

**Сведения о ходе выполнения проекта по Соглашению № 14.607.21.0077 от  
20.10.2014 г.**

(Руководитель проекта, к.ф.-м.н. Б.В.Потапкин)

1. В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.607.21.0077 от 20.10.2014 г. (Универсальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI60714X0077) Минобрнауки в рамках в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы» по теме «Разработка энергоэффективной и ресурсосберегающей технологии получения химических продуктов, в том числе моторного топлива и ароматических углеводородов, на основе термохимических жидкофазных металл-оксидных циклов» на этапе 4 «Проведение экспериментальных исследований» выполнялись следующие работы:

- проведение экспериментальных исследований превращения различных типов углеродсодержащего сырья (угольные отходы, промышленные и попутные газы, нефтяные отходы, гудроны, мазут и т.д.) в синтез-газ за счет применения термохимических металл-оксидных циклов;
- проведение экспериментальных исследований превращения полученного синтез-газа в химические продукты, в частности в углеводородные топлива и др. в соответствии с разработанными Программой и методиками испытаний;
- проведение экспериментальных исследований процессов сжигания моторных топлив;
- проведение расчётов кинетики конверсии углеродсодержащих веществ в синтез газ с использованием разработанной математической модели;
- оценка экономической эффективности разработанного процесса получения химических продуктов из различных видов углеводородного сырья с использованием реактора с расплавом металла для промежуточного получения синтез газа.

При этом были получены следующие результаты:

Проведены экспериментальные исследования на лабораторных установках превращения углеродсодержащего сырья в синтез-газ и превращения синтез-газа в химические продукты.

Проведены экспериментальные исследования процессов сжигания моторных топлив.

Проведены расчёты кинетики конверсии углеродсодержащих веществ в синтез газ с использованием разработанной математической модели.

Выполнена оценка экономической эффективности разработанного процесса получения химических продуктов.

Исследованы процессы переработки углеродсодержащего сырья в расплаве металла в две стадии при отдельной подаче в реактор углеродсодержащего сырья и окислителя. Показано, что во всех рассмотренных случаях газообразные продукты исследуемых процессов содержат преимущественно СГ (свыше 80 %). При введении в расплав углеродсодержащего сырья без окислителя в составе получаемого СГ преобладает водород (до 95 %). При подаче в расплав воздуха в газообразных продуктах содержится только СО (90 %) и СО<sub>2</sub> (10 %). Полученные результаты позволяют комбинировать исследованные процессы получать синтез-газ с любым заданным соотношением Н<sub>2</sub>/СО.

В результате проведенных исследований на лабораторной установке превращения синтез-газа в химические продукты определены расходные характеристики, оптимальные режимы и катализаторы для получения химических продуктов по разрабатываемой технологии. По результатам испытаний, лучших показателей по снижению содержания дурола (6,1–6,4 % масс.) в синтетическом бензине удалось достичь, содержащем в качестве модифицирующей добавки 2% смеси оксидов Се, La и Zn. Установлено, что при использовании одного катализатора возможно получение, как высокооктанового синтетического бензина, так и концентрата ароматических углеводородов, что обеспечивает гибкость процесса по выбору необходимого товарного продукта.

Разработана группа моделей трехмерной численной гидродинамики, описывающих взаимодействие двух и более фазовых потоков, и химические процессы в них. На основании сделанных расчетов получены оценки тепловых потерь, распределение фаз, распределение скоростей внутри реактора. Это позволило определить оптимальные условия работы конвертора, позволяющие избежать «проскока» газовой фазы и обеспечивающих высокую производительность.

Выполненные экономические оценки показали, что для производительности расплавного реактора по синтез-газу в диапазоне 1000 - 10000 м<sup>3</sup>/ч, производство метанола из нефтешлама окупается за срок от 5,5 до 3-х лет, а производство метанола из попутного нефтяного газа окупается за срок от 7 до 4-х лет.

2. На этапе 4 получение результатов интеллектуальной деятельности не планировалось.
3. На этапе 4 роль индустриального партнёра заключалась в софинансировании проекта в необходимом объёме – проведение работы по пункту 4.6 плана-графика исполнения обязательств «Оценка экономической эффективности разработанного процесса получения химических продуктов из различных видов углеводородного сырья с использованием реактора с расплавом металла для промежуточного получения синтез газа».

Все запланированные на данный этап работы выполнены в полном объёме.

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