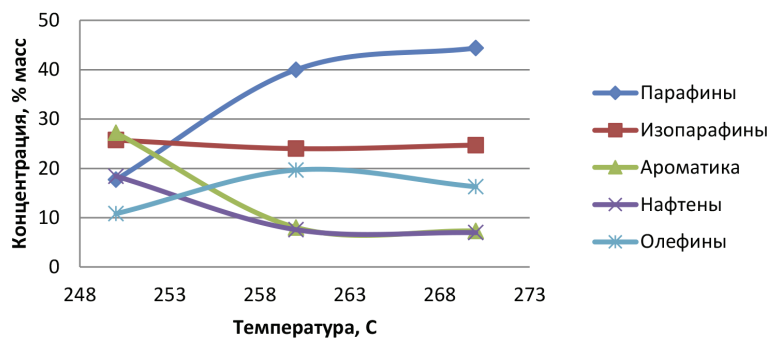


остается практически неизменным, и составляет около 25 % масс. Выход парафинов в большей степени зависит от особенностей механизма синтеза, чем от технологических параметров.

Исследование процесса синтеза углеводородов на ультрадисперсном железном катализаторе показало определенную гибкость процесса: изменение условий проведения процесса позволяет влиять на состав получаемых продуктов, и, соответственно, влиять на их эксплуатационные харак-



**Рис. 2.** Содержание компонентов жидких продуктов синтеза

теристики, что положительно сказывается на перспективах данного процесса.

### Список литературы

1. *Химические вещества из угля. Под ред. И.В. Калечица.*— М.: Химия, 1980.— 616с.
2. Popok E.V., Levashova A.I., Gladchenko T.M., Burlutsky N.P., Zhuravkov S.P. *Electro-explo-*

*sive iron powders as a catalyst of synthesis liquid hydrocarbons from CO and H<sub>2</sub> in Fischer-Tropsch process // Petroleum and Coal, 2016.— Vol.58.— №7.— P.721–725.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОДЕПАРАФИНИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

А.С. Луценко, Н.С. Белинская, Е.В. Францина  
Научный руководитель — д.т.н., профессор Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Lutsenko\_A\_S@mail.ru

В настоящее время гидродепарафинизация дизельных фракций является перспективным способом получения низкозастывающего дизельного топлива, т.к.: процесс гидродепарафинизации позволяет получать низкотемпературное дизельное топливо согласно ГОСТ Р 55475-2013; в процессе используется недорогой катализатор; гидродепарафинизация хорошо интегрируется с процессом глубокого гидрообессеривания; в процесс могут вовлекаться более тяжелые средние дистилляты, что увеличивает выход дизельного топлива [1].

Актуальной проблемой процесса гидродепарафинизации, как и других каталитических процессов, является проблема увеличения срока службы катализатора, которая поглощает до 90 % всех средств на разработку и эксплуатацию.

Одним из способов пролонгации активности катализатора является уменьшение скорости его дезактивации путём подбора оптимальных условий эксплуатации. Решение проблемы подбора оптимальных условий экспериментальны-

ми методами затруднено вследствие высоких материальных и временных затрат. Принципиальное сокращение сроков и ресурсов для поиска способов снижения скорости дезактивации промышленных катализаторов, а также подбор оптимальных условий эксплуатации катализатора в зависимости от состава сырья и требований к качеству получаемых продуктов, становится возможным при применении метода математического моделирования.

В настоящем исследовании изучили влияние соотношения расход ВСГ к расходу сырья (ВСГ/сырьё нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>) на скорость дезактивации катализатора депарафинизации, выход дизельной фракции и низкотемпературные свойства, используя математическую модель [2].

Поскольку задача является многофакторной и для того, чтобы изучить влияние соотношения ВСГ/сырьё за постоянные величины приняли: расход сырья — 180 м<sup>3</sup>/ч, температура процесса 337 °С, соотношение ВСГ/сырьё (согласно техническому регламенту соотношение должно

**Таблица 1.** Результаты расчетов

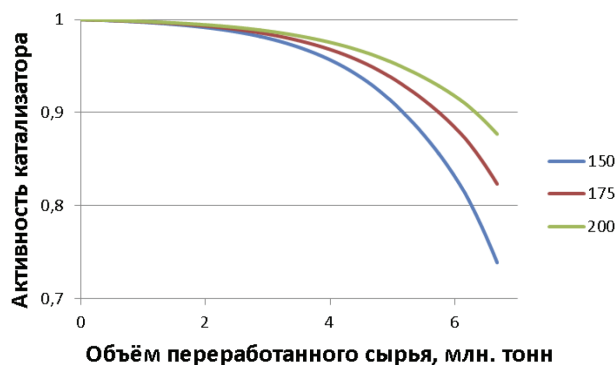
| ВСГ/сырьё, $\text{нм}^3/\text{м}^3$          | 150       | 175       | 200       |
|----------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Активность катализатора на конец периода     | 0,74      | 0,82      | 0,88      |
| Выход дизельной фракции, %                   | 83,6–87,4 | 83,9–87,1 | 84,3–87,1 |
| Среднее значение выхода дизельной фракции, % | 85,9      | 86,0      | 86,2      |
| Среднее значение ПТФ дизельной фракции, °C   | –26       | –25,6     | –25,2     |

быть 150–200  $\text{нм}^3/\text{м}^3$ ): 150, 175, 200.

Поскольку одной из основных причин дезактивации катализатора гидродепарафинизации является кокс, а предшественником коксогенных структур является реакция дегидрирования ароматических углеводородов то, вероятно, при соотношении ВСГ/сырьё 200 следует ожидать наименьшую скорость дезактивации. Увеличение соотношения ВСГ/сырьё приведет к увеличению выхода дизельной фракции, поскольку доля реакций крекинга и изомеризации парафиновых углеводородов уменьшится из-за увеличения парциального давления водорода, что также должно отрицательно отразиться на низкотемпературных свойствах полученного топлива.

Расчетные данные при соотношениях 150, 175, 200  $\text{нм}^3/\text{м}^3$  представлены ниже (рисунок 1, таблица 1).

Согласно полученным расчетам, увеличение соотношения ВСГ/сырьё приводит к незначительному увеличению выхода дизельной



**Рис. 1.** Дезактивация катализатора гидродепарафинизации при различных соотношениях 150, 175 и 200  $\text{нм}^3/\text{м}^3$

фракции и ухудшению ПТФ, однако существенно влияет на скорость дезактивации. При переработке 6,7 млн. тонн сырья на конец периода степень дезактивации в два раза меньше при подаче ВСГ и сырья в соотношении 200  $\text{нм}^3/\text{м}^3$ , чем соотношении 150  $\text{нм}^3/\text{м}^3$ .

### Список литературы

1. Камешков А.В., Гайле А.А. // СПбГТИ(ТУ), 2015.– №29.– С.49–60.
2. Францина Е.В., Афанасьева Д.А., Иванчина

Э.Д., Ивашкина Е.Н., Белинская Н.С. // Мир нефтепродуктов, 2017.– №3.– С.33–41.

## РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА ГОРЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С УЧЕТОМ ТРЕБУЕМЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

М.В. Майлин, Е.В. Францина, Н.С. Белинская  
Научный руководитель – к.т.н, доцент Е.В. Францина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, maylin\_max@mail.ru

Сегодня стратегическим развитием нефтеперерабатывающей отрасли России является повышение глубины переработки нефти путем увеличения доли гидрогенизационных процессов переработки не только легких, но и тяжелых нефтей.

Особое место среди гидрогенизационных процессов переработки нефти занимает процесс

гидродепарафинизации, позволяющий получать дизельное топливо зимнего и арктического класса. Однако в России существует дефицит зимних сортов дизельных топлив. Примерно 90 % от общего объема производства дизельных топлив приходится на летние виды топлива, 9 % приходится на производство зимних марок (температура застывания минус 35 и минус 45 °C) и