

Полученная функциональная зависимость имеет следующий вид:

$$Y = b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_{15} * X_{15}$$

где Y – содержание компонента, b_1, b_2, \dots, b_{15} – коэффициенты при независимых переменных, X_1, X_2, \dots, X_{15} – температура начала кипения, выкипания 10%, 15%,... температура конца кипения.

Таблица

Оценка точности определения содержания н-пентана и н-гексана в сырье изомеризации с использованием построенной функциональной зависимости

№ Опыта	Содержание н-пентана		Δ, %	Содержание н-гексана		Δ, %
	Действит. знач.	Расчѐтн. знач.		Действит.знач.	Расчѐтн. знач.	
1	29,32	29,05	-0,92	17,93	17,95	0,11
2	30,46	30,1	-1,18	18,47	18,45	-0,08
3	30,92	30,95	0,09	18,69	18,54	-0,80
4	32,67	32,27	-1,23	17,71	17,64	-0,42
5	29,13	29,46	1,13	15,78	15,75	-0,15

По результатам, представленным в таблице 1, построенная функциональная зависимость с достаточной точностью позволяет рассчитать содержание н-пентана и н-гексана в сырье изомеризации.

Литература

1. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твёрдых горючих ископаемых. – Санкт-Петербург: Недра, 2009. – 827 с.
2. Иванчина Э. Д., Чеканцев Н. В., Чузлов В. А., Смольянова Ю. А., Тураносов А. В. Оптимизация процесса изомеризации пентан-гексановой фракции с использованием комплексной математической модели HYSYS-IZOMER // Нефтепереработка и нефтехимия. — М., 2012. - Вып. 12. - С. 9-13

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМЕНЫ КАТАЛИЗАТОРА РИФОРМИНГА НА УСТАНОВКЕ Л-35/11-1000 ОНПЗ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М. С. Широкова

Научный руководитель профессор Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Одним из наиболее важных базовых промышленных процессов современной переработки нефтяных фракций является риформинг, позволяющий получать компоненты высокооктановых бензинов, ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол) и водородсодержащий газ.

В настоящее время при планировании производства бензинов на установке каталитического риформинга остро встает вопрос выбора катализатора. Применение математической модели, учитывающей физико-химическую сущность процесса каталитического риформинга, позволяет без значительных материальных и временных затрат оценить эффективность замены катализатора [1].

Цель данной работы - исследование эффективности замены катализатора риформинга на промышленной установке Л-35-11/1000 Омского НПЗ с помощью метода матмоделирования на качество (в частности, на содержание ароматических углеводородов и изоалканов в риформате), октановое число и выход катализата.

В ходе работы был проведен сравнительный анализ эффективности двух промышленных катализаторов, текущего и нового: 1 и 2 (таблица 1).

Для расчетов использовалась компьютерная моделирующая система «ACTIV+C», разработанная на кафедре Химической технологии топлива Томского Политехнического Университета, которая позволяет проанализировать изменения получаемого риформата при замене катализатора и предложить наиболее оптимальные технологические условия проведения процесса.

В качестве данных для исследования использовались данные по составу сырья и режимы эксплуатации установки ОНПЗ (таблица 2).

Таблица 1

Сравнительная характеристика промышленных катализаторов риформинга

Катализатор	Состав катализатора	Содержание % мас.		Примечание
		Pt	Sn	
1	Pt-Sn/ γ -Al ₂ O ₃	0,25	нет данных	Несбалансированный по Pt и Sn. Катализатор обладает более плотной структурой Al ₂ O ₃ с маленькими порами
2	Pt-Sn/ γ -Al ₂ O ₃	0,25	0,17	Для катализатора характерна гораздо меньшая интенсивность газообразования

Таблица 2

Технологические параметры процесса каталитического риформинга

Параметр	Реактор			
	P-2	P-3	P-4	P-5
Давление по реакторам, атм.	8,0	7,5	7,0	6,5
Влажность ВСГ, ppm	5			
Температура входная по реакторам, °C	501,1	502,3	501,5	502,1
Перепады температур по реакторам, °C	120,5	71,2	45,7	30,1
Кратность циркуляции, м ³ /м ³	9,6*10 ⁻³			
Сера в гидрогенизате, ppm	0,1			
Расход сырья, м ³ /час	160			
Расход ВСГ, м ³ /час	76685,00			
Концентрация водорода в ВСГ, % об.	88,75			

В таблице 3 и на рисунках 1-2 представлены результаты модельных расчетов для рассматриваемых образцов промышленного катализатора.

Таблица 3

Результаты расчетов, полученные с помощью мат. модели

Температура, °C	Содержание ароматических углеводородов, % мас.		Содержание изо – парафинов, % мас.		Содержание парафинов, % мас.	
	Катализатор 1	Катализатор 2	Катализатор 1	Катализатор 2	Катализатор 1	Катализатор 2
495	70,96	71,39	18,57	19,39	8,24	7,38
500	72,6	73,57	17,67	18,08	7,68	6,74
505	74,37	75,54	16,68	17,14	7,16	6,19
510	76,17	77,51	15,43	15,92	6,58	5,68
515	77,9	79,21	14,28	14,74	6,1	5,26
520	79,4	80,12	13,6	14,14	5,7	5,02

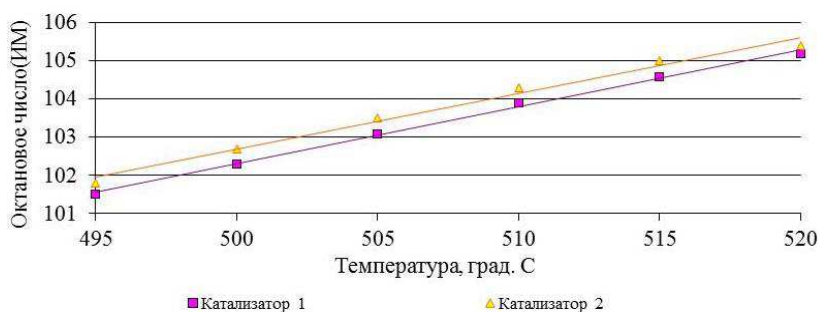


Рис. 1. Зависимость октанового числа (исследовательский метод) от температуры протекания процесса

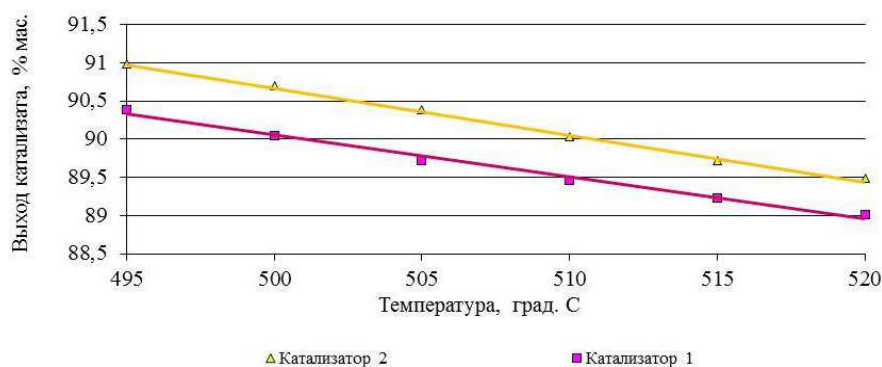


Рис. 2. Зависимость выхода продукта от температуры протекания процесса

В результате проведенного анализа основных показателей эффективности катализаторов, было установлено, что катализатор второго образца является наиболее эффективным при проведении процесса, так как риформат получается с более высоким октановым числом (ОЧИ – 102 пункта и выше), что является хорошим

преимуществом данного типа катализатора. Также замена катализатора на установке каталитического риформинга позволит снизить температуру в реакторах, и тем самым, уменьшить степень коксообразования.

Литература

1. Гынгазова М.С., Кравцов А.В., Иванчина Э.Д., Короленко М.В., Уваркина Д.Д. Кинетическая модель процесса каталитического риформинга бензинов в реакторах с движущимся слоем катализатора // Катализ в промышленности, 2010. — № 6. — С. 41-48.

ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ

Н.Н. Ядревская¹, Ю.В. Лоскутова²

Научные руководители доцент Н.В. Ушева¹, старший научный сотрудник Ю.В. Лоскутова²
¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
²Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Вопросы транспортировки нефтегазоконденсатных смесей (НГКС) стали особенно актуальны в связи со значительным увеличением в них доли высоковязких и высокозастывающих газоконденсатов (ГК) и нефтей. Основные проблемы, возникающие при перекачке такого сырья, связаны с их малой подвижностью, высокой температурой застывания, с отложениями парафина на стенках трубопровода [2].

Целью работы было изучение влияния температуры на структурно-реологические свойства модельных смесей ГК с добавкой нефти.

Модельные НГКС были получены из образцов парафинистых газоконденсатов ГК1 и ГК2 и парафинистой нефти месторождений Томской области. Физико-химические характеристики исходных образцов представлены в таблице. ГК близки по составу, но отличаются по температурам помутнения, застывания и плавления парафинов. Нефть является типичной высокопарафинистой малосмолистой нефтью.

Ввод 0,2 %мас. нефти в НГКС приводит к снижению вязкости ГК1 и ГК2 на 15-20 % в интервале температур минус 10 – минус 30 °С (рис. 1). При увеличении концентрации нефти до 1 %мас. вязкость ГК во всем исследуемом интервале возрастает на 10-20 %. При дальнейшем возрастании доли нефти в смеси вязкость ГК1 продолжает увеличиваться, а для ГК2, напротив, с понижением температуры наблюдается снижение вязкости на 17-25 %. Изменению вязкости соответствует депрессия температуры застывания и температуры помутнения НГКС.

По вязкостно-температурным зависимостям для ГК с добавками нефти были рассчитаны величины энергий активации вязкого течения $E_{вт}^a$ (рис. 2). Максимум $E_{вт}^a$ наблюдается для НГКС с добавкой 1 % мас. нефти (25 и 18,4 кДж/моль), что свидетельствует о формировании в смеси данного состава жесткой и устойчивой кристаллической структуры.

Оценка динамики изменения температурного градиента между температурами помутнения (T_p), кристаллизации (T_k) и застывания (T_z) в зависимости от содержания ГК2 в газоконденсатной смеси (ГКС) показывает, что при 10 % мас. ГК2 в ГКС существенно снижает величину температурного градиента, характеризующего скорость фазовых переходов от монокристаллической структуры (T_p) до поликристаллической агрегативной (T_k) и способствует увеличению температурного градиента, характеризующего скорость фазовых переходов от поликристаллической до гелеобразной (T_z) (рис. 3).

С помощью микроскопического метода была изучена кристаллическая структура осадков, выделенных из газоконденсатов и их смесей методом «холодного» стержня». В структуре осадков исходных ГК присутствуют мелкие пластинчатые кристаллиты дендритной формы (порядка 50-100 мкм). В структуре осадка ГКС наблюдается формирование более крупных сферических агрегатов, трехмерных сферолитов, представленных линейными кристаллическими образованиями. Осадок ГКС (1 : 1) имеет наиболее сложную смешанную структуру, представленную множеством мелких пластинчатых кристаллитов, внешне напоминающих коралловую колонию [1].

Таблица

Физико-химические свойства газоконденсатов и нефти

Характеристики	ГК1	ГК2	Н (М573)
Стандартная плотность, кг/м ³	728,0	711,0	871,0
Вязкость при 20 °С, мПа·с	3,3	1,8	21,3
Темп. застывания, °С	3,0	-9,8	7,8
Темп. помутнения, °С	18,5	20,9	11,0
Содержание парафинов, %мас.	3,2	2,8	9,4
Содержание смол, %мас.	–	–	2,5
Содержание асфальтенов, %мас.	–	–	1,3