

**Сведения о ходе выполнения проекта по Соглашению № 14.607.21.0034
от 05.06.2014**

(Руководитель проекта, доктор биологических наук Синеокий С.П.)

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.607.21.0034 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI60714X0034) от 05.06.2014 Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 2 «Теоретические исследования» в период с 01.01.2015 по 30.06.2015 выполнены следующие работы:

1. Разработана математическая модель процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа с помощью разработанной модели.

2. Разработано программное обеспечение для реализации разработанной математической модели процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа.

3. Выполнены теоретические исследования процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа с помощью разработанной математической модели.

4. Проведен анализ результатов теоретического исследования процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа с помощью разработанной математической модели;

5. Обоснован выбор типа и конструкции биореактора для получения биодизельного топлива методом ферментного катализа.

6. Проведены работы по закупке технологического оборудования для изготовления лабораторного стенда.

7. Разработана эскизная конструкторская документация на лабораторный стенд для изучения процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа.

8. Проведены исследования каталитической активности фермента при его иммобилизации на различных носителях

При этом были получены следующие результаты:

1. Разработанная математическая модель состоит из двух модулей. Первый модуль осуществляет расчета скорости процесса переэтерификации, второй модуль расчет теоретического выхода биодизельного топлива в результате процесса переэтерификации. Второй модуль позволяет рассчитывать теоретический выход биодизельного топлива для трех различных типов биореакторов: с плотноупакованным слоем загрузки, с кипящим слоем и с

механическим перемешиванием. Разработанная математическая модель позволяет параллельно моделировать процесс получения биодизельного топлива в трех указанных выше типах биореакторов и, следовательно, она позволяет сопоставлять их характеристики и подбирать наиболее подходящий биореактор для заданных условий процесса получения биодизельного топлива.

Для имитаций с помощью разработанной в рамках выполнения ПНИ математической модели процесса получения биодизельного топлива подобраны модельные задачи, выполнение которых необходимо в соответствии с требованиями технического задания.

2. В рамках выполнения ПНИ было разработано программное обеспечение, которое позволяет проводить расчеты с использованием разработанной математической модели. Данное программное обеспечение соответствует требованиям технического задания.

Системные требования к ПО позволяют использовать его на существующих и перспективных промышленных компьютерах.

3. Выполнены теоретические исследования процесса получения биодизельного топлива с использованием разработанной в данной ПНИ математической модели процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа. Объем проведенных исследований соответствуют требованиям технического задания. Проведены исследования всех требуемых техническим заданием комбинаций спиртов (метанола и этанола) и масел (соевого и подсолнечного). Для всех рассмотренных вариантов биореакторов и для всех видов спиртов и масел в течении 48 часов удалось достичь степени конверсии равной или большей 90%.

4. Анализ результатов проведенных с помощью математической модели процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа теоретических исследований показал что:

- для биореактора с кипящим слоем оптимальными являются соотношения масла к спирту 1 к 5 и 1 к 6 при использовании как подсолнечного так и соевого масле для обоих видов спиртов;
- для биореактора с плотноупакованным слоем загрузки оптимальными являются соотношения от 1 к 5 до 1 к 8 в случае подсолнечного масла и этанола, от 1 к 6 до 1 к 7 в случае подсолнечного масла и метанола, от 1 к 4 до 1 к 9 в случае соевого масла и метанола и 1 к 8 в случае соевого масла и этанола;
- для биореактора с принудительным перемешиванием для всех использованным видов масел и спиртов оптимальным является диапазон соотношений от 1 к 5,5 до 1 к 7.

Во всех экспериментах степень конверсии масла в биодизельное топлива была равна или превышала 90%, что соответствует требованиям технического задания.

Полученные соотношения масла к спирту будут использованы при исследованиях процесса получения биодизельного топлива на лабораторном стенде. По результатам лабораторных исследований будет выбрано оптимальное соотношение масла к спирту для выбранного типа биореактора.

5. Обоснование и выбор типа и конструкции биореактора для получения биодизельного топлива методом ферментного катализа В целом по разделу, можно сделать следующие выводы:

- наиболее технологически обоснованным для производства биодизельного топлива с наименьшими затратами является использование биореакторов с плотноупакованным слоем носителя;
- использование биореакторов с плотноупакованным слоем носителя позволит вести процесс получения биодизельного топлива в непрерывном режиме.

Для изучения процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа, далее будет разработан лабораторный стенд, который будет включать в себя все три типа биореакторов. Такое решение позволит получить детальную информацию о разнице в эффективности данного процесса в различных гидравлических условиях и подобрать оптимальное решение для дальнейших исследований.

6. В рамках выполнения ПНИ была проведена закупка технологического оборудования для лабораторного стенда.

Были составлены следующие основные технические требования к оборудованию:

- для стационарного рН-метра: автоматическая термокомпенсация, диапазон измерений от 2 до 14 единиц рН, измерение при температурах до 50 С включительно;
- для аналитических весов: рабочий диапазон температур от 10°C до 40°C; внутренняя калибровка. предел взвешивания —65 г; дискретность — 0,0001 г;
- для мешалок: скорость: от 100 до 1250 об/мин (шаг 10 об/мин); Температура подогрева: 30 - 330 °С; Максимальный объем перемешивания 20 л.

7. Разработана эскизная конструкторская документация на лабораторный стенд для изучения процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа для его дальнейшего изготовления. Разработанный лабораторный стенд позволит всесторонне изучить процесс получения

биодизельного топлива методом ферментного катализа, а в его конструкции присутствуют три различных типа биореакторов (с механическим перемешиванием, с «кипящим» слоем и с плотнупакованным слоем загрузки), которые по результатам теоретических исследований отличаются наибольшей возможной эффективностью при получении биодизельного топлива методом ферментного катализа.

8. В процессе проведения исследований каталитической активности фермента при его иммобилизации на различных носителях были рассмотрены методы иммобилизации клеток на трех носителях: ксантановая камедь, альгинат кальция и полиакриламид и проведены исследования каталитической активности ферментов после иммобилизации. Из данных трех исследованных носителей, иммобилизация на носителе на основе ПАА показала наибольшую эффективность, так как активность фермента липазы сохранялась в диапазоне от 58 до 72%, что позволяет использовать ее для процесса получения биодизельного топлива

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.

2 На этапе №2 получено свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620885 «Источники и характеристики сырья на территории Российской Федерации для получения биодизельного топлива» от 09 июня 2015 года.

3. На этапе №2 роль индустриального партнёра заключалась в выполнении за счет собственных средств следующих работ:

- разработка эскизной конструкторской документации на лабораторный стенд для изучения процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа.

- проведение исследований каталитической активности фермента при его иммобилизации на различных носителях