

**СЕКЦИЯ 13. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Более значительное снижение температуры застывания и вязкости нефти происходит при добавке в сузунскую нефть присадки Д-210 (серия 2/17): после ввода 0,03 % масс. понижение температуры застывания 17 °С и снижения вязкости на 35 % масс. (таблица).

Присадки препятствуют агрегированию кристаллических парафиносодержащих частиц в процессе охлаждения нефти до температур, близких к температурам застывания. В присутствии присадки кристаллические парафиносодержащие частицы более длительный период удерживаются в дисперсионной среде, и их массовое выпадение также сдвигается в область более низких температур, препятствуя образованию нефтяных отложений на стенках подземного нефтепромыслового оборудования и наземных нефтепроводов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 15-13-00032).

Литература

1. Тронов В.П. температурой Промысловая более подготовка нефти более. – Казань: Изд-во «дукции Фэн методы». – 2000. – 416 с.
2. Персиянцев М.Н. абота Добыча нефти в осложненных либо условиях количестве. – М.: «Недра-Бизнесцентр». – 2000. температура – 653 с.
3. Прозорова И.В., Волкова Г.И., Юдина Н.В., Кирбижекова Е.В., Литвинец И.В., Ануфриев Р.В. Влияние композиционной вязкости присадки количестве на реологические и энергетические флэк характеристики парафинистых и выпадение высокопарафинистых применении нефтей // Нефтепереработка и вязкостью нефтехимия. – 2014. – № 3. – С. 36 – 39.
4. Прозорова И.В., Юдина Н.В., Небогина Н.А., Лоскутова Ю.В., Волкова Г.И. Подбор ингибирующей и депрессорной присадки для нефти Верхнечонского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 68 – 70.
5. Польская Н.Н., Самойленко А.Ю., Голованчиков А.Б. Влияние термической и депрессорной обработок на реологические свойства нефти//Известия Волг. ГТУ. – 2012. – № 5. – Т. 1 – С. 114 – 118.

**СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ
ТОПЛИВ**

Д.А. Афанасьева, Н.С. Белинская, Е.В. Францина

Научный руководители: доцент Н.С. Белинская, научный сотрудник Е.В. Францина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время возрастает спрос на дизельное топливо. Это связано с такими факторами, как развитие северных регионов (более 2/3 территории страны), увеличение доли дизельного пассажирского транспорта (рост на 6% в год), увеличение глубины переработки нефти из-за роста экспортной пошлины на мазут и тяжелые остатки [1, 4, 5]. Поэтому производство дизельного топлива является стратегической государственной задачей.

Исследование направлено на изучение причин использования различных технологических параметров на установках каталитической депарафинизации двух российских заводов, расположенных в г. Кириши и г. Ачинске. Исследование осуществлено путем сведения технологических параметров к единству и посредством анализа выхода дизельной фракции и ПТФ получаемого дизельного топлива.

В качестве исходных данных для исследования на математической модели [2,3], разработанной на кафедре химической технологии и химической кибернетики Томского политехнического университета, использовались экспериментальные данные промышленных установок каталитической депарафинизации.

Таблица 1

Составы сырья процесса депарафинизации

Компонент	Ачинский НПЗ	Киришский НПЗ
	Содержание, % масс.	
Н-парафины	17,11	16,95
И-парафины	27,82	26,42
Нафтены	18,24	27,48
Ароматические углеводороды	27,54	28,31
Олефины	9,29	0,84

В основу математической модели [2,3] заложена модель реактора идеального вытеснения, представляющая собой систему дифференциальных уравнений материального баланса для каждого компонента и теплового баланса:

$$\begin{cases} G \cdot \frac{\partial C_i}{\partial z} + G \cdot \frac{\partial C_i}{\partial V} = \sum_{j=1}^m a_j \cdot W_j \\ G \cdot \frac{\partial T}{\partial z} + G \cdot \frac{\partial T}{\partial V} = \frac{1}{\rho \cdot C_p^m} \sum_{j=1}^m Q_j \cdot a_j \cdot W_j \end{cases}$$

где z – объем переработанного сырья с момента загрузки свежего катализатора, м³; G – расход сырья, м³/час; $z = G \cdot t$ (t – время работы катализатора с момента загрузки свежего катализатора, ч); C_i – концентрация i -го компонента, моль/л; V – объем слоя катализатора, м³; a_j – активность катализатора в j -ой реакции; ρ – плотность

смеси, кг/м³; $C_{см}$ – удельная теплоемкость смеси, Дж/(кг·К); Q_j – тепловой эффект j -ой реакции, Дж/моль; T – температура, К; W_j – скорость j -ой реакции, моль/(л·с), m – количество реакций.

С использованием разработанной математической модели процесса каталитической депарафинизации [2,3] было исследовано влияние давления, равного 4 МПа, на выход дизельной фракции (рис. 1) и ПТФ полученного дизельного топлива (рис. 2) на установках каталитической депарафинизации рассматриваемых НПЗ, при постоянных технологических параметрах, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Технологический режим работы, используемый для расчетов на модели

Параметр	Значение
Расход сырья, м ³ /ч	255
Температура в реакторе, °С	345
Квенч ВСГ в реакторе, м ³ /ч	15000

Как следует из сравнения модельного расчета выхода дизельной фракции, при использовании давления, равного 4 МПа, на установках исследуемых заводов (рис. 1) разница по выходу дизельной фракции составляет 3 %. Технология процесса каталитической депарафинизации Киришского НПЗ подразумевает переработку более тяжелого сырья с более высоким содержанием соединений серы (табл.3), поэтому для эксплуатации установки по экономическим и технологическим факторам давление, равного 4 МПа, недостаточно.

Таблица 3

Особенности составов сырья процесса каталитической депарафинизации

	Ачинский НПЗ	Киришский НПЗ
Ср. знач. плотности сырья, кг/м ³	844,7	847,1
Ср. знач. содержания S, % в сырье	0,255	0,851
Ср. знач. содержания N, ppm в сырье	61,01	164,2

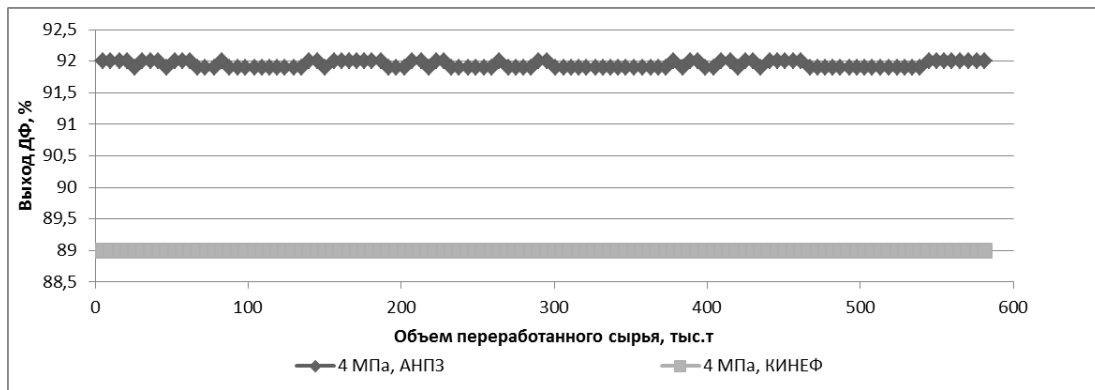


Рис. 1 Сравнение выхода ДФ на АНПЗ и КНПЗ при поддержании на установках депарафинизации давления 4 МПа

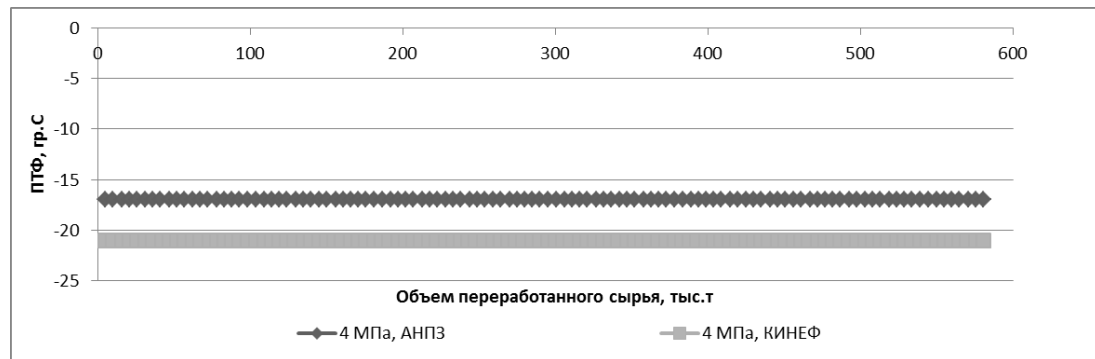


Рис. 2 Сравнение ПТФ на АНПЗ и КНПЗ при поддержании на установках депарафинизации давления 4 МПа

По результатам (рис. 2) ПТФ дизельного топлива, получаемого на установке каталитической депарафинизации Киришского НПЗ, ниже на 4 °С, чем ПТФ дизельного топлива, получаемого на установке каталитической депарафинизации Ачинского НПЗ. Полученный результат обусловлен тем, что на установке каталитической депарафинизации Киришского НПЗ используется сырье, содержащее меньшее количество нормальных парафинов (табл. 1), ухудшающих низкотемпературные показатели качества дизельного топлива.

**СЕКЦИЯ 13. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

Полученные результаты по выходу и ПТФ дизельного топлива можно интерпретировать, опираясь и на численные значения объема используемого катализатора (табл. 4).

Таблица 4

Параметры установок процесса каталитической депарафинизации

	Ачинский НПЗ	ООО «КИНЕФ»
Объем катализатора депарафинизации, м ³	80	115
Объемная скорость подачи сырья, ч ⁻¹	1,2-1,5	2,7

Объем катализатора депарафинизации в Ачинске меньше, следовательно, время контакта, по сравнению с Киришским НПЗ, меньше, что, в свою очередь, приводит к большему выходу продукта, но худшему значению ПТФ дизельного топлива.

Таким образом, при использовании одинакового давления на двух различных установках установлена причина применения различных технологических параметров при работе установок каталитической депарафинизации Ачинского НПЗ и Киришского НПЗ.

Наиболее весомой причиной оказалось используемое сырье. Так, на Ачинском НПЗ используется более легкое и менее серо- и азот-содержащее сырье, чем на заводе в г. Кириши.

Литература

1. Агаев С.Г., Глазунов А.М. Улучшение низкотемпературных свойств дизельных топлив: монография. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 145 с.
2. Иванчина Э.Д., Белинская Н.С., Францина Е.В., Попова Н.В., Луценко А.С., Аверьянова Е.В. Прогнозирование активности катализатора процесса депарафинизации дизельных топлив на установке ООО «КИНЕФ» методом математического моделирования // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2017 – №. 4. – С. 13-18.
3. Францина Е.А., Белинская Н.С., Луценко А.В., Майлин М.В., Афанасьева Д.А. Влияние технологических параметров процесса каталитической депарафинизации среднестиллятных фракций на его эффективность // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2017 – №. 11. – С. 25-31.
4. Нефтепереработка в России: курс на модернизацию. Московский нефтегазовый Центр ЕУ. – 2014.- С. 1-24.
5. Шаталов К.В., Лихтерова Н.М., Серегин Е.П. Качество отечественных топлив для реактивных двигателей // Технологии нефти и газа. – 2016. - № 1 (102). - С. 3-6.

**УДАЛЕНИЕ СЕРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ДИЗЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ В ПРОЦЕССЕ
ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ**

К.А. Баклашкина

Научные руководители: доцент Е.М. Юрьев, инженер К.Б. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Дизельное топливо – это нефтяная фракция, состоящая из широкого ряда углеводородных групп, таких как парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (УВ), гетероциклические группы УВ, в состав которых входят сера, азот и кислород. Наиболее широкий интерес вызывает изучение сернистых соединений. Они представлены в основном тиофенами, бензтиофенами, дибензтиофенами. Сернистые соединения (СС) оказывают масштабное загрязняющее действие на окружающую среду, вызывают коррозию металлических частей, способствуют отравлению катализаторов в процессе облагораживания топлива, а также ведут к разрушению каталитических нейтрализаторов, поэтому приоритетной задачей в процессе переработки является удаление СС из нефтепродуктов. В настоящее время идет интенсивная дизелизация транспорта, спрос на этот вид топлива в течение последних трех лет уверенно растет. Так, потребление дизельного топлива, отвечающего требованиям техрегламента, с 2015 по 2017 год увеличилось на 10% и достигло 31,8 млн. тонн [7].

Главной целью современной нефтепереработки является получение топлив высокого качества, которые отвечают природоохранным требованиям и конструкционным особенностям современных двигателей. СС - это основная причина образования агрессивного и токсичного сернистого ангидрида. Снижение содержания СС в топливе ведет к общему уменьшению выбросов SO₂, вызывающих раздражение слизистых оболочек дыхательных органов и образование кислотных дождей. Прямогонные дистилляты подвергают процессам каталитического облагораживания. Это, прежде всего, гидроочистка, риформинг, гидрообессеривание, гидрокрекинг и другие. В процессе гидроочистки происходит удаление из дизельной фракции гетероциклических органических соединений, содержащих серу и азот [3,4,6].

В дизельных топливах, произведенных на территории РФ, содержание ароматических углеводородов колеблется в пределах 20-35%[2]. При увеличении количества ароматических УВ, входящих в состав дизельного топлива, происходит увеличение содержания полициклических ароматических УВ, твердых частиц и несгоревших углеводородов в отработавших газах. Также доказано, что ароматические УВ, присутствующие в топливе, влияют на образование NO_x [5].

Процесс гидрообессеривания сильно тормозится аммиаком и азотистыми основаниями, которые присутствуют в дизельном топливе в количестве от 0,01 до 1,5 масс. %. Снижение скорости удаления серы также происходит из-за эффекта нефтяной матрицы. Под этим названием подразумевается влияние сернистых соединений, в результате которого малолетучие и плохо разлагаемые СС – алкилзамещенные фенантро- и