использованием уравнений, не превышает 10 %, что является удовлетворительным. Недостатком использования аналитических уравнений является трудность проведения вычислений при изменении технологических параметров.

Таблица 1. Сравнительный анализ потоков на УПРСВ с расчетными данными и данными моделирующей системы

Наименование	Экспериментальные данные измерения		Расчетные данные по уравнениям		Расчетные данные моделирующей системы	
	% масс.	т/год	Ед.изм., т/год	Относит. погрешн., %	Ед.изм., т/год	Относит. погрешн., %
Газ (составл)	12,73	179645,76	197574,4068	9,98	185124,9557	3,05
Нефть с 10 % обводн.	54,71	772067,52	708695,6365	8,21	756249,8731	2,05
Подтоварная вода на ППД	32,56	459486,72	504929,9566	9,89	469825,1712	2,25
Всего с установки	100	1411200	1411200		1411200	

Список литературы

1. *Тронов В.П. Разрушение эмульсий при добыче нефти. – Казань : ФЭН. – 2000. – 416 с.*
2. *Логинов В.И., Лапина Е.Я., Дунюшкин И.И. Расчет процесса обезвоживания нефтей // Нефт. хозяйство. – 1991. – № 7. – С. 30–32.*
3. *Эмирджанов Р.Т., Лемберанский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии. – М. : Химия. – 1989. – 192 с.*

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОПРЯЖЕННОЙ СИСТЕМЫ «РЕАКТОР-РЕГЕНЕРАТОР» В ТЕХНОЛОГИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

И. А. Самсонов, А. В. Антонов, Г. Ю. Назарова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Г. Ю. Назарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, Томск

ias78@tpu.ru

На сегодняшний день наблюдается необходимость расширения сырьевой базы процесса каталитического крекинга, которая, в свою очередь, требует реорганизации режимов работы установок каталитического крекинга с непрерывной регенерацией катализаторов.

С целью оптимизации технологических режимов работы реактора и регенератора в условиях изменения состава сырья, разработана модель сопряженной системы «реактор-регенератор» процесса каталитического крекинга [1]. Выполнены прогнозные расчеты по влиянию состава сырья (Таблица 1) на режимы работы аппаратов в технологии каталитического крекинга с использованием разработанной модели процесса.

Прогнозные расчеты показали, что степень превращения кокса составила 72,46 %, 88 % и 59,8 % соответственно сырью 1, 2 и 3 при поддержании расхода воздуха на уровне 88325 нм^3/ч, температура плотной фазы катализатора составила 673 °С при переработке высокопарафинистого сырья и 684 °С при переработке высокосмолистого потока (Рисунки 1, 2). В большей степени оптимизация режима требуется при переработке сырья 3, поскольку химический состав сырья 3 характеризуется высоким содержанием смол, что является причиной образования высокого количества кокса. Поскольку при переработке сырья 1 и 3 наблюдается низкая степень регенерации (не более 59,8–72,46 %), с применением математической модели установлено, что рекомендуется увеличение расхода воздуха на регенерацию до 150 тыс. нм^3/ч для снижения

содержания кокса на регенерированном катализаторе (Рисунок 3).

Установлено, что для увеличения выхода целевого продукта – бензиновой фракции (Рисунок 4), необходимо поддерживать кратность циркуляции катализатора на уровне 6 $тн_{кат}/тн_{сырья}$, 7,5 $тн_{кат}/тн_{сырья}$ и 5,5 $тн_{кат}/тн_{сырья}$ с учетом результатов оптимизайции процесса регенерации (646–680 °С). Максимальный выход бензиновой фракции (48,98 % мас., 57,74 % мас., 49,57 % мас.) при переработке сырья 1–3 достигается при температурах крекинга 522 °С для сырья 1, 3 и 514 °С для сырья 2, с содержанием насыщенных углеводородов 78 % мас.

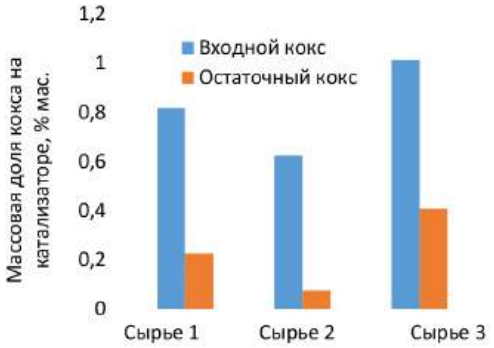

Рис. 1. *Массовая доля кокса до и после регенерации при переработке сырья различного состава*

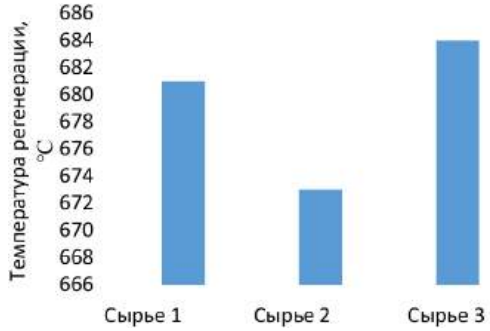

Рис. 2. *Температура регенерации при различном сырье*

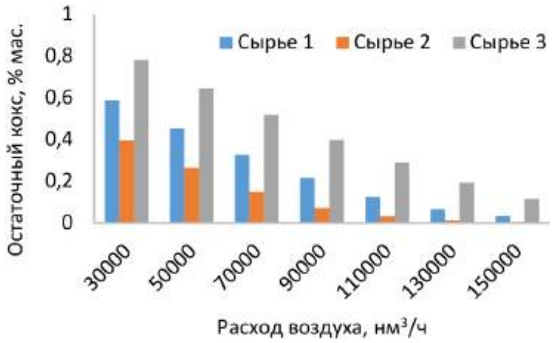

Рис. 3. *Изменение содержания кокса на регенерированном катализаторе с увеличением катализаторе с увеличением расхода воздуха*

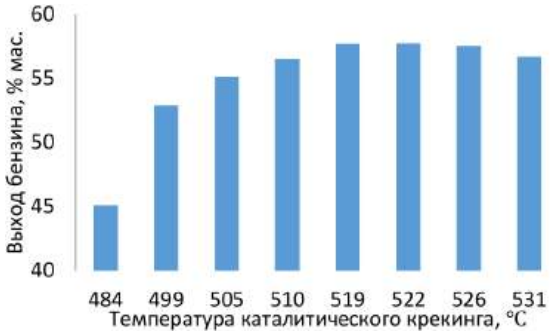

Рис. 4. *Зависимость выхода бензина от температуры крекинга при температуре регенерации 680 °С и температуре сырья 306,16 °С при переработке сырья 3*

Таблица 1. Состав используемых видов сырья для расчетов по модели

Состав и физико-химические свойства сырья	Сырье 1	Сырье 2	Сырье 3
Насыщенные углеводороды, % мас.	57,7	78	61,4
Легкая ароматика, % мас.	13	8	16,7
Би- и полиароматика, % мас.	23,4	10	14,8
Смолы, % мас.	5,5	4	7,1
Плотность при 20 °С, г/см³	0,89	0,887	0,9

Список литературы

1. *Ali H., Rohani S., Corriou J.P. Modelling and control of a riser type fluid catalytic cracking (FCC) unit // Chem. Eng. Res. Des. – 1997. – V. 75. – P. 401.*