

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что добавление тетралина оказывает более выраженный эффект на действие депрессора относительно всех низкотемпературных характеристик, чем добавление толуола. Данный вывод подтверждается механизмом взаимодействия депрессорных присадок с ароматическими углеводородами, т.к. к депрессорам более восприимчивы те ароматические углеводороды, которые содержат боковые парафиновые цепи, а с увеличением числа колец и уменьшением длины боковых цепей их восприимчивость к депрессорам снижается [6]. Это объясняется разницей в полярности этих соединений, дипольный момент тетралина почти в 2 раза выше дипольного момента толуола из-за чего тетралин более активно взаимодействует с депрессором тем самым подавляя его эффект в отношении парафинов нормального строения.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 19-48-703025.*

#### Литература

1. Богданов И., Алтынов А.А., Морозова Я.П., Киргина М.В. Исследование влияния узких дизельных фракций на эффективность действия депрессорных присадок // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт – 2020. – № 9. – с. 27-33.
2. ГОСТ 20287-91. Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 14с.
3. ГОСТ 22254-92. Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре. – Москва: Издательство стандартов, 1993. – 22
4. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 23 с
5. ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации и кристаллизации». [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007918> (дата обращения 03.02.2021).
6. Данилов А.М., Применение присадок в топливах: справочник. – 3-е изд., доп. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. – 368 с.
7. ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту». [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902307833> (дата обращения 03.02.2021).

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

**Орешина А.А., Вымятнин Е.К., Назарова Г.Ю.**

Научный руководитель - профессор Е.Н. Ивашкина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Каталитический крекинг входит в число важнейших процессов глубокой нефтепереработки и получил широкое распространение по всему миру [3]. Это связано с технологической гибкостью данного процесса, которая обеспечивает возможность переработки широкого спектра сырья с получением высокооктанового компонента бензина и газа, богатого ценными для нефтехимии углеводородными соединениями. Ещё одним неоспоримым достоинством каталитического крекинга является относительная простота его совмещения с другими процессами [2].

В связи с распространенностью и важностью процесса каталитического крекинга в настоящее время актуальны задачи, связанные с его модернизацией, оптимизацией и прогнозированием основных параметров процесса, постоянно изменяющихся при эксплуатации установки [4]. Для решения этих задач в Национальном Исследовательском Томском политехническом университете на основе выявленных термодинамических и кинетических закономерностей процесса была создана надежная математическая модель, позволяющая учесть изменение углеводородного состава сырья и активности катализатора, особенности технологического режима работы установки. С помощью данной модели возможно спрогнозировать выход продуктов, время работы катализатора. Кроме того, она может быть использована при создании тренажера для обучения студентов и работников НПЗ. Однако, как было сказано выше, процесс каталитического крекинга очень широко распространен и крайне гибок в плане сырья. Поэтому при адаптации модели к различным промышленным установкам, характеризующимся значительными интервалами изменения свойств и состава сырья, требуется в качестве исходных данных задавать значения группового состава вакуумных дистиллятов и его физико-химические свойства [5].

Целью работы является определение физико-химических свойств и с группового состава проб сырья каталитического крекинга для уточнения и совершенствования прогностической модели процесса. Объектом исследования являются пробы гидроочищенного вакуумного газойля. В ходе исследования проб были использованы следующие методики:

1. Метод определения вязкости при 100 °С по ГОСТ 33-2016;
2. Метод определения молекулярной массы (ММ) с помощью прибора КРИОН-1;
3. Метод определения плотности нефти и нефтепродуктов с помощью вискозиметра Штабингера;
4. Определение показателя преломления с помощью рефрактометра.

В таблице 1 представлены результаты первых трех методов.

**СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Таблица 1**

**Результаты анализа сырья каталитического крекинга**

Сырье	Вязкость мм <sup>2</sup> /с	ММ г/моль	Плотность при 50 °С кг/м <sup>3</sup>	Плотность при 20 °С кг/м <sup>3</sup>
№1	6,24	358	873,6	892,7
№2	6,07	342	871,5	890,6
№3	5,57	338	870,8	889,9

По данным таблицы 1 можно сделать выводы, что с увеличением значения показателя вязкости увеличивается молекулярная масса и плотность сырья.

В таблице 2 представлены результаты определения показателя преломления при 20°С. Изученные фракции были получены с помощью жидкостно-адсорбционной хроматографии. Установлено, что показатель преломления циклических углеводородов значительно превышает показатели алифатических фракций. Таки образом, показатель преломления парафиновых углеводородов изменяется в пределах 1,4658–1,4664. В случае ароматических углеводородов – 1,5296–1,5316. Также установлено, что с повышением температуры значение показателя преломления уменьшается.

**Таблица 2**

**Результаты определения показателя преломления**

Температура, °С	Сырье №1		Сырье №2		Сырье №3	
	Парафиновые у/в	Ароматические у/в	Парафиновые у/в	Ароматические у/в	Парафиновые у/в	Ароматические у/в
20	1,4660	1,5296	1,4658	1,5310	1,4664	1,5316
50	1,4540	1,5176	1,4538	1,5190	1,4544	1,5196

По данным таблицы 1 и 2 была посчитана удельная рефракция исследуемого сырья, этот показатель изменяется для парафиновых углеводородов от  $0,310 \cdot 10^{-3}$ – $0,311 \cdot 10^{-3}$ , в случае ароматических углеводородов от  $0,346 \cdot 10^{-3}$ – $0,348 \cdot 10^{-3}$ . Для пересчета на мольную рефракцию необходимо полученное значение перемножить на ММ, таким образом, значения для парафиновых углеводородов изменяются в пределах 0,1053–0,1111, для ароматических углеводородов изменяются от 0,1176–0,1238[1].

Полученные данные показателя преломления, ММ и плотности при 20 °С были использованы при расчете структурно-группового состава сырья каталитического крекинга (табл.3,4). В свою очередь, эти данные при внесении их в прогностическую модель позволят оценить групповой углеводородный состав продуктов крекинга и оценить влияние состава сырья на материальный баланс процесса.

**Таблица 3**

**Структурно-групповой состав сырья каталитического крекинга насыщенных углеводородов (n-d-m)**

Характеристика	№1	№2	№3
Содержание углерода, [%]			
- в парафиновые у/в	68,6	68,8	69,7
- в нафтеновые у/в	31,4	31,2	30,3
- в ароматические у/в	0,6	0,5	0,2
Среднее количество, шт.			
- ароматические кольца	0,0	0,0	0,0
- нафтеновые кольца	1,5	1,4	1,5
Соотношение содержания углерода в парафиновых и нафтеновых структурах фракции	1,6	1,5	1,6

**Таблица 4**

**Структурно-групповой состав ароматических веществ вакуумного дистиллята (метод Хазельвуда)**

Характеристика	№1	№2	№3
Содержание углерода, [%]			
- в парафиновые у/в	28,9	30,0	30,3
- в нафтеновые у/в	21,5	21,8	21,8
- в ароматические у/в	49,6	48,2	47,9
Среднее количество, шт.			
- ароматические кольца	1,5	1,5	1,5
- нафтеновые кольца	1,5	1,5	1,5
Соотношение содержания углерода в парафиновых и нафтеновых структурах фракции	3,0	3,0	3,0

В дальнейшем планируется продолжить исследования других физико-химических свойств сырья процесса, изучение новых проб с различных установок, а также исследование продуктов каталитического крекинга по представленным методикам. Полученные данные будут использоваться для уточнения и совершенствования прогностической математической модели процесса каталитического крекинга. Кроме того, на основе разработанной

математической модели в дальнейшем планируется создание обучающего программного обеспечения, которое может быть использовано как непосредственно в рамках учебного курса НИ ТПУ для обучения студентов, так и на производстве для подготовки рабочего и инженерно-технического персонала установок каталитического крекинга.

Литература

1. Ахметов Б.Р., Евдокимов И.Н., Елисеев Д.Ю. Особенности оптических спектров поглощения нефтей и нефтяных асфальтенов // Наука и технология углеводородов. – Москва, 2002. – № 3. – С. 25–30.
2. Ганцев А.В., Виниченко М.В. Современное состояние и перспективы развития процесса каталитического крекинга нефтяного сырья // Universum: химия и биология. – Москва, 2019. – Т.2 (66). – С. 1 – 4.
3. Магомедов Р.Н. и др. Состояние и перспективы демееталлизации тяжелого нефтяного сырья (обзор) // Нефтехимия. – Москва, 2015. – Т55(№4). –С. 267 – 290.
4. Соляр Б.З. и др. Разработка процесса каталитического крекинга с высоким выходом легких олефинов: исследование структуры выхода продуктов //Химия и технология топлив и масел. – Москва, 2010. –Т.2. – С. 19 – 23.
5. Шарипов Р.А. и др. Роль процесса каталитического крекинга в производстве высокооктановых автомобильных бензинов. // Современные проблемы науки и образования. – Москва, 2015. – № 1. – С. 1 – 7.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВЛЕНИЯ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ Н-ПАРАФИНОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК**

**Орлова А.М., Богданов И.А.**

Научный руководитель - инженер-исследователь И.А. Богданов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В условиях реализации современной научно-экономической стратегии развития Российской Федерации возникает необходимость непрерывного совершенствования технологий переработки углеводородного сырья и повышения качества и экологичности выпускаемых нефтепродуктов. Ведущая роль в области нефтепереработки на сегодняшний день принадлежит улучшению показателей качества дизельных топлив в процессе их производства и хранения в условиях экстремально низких температур, характерных для Сибирского региона и арктических широт в целом.

В большинстве работ, посвящённых изучению влияния состава дизельных топлив на эффективность действия депрессорных присадок, основное внимание акцентируется на влиянии групп углеводородов в составе топлива и его фракционного состава в целом [1-3]. Более детальное изучение влияния углеводородов внутри групп, как правило, не проводится.

Научное и практическое значение данной работы представляет исследование влияния углеводородного состава дизельных топлив на эффективность действия депрессорных присадок, а именно влияния добавления малых концентраций тяжелых н-парафинов (C<sub>23+</sub>).

Объектом исследования выступает образец прямогонного дизельного топлива (ДТ) и его смеси с депрессорными присадками (А, В) и различной добавочной концентрацией тяжелых н-парафинов (П). Присадка использовались в концентрациях, рекомендованных производителем (0,26 мл и 0,62 мл присадки на 100 мл образца соответственно).

Предельная температура фильтруемости (ПТФ) определялась согласно [5], температура помутнения (Т<sub>п</sub>) определялась согласно [7] температура застывания (Т<sub>з</sub>) определялась согласно [4]. Полученные результаты для образца ДТ с депрессорными присадками представлены в таблице 1, с добавлением различных концентраций тяжелых н-парафинов – в таблицах 2-3.

**Таблица 1**

*Результаты определения низкотемпературных свойств смесей ДТ с депрессорной присадкой*

Смесь	Т <sub>п</sub> , °С	ПТФ, °С	Т <sub>з</sub> , °С
Образец ДТ	2	2	-7
Образец ДТ + А	-2	-16	-37
Образец ДТ + В	0	-2	-37

Как видно из таблицы 1, добавление депрессорной присадки А к ДТ снижает ПТФ на 18 °С, Т<sub>з</sub> на 30 °С, Т<sub>п</sub> на 4 °С. Добавление депрессорной присадки В к ДТ позволяет снизить ПТФ на 4 °С, Т<sub>з</sub> на 30 °С, а Т<sub>п</sub> на 2 °С. В целом следует отметить большую эффективность присадки А в отношении всех трех низкотемпературных свойств. Добавление присадки А позволяет получить ДТ по ПТФ соответствующее межсезонной марке, добавление присадки В не позволяет получить ДТ по ПТФ соответствующее требованиям [6].

**Таблица 2**

*Результаты определения низкотемпературных свойств смесей ДТ, депрессорной присадки и н-парафинов в концентрации 0,25 % мас.*

Смесь	Т <sub>п</sub> , °С	ПТФ, °С	Т <sub>з</sub> , °С
Образец ДТ + А	-2	-16	-37
Образец ДТ + А + 0,25 % П	2	-6	-38
Образец ДТ + В	0	-2	-37
Образец ДТ + В + 0,25 % П	1	-12	-36