

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ И СОСТАВА ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА ДО И ПОСЛЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРООЧИСТКИ И КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

П. В. Гладыш, Ю. В. Хомякова, С. Б. Аркенова, Г. Ю. Назарова, В. В. Мальцев, Т. А. Калиев  
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е. Н. Ивашкина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30  
pvg9@tpu.ru*

На сегодняшний день переработка тяжелых нефтяных фракций является одним из наиболее динамично развивающихся направлений в связи с истощением легких углеводородов. Особый интерес представляет процесс каталитического крекинга (КК). Основное целевое назначение процесса – производство компонентов высокооктанового бензина, легкого и тяжелого газойля и сжиженных газов. Сырье крекинга чаще всего подвергают предварительной гидроочистке (ГО).

Целью данной работы является определение физико-химических свойств и группового состава сырья и продуктов процессов гидроочистки и каталитического крекинга. Объектом исследования является вакуумный газойль (ВГ).

В ходе исследования были использованы следующие методы: определение массовой доли серы с использованием рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализатора «Спектроскан S», молекулярной массы – с помощью установки КРИОН-1, плотности и вязкости – с

**Таблица 1.** Основные физико-химические характеристики сырья и продуктов процесса гидроочистки

| Параметр                                  | ВГ до ГО      | ВГ после ГО   | Дизельное топливо |
|-------------------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>    | 901,6–905,7   | 879,5–887,2   | 855,3             |
| Молекулярная масса, г/моль                | 219,3–312,6   | 210,2–348,6   | –                 |
| Содержание серы, % масс.                  | 1,750–1,885   | 0,103–0,108   | 0,018–0,024       |
| Содержание азота*, % масс.                | 0,13–0,15     | 0,10–0,13     | –                 |
| Динамическая вязкость, мПа•с              | 17,982–20,010 | 17,790–21,420 | 5,2932–5,7527     |
| Кинетическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с | 20,280–22,640 | 20,495–24,673 | 6,1886–6,7257     |
| Показатель преломления                    | 1,4915–1,4954 | 1,4834–1,4839 | –                 |

\* – данные, полученные с НПЗ.

**Таблица 2.** Результаты группового химического состава фракций методом жидкостно-адсорбционной хроматографии до и после процесса гидроочистки

| Групповой состав, % масс.        | ВГ до ГО  | ВГ после ГО |
|----------------------------------|-----------|-------------|
| Содержание насыщенных УВ         | 59,8–60,8 | 66,5–69,5   |
| Содержание ароматических УВ      |           |             |
| - «легкие»                       | 11,8–13,0 | 11,7–15,7   |
| - «средние»                      | 6,1–7,6   | 5,3–6,0     |
| - «тяжелые»                      | 12,2–13,8 | 6,4–7,2     |
| Содержание смолистых компонентов |           |             |
| - бензольные                     | 1,8–3,1   | 1,7–2,1     |
| - спиртобензольные               | 4,3–5,5   | 2,9–4,9     |

**Таблица 3.** Основные физико-химические характеристики продуктов процесса каталитического крекинга

| Параметр                                  | Дизельная фракция | Шлам          |
|-------------------------------------------|-------------------|---------------|
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>    | 963,1–988,8       | 1047,5–1052,4 |
| Содержание серы, % масс.                  | 0,262–0,277       | 0,537–0,562   |
| Динамическая вязкость, мПа•с              | 5,3920            | –             |
| Кинетическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с | 5,5430            | –             |

помощью вискозиметра Штабингера SVM 3000 Anton Paar, показателя преломления – с помощью рефрактометра «Аббе» и группового химического состава фракций методом жидкостно-адсорбционной хроматографии.

В ходе процесса гидроочистки существенно снижается содержание серо-, азот- и кислородсодержащих соединений в результате их реакций с водородом при температуре 370–410 °С и давлении 4–4,5 МПа. Было установлено, что наибольшим показателем преломления при 20 °С (1,4915–1,4954) и плотностью (901,6–905,7 кг/м<sup>3</sup>) обладает негидроочищенный ВГ. Массовая доля серы находится в диапазоне 1,750–1,885 % масс. и 0,13–0,15 % масс. соответственно. Повышенное содержание серы и азота в негидроочищенном ВГ объясняется присутствием в нем высокомолекулярных серо- и азотсодержащих соединений. Содержание серы в гидроочищенном ВГ наименьшее и составило около 0,121 % масс. Динамическая и кинематическая вязкость (измерены при 50 °С) составляет 18,858 мПа•с и 20,709 мм<sup>2</sup>/с соответственно.

После гидроочистки вакуумный газойль поступает на установку каталитического крекинга с использованием цеолитсодержащего катализатора при температуре 450–525 °С и давлении 0,1–0,3 МПа.

Результаты исследования показали, что большая часть серы (0,537–0,562 % масс.) остается в шламе, плотность которого составила 1047,5–1052,4 кг/м<sup>3</sup>, что также больше по сравнению с дизельной фракцией. Далее шлам используется в качестве компонента котельного топлива, а свойства дизельной фракции, например, содержание серы определяют качество товарного продукта. Динамическая и кинетическая вязкость дизельной фракции (при 50 °С) и составили 5,3920 мПа•с и 5,5430 мм<sup>2</sup>/с соответственно.

В дальнейшем, на основе полученных данных будет спрогнозирован состав продуктов каталитического крекинга с использованием математической модели.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ

Е. Д. Гончарова, К. И. Федченко, В. А. Шананина

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

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
edg9@tpu.ru*

Обезвоживание нефти имеет большое значение для компаний, занимающихся её добычей и переработкой. Наличие воды в нефти может привести к увеличению затрат на транспортировку и хранение, так как вода увеличивает вязкость, снижает энергоэффективность транспортных систем и повышает риск коррозии оборудования. Обезвоженная нефть гораздо легче для транспортировки и обработки, что позволяет снизить эксплуатационные расходы. Также, контроль обводненности нефти имеет значение для соблюдения экологических стандартов.

В борьбе за разрушение эмульсий деэмульгаторы занимают лидирующую позицию. К сожалению, некоторые типы нефти содержат компоненты, которые могут с ними реагировать, что приведет к образованию нежелательных продуктов или изменению физико-химических свойств нефти, поэтому проведение исследований по разрушению эмульсий естественным

путем только за счет нагрева, в зависимости от типа нефти является актуальной задачей.

Целью данной работы стало исследование процесса отстаивания водонефтяных эмульсий при разных соотношениях нефти и воды.

Для исследования были взяты две пробы нефти с разными физико-химическими свойствами (Табл. 1).

Водонефтяные эмульсии готовились с помощью автоматической лопастной мешалки VEB MLV ER-10 в разных соотношениях образца нефти и пластовой воды: 90:10, 80:20, 50:50. Имитация пластовой воды готовилась из раствора хлорида натрия. Время перемешивания составляло 10 минут. Эмульсия выдерживалась при температуре 60 °С.

На графиках приведены зависимости конечной обводнённости от времени (рис. 1, 2). Процесс отстаивания проходит с большей глубиной обезвоживания для эмульсии приготовленной