

**Сведения о ходе выполнения проекта по Соглашению № 14.607.21.0034
от 05.06.2014
На этапе № 4**

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 № 4 «Экспериментальные исследования» в период с 01.01.2016 по 30.06.2016:

1. Выполнены следующие работы:

1.1. Проведены исследования процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа на лабораторном стенде в соответствии с разработанной Программой и методиками.

1.2. Выполнена обработка и интерпретация результатов исследований процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа на лабораторном стенде.

1.3. Проведено сопоставление результатов теоретических исследований и результатов исследований процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа на лабораторном стенде.

1.4. Принято участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов работы.

1.5. Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец биореактора для проведения реакции переэтерификации.

2. Получены следующие результаты:

2.1. По п.4.1 ПГ были проведены исследования гранул с иммобилизованными на них клетками дрожжей методом рентгеновской трехмерной микротомографии и показано, что значительная часть биомассы дрожжей иммобилизована на поверхности гранул, что повышает ее доступность для проведения реакции переэтерификации. Для каждого типа биореакторов и для каждого варианта спиртов и масел были проведены исследования по определению оптимальной температуры процесса переэтерификации по результатам которых было установлено, что для биореактора с плотоупакованным слоем загрузки и для биореактора с «кипящим» слоем оптимальная температура составляет 35 0С, а для биореактора с механическим перемешиванием 40 0С. Были проведены

исследования по определению оптимального соотношения масла к спирту во всех трех типах биореакторов, которые рассматривались в ПНИ (с «кипящим» слоем, с плотноупакованным слоем загрузки и с механическим перемешиванием). Было получено, что для биореактора с «кипящим» слоем наибольший выход биодизельного топлива в течении 48 часов наблюдался при соотношении масла к спирту 1 к 5, за исключением случая использования соевого масла и этанола, при использовании которых максимальный выход наблюдался при соотношении 1 к 6. Для биореакторов с плотноупакованным слоем загрузки и механическим перемешиванием максимальный выход наблюдался при соотношении масла к спирту равным 1 к 5. Во всех экспериментах выход биодизельного топлива превышал 90% в течении 48 часов, что соответствует требованиям технического задания. Были проведены исследования по определению оптимальной скорости подачи спирта в биореакторы. Было показано, что для биореакторов, в которых масло и спирт не смешиваются предварительно (с «кипящим» слоем и с механическим перемешиванием) скорость подачи спирта оказывает влияние на перемешивание спирта с маслом в первый час работы, что оказывает влияние на скорость протекающей реакции переэтерификации и выход биодизельного топлива. При этом выход биодизельного топлива в биореакторе с «кипящим» слоем и с механическим перемешиванием падает с 94% до 90% при неоптимальных значениях скорости подачи спирта. Были определены следующие физико-химические характеристики полученных образцов биодизельного топлива: температура вспышки, температура застывания и содержание эфиров жирных. Полученные показатели соответствуют требованиям п.4.1.3 технического задания. Предварительный анализ результатов показывает, что биореактор с плотноупакованным слоем загрузки обеспечивает выход биодизельного топлива при меньших соотношениях масла к спирту, кроме того он не подвержен влиянию скорости подачи спирта. В связи с этим предварительно можно отметить, что данный тип биореактора является наиболее перспективным для дальнейших работ по созданию экспериментального образца.

2.2. По п. 4.2 ПГ проведена обработка и интерпретация результатов исследований процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа на лабораторном стенде. Было показано, что для биореакторов с плотноупакованным слоем загрузки и с «кипящим слоем» и всех видов спиртов и масел оптимальная температура проведения процесса переэтерификации составляет 35 0С, а для биореактора с механическим перемешиванием 40 0С. Было определено, что для биореактора с «кипящим» слоем оптимальные соотношения масла к спирту составляет 1 к 5 при использовании подсолнечного масла или липидов микроводорослей и 1 к 6 при

использовании соевого масла. Для биореактора с плотноупакованным слоем загрузки было определено, что оптимальные соотношения масла к спирту составляет 1 к 5 при использовании подсолнечного масла, а также соевого масла и метанола, для остальных видов спиртов и масел оно составило 1 к 4. Также было определено, что для биореактора с механическим перемешиванием оптимальные соотношения масла к спирту составляет 1 к 5 для всех видов спиртов и масел. Было показано, что все три биореактора позволяют обеспечить выход биодизельного топлива свыше 90% в течении 48 часов, что соответствует требованиям технического задания. Были определены энергозатраты на каждый тип биореактора и показано, что биореактор с плотноупакованным слоем загрузки потребляет меньше электрической энергии по сравнению с другими рассмотренными типами биореакторов. По результатам анализа полученных результатов, в качестве основы для разработки экспериментального образца был выбран биореактор с плотноупакованным слоем загрузки, так как он обеспечивает необходимый выход биодизельного топлива при меньших энергозатратах и меньших соотношениях масла к спирту, чем остальные рассмотренные биореакторы.

2.3. По п. 4.3 ПГ выполнено сопоставление результатов теоретических исследований и результатов исследований процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа на лабораторном стенде. Было показано, что корреляция данных, полученных при выполнении теоретических исследований с использованием математической модели процесса получения биодизельного топлива методом ферментного катализа, с экспериментальными данными превысила 91% для биореакторов с «кипящим» слоем и с плотноупакованным слоем загрузки и 82% для биореактора с механическим перемешиванием. Как по результатам теоретических исследований, так и по результатам экспериментальных исследований на лабораторном стенде, наиболее перспективным биореактором для создания экспериментального образца является биореактор с плотноупакованным слоем загрузки.

2.4. По результатам проведенных исследований разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец биореактора для проведения реакции переэтерификации. Данный экспериментальный образец биореактора далее будет использован, чтобы отработать технологические процессы для получения биодизельного топлива методом ферментного катализа для разработки технического задания на проведение работ по ОКР (на пятом этапе).

3. На этапе №4 РИД получено не было.

4. На этапе №4 роль индустриального партнёра заключалась в софинансировании проекта в необходимом объёме – проведение работ по плану-графику исполнения обязательств:

4.1 По п. 4.4 ПГ принято участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов работы. Промежуточные результаты работы представлены на международном молодежном научном форуме «ЛОМОНОСОВ-2016» и на V международной научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология».

4.2 По п. 4.5 ПГ разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец биореактора для проведения реакции переэтерификации. Данный экспериментальный образец биореактора далее будет использован, чтобы отработать технологические процессы для получения биодизельного топлива методом ферментного катализа для разработки технического задания на проведение работ по ОКР (на пятом этапе).

Все задачи этапа №4 работ выполнены в полном объеме и в соответствии с Планом-графиком исполнения обязательств и Техническим заданием Соглашения №14.607.21.0034 о предоставлении субсидий от 05.06.2014.