

Основные результаты проекта

Этап 4 (заключительный)

На основании анализа современной научно-технической, нормативной и методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР, и на основании имеющегося у исполнителей опыта сформулированы основные требования к катализаторам гидроочистки и гидрокрекинга вакуумного газойля (ВГО) и способам их приготовления и выбраны основные направления исследований в данной области. Наиболее предпочтительной для гидроочистки тяжелых фракций является сульфидная Ni-Mo система, нанесенная на γ -Al₂O₃. Для гидрокрекинга ВГО наиболее предпочтительным является использование сульфидных Ni-Mo(W) систем на кислотных носителях, содержащих в своем составе аморфные алюмосиликаты или микро-мезопористые цеолиты. Оптимальный метод приготовления катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга ВГО основан на однократной пропитке предварительно сформованного носителя раствором, содержащим предшественники активного компонента в виде комплексных NiMo(W) соединений.

Разработаны технологические инструкции (ТИ) на получение лабораторных образцов катализаторов гидроочистки ВГО (КГО) и гидрокрекинга ВГО (КГК-1, КГК-2 и КГК-3) и программы и методики (ПМ) исследовательских испытаний лабораторных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и технологического процесса их производства в части определения физико-химических и каталитических характеристик.

Исследовано влияние условий приготовления лабораторных образцов катализаторов КГО на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидроочистке ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры технологического процесса получения лабораторных катализаторов КГО.

Исследовано влияние условий приготовления лабораторных образцов катализаторов КГК-1, полученных на основе аморфных алюмосиликатов, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры технологического процесса получения лабораторных катализаторов КГК-1.

Разработаны предварительные требования к нормам и количественным показателям технологических процессов (ТП), к сырью и материалам, используемым при выполнении ТП, к рабочим и предельным условиям выполнения ТП, к ресурсосбережению, к качеству ТП.

Исследовано влияние условий приготовления лабораторных образцов катализаторов КГК-2, полученных на основе ультрастабильного цеолита типа Y, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определен оптимальный образец ультрастабильного цеолита типа Y для дальнейшего использования при наработке опытных образцов КГК-2; определены оптимальные режимы и параметры технологического процесса получения лабораторных катализаторов КГК-2.

Исследовано влияние условий приготовления лабораторных образцов катализаторов КГК-3, полученных на основе микро-мезопористых цеолитных материалов, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные образцы микро-мезопористых цеолитных материалов для дальнейшего использования при наработке опытных образцов КГК-3; определены оптимальные режимы и параметры технологического процесса получения лабораторных катализаторов КГК-3.

Разработаны технологические инструкции на получение опытных образцов катализаторов гидроочистки ВГО (КГО) и гидрокрекинга ВГО (КГК-1, КГК-2 и КГК-3) и программы и методики исследовательских испытаний опытных образцов катализаторов

КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и технологического процесса их производства в части определения физико-химических и каталитических характеристик.

Исследовано влияние условий приготовления опытных образцов катализаторов КГО на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидроочистке ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры ТП получения катализатора КГО и выбран оптимальный образец катализатора. Показано что катализаторы КГО обладают высокой гидрообессеривающей и гидродеазотирующей активностью. Остаточное содержание серы и азота при температуре 370°C в целевой фракции 360-540°C составляет соответственно менее 130 ppm S и менее 120 ppm N при выходе целевого продукта более 90 мас. %.

Исследовано влияние условий приготовления опытных образцов катализаторов КГК-1, полученных на основе аморфных алюмосиликатов, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры ТП получения катализатора КГК-1 и выбран оптимальный образец катализатора.

Исследовано влияние условий приготовления опытных образцов катализаторов КГК-2, полученных на основе ультрастабильного цеолита типа Y, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры ТП получения катализатора КГК-2 и выбран оптимальный образец катализатора.

Исследовано влияние условий приготовления опытных образцов катализаторов КГК-3, полученных на основе микро-мезопористых цеолитных материалов, на их физико-химические характеристики и каталитические свойства в гидрокрекинге ВГО. По результатам проведенных испытаний определены оптимальные режимы и параметры ТП получения катализатора КГК-3 и выбран оптимальный образец катализатора.

Разработаны лабораторные технологические регламенты на получение опытных образцов катализаторов гидроочистки ВГО (КГО) и гидрокрекинга ВГО (КГК-1, КГК-2 и КГК-3) и программы и методики предварительных и приемочных испытаний опытных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и технологического процесса их производства.

Определены виды и состав отходов, образующихся при выполнении технологических процессов производства катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3, и разработаны проекты технических паспортов на отходы технологических процессов.

Разработаны проекты Технических условий на катализаторы КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3.

Проведены предварительные испытания опытных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и технологических процессов их производства. Показано, что объекты испытаний и техническая документация соответствуют требованиям Технического задания. По результатам предварительных испытаний проведена корректировка лабораторных технологических регламентов на получение опытных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и проектов Технических условий на катализаторы КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3.

Проведены приемочные испытания опытных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и технологических процессов их производства. Показано, что объекты испытаний и техническая документация соответствуют требованиям Технического задания. Корректировка лабораторных технологических регламентов на получение опытных образцов катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 и проектов Технических условий на катализаторы КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 по результатам приемочных испытаний не требуется. В гидрокрекинге ВГО с рециклом на катализаторе КГК-1 достигаются следующие показатели: выход целевой среднестиллятной фракции 130-360°C 77.8 мас.%; выход углеводородных газов 4.3 мас.%; остаточное содержание серы в среднестиллятной фракции 130-360°C 4 ppm; плотность среднестиллятной фракции

130-360°C 831.3 кг/м³. В гидрокрекинге ВГО с рециклом на катализаторе КГК-2 достигаются следующие показатели: выход целевой среднестиллятной фракции 130-360°C 73.3 мас.%; выход углеводородных газов 3.9 мас.%; остаточное содержание серы в среднестиллятной фракции 130-360°C 1 ppm; плотность среднестиллятной фракции 130-360°C 828.3 кг/м³. В гидрокрекинге ВГО с рециклом на катализаторе КГК-3 достигаются следующие показатели: выход целевой среднестиллятной фракции 130-360°C 69.1-75.6 мас.%; выход углеводородных газов 2.9-3.2 мас.%; остаточное содержание серы в среднестиллятной фракции 130-360°C 2-3 ppm; плотность среднестиллятной фракции 130-360°C 830.6-832.5 кг/м³. Достижимые показатели процесса полностью удовлетворяют требованиям Технического задания.

Разработаны рекомендации по разработке технологий приготовления катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3. Разработаны рекомендации по применению разработанных катализаторов на действующих промышленных установках.

Разработаны исходные данные для проектирования промышленного производства цеолита УЦ-У в составе производства катализаторов гидрокрекинга ВГО КГК-2 на АО «Газпромнефть-Омский НПЗ».

Разработаны исходные данные для проектирования промышленного производства рекристаллизованного мезопористого цеолита типа Y (PMЦ-Y), нанокристаллического цеолита ВЕА (НКЦ-ВЕА), нанокристаллического цеолита типа Y (НКЦ-Y).

Разработаны исходные данные для проектирования промышленного производства катализаторов КГО, КГК-1, КГК-2 и КГК-3 на АО «Газпромнефть-Омский НПЗ».

Полученные в ходе выполнения ПНИЭР результаты полностью соответствуют требованиям, представленным в Техническом задании и Плане-графике Соглашения о предоставлении субсидии № 14.610.21.0008. Используемые в настоящей работе научно-исследовательские методы и подходы при разработке катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга ВГО соответствуют современным мировым тенденциям и при этом содержат принципиальные отличия от работ других исследователей и характеризуются научной новизной.

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

1. Изобретение, патент №2626401 от 27.07.2017 «Способ гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
2. Изобретение, патент №2626402 от 27.07.2017 «Способ приготовления катализатора гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
3. Изобретение, патент №2629358 от 29.08.2017 «Катализатор гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
4. Изобретение, заявка №2017133380 от 25.09.2017 «Катализатор гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
5. Изобретение, заявка №2017133381 от 25.09.2017 «Способ приготовления катализатора гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
6. Изобретение, заявка №2017133382 от 25.09.2017 «Способ гидроочистки сырья гидрокрекинга», РФ.
7. Изобретение, заявка №2017139855 от 15.11.2017 «Способ гидрокрекинга углеводородного сырья», РФ.
8. Изобретение, заявка №2017140002 от 16.11.2017 «Способ приготовления катализатора гидрокрекинга углеводородного сырья», РФ.
9. Изобретение, заявка №2017140003 от 16.11.2017 «Катализатор гидрокрекинга углеводородного сырья», РФ.

Назначение и область применения результатов проекта

1) Результаты работы будут использованы для обеспечения российских нефтеперерабатывающих заводов катализаторами, предназначенными для энергоэффективных процессов гидроочистки и гидрокрекинга вакуумного газойля.

2) Разрабатываемые катализаторы гидроочистки и гидрокрекинга ВГО и технологические процессы их производства подлежат промышленному освоению в срок не позднее 2018 года посредством создания Индустриальным партнером производства катализаторов гидропереработки ВГО мощностью не менее 3000 т в год, полностью обеспечивающего текущие потребности отечественных нефтеперерабатывающих заводов.

3) Достижение запланированных результатов проекта будет способствовать преодолению импортозависимости российских нефтеперерабатывающих предприятий от поставок катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга вакуумного газойля компаниями США и Франции и повышению эффективности эксплуатации российских установок гидрокрекинга путем снижения энергозатрат и увеличения производства керосина и дизельного топлива.

Эффекты от внедрения результатов проекта

Использование разрабатываемых катализаторов гидропереработки ВГО будет способствовать снижению зависимости ведущих российских нефтяных компаний от закупки импортных катализаторов и производству из вакуумного газойля дополнительных количеств высококачественных светлых нефтепродуктов (керосина, дизельного топлива, нафты), в том числе с улучшенными химмотологическими и низкотемпературными свойствами.

Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Использование результатов проекта позволит создать производство катализаторов гидропереработки ВГО на АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» с мощностью до 3000 тонн/год.

К 2020 г. в связи с увеличением мощностей гидропереработки ВГО потребности российских НПЗ в катализаторах гидроочистки и гидрокрекинга ВГО увеличатся в 3,5-4 раза и составят 9000 тонн в год. Созданное на АО «Газпромнефть-ОНПЗ» производство катализаторов гидропроцессов обеспечит 30% потребностей российского рынка катализаторов (в настоящее время 100% потребностей в данных катализаторах обеспечиваются за счет импортных поставок).

Наличие соисполнителей

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения Российской академии наук.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук.

Руководитель работ по проекту, д.т.н., проф А.С.Носков