

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 3

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-15-2019-1196, Внутренний номер соглашения 14.607.21.0172

Тема: «Разработка новых технологических решений облагораживания углеводородного сырья, минимизирующих или исключаящих образование отходов и негативного воздействия на окружающую среду»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

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

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2020

Плановое финансирование проекта: 90.00 млн. руб.

Бюджетные средства 45.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 45.00 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук"

Индустриальный партнер: Акционерное общество "Газпромнефть-Омский НПЗ"

Ключевые слова: дисперсный катализатор, тяжелая нефть, гудрон, акватермолиз, безводородные каталитические технологии

1. Цель проекта

В рамках выполнения проекта решается задача по разработке и экспериментальной апробации безводородных каталитических технологий акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья и их смесей для улучшения их качества и снижения затрат и отходов при последующей гидропереработке.

Проект направлен на решение проблемы по созданию отечественной конкурентоспособной ресурсосберегающей технологии облагораживания различных видов углеводородного сырья для минимизации образования отходов при переработке и выделения сероорганических и полиароматических соединений в качестве ценных продуктов.

Также проект направлен на получение в процессе безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья облагороженных полусинтетических нефтей с выделением светлых дистиллятных фракций и последующую их гидрогенизационную переработку с прямыми дизельными фракциями, с получением бензиновых и дизельных фракций с содержанием серы не более 10 ppm, а также на разработку катализаторов глубокой гидроочистки смешанного сырья (прямых и вторичных светлых фракций) на основе композитных носителей.

2. Основные результаты проекта

Проект направлен на создание отечественной конкурентоспособной ресурсосберегающей технологии облагораживания различных видов углеводородного сырья для минимизации образования отходов при переработке и выделения ценных продуктов. На третьем этапе:

- разработана технологическая схема переработки первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон), включающая: безводородный каталитический акватермолиз в проточном режиме, ректификацию полученной полусинтетической нефти с выделением светлых фракций н.к. – 360 °С последующую их гидропереработку с прямыми фракциями, получение после ректификации бензиновых и дизельных фракций с содержанием серы не более 10 ppm;
- на основании разработанной эскизно-конструкторской документации создана опытная установка безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) производительностью 1 кг/ч по исходному сырью;
- наработаны опытные образцы дисперсных катализаторов безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) и проведены испытания опытной установки безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) производительностью 1 кг/ч по исходному сырью;
- разработаны лабораторные регламенты: на приготовление дисперсных катализаторов и процесс безводородного

каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) в проточном режиме со сларри-реактором; на получение образцов полусинтетических нефтей с содержанием серы не более 75 % от исходного сырья, полученной акватермолизом первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон); на получение образцов бензиновой (н.к. – 200 °С) и дизельной (200 – 360 °С) фракций с содержанием серы не более 10 ppm, полученных при совместной гидропереработке смеси прямогонных и вторичных светлых фракций, выделенных из продукта акватермолиза нефти и гудрона;

- разработаны рекомендации по возможности внедрения разработанных технических решений по безводородному каталитическому акватермолизу первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон), минимизирующих или исключающих образование отходов и негативное воздействие на окружающую среду;
 - разработан проект технического задания на проведение ОТР «Разработка и экспериментальная апробация безводородных каталитических технологий акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья и их смесей для улучшения их качества и снижения затрат и отходов при последующей гидропереработке»;
 - разработаны программы экспериментальных исследований по получению модифицированных катализаторов глубокой гидроочистки смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) на основе композитных носителей и их экспериментального тестирования в гидроочистке смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) и анализа получаемых продуктов;
 - синтезированы экспериментальные образцы катализаторов глубокой гидроочистки смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) на основе композитных носителей и проведено их экспериментальное тестирование катализаторов в гидроочистке смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) и анализ получаемых продуктов;
 - наработаны наиболее эффективные образцы катализаторов глубокой гидроочистки смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) и исследованы их физико-химические свойства в сравнении с импортным аналогом;
 - проведено сравнительное тестирование лучших образцов катализаторов глубокой гидроочистки на основе композитных носителей и импортного аналога в гидроочистке смесевое сырье (дизельные фракции) и проведены ресурсные испытания (длительность в режиме гидроочистки – не менее 1000 ч) разработанного катализатора гидроочистки на основе композитных носителей в процессе гидроочистки смесевое сырье (дизельные фракции);
 - разработаны проекты технических условий на композитный носитель и катализатор гидроочистки смесевое сырье (дизельные фракции);
 - разработана лабораторная методика на приготовление модифицированных катализаторов глубокой гидроочистки смесевое сырье (дизельные фракции) на основе композитных носителей в составе: общая технология производства; характеристика производимой продукции; характеристика исходного сырья, материалов, полупродуктов; описание технологического процесса; материальный баланс; нормы расхода основных видов сырья; нормы технологического режима; спецификация основного технологического оборудования и технических устройств;
 - разработана методика выделения и регенерации отработанных дисперсных катализаторов безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон);
 - разработаны технические требования и предложения по разработке технологии облагораживания углеводородного сырья с учетом технологических возможностей и особенностей промышленного партнера – организации реального сектора экономики;
 - разработано технико-экономическое обоснование разработки технологий на основе полученных результатов, рекомендаций по реализации вновь созданных (исследованных) методов, технических и технологических решений;
 - разработаны исходные данные на проектирование опытно-промышленной установки безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) производительностью 100 т/год по исходному сырью.
- В разрабатываемом процессе безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) в присутствии выбранных дисперсных каталитических систем на опытной установке с увеличенной производительностью по исходному сырью до 1 кг/ч были впервые получены полусинтетические нефти, имеющие более высокое качество, по сравнению с продуктами процессов переработки тяжелого нефтяного сырья (ТНС) на основе термического крекинга. Разработанный в данном проекте подход по безводородному каталитическому акватермолизу первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) характеризуется стабильным и более существенным эффектом по увеличению конверсии сырья, светлых фракций, улучшению их группового и химического состава, а также по снижению выхода кокса, чем другие аналоги данного процесса. Полученные результаты сопоставимы только зарубежной каталитической технологией «Aquaconversion™». По сравнению с процессом «Aquaconversion™» разрабатываемый высокотехнологичный процесс акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) позволяет достичь большей глубины переработки ТНС. Кроме того, данный подход нечувствителен к особенностям сырья и отличается высокой стабильностью и воспроизводимостью положительных эффектов, по сравнению с термическим крекингом в отсутствие воды и катализатора. В процессе безводородного каталитического акватермолиза как первичного, так и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) в присутствии дисперсных катализаторов получают полусинтетические нефти, содержащие вторичные светлые дистилляты (бензиновая и дизельная фракции) нового типа. Полученные в ходе выполнения проекта результаты позволят в дальнейшем вовлечь в нефтепереработку РФ ТНС, включающего в себя тяжелые нефти, тяжелые остаточные нефтяные фракции (гудрон, мазут) с получением облагороженных полусинтетических нефтей с максимальным выходом дистиллятных фракций и расширить сырьевую базу для производства моторных топлив и сырья для нефтехимии за счет процесса совместной гидропереработки нового типа смесевое сырье – вторичных светлых фракций, полученных в результате акватермолиза нефти и/или гудрона в смеси с прямогонными дизельными фракциями. Для дальнейшего повышения эффективности процесса совместной гидропереработки смесевое сырье (прямогонных и вторичных светлых фракций) были разработаны новые катализаторы глубокой гидроочистки на основе композитных носителей, обеспечивающие остаточное содержание серы в дизельном топливе не более 10 ppm и остаточное содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в дизельном топливе не более 5,0 мас.%.

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

Патент №2689735 от 30.05.2019 «Катализатор гидроочистки дизельного топлива», РФ; Патент № 2691991 от 19.06.2019 «Способ получения малосернистого дизельного топлива», РФ; Патент № 2701509 от 27.09.2019 «Способ приготовления катализатора гидроочистки дизельного топлива», РФ; Патент №2699065 от 03.09.2019 «Катализатор процесса облагораживания тяжелого нефтяного сырья и способ его приготовления (варианты)», РФ; Заявка на патент № 2019114871 16.05.2019 «Катализатор процесса облагораживания тяжелого нефтяного сырья и способ его приготовления (варианты)», РФ; Заявка на патент № 2019138536 от 28.11.2019 «Способ получения малосернистого дизельного топлива», РФ; Заявка на патент №2019138546 от 28.11.2019 «Способ получения малосернистого дизельного топлива и малосернистого бензина», РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты проведенных ПНИЭР позволили разработать новую эффективную технологическую схему переработки первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон), включающую: безводородный каталитический акватермолиз в проточном режиме, ректификацию полученных полусинтетических нефтей с выделением светлых фракций н.к.-360°C последующую их гидропереработку с прямогонными дизельными фракциями, получение после ректификации бензиновых и дизельных фракций с содержанием серы не более 10 ppm. Создание отечественной технологии безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) дисперсных катализаторов будет способствовать развитию каталитических процессов переработки тяжелого нефтяного сырья (тяжелые нефти, гудрон, мазут) с получением облагороженных полусинтетических нефтей с максимальным выходом дистиллятных фракций, а также позволят вовлечь вторичные светлые фракции различного происхождения, в том числе, полученные в процессе безводородного каталитического акватермолиза, в совместную гидропереработку с прямогонными дизельными фракциями присутствии катализаторов глубокой гидроочистки на основе композитных носителей, с получением моторных топлив, соответствующих современным экологическим и эксплуатационным требованиям.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Разработанные технические решения позволят:

- повысить выход светлых дистиллятных фракций на 40 % от исходного сырья в процессе акватермолиза;
- снизить степень обессеривания не менее, чем на 25 % в процессе акватермолиза;
- добиться остаточного содержания серы в бензиновой и дизельной фракции после совместной гидропереработки с прямогонными дизельными фракциями не более 10 ppm;
- увеличить выход светлых дистиллятных фракций до 70 %;
- увеличить степень обессеривания до 90 %;
- снизить массовую долю образующихся отходов менее 1 %.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Технология безводородного каталитического акватермолиза первичного и вторичного углеводородного сырья (нефть, гудрон) позволит получать маловязкие облагороженные полусинтетические нефти с увеличенной долей дистиллятных фракций, как на месторождении с последующей транспортировкой, так и на НПЗ. Вовлечение в инфраструктуру НПЗ полученных полусинтетических нефтей позволит выделять новый тип вторичных светлых дистиллятов, который в дальнейшем будет направлен на совместную гидропереработку с прямогонными дизельными фракциями в присутствии катализаторов глубокой гидроочистки на основе композитных носителей, с целью улучшения их физико-химических характеристик с получением моторных топлив, соответствующих современным экологическим и эксплуатационным характеристикам. В ходе выполнения проекта были разработаны эффективный катализатор глубокой гидроочистки и способ получения малосернистого дизельного топлива. Повышение эффективности катализаторов гидроочистки позволит увеличить глубину переработки нефтяных фракций, даст возможность вовлечения в переработку более тяжелых нефтяных дистиллятов, в том числе доли вторичных нефтяных дистиллятов при переработке прямогонных фракций, увеличить межрегенерационного пробега катализатора гидроочистки. Использование разработанного катализатора глубокой гидроочистки способ получения малосернистого дизельного топлива будет способствовать снижению зависимости ведущих российских нефтяных компаний от закупки импортных катализаторов и производству высококачественных нефтепродуктов. Практическим результатом применения данной продукции на нефтеперерабатывающих заводах будет обеспечение высокого качества дизельных фракций при варьировании состава нефтяного сырья. Основным потребителем разработанных технологических решений является индустриальный партнер проекта - АО "Газпромнефть-ОНПЗ".

7. Наличие соисполнителей

Соисполнители не привлекались

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
"Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им.
Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии
наук"

Заместитель директора по научной работе
(должность)

(подпись)

Носков А.С.
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Заместитель директора по научной работе
(должность)

(подпись)

Яковлев В.А.
(фамилия, имя, отчество)

М.П.