

Сведения о ходе выполнения проекта
«Разработка новых технологических решений облагораживания углеводородного сырья, минимизирующих или исключających образование отходов и негативного воздействия на окружающую среду»

Руководитель проекта канд. хим. наук Андриенко О.С.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26 сентября 2017 г. № 14.578.21.0225 с Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 3 в период с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г. выполнены следующие работы:

1. Проведены экспериментальные исследования процесса безводородной переработки тяжелого углеводородного сырья, в т.ч. с высоким содержанием серы, с выделением сульфоксидов и сульфонов.
2. Получены экспериментальные образцы тяжелой нефти и топочного мазута.
3. Разработан проект технических условий на очищенную дизельную фракцию.
4. Разработан проект технических условий на полиароматические соединения.
5. Разработан проект технических условий на тяжелую нефть.
6. Разработан проект технических условий на топочный мазут.
7. Разработана техническая документация на технологию экстрактивного облагораживания дизельной фракции и легкого газойля вторичных процессов нефтепереработки.
8. Разработана техническая документация на технологию безводородной переработки тяжелого углеводородного сырья, в т.ч. с высоким содержанием серы, с выделением сульфоксидов и сульфонов.
9. Разработаны технические требования и предложения по разработке технологии облагораживания углеводородного сырья с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера-организации реального сектора экономики.
10. Выполнено сопоставление результатов анализа научно-информационных источников и результатов исследований.
11. Проведена оценка полноты решения задачи и достижения поставленных целей ПНИЭР.
12. Разработаны рекомендации по возможности внедрения разработанных технических решений по облагораживанию углеводородного сырья, минимизирующих или исключających образование отходов и негативного воздействия на окружающую среду.
13. Выполнено материально-техническое обеспечение работ этапа.
14. Разработан проект технического задания на проведение ОТР по теме: «Разработка технологических решений по безводородному способу переработки тяжелого углеводородного сырья, в т.ч. с высоким содержанием серы, с выделением практически важных продуктов (сульфоны, сульфоксиды)».
15. Разработаны рекомендации и предложения по использованию результатов ПНИЭР в дальнейших исследованиях и разработках.

16. Проведена проверка соответствия разработанных научно-технических решений требованиям ТЗ, в том числе сопоставление анализа научно-информационных источников и результатов теоретических и экспериментальных исследований.
17. Разработана технологическая инструкция на получение экспериментального образца тяжелой нефти.
18. Разработана технологическая инструкция на получение топочного мазута.
19. Разработан проект технического задания на проведение ОТР по теме: «Разработка и экспериментальная апробация безотходной, экологически безопасной технологии экстрактивного облагораживания дизельной фракции и легкого газойля вторичных процессов нефтепереработки с целью снижения содержания полиароматических и гетероциклических соединений за счет их выделения в качестве продуктов».
20. Проведены физико-химические исследования, полученных экспериментальных образцов тяжелой нефти и топочного мазута.
21. Проведено технико-экономическое обоснование технологии экстрактивного облагораживания дизельной фракции и легкого газойля вторичных процессов нефтепереработки.
22. Проведено технико-экономическое обоснование технологии безводородной переработки тяжелого углеводородного сырья, в т.ч. с высоким содержанием серы, с выделением сульфоксидов и сульфонов.

Основные результаты проекта:

Проведены экспериментальные исследования процесса окислительного обессеривания тяжелого углеводородного сырья в присутствии перекиси водорода с использованием в качестве катализатора:

- оксогидроксида железа, степень обессеривания нефти составила 73,2% при осуществлении процесса при температуре 50°C продолжительности процесса 90 минут;
- диоксида титана с нанесенными совместно никелем и кобальтом, степень удаления серы для мазута 77,9%, для нефти – 70,2%.
- солей переходных металлов (CoCl₂, MnCl₂, CuCl₂, CoТФА), степень удаления серы из мазута 88,5%, с нефти – 76,3%. Такой подход при осуществлении процесса окислительного обессеривания тяжелого углеводородного сырья является весьма перспективным и достаточно новым.
- технического углерода с нанесенными совместно никелем и кобальтом, использование которого позволило достичь высоких степеней удаления серы 98 и 73,7% из мазута и нефти, соответственно.

Проведено сопоставление результатов анализа научно-информационных источников и результатов исследований, которое показало, что в результате проведения экспериментальных исследований удалось достигнуть высоких результатов, степень обессеривания 98% для мазута и 73,7% для нефти. Полученные результаты превосходят ряд имеющихся.

Разработанная технология безводородной переработки тяжелого углеводородного сырья обеспечивает высокую степень обессеривания более 90 %. Массовая долю

образующихся отходов составляет менее 2 %.

По мере истощения крупнейших месторождений легкого и малосернистого углеводородного сырья будет увеличиваться доля добываемых и перерабатываемых тяжёлых высокосернистых нефтей и газовых конденсатов. Для удаления сернистых соединений из углеводородных фракций широко используется процесс гидроочистки, в ходе которого происходит разрушение сероорганических соединений с образованием углеводородов и сероводорода. В качестве альтернативы гидроочистке можно использовать безводородные способы удаления сернистых соединений, из которых наиболее перспективным представляется окислительное обессеривание. Окислительную десульфуризацию можно проводить при комнатной температуре и атмосферном давлении, что позволяет существенно снизить стоимость процесса. В этом процессе сернистые соединения окисляются в сульфоны и сульфоксиды, которые можно впоследствии легко удалить обычными методами разделения, так как их свойства существенно отличаются от свойств углеводородов, составляющих основу нефтяных топлив. При этом проведение процесса облагораживания тяжелого углеводородного сырья в процессе окислительного обессеривания обеспечивает дополнительную экономическую прибыль, за счет сбыта таких продуктов как сульфоны, сульфоксиды, которые находят широкое потребление в народном хозяйстве. Процесс окислительного обессеривания тяжелого нефтяного сырья был проведен с солями переходных металлов и технического углерода с совместно нанесенными никелем и кобальтом, удалось достичь высоких степеней очистки тяжелого углеводородного сырья от серы. Кроме того, в ходе проведения процесса окислительного обессеривания тяжелого нефтяного остатка было исследование влияния микроволнового излучения на сам процесс окисления. Как показали результаты исследований, микроволновая обработка в процессе окислительного обессеривания способствует сокращению времени процесса от часов до нескольких минут. Такое значительное сокращение времени процесса ведет к снижению энергозатрат процесса, а следовательно к сокращению экономических расходов, что делает процесс окислительного обессеривания с применением микроволнового излучения достаточно перспективным и востребованным. К моменту выхода на рынок продукции, созданной с применением РИД, прогнозируется, что около 40% всего мазута в России будет подвергаться десульфуризации с применением микроволнового излучения в процессе окислительного обессеривания. Обессеренный мазут будет иметь низкую стоимость и стабильный спрос, поскольку затраты на процесс очистки будут минимальны, а сам мазут будет достаточно качественным продуктом.

Созданная продукция является рентабельной и экономически выгодной, кроме того снижает экологическую нагрузку на окружающую среду. В среднесрочной перспективе рынок продукции будет продолжать развиваться, поскольку российским компаниям не удастся завершить модернизацию НПЗ до вступления в силу нового топливного регламента ИМО в 2020 году, а необходимость производства бункерного топлива с пониженным содержанием серы для экспорта будет в среднесрочной перспективе расти.