

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОДЕПАРАФИНИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Н.С. Белинская,
Томский политехнический университет
ns_belinskaya@sibmail.com

Введение

Наряду с проблемами увеличения глубины переработки нефти, производства высококачественных моторных топлив и обеспечение растущего спроса на топлива, в настоящее время на отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях наблюдается тенденция повышения эффективности использования ресурсов. Учитывая многофакторность проблемы повышения ресурсоэффективности, а именно зависимость результатов процесса от состава сырья, технологических условий, активности катализаторов и других факторов, необходимо применять стратегию системного анализа к решению поставленной проблемы. Метод математического моделирования, как основной метод стратегии системного анализа, хорошо зарекомендовал себя в качестве инструмента решения сложных многофакторных задач нефтепереработки и нефтехимии. Используя модель промышленного реактора, можно с высокой точностью прогнозировать поведение исследуемой системы при изменении состава сырья или технологического режима, а также проводить необходимое количество исследований без вмешательства в работу установки [1,2].

Целью данной работы является разработка компьютерной моделирующей системы процесса гидродепарафинизации дизельных топлив, которая основана на математической модели процесса. **Математическая модель процесса гидродепарафинизации дизельных топлив**

Для эффективного управления процессом гидродепарафинизации математическая модель построена с учетом физико-химических закономерностей процесса каталитической гидродепарафинизации, а именно реакционной способности углеводородов дизельной фракции, механизма реакций на бифункциональном катализаторе, термодинамических и кинетических закономерностей протекания реакций [3].

Компьютерная моделирующая система сопровождения процесса гидродепарафинизации

Математическая модель процесса гидродепарафинизации реализована в среде программирования Delphi 7 в виде компьютерной моделирующей системы. Она содержит в себе интерфейс, базу данных, базу знаний и алгоритм решения дифференциальных уравнений математической модели.

Основные функции компьютерной моделирующей системы:

- 1) Подбор констант скоростей реакций, протекающих в ходе процесса;

- 2) Расчет состава получаемого продукта (изомеризата) в зависимости от состава сырья и технологического режима;
- 3) Расчет состава бензиновой фракции, одного из целевых продуктов процесса;
- 4) Формирование исходного файла по составу бензиновой фракции с установки гидродепарафинизации для расчетов на компьютерной моделирующей системе процесса каталитического риформинга бензинов.

Главное окно разработанной программы показано на рис. 1

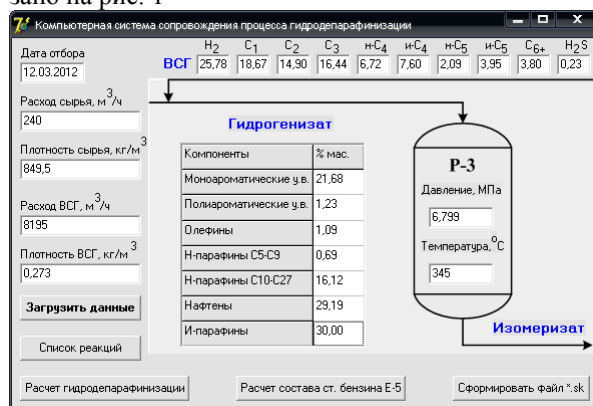


Рис. 1. Главное окно компьютерной моделирующей системы процесса гидродепарафинизации дизельных топлив

Одним из преимуществ разработанной компьютерной моделирующей системы является то, что пользователь может самостоятельно менять различные физико-химические параметры модели, тем самым подстраивая программу под конкретное производство.

№	Реакция	ΔH , кДж/моль	ΔS , кДж/моль	E_a , кДж/моль	k_0	k
1	Гидрирование полиароматических у.в.	-48,31	-65,14	50	2000	0,11878833653
2	Дегидрирование n-парафинов C5-C9 до ол.	-145,11	-52,22	48	19000	1,665511569096
3	Гидрирование моноароматических у.в.	-242,83	-32,52	50	0	0
4	Гидрокрекинг n-парафинов C10-C27	-63,17	-85,16	83	11300000	1,09016732197
5	Гидрирование олефинов до n-пар	3,15	-67,75	40	7020	2,91965916753
6	Шлизилизация n-парафинов	53,18	-4,98	67	6000	0,01303070608
7	Образование КТС	87,89	-252,92	50	0	0

Рис. 2. Окно редактирования физико-химических параметров модели

Исследования на модели

Наибольший вклад в значения низкотемпературных характеристик дизельных топлив вносят концентрации высокомолекулярных n-парафинов и i-парафинов [4].

Проведено исследование влияния мольного соотношения Водород:Сырьё на конверсию высокомолекулярных *n*-парафинов и выход и-парафинов в диапазоне 2,7:1,0–3,7:1,0 моль водорода/моль сырья (рис. 3,4).

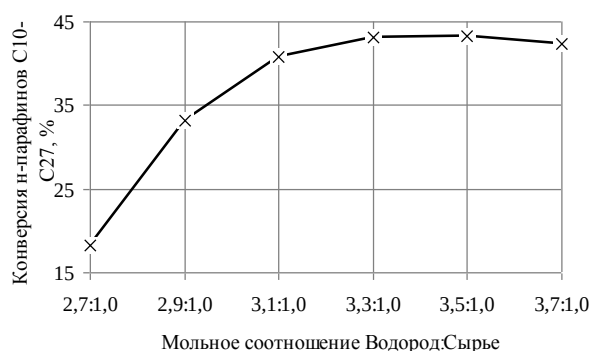


Рис.3. Исследование влияния мольного соотношения Водород:Сырьё на конверсию *n*-парафинов C₁₀–C₂₇

Из рис. 3 следует, что при увеличении мольного соотношения Водород:Сырьё с 2,7:1,0 до 3,3:1 моль/моль конверсия *n*-парафинов C₁₀–C₂₇ увеличивается на 11 % с 32 % до 43 %.

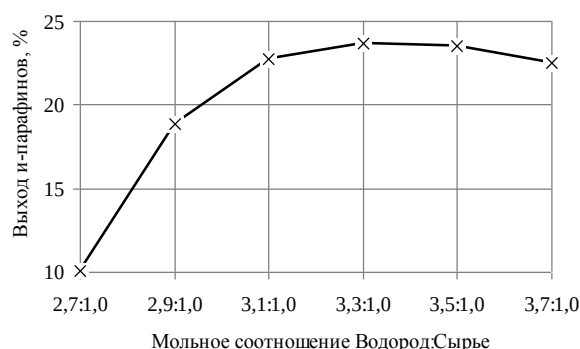


Рис. 4. Исследование влияния мольного соотношения Водород:Сырьё на выход и-парафинов

Выход и-парафинов возрастает на 11 % с 12 % до 23 % (рис. 4).

Дальнейшее увеличение соотношения Водород:Сырьё не приводит к росту конверсии высокомолекулярных *n*-парафинов и увеличению выхода и-парафинов. Экстремальный характер зависимости конверсии *n*-парафинов C₁₀–C₂₇ и выхода и-парафинов от соотношения Водород:Сырьё объясняется тем, что на стадии дегидрирования парафинов избыток водорода тормозит реакцию, а на стадии изомеризации способствует повышению селективности по целевой реакции.

Увеличение мольного соотношения Водород:Сырьё способствует снижению коксообразования на катализаторе, но тормозит целевую реак-

цию изомеризации, протекающую через стадию дегидрирования *n*-парафинов. Следовательно, важно поддерживать расход ВСГ на оптимальном уровне, чтобы обеспечить селективность целевых реакций.

Заключение

Разработана математическая модель процесса гидродепарафинизации дизельных топлив, реализованная в виде компьютерной моделирующей системы. Проведено исследование влияния ключевого технологического параметра процесса на состав получаемого продукта, такого как мольное соотношение Водород:Сырьё (в диапазоне 2,7:1,0–3,7:1,0).

Выявлено, что для получения продукта с требуемыми низкотемпературными характеристиками процесс гидродепарафинизации следует проводить при мольном соотношении Водород:Сырьё, не превышающем 3,3:1,0 моль/моль.

Таким образом, разработанная компьютерная моделирующая система позволяет проводить оптимизацию и прогнозирование работы установки каталитической гидродепарафинизации с высокой точностью без значительных затрат на проведение эксперимента и малого количества времени, что делает ее эффективным инструментом повышения ресурсоэффективности промышленных установок и производства в целом.

Литература

1. Фалеев С.А., Белинская Н.С., Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Францина Е.В., Силко Г.Ю. Оптимизация углеводородного состава сырья на установках риформинга и гидродепарафинизации методом математического моделирования // Нефтепереработка и нефтехимии. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2013. – № 10. – с. 14-18
2. П.Л. Логунов, М.В. Шаманин. Использование информационных технологий и математических моделей в управлении производством // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 7. – с. 28-30.
3. N. Belinskaya, E. Ivanchina, E. Ivashkina, G. Silko. Mathematical model of straight run diesel catalytic hydroisomerization // XVIII International Scientific Symposium in Honour of Academician M.A. Usov: PGON2014 – IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 21 (2014)
4. A. V. Ovchinnikova, V. A. Boldinov, E. A. Esipko, and I. S. Prozorova. Effect of *n*-paraffins on the low-temperature properties of aviation diesel fuels // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2005. – Vol. 41 (6). – pp. 462–467.