

допустимых на производстве технологических параметров в зависимости от состава сырья, поступающего на установку.

### Список литературы

1. Belinskaya N.S., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N., Chuzlov V.A., Faleev S.A. // *Procedia Engineering*, 2015.– Vol.113.– P.68–72.

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ГРУППОВОГО СОСТАВА ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ

К.А. Баклашкина

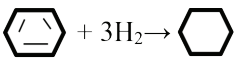
Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.И. Кривцова

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

Гидроочистка – процесс химического превращения вещества под действием водорода при высоком давлении и температуре.

Гидроочистка дизельного топлива направлена на снижение содержания серы и полиароматических углеводородов:

1)  $\text{RSH} + \text{H}_2 = \text{RH} + \text{H}_2\text{S}$  – гидрогенолиз сернистых соединений;

2)  – насыщение ароматических колец;

3)  $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_4\text{H}_8$  – крекинг алканов.

Целью данной работы стало исследование изменения структурно-группового состава дизельной фракции в процессе гидроочистки.

В качестве объекта исследования выбрано дизельное топливо с общим содержанием серы 1,043 % мас. плотностью 842 кг/м<sup>3</sup>.

Гидроочистку дизельного топлива 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. В качестве катализатора использовали алюмо-никель-молибденовый катализатор ГКД-202.

Для определения концентрации серы в исходном дизельном топливе и гидрогенизате использовали спекрофотометр SPECTROSKAN-S.

Определение структурно-группового состава проводили методом n-d-M: показатель преломления  $n_D^{20}$  с точностью до  $\pm 0,0001$  на рефлектометре ИРФ-22; плотность пикнометрическим методом при 20 °С; молекулярной массы при помощи формулы Р. Хермома, М. Фенксе [1].

$$\lg M = 1,939436 + 0,0019764 \times t_{\text{кип.}} + \lg(2,1500 - n_D^{20})$$

Результаты изменения структурно-группового состава дизельной фракции при ее гидроочистке приведены в таблице 1.

Результаты исследования показали, что степень извлечения общей серы составила 72,9% мас. В процессе гидроочистки происходит изменение в структурно-групповом составе фракции: содержание углерода в ароматических структурах увеличилось, а количество кольчатых структур резко уменьшилось; среднее число ароматических колец в молекуле увеличилось; общее число ароматических и нафтеновых колец увеличилось; число нафтеновых структур

**Таблица 1.** Результаты измерений структурно-группового состава дизельной фракции

№ пробы	S	C <sub>a</sub>	C <sub>кол</sub>	K <sub>a</sub>	K <sub>n</sub>	C <sub>n</sub>	C <sub>n</sub>	K <sub>о</sub>
12,10	0,949	18	59,1	0,4	1,14	40,9	41	1,54
14,15	0,940	23	54	0,5	1	46	31	1,5
16,10	0,787	25,97	52,7	0,6	0,85	47,3	26,3	1,45
18,10	0,760	24,91	30	0,6	1,4	70	14,91	2
Исх.	1,043	30,5	45,14	-0,062	1,26	54,87	30,5	1,20

Примечание: S – содержание серы; C<sub>a</sub> – содержание углерода в ароматических структурах; C<sub>кол</sub> – число кольчатых структур; K<sub>a</sub> – среднее число ароматических колец в молекуле; K<sub>n</sub> – среднее число нафтеновых колец в молекуле; C<sub>n</sub> – число парафиновых структур; C<sub>n</sub> – число нафтеновых структур; K<sub>о</sub> – общее число колец ароматических + нафтеновых.

уменьшилось, а парафиновых увеличилось; среднее число нафтеновых колец в молекуле уменьшилось.

По содержанию серы дизельная фракция после процесса гидроочистки соответствует 5

экологическому классу в соответствии с ГОСТ Р 52368-2005. Значения ароматических углеводородов входят в приделы нормы в соответствии с ГОСТ Р 52368-2005.

### Список литературы

1. Абрютин Н.Н., Абушаева В.В. и др. *Современные методы исследования нефтей.* – М.: Недра, 1984. – 431с.
2. Солодова Н.Л., Терентьева Н.А. *Гидроочистка топлив.* – Казань: Казанский государственный университет, 2008. – 63с.
3. *ГОСТ 305-82 (ГОСТ не действует в РФ). Топливо дизельное. Технические условия (с Изменениями N 1–8) (данная редакция документа действует на территории РФ).*
4. *ГОСТ Р 52368-2005.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ФОРМЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ АТМОСФЕРНО-ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ

Н.Н. Балобаева, В.С. Орехов

Научный руководитель – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой А.И. Леонтьева

*Тамбовский государственный технический университет*

392036, Россия, г. Тамбов, ул. Ленинградская 1, к-м 117, htov@mail.tambov.ru

Применение катализаторов в наноструктурированной форме повышает выход бензиновой фракции при атмосферной и вакуумной перегонке нефти. Так, при перегонке нефти казахстанского месторождения Кумколь без применения катализаторов в процессе атмосферной перегонки нефти выход бензиновой фракции с температурой выкипания паров от 30 до 195 °С составляет 20–23%, что согласуется с данными по промышленной переработке этой нефти на установке УПН-100 Амангелдинского ГПЗ [1]. Введение в нефть металлических катализаторов в наноструктурированной форме при атмосферной перегонке позволяет добиться повышения выхода бензиновой фракции при атмосферной перегонке до 30–33%. При снижении давления до 0,4–0,44 кгс/см<sup>2</sup> при введении в сырье катализаторов в наноструктурированной форме выход бензиновой фракции увеличивается до 42%.

При нанесении Ni в наноструктурированной форме на промышленные цеолиты удается повысить выход бензиновой фракции при атмосферной перегонке нефти Харьягинского месторождения с 18 до 30% [2].

При исследовании процесса атмосферно-вакуумной перегонки тяжёлой высокосернистой

нефти Харьягинского месторождения (Южно-Харьягинское поднятие) плотностью 835 кг/м<sup>3</sup>, динамической вязкостью 32 мПа•с (при 30 °С), содержащей 20% светлой фракции, при использовании в качестве катализатора металлов VIII группы периодической системы химических элементов (Ni, Cr) в наноструктурированной форме, нанесенных на SiO<sub>2</sub> обладающего кислотными свойствами и при прокалке при 500 °С удаётся повысить выход бензиновой фракции с 19–20% до 30%.

Для объяснения полученного эффекта в рамках исследовательской работы был проведен сравнительный анализ процесса атмосферной перегонки нефти с применением катализаторов в наноструктурированной форме и без них по оценке интенсивности протекания процесса дистилляции нефти и энергозатрат на него.

В результате исследований выявлено, что затраты электроэнергии на процесс перегонки нефти с использованием катализаторов в наноструктурированной форме снижается на 9%.

Эффективность использования металлов в наноструктурированной форме объясняется малым размером частиц металлов, который составляет от 15 до 40 нм. Размер частиц определялся