

применением осциллирующей U-образной трубки» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=3630660> – Дата обращения 25.02.2022.

4. ГОСТ ISO 3405-2013 «Нефтепродукты. Определения фракционного состава при атмосферном давлении (с Изменением N 1)» [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108426> – Дата обращения 25.02.2022.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВАКУУМНОМ ГАЗОЙЛЕ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ

А. Р. Нурыева

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОХИ Н. И. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, am3@tpu.ru

В мире увеличивается доля добычи тяжело-го сырья с большим содержанием высококипящих фракций, характеризующихся значительным содержанием гетероатомных соединений: сера- и азотсодержащих. Как следствие, для повышения эффективности производства, предприятия увеличивают глубину переработки и процессу гидроочистки все чаще подвергаются тяжелые высококипящие фракции. В связи с чем, задача исследования процесса гидроочистки тяжелого нефтяного сырья на данный момент является актуальной.

Известно, что высокое содержание азотсодержащих соединений пагубно сказывается на эксплуатационных свойствах производимых топлив. В процессе переработки сырья они снижают активность катализаторов, вызывают смолообразование и потемнение нефтепродуктов. Азотсодержащие соединения (АС) блокируют активные центры катализатора, тем самым препятствуя гидрированию/гидрогенолизу серосодержащих соединений. Однако, несмотря на все отрицательные качества, стоит отметить, что присутствие в составе нефтепродукта АС способствует повышению его стабильности.

Азотсодержащие соединения в нефтях представлены тремя основными типами соединений,

проявляющих свойства [1]: основные (производные пиридина), слабоосновные (циклические амиды ароматических о-аминокислот и имида) и нейтральные (производные пиррола). Идентификация N-содержащих соединений, концентрация которых невелика, представляет собой сложную аналитическую задачу, в связи со сложным составом нефтепродуктов. На долю азотсодержащих оснований (АО) приходится до 50 % АС нефтей.

Целью данного исследования стала количественная оценка концентрации азотсодержащих соединений до и после процесса гидроочистки вакуумного газойля.

Объектом исследования являются образцы вакуумного газойля отобранные до (НГВГ) и после секции гидроочистки (ГВГ) производства глубокой переработки нефти (ПППН).

Выделение АО из образца вакуумного газойля проводили по схеме [2], включающей осаждение высокомолекулярных оснований барботированием образца сухим газообразным хлористым водородом, с последующим разделением осажденных соединений путем экстракции Сокслета на гексанрастворимые (К-1) и негексанрастворимые (К-2) высокомолекулярные АО. Низкомолекулярные АО выделяли путем

Таблица 1. Результаты выделения азотсодержащих соединений

Дата отбора пробы	НГВГ			ГВГ		
	w, % мас.			w, % мас.		
	К-1	К-2	К-3	К-1	К-2	К-3
06.01.2021	1,4282	0,2344	0,1984	1,1043	0,1715	0,1895
09.01.2021	1,4366	0,3670	0,3961	1,1108	0,2937	0,3840
23.09.2021	1,3488	0,1854	0,3636	1,0429	0,1338	0,3472

Таблица 2. Степень удаления полученных концентратов

Проба	Δw , % мас.		
	К-1	К-2	К-3
06.01.2021	0,3239	0,0629	0,0089
09.01.2021	0,3258	0,0733	0,0121
23.09.2021	0,3059	0,0516	0,0164

экстракции рафината уксуснокислым раствором серной кислоты (К-3).

Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

По результатам проведенного исследования наибольшая концентрация выделенных АО (1,4 % мас.) у гексанрастворимых высокомолекулярных соединений, которые сконцентрированы в смолах. В процессе гидроочистки их концентрация уменьшается на 0,32 % мас. Концентрация

полученных негексанрастворимых высокомолекулярных АО, в трех пробах различна, однако изменение концентрации в процессе гидроочистки остается равным и составляет в среднем 0,065 % мас. Данные соединения сконцентрированы в основном в асфальтенах. Наименьшее изменение концентрации в процессе гидроочистки (на 0,01 % мас.), наблюдается для низкомолекулярных АО.

Список литературы

1. Ганеева Ю. М. Асфальтеновые наноагрегаты: структура, фазовые превращения, влияние на свойства нефтяных систем / Ю. М. Ганеева, Т. Н. Юсупова, Г. В. Романов // *Успехи химии*, 2011. – Т. 80. – № 10. – С. 1034–1050.
2. Герасимова Н. Н., Сагаченко Т. А., Бейко О. А., Огородников В. Д. / *Выделение и фракционирование азотистых оснований из нефти*. Издательство «Наука» Москва, 1987. – Т. 27. – № 1. – С. 32–38.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

А. А. Орешина, Г. Ю. Назарова

Научный руководитель – д.т.н., профессор Е. Н. Ивашкина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, sasha.oreshina.94@mail.ru, silko@tpu.ru*

Сегодня, для решения взаимосвязанных и многофакторных задач прогнозирования и оптимизации промышленных процессов нефтепереработки широко применяются методы математического моделирования. Поскольку процессы нефтепереработки являются многокомпонентными и на поверхности катализаторов протекает множество химических реакций, в основе разрабатываемых моделей положены формализованные схемы превращений реагентов.

Разработка формализованной схемы превращений реагентов в процессах нефтепереработки является важнейшим этапом, определяющим прогнозирующую способность модели для решения требуемых производственных задач (прогнозирование состава и выхода бензиновой,

дизельной фракции, газов крекинга, серы в продуктах и др.) и обеспечивающим высокую адекватность модели.

Поэтому целью работы является разработка формализованной схемы превращений углеводородов и сернистых соединений в процессе каталитического крекинга.

В ходе проведения термодинамического анализа было установлено, что изменение энергии Гиббса реакций деалкилирования алкилтиофенов и бензотиофенов сырья и изменяются в интервале $-58,78$ и $-57,39$ кДж/моль, термодинамическая вероятность реакций деалкилирования (при температуре 810 К) возрастает с увеличением длины алкильного заместителя от С2 до С6 $-(8,45-49,97)$ и $-(11,12-51,12)$ кДж/моль