

рующей процесс парафиноотложения в потоке нефти в нефтепроводе (НИ ТПУ). Установка состоит из 4 охлаждаемых до 0 °С стальных стержней, помещенных в анализируемые пробы нефти с температурой 25 °С. Количество отложений в динамическом режиме определяли через фиксированные промежутки времени в течение 1 ч. В качестве добавки использовали присадку комплексного действия Difron 3004 (D04), обладающую депрессорными, ингибирующими парафинообразование и диспергирующими свойствами (концентрация в нефти 0,05 % мас.).

НАО нефти в течение 1 и 3 мин. приводит к значительному росту интенсивности осадкообразования, при этом максимальная скорость осадкообразования  $V_{аспо}$  в первые 10 мин. после обработки в 3,1–3,6 раз превышает  $V_{аспо}$  исходной нефти. Через 30–60 минут интенсивности процесса осадкообразования обработанной нефти стабилизируется, но остается выше, чем для необработанной. Ввод присадки D04 существенно влияет на процесс осадкообразования: в течение часа после обработки на «холодном стержне» формируется в 3,0–3,7 раза меньше осадка, чем в исходной нефти. Совместное использование НАО и присадки D04 позволяет снизить количество АСПО на 27–49%.

Изучение агрегативной и седиментационной устойчивости нефти проводили на приборе ИНПН «Кристалл» (ИХН СО РАН). Для этого были получены зависимости амплитуды сигнала А инфракрасного излучения датчика прибора от температуры среды в условиях понижения тем-

пературы с постоянной скоростью и рассчитаны температуры помутнения  $T_n$  и кристаллизации  $T_k$ , а также максимум температурного коэффициента кристаллизации  $K_k$  ( $dA/dT$ ).

Установлено, что после НАО происходит незначительный сдвиг в высокотемпературную область температуры помутнения  $T_n$ , кристаллизации  $T_k$ , однако, максимум коэффициента кристаллизации  $K_k$ , который характеризует интенсивность роста кристаллической дисперсной фазы в процессе охлаждения нефти, значительно ниже, чем до обработки. Это может быть связано с постепенным увеличением при охлаждении размеров и/или количества компонентов дисперсной фазы.

При совместной обработке акустическим полем и присадкой, напротив, наблюдается снижение  $T_n$  и  $T_k$ , но максимум коэффициента  $K_k$  при этом значительно выше, чем у необработанного и обработанных образцов. При охлаждении обработанной нефти в присутствии депрессорно-дисперсионной присадки кристаллические парафиносодержащие частицы более длительный период удерживаются в дисперсионной среде, и лишь при достижении определенного узкого интервала температур происходит спонтанный рост  $K_k$ , что может быть связано с массовым выпадением кристаллических частиц. В случае образца после 1 мин. НАО с добавкой D04 этот интервал находится в области температур 13–11,7 °С, а для образца после 3 мин. НАО с D04 – при 13,3–12,2 °С.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОНСТАНТУ СКОРОСТИ ПРЕВРАЩЕНИЯ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ

Ш.М. Сабиев

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

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

В настоящее время гидроочистке подвергаются почти все нефтяные топлива, как прямогонные, так и вторичного происхождения: бензин, керосин, реактивное и дизельное топливо, вакуумный газойль. Процесс гидроочистки применяют также для облагораживания компонентов смазочных масел и парафинов.

Остаточное содержание серы в целевых продуктах невелико, например гидроочищенное

реактивное топливо содержит 0,002–0,005, дизельное топливо – 0,02–0,05% (масс) серы. При гидроочистке получают также газ, отгон, сероводород.

Целью данной работы является изучение кинетических закономерностей дизельного топлива в процессе гидроочистки. Объектом исследования является дизельное топливо с содержанием серы 1,043 % масс., используемое

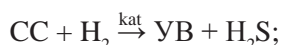
**Таблица 1.** Изменение общей серы и константы скорости при T = 340 °C

Время процесса, ч.	Собщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>
0	1,043	–
2	0,095	7,26
4	0,094	7,29
6	0,079	7,82
8	0,076	7,94

на установке гидроочистки дизельного топлива ЛГ-24/7. В качестве катализатора использовался алюмокобальтмолибденовый катализатор ГДК-202, предназначенный для использования в процессах глубокой гидроочистки дизельных фракций нефтяного происхождения (производитель – ООО «Новокубыйшешевский завод катализаторов»).

Химизм процесса гидроочистки представляет собой гидрирование всех классов органических сернистых соединений до сероводорода и углеводородов, частичное гидрирование органических азотистых и кислородсодержащих соединений, насыщение непредельных углеводородов, частичное гидрирование полициклических ароматических соединений с образованием одноядерной ароматики [1].

Упрощенно реакция гидроочистки сернистых соединений с образованием сероводорода и углеводородов выглядит следующим образом:



Для того чтобы рассчитать константу скорости реакции использовали кинетическое уравнение для реакций первого порядка в логарифми-

**Таблица 2.** Изменение общей серы и константы скорости при T = 360 °C

Время процесса, ч.	Собщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>
0	1,043	–
2	0,091	7,39
4	0,087	7,53
6	0,075	7,98
8	0,068	8,27

**Таблица 3.** Изменение общей серы и константы скорости при T = 380 °C

Время процесса, ч.	Собщ, % масс	k, ч <sup>-1</sup>
0	1,043	–
2	0,094	7,29
4	0,079	7,82
6	0,070	8,19
8	0,060	8,65

ческом виде.

$$\ln \frac{C}{C_0} = -k \cdot \tau;$$

где, время контакта  $\tau = \frac{V_{kat}}{g_{сырья}}$ ;

Результаты расчета константы скорости при различных температурах процесса и изменения общей серы в процессе гидроочистки в зависимости от времени приведены в таблицах 1, 2, 3. Основываясь на результаты расчетов можно сделать вывод, что с увеличением температуры процесса и времени проведения процесса константа скорости увеличивается, а значит процесс гидроочистки проходит глубже.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ И ОЦЕНКА ИХ УСТОЙЧИВОСТИ

А.В. Ситало, М.М. Галиуллина, Ф.А. Шараф, И.С. Ермилова  
Научный руководитель – д.т.н., профессор Р.Ф. Хамидуллин

*Казанский национальный исследовательский технологический университет  
420015, Россия, г. Казань, К. Марса 68, office@kstu.ru*

Фракционный, структурно-групповой и компонентный составы высоковязких и тяжелых нефтей характеризуют плотность, вязкость дисперсионной среды и свойства формирующихся водонефтяных эмульсий типа в/м на промыслах. Для эмульсионных нефтяных дисперсных си-

стем с повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых веществ, механических примесей и осложненными реологическими свойствами характерен эффект флокуляции, то есть слипания глобул воды при отсутствии процесса их коалесценции, что способствует формированию