

схема превращений углеводородов в процессе алкилирования. От степени детализации химических превращений в значительной степени зависит точность расчетов и адекватность математической модели реальному процессу. Составленная схема превращений послужила основой для разработки математической модели процессов алкилирования и трансалкилирования технологии получения ЭБ.

### Список литературы

1. *Ebrahimi AN et al (2011) Modification and optimization of benzene alkylation process for production of ethylbenzene. Chem Eng Process.– 50(1):31–36.*
2. Долганова И.О., Белинская Н.С., Ивашкина Е.Н., Мартемьянова Е.Ю., Ткачев В.В. // *Фундаментальные исследования, 2013.– №8–3.– С.595–600.*
3. *Chris Paolucci. Ab Initio catalyst comparison for ethylbenzene synthesis from alkylation. University of Notre Dame, 2012.*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ ГАЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

М.О. Писарев, И.М. Долганов, Е.Н. Сизова, И.О. Долганова  
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

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

Для предотвращения предаварийных и аварийных ситуаций на объектах повышенной опасности и приобретение навыков оперативных действий в условиях этих ситуаций, персонал предприятия должен получить теоретические знания, пройти практическое обучение [1].

Поэтому используют имитационную динамическую модель в процессе низкотемпературной сепарации газа, чтобы определить показатели работы перехода со стационарного режима в динамический [2].

Построение данной модели, включает в себя этапы моделирования отдельных аппаратов, входящих в технологическую схему установки.

**Целью данной работы** являлось моделирование процесса низкотемпературной сепарации в условиях динамического режима с использованием имитационной динамической модели.

Динамическая модель описывается дифференциальными уравнениями материального и теплового балансов.

В работе на систему осуществлялось воздействие за счет изменение степени закрытия регулирующих клапанов. Анализ поведения системы проводился по следующей зависимости –

Программная реализация осуществлена с применением объектно-ориентированной среды программирования Visual Studio.

Для проверки полученной математической модели процесса алкилирования на адекватность была проведена оценка сходимости результатов расчета с использованием разработанной модели и данных в результате проведенного пассивного эксперимента.

изменение основных технологических параметров в аппаратах в зависимости от точки росы, расхода, давления и температуры при возмущении в системе.

В таблице 1 и 2 представлено поведение системы при изменении точки росы, расхода, давления и температуры сырья в аппараты.

Из таблицы 1 можно увидеть, что при скорости 0,5 %/с происходит быстрое снижение точки росы, что неудовлетворительно влияет на систему. Также резко снижается расход и резко повышается давление, в следствие чего происходит гидравлический удар, температура повышается быстрыми темпами.

При 0,01 %/с точка росы уменьшается постепенно, давление повышается не скачкообразно, также нет резких изменений расхода и температуры, а показатели изменяются удовлетворительно.

Также были произведены расчеты, где скорости закрытия клапанов составили 0,1 и 0,001 %/с. При скорости 0,1 %/с показатели резко менялись, как и при скорости 0,5 %/с, соответственно данные скорости использовать нельзя. При выбранной скорости 0,001 %/с процесс

**Таблица 1.** Зависимость параметров во времени от скорости закрытия клапана 0,5 %/с

Параметр \ Время, с	0	100	200
Точка росы, °С	-18,146	-18,79	-18,40
Расход, м <sup>3</sup> /ч	4588,68	4522,35	4520,19
Давление, Па	5167527	5294906	5295808
Температура, °С	-38,49	-37,38	-37,36

**Таблица 2.** Зависимость параметров во времени от скорости закрытия клапана 0,01 %/с

Параметр \ Время, с	0	100	200
Точка росы, °С	-18,17	-18,44	-18,47
Расход, м <sup>3</sup> /ч	4587,71	4575,16	4561,49
Давление, Па	5167415	5190792	5215307
Температура, °С	-38,49	-38,43	-38,07

протекает удовлетворительно, но занимает значительное количество времени.

Таким образом, реализованная математическая модель процесса низкотемпературной сепарации газа способна отражать поведение системы в условиях переходного режима. При совершении возмущения на систему, переход

из одного стационарного состояния в другое не происходит мгновенно, а с необходимым промежутком времени. Регулирование скорости закрытия клапанов оказывает наибольшее влияние на работу аппаратов. Приемлемой скоростью можно считать 0,01 %/с.

### Список литературы

1. Dmitriev V.M., Gandga T.V., Dolganov I.M., Pisarev M.O., Dolganova I.O., Sizova E.N. and Ivashkina E.N. // *Petroleum & coal*, 2015.– P.691–695.
2. Писарев М.О., Долганов И.М., Сизова Е.Н.

// *Материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных «Химия и химическая технология в XXI веке», Томск, 17–20 Мая 2016.– Томск: НИ ТПУ, 2016.– Т.1.– С.374–375.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛОННЫ ОТДУВКИ МЕТАНОЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

Е.Р. Покоев

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

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eugenerok.96@gmail.com*

Для предотвращения процессов гидратообразования в технологии низкотемпературной сепарации, используемой при промышленной подготовке газа, перед стадиями охлаждения в поток подготавливаемого газа добавляется метанол. Организация замкнутого цикла, по используемому на установках комплексной подготовки газа (УКПГ) метанолу, реализована с использованием колонны отдувки, проходя через которую часть направленного через низ газового

потока насыщается метанолом из подаваемой на орошение метанольной воды, отделяемой из конденсата.

Колонна выветривания располагается на открытой площадке и представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 1,2 м и высотой 13 м, в котором расположены 14 массообменных колпачковых тарелок со съёмной сетчатой насадкой на каждой тарелке.

Сырой газ, направляемый по коллектору