения биодизельного топлива из рапса // Пропозиція. – 2002. – С. 86–87.

7. *Грабов Л.Н., Мерций В.И., Грабова Т.Л., Чаплыгин С.М.* Современное состояние науки и техники и перспективы развития производства

биотоплива, как источника возобновляемого вида энергии // Промышленная теплотехника. – 2003. – 25, №4. – С. 265–267.

8. *Долинский А.А., Грабов Л.Н., Мерций В.И., Грабова Т.Л.* Высокотехнологическое производство альтернативного биотоплива из растительного сырья // Автогазозаправочный комплекс+альтернативное топливо. – 2005. – №3. – С. 62–64.

9. *Чаплыгин С.М., Грабов Л.Н.* Исследования тепловых процессов при производстве биодизельного топлива из рапсового масла // Научный журнал НТУУ “КПИ” “Энергетика: экономика, технологии, экология”. – 2005. – №1. – С. 52–57.

10. *Патент* Украины №74986. Способ получения жидкого биотоплива // Долинский А.А. и др. Бюл. №2, МПК С10L 1/02 (2006.01).

*Получено 21.06.2006 г.*