

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОКРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Е.К. Бедарева, Н.С. Белинская  
Научный руководитель – к.т.н., н.с. Н.С. Белинская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [ekatbedr@gmail.com](mailto:ekatbedr@gmail.com)

В настоящее время существует множество различных процессов глубокой переработки тяжелых нефтяных остатков, вакуумных газойлей. Гидрокрекинг является одним из важнейших процессов глубокой переработки нефти, так как с каждым годом возрастает необходимость переработки всё более тяжелых, высокосернистых нефтей [1].

Актуальность процесса гидрокрекинга также заключается в растущем спросе на светлые нефтепродукты. Данный процесс позволяет выпускать широкий ассортимент компонентов для производства конечных продуктов нефтяной промышленности.

Для процесса гидрокрекинга вакуумного газойля характерны реакции удаления серо-, азот-,

кислородсодержащих соединений, металлов, а также реакций крекинга и гидрирования углеводородов. Катализаторы гидрокрекинга состоят из гидрирующего компонента (Ni, Pt, Mo и др.) и кислотного носителя [2].

Для оптимизации параметров технологического процесса гидрокрекинга вакуумного газойля необходимо исследовать влияние таких параметров как давление и температура.

Цель данной работы – оценка влияния температуры и давления на процесс гидрокрекинга для двух составов сырья.

В качестве метода исследования в данной работе использовался метод математического моделирования, который позволяет исследовать сложные многокомпонентные процессы перера-

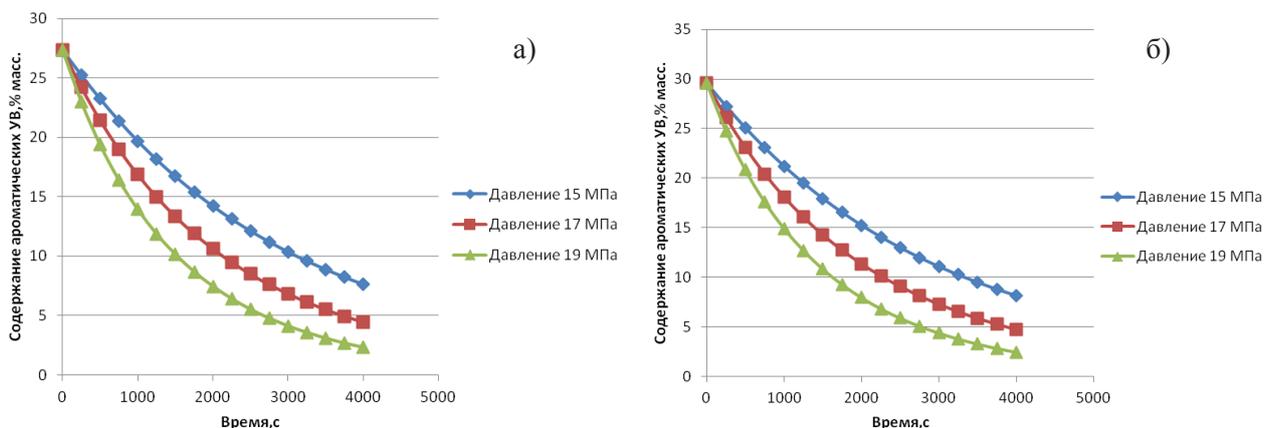


Рис. 1. Влияние давления на выход ароматических углеводородов: а) для состава сырья 1; б) для состава сырья 2

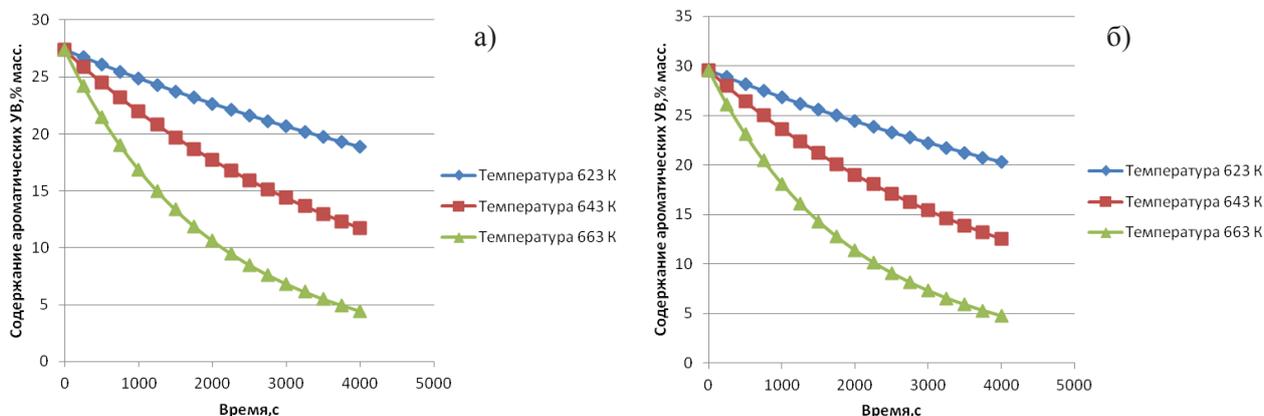


Рис. 2. Влияние температуры на выход ароматических углеводородов: а) для состава сырья 1; б) для состава сырья 2

ботки нефти без значительных затрат на проведение эксперимента [3].

С помощью математической модели процесса гидрокрекинга вакуумного газойля было исследовано влияние температуры и давления на выход предельных и ароматических углеводородов.

Математическая модель и алгоритм решения дифференциальных уравнений реализованы в программе на языке Паскаль.

В качестве исходных данных для расчетов выбраны два состава сырья, отличающихся содержанием различных групп углеводородов. Содержание парафинов и нафтенов изменяется от 61 % мас. до 65 % мас., содержание аромати-

ческих углеводородов изменяется от 27 % мас. до 30 % мас., содержание смол изменяется от 7 % мас. до 9 % мас.

Результаты расчетов отражены на графиках (рис. 1, 2).

В результате исследования выявлены закономерности влияния давления и температуры на выход ароматических углеводородов. Показано, что разработанная математическая модель чувствительна изменяющемуся составу сырья и технологических условий в процессе гидрокрекинга.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука», проект № 10.13268.2018/8.9.

### Список литературы

1. Дик П.П., Надеина К.А., Казаков М.О., Климов О.В., Герасимов Е.Ю., Просвири И.П., Носков А.С. Гидрокрекинг вакуумного газойля на NiMo/AAC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторах, приготовленных с использованием лимонной кислоты: влияние температуры термообработки катализатора // Катализ в промышленности, 2017.– №5.– С.359–372.
2. Хавкин В.А., Гуляева Л.А., Чернышева Е.А., Петров С.М., Лахова А.И. Превращение углеводородов в процессе гидрокрекинга // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, 2017.– №4.– С.4–8.
3. Белинская Н.С., Францина Е.В., Иванчина Э.Д., Луценко А.С., Афанасьева Д.А. Нестационарная математическая модель процесса каталитической изодепарафинизации дизельных топлив // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, 2018.– №12.– С.25–32.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ, МЕТОДОМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

А.А. Бердникова, В.В. Машнич, Е.В. Францина

Научный руководитель – к.т.н., научный сотрудник Е.В. Францина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

Целью исследования является определение энергии молекул углеводородов, содержащихся в дизельных фракциях, а также оценка вероятности возникновения межмолекулярных взаимодействий при различных термобарических условиях.

Исследование проводилось с помощью программного продукта Gaussian. Квантово-химический пакет Gaussian предназначен для расчета структуры и свойств молекулярных систем [1].

Из таблицы 1 следует, что энергия молекул уменьшается в ряду парафины, изопарафины, нафтены, ароматика, полиароматика:  $E(C_{10}H_{22})=841,61$  кДж/моль•К,  $E(i-C_{10}H_{22})=840,30$  кДж/моль•К,  $E(C_{10}H_{20})=781,54$

кДж/моль•К,  $E(C_{10}H_{14})=592,15$  кДж/моль•К,  $E(C_{10}H_8)=408,28$  кДж/моль•К). Наименьшее зна-

**Таблица 1.** Сравнение энергий молекул углеводородов в дизельных фракциях при различных температуре и давлении

Углеводород	$E_{\text{инд. у/в}}$ , кДж/моль•К	
	T=298 К, p=1 атм.	T=2273 К, p=50 атм.
Декал	841,61	1932,59
Изодекал	840,30	1932,56
Изобутилциклогексан	781,54	1766,28
Изобутилбензол	592,15	1438,92
Нафталин	408,28	1040,92