



Рис. 1. Зависимость общего содержания серы от времени гидроочистки при различных температурах процесса

содержанием серы 1,1 % масс, проводилась на каталитической установке для исследования процессов в условиях повышенных давлений при заданных температурах: 340 °C, 360 °C и 380 °C. Для определения концентрации серы в исходном дизельном топливе и гидрогенизате использовали спекрофотометр SPECTROSKAN-S. Зависимость изменения общего содержания серы от времени процесса гидроочистки при различных температурных условиях представлена на рис. 1.

Степень извлечения серы в процессе гидроочистки дизельного топлива с общим содер-

жанием серы 1,1 % масс. составила 69%, 83,5% и 89,5% при температуре процесса 340, 360 и 380 °C, соответственно.

С увеличением температуры гидрирование органических сернистых соединений протекает эффективно с образованием соответствующих углеводородов и сероводорода, увеличивается скорость гидрокрекинга на катализаторе, а также термодинамически возможный и реально достигаемый выход соответствующих углеводородов [3].

### Список литературы

1. Большаков Г.Ф. // *Сераорганические соединения нефти.* – Новосибирск: Наука, 1986. – 246с.
2. Пучков Н.Г. // *Дизельные топлива.* Москва – Ленинград: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-то-
3. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А., Курганов В.М. // *Деароматизация прямогонных дизельных дистиллятов при умеренном давлении водорода.* Химия и технология топлив и масел, 1996. – №6. – С.13–14.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

В.В. Клименко

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, viktoriavklimenko@gmail.com

Гидроочистка является объектом дискуссий во многих научно-технических изданиях, связанных с химической промышленностью [1]. Данный процесс в общем смысле относится к гидрогенизационным процессам в нефте-

химической технологии. Нефтяные фракции подвергаются гидроочистке с целью снижения содержания сернистых соединений в нефтепродуктах, включающих товарные бензины и дизельное топливо.

**Таблица 1.** Содержание серы в различных группах сернистых соединений в продуктах очистки

Фракция	Содержание S <sub>o</sub> , % мас.					
	С2-БТ	С3-БТ	С4-БТ	ДБТ	Метил-ДБТ	Диметил-ДБТ
Исходная	0,0667	0,2076	0,1906	0,0518	0,1375	0,1063
После гидроочистки	0,00187	0,01247	0,02195	0,02201	0,00300	0,00705

Примечание: БТ – бензотиофеновые углеводороды; ДБТ – дибензотиофеновые углеводороды.

**Таблица 2.** Структурно-групповой состав

t пр-са, час.	M	n	ρ, г/см <sup>3</sup>	C <sub>A</sub>	C <sub>кол</sub>	K <sub>A</sub>	K <sub>O</sub>	C <sub>n</sub>	C <sub>n</sub>	K <sub>n</sub>
0	211,53	1,48	0,84	19,68	55,08	0,50	1,46	35,40	44,92	0,96
	209,91	1,48	0,84	16,45	58,66	0,42	1,54	42,21	41,34	1,13
	209,66	1,478	0,84	12,11	66,08	0,31	1,74	53,97	33,92	1,43
	209,35	1,477	0,83	3,74	79,27	0,13	2,08	74,18	20,73	1,95
	209,04	1,47	0,81	1,64	98,72	0,04	2,59	97,08	1,281	2,54

Примечание: C<sub>A</sub> – содержание углерода в ароматических структурах; C<sub>кол</sub> – содержание углерода в кольчатых структурах (ароматических + нафтеновых); K<sub>A</sub> – среднее число ароматических колец в молекуле; K<sub>O</sub> – общее число колец (ароматических + нафтеновых); C<sub>n</sub> – доля углерода, содержащегося в парафиновых структурах, %; C<sub>n</sub> – доля углерода, содержащегося в нафтеновых структурах, %; K<sub>n</sub> – среднее число нафтеновых колец в молекуле.

Задачей данной работы является изучение изменения групп сернистых соединений и структурно группового состава дизельной фракции до и после процесса гидроочистки с целью нахождения кинетических параметров протекающих химических реакций.

Гидроочистку дизельного топлива с общим содержанием серы 1,043 % мас. проводили при следующих условиях процесса: объемная скорость потока жидкого сырья 2 ч<sup>-1</sup>, давление 3,5 МПа, соотношение водород/сырье=300/1, температура 340 °С.

Для определения концентрации серы в исходном дизельном топливе и гидрогенезате использовали спекрофотометр СПЕКТРОСКАН S.

Для идентификации групп сернистых соединений применяли метод газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Газожидкостную хроматографию проводили на хроматографе «Кристалл-2000М» с кварцевой капиллярной колонкой 25 м×0,22 мм, со стационарной фазой

SE-54, газ-носитель-гелий.

Для определения структурно-группового состава фракции использовали метод n-d-M, дающий возможность получить представление о «средней» молекуле данной фракции, распределении углерода и содержание колец в углеводородах нефтяных фракций, выкипающих выше 200 °С [2].

Полученные данные о содержании серы в различных группах сернистых соединений и информация о структурно-групповом составе фракции до и после процесса гидроочистки позволит отследить основные превращения для нахождения значений констант скоростей превращения серосодержащих соединений и энергий активации. Кинетическая модель позволит рассчитать кинетические параметры, т.е. найти эффективные константы скоростей превращения серосодержащих соединений по возможным маршрутам протекающих реакций в процессе гидроочистки.

### Список литературы

1. Шарипов А.Х., Нигматулин В.Р. Удаление серы из гидроочищенного дизельного топлива. *Химия и технология топлив и масел*, 2005. – №3. – С.42–44.
2. Абрютин Н.Н., Абушаева В.В., Арефьев О.А. и др. *Современные методы исследования нефтей (справочно-методическое пособие)*. – Л.: Недра, 1984. – 431с.