

Список литературы

1. Экгауз В.И., Покрышкин К.В., Дементьева Н. В. Отложения в оборудовании и коммуникациях коксового газа коксохимического производства (обзор) // *Кокс и химия*. – 2023. – № 6. – С. 22–31.
2. Покрышкин К.В., Экгауз В.И. и др. Анализ состава отложений из газопроводов коксового газа // *Кокс и химия*. – 2024. – № 1. – С. 12–30.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

Н. Е. Полошков

Научный руководитель – к.т.н., доцент Е. А. Кузьменко

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

Эффективное функционирование нефтегазодобывающей отрасли является основным условием развития экономик многих стран мира. Эффективность разработки и добычи нефти определяет необходимость поиска новых решений для повышения производительности нефтегазодобывающего оборудования.

Повышение эффективности использования оборудования подготовки нефти является актуальной задачей нефтедобычи, которую можно решить с помощью автоматизированных систем, основанных на математических моделях. Для расчета процессов подготовки нефти в месте её добычи используются различные моделирующие системы. HYSYS, UniSim Design являются универсальными системами и применяются при проведении проектных расчетов. По результатам моделирования выбираются оптимальные геометрические размеры и состав оборудования, которое будет использоваться для получения товарной нефти.

В системах математического моделирования используется модульный подход к созданию моделей установок технологической схемы, который включает в себя расчет основных процессов. В каждой модели установки рассчитываются определенные процессы подготовки нефти: отделение газа от нефти, обезвоживание нефтеводяной эмульсии и так далее.

Также при разработке алгоритмов для оптимизации и контроля процессов добычи нефти, можно использовать как аналитические модели, так и эмпирические методы. Они дополняют аналитические модели параметрами, которые определяются на основе экспериментальных данных с места добычи.

Таким образом, использование аналитических моделей для описания процессов добычи нефти позволяют минимизировать разницу между теоретическими и практическими данными. Это позволяет прогнозировать работу существующих добывающих установок на основе их точных математических моделей.

На основе системы уравнений для расчета сепарации многокомпонентных смесей [1], с использованием метода последовательных приближений, определяются состав газовой и жидкостной фаз, а также материальный баланс [2, 3]. В результате расчета процесса образования капель (максимальный диаметр капель d_{max}), становится возможным расчет процесса их оседания с определением диаметра капель и их линейной скорости. Используя уравнение относительной обводненности эмульсии после оседания и метода половинного деления, рассчитывается состав газовой и жидкостной фаз [4].

Сравнительный анализа материального баланса при конечной обводненности нефтяной эмульсии на действующей установке предварительного сброса воды (УРПСВ) представлен в таблице 1. Результаты были получены с использованием специальной моделирующей программы HYSYS и уравнений, которые описывают основные процессы подготовки нефти.

Результаты полученные с помощью моделирования в HYSYS и данные действующей установки имеют различие менее 5 %. Данная сходимость результатов достигается благодаря настройке модели с учётом качества входящих данных и определению технических параметров. Отклонение экспериментальными результатами и теоретических данных, полученных с

использованием уравнений, не превышает 10 %, что является удовлетворительным. Недостатком использования аналитических уравнений явля-

ется 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 (состав)	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 // Нефть. 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 нм³/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. нм³/ч для снижения