

**Соглашение о предоставлении субсидии № 14.607.21.0169 на выполнение прикладных научных исследований и экспериментальных разработок по теме «Разработка технологий переработки нефтезаводских газов в высокооктановые кислородсодержащие компоненты моторных топлив»**

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

Уникальный идентификатор: RFMEFI60717X0169

Период выполнения: 26.09.2017 – 31.12.2019

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Критическая технология: Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук

Индустриальный партнер: Акционерное общество «Газпромнефть-Московский НПЗ»

***Цель работы***

1. Разработка методов переработки нефтезаводских газов в высокооктановые компоненты бензина, в том числе путем окисления, обеспечивающих увеличение производства высокооктанового бензина.

2. Расширение сырьевой базы нефтехимического комплекса России за счет вовлечения не имеющих эквивалентных рынков сбыта этан-этиленовой фракции и фракции н-бутана в процессы получения экологически безопасных высокооктановых компонентов бензина на основе третичного бутилового и изопропилового спиртов.

**Этап 2**

***Основные результаты проекта.***

1. Создана экспериментальная база для выполнения работ по проекту с использованием разработанной на 1 этапе ЭКД, разработаны и изготовлены 6 лабораторных стендов ЛС-И, ЛС-ТБС, ЛС-ОДЭ, ЛС-Д, ЛС-МЕТ, ЛС-ИПС. Комплектация лабораторных стендов позволяет проводить все предусмотренные ТЗ экспериментальные исследования процессов и наработку экспериментальных образцов промежуточных и конечных ВОК на основе ТБС и ИПС;

2. С использованием разработанных методов приготовления катализаторов наработаны экспериментальные образцы катализаторов: Кат-И получения изобутана – 3 образца; Кат-ОДЭ получения этилена – 5 образцов; Кат-Д получения бутенов – 7 образцов; Кат-МЕТ получения пропилена – 6 образцов; Кат-ИПС получения ИПС – 5 образцов. По результатам исследования катализаторов в условиях соответствующих реакций отобраны те образцы, которые по своим физико-химическим свойствам, активности и стабильности полностью соответствуют требованиям ТЗ и могут быть использованы на дальнейших этапах ПНИЭР;

3. Разработаны и использованы при проведении экспериментальных работ: «Программа и методики экспериментальных исследований на лабораторных стендах методов получения, состава и свойств высокооктановых компонентов бензина на основе ТБС и

промежуточного продукта (изобутана), используемого для его получения» № ИК.0169.ПМ.02.1, которая включает 6 приложений, в т. ч. 4 методики выполнения измерений; «Программа и методики экспериментальных исследований на лабораторных стендах методов получения, состава и свойств высокооктановых компонентов бензина на основе ИПС и промежуточных продуктов (этилена, бутенов, пропилена), используемых для его получения» № ИК.0169.ПМ.03.1, которая включает 10 приложений, в т.ч. 8 методик выполнения измерений;

4. За счет средств индустриального партнера выполнено экспериментальное исследование процесса окисления фракции н-бутана кислородом в газовой и жидкой фазах. Установлено влияние на показатели процесса температуры, давления, времени контакта, материала и конструкции реактора, содержания изобутана и продуктов окисления. Найдены условия, обеспечивающие максимальный выход ценных нефтехимических продуктов. Выполнена оценка возможных технических решений по переработке продуктов окисления фракции н-бутана с получением в качестве целевых продуктов - МЭК и уксусной кислоты;

5. За счет средств индустриального партнера разработаны 2 лабораторных технологических регламента получения экспериментальных образцов окисленной фракции н-бутана в газовой и жидкой фазах и 1 лабораторный технологический регламент на переработку окисленной фракции н-бутана в компоненты моторного топлива/продукты нефтехимии.

Предложено новое техническое решение получения промежуточного продукта (2-бутена) путем использования катализаторов на основе комплексов Ni (II) с иминопиридиновыми лигандами; этот подход сопоставим с результатами мирового уровня и позволяет проводить процесс димеризации этилена в бутены с недостижимым ранее сочетанием высокой конверсии исходного сырья, селективности по C4 фракции и селективности C4 фракции по 2-бутенам.

Новизна метода переработки изобутана в ВОК на основе ТБС состоит в получении ВОК в одну стадию. Показано, что в качестве исходного сырья можно использовать не только чистый изобутан, но и смеси изобутана с н-бутаном, что уменьшает затраты на фракционирование бутанов. Впервые выполнено окисление фракции изобутана в присутствии гетерогенного катализатора и получены продукты, пригодные для использования в качестве ВОК. Производительность этого метода, по сравнению с процессами фирм Hutsman и Lyondell, выше в 1.5÷1.8 раза, причем состав продуктов реакции облегчает последующее выделение ВОК.

В связи с тем, что на 2 этапе в 2018 г. были получены РИД, способные к правовой охране (указаны в Разделе 3 за №2 и №3), проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 и составлены отчеты.

Запланированные на 2 этапе ПГ работы выполнены в полном объеме, полученные результаты полностью соответствуют требованиям ТЗ соглашения о субсидии на выполнение ПНИЭР.

***Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки.***

1. Изобретение патент № 2672868 от 20.11.2018 «Способ получения производных 2,6-бис[1-(фенилимино)этил]пиридина с электроноакцепторными заместителями», РФ.

2. Изобретение заявка № 2018140009 от 12.11.2018 «Катализатор изомеризации н-бутана в изобутан, способ его приготовления и процесс получения изобутана с использованием данного катализатора», РФ.

3. Изобретение заявка № 2018141577 от 27.11.2018 «Катализатор димеризации этилена в бутены и способ его приготовления», РФ.

### ***Назначение и область применения результатов проекта.***

Разрабатываемые технологии переработки НЗГ могут быть реализованы на НПЗ РФ для увеличения выхода моторных топлив без роста объема перерабатываемой нефти. Переработка реальных ЭЭФ и н-бутановой фракции НПЗ в ВОК на базе ТБС и ИПС позволит повысить рентабельность и объем производства моторных топлив. Применение ВОК на основе спиртов способствует более полному сжиганию топлива и снижению вредных автомобильных выбросов.

### ***Эффекты от внедрения результатов проекта.***

Увеличение выработки НЗГ в результате модернизация нефтепереработки характерно для всех НПЗ РФ. Разрабатываемые в данном проекте технологии переработки этих газов в ВОК бензина представят интерес для большинства НПЗ, что гарантирует спрос на эти технологии на рынке РФ. Оценка ожидаемого экономического эффекта на примере АО «Газпром нефть–МНПЗ» показала, что дополнительный доход (разница между ожидаемой выручкой от реализации продуктов переработки сбросных газов и текущей выручкой от реализации исходного сырья) составит 1.65-2.5 млрд. рублей. При реализации результатов проекта в масштабах отрасли дополнительный доход может достичь 50-60 млрд. рублей.

### ***Формы и объемы коммерциализации результатов проекта.***

Рыночный потенциал высокооктановых добавок на основе ТБС и ИПС определяется объемом производства в РФ высокооктановых бензинов, который в 2016 г. достиг ~15 млн. т. Содержание кислорода в высокооктановом бензине не может превышать 2.4 масс. %, что соответствует 1.67 млн. т ТБС. В предположении замены МТБЭ (в 2015 г. ~1.38 млн. т) на ТБС и с учетом роста потребления высокооктанового бензина в результате обновления автомобильного парка можно ожидать, что в ближайшие годы потребность в ТБС составит около 1.7 млн. т в год. Если вся переработка ЭЭФ и фракции н-бутана будет направлена на получение ВОК бензина, то максимальный объем получаемого продукта составит 1,8-2,0 млн. т в год. Тем самым будут созданы предпосылки для постепенного вытеснения МТБЭ с рынка ВОК за счет развития технологий переработки нефтезаводских газов в ВОК на основе ТБС и ИПС.

### ***Наличие соисполнителей.***

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ)», 2017 г., 2018 г.