

Расчетная модель использована для построения множества вариантов схем материальных потоков и определения режимов ректификации продуктов пиролиза. Посредством оценки общих затрат на хладагент, ряд вариантов схем множества принят к углубленной оптимизации. Параметры вариантов схем материальных потоков, полученные с помощью использования расчетной модели, не имеют существенных противоречий с параметрами, полученными по опыту эксплуатации промышленных установок, что говорит об адекватности расчетной модели. Единичные варианты схем демонстрируют по-

ниженные, по сравнению с наблюдаемыми на промышленных установках, значения эксплуатационных затрат, что говорит об их высоком потенциале к реализации. Таким образом, расчетная модель демонстрирует применимость к построению и идентификации оптимальных схем материальных потоков.

Подытоживая, можно сделать вывод о том, что расчетная модель может быть использована для построения и выбора оптимальных схем материальных потоков при модернизации существующих и при разработке новых процессов разделения низкокипящих газов.

### Список литературы

1. Львов С.В. *Некоторые вопросы ректификации бинарных и многокомпонентных смесей.* – М: Изд-во Акад. наук СССР, 1960. – 166с.
2. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. *Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза.* – Москва: Высшая школа, 2003. – 536с.
3. Nishida N., Stephanopoulos G., Westerberg A. // *AIChE Journal*, 1981. – Vol.27. – №3. – P.321.
4. Клименко А.П. *Получение этилена из нефти и газа / Москва: ГОСТОПТЕХИЗДАТ, 1962. – 236с.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОЦЕССА ЦЕОФОРМИНГ НА СОСТАВ ПОЛУЧАЕМЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Алтынов, И.А. Богданов, М.В. Киргина  
 Научный руководитель – доцент М.В. Киргина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, andrey\_altun@mail.ru*

Наиболее перспективными процессами вторичной переработки нефти на данный момент являются процессы, использующие в качестве катализаторов цеолиты. Популярность цеолитов обусловлена рядом факторов – невысокой стоимостью, стабильностью и устойчивостью к каталитическим ядам. Для производства высокооктановых компонентов бензинов таким процессом является Цеоформинг.

Цель данной работы – рассмотреть, как тем-

пература ведения процесса влияет на состав получаемых продуктов, а также определить оптимальную температуру ведения процесса, с точки зрения вовлечения цеоформатов в смешение бензинов.

На лабораторной каталитической установке в условиях варьирования температуры был реализован процесс Цеоформинг. В качестве сырья процесса был использован стабильный газовый конденсат (СГК), расход сырья составил 2 ч<sup>-1</sup>,

**Таблица 1.** Состав сырья и полученных продуктов

Образец	СГК % об.	Цеоформат, % об. при температуре		
		375 °С	400 °С	425 °С
Аром. углеводороды	0,62	10,26	24,07	25,25
Олефины	1,14	4,81	4,31	3,62
Нафтены	19,35	7,74	9,37	6,29
Изопарафины	38,25	43,94	37,86	38,98
Н-парафины	40,64	33,25	24,36	25,86
Бензол	0,17	0,07	3,94	4,17

давление 2,5 МПа, температура процесса варьировалась в пределах 375–425 °С, с шагом 25 °С. Состав сырья и полученных продуктов были определены методом газовой хроматографии. Результаты представлены в таблице 1.

Из результатов, представленных в таблице 1, следует, что с увеличением температуры процесса содержание ароматических углеводородов, в частности бензола, в продуктах растёт. Данный эффект объясняется повышением скорости протекания целевых реакций дегидрирования нафтенов и дегидроциклизации парафинов. Кроме того из результатов, представленных в таблице 1 следует, что наиболее перспективным для производства бензинов является про-

**Таблица 2.** Рецептуры смешения бензинов

Содержание компонента, % мас.	Марка бензина		
	АИ-92	АИ-95	АИ-98
Цеоформат 375 °С	75	65	55
Алкилат	5	10	15
Толуол	20	25	30

варных бензинах строго ограничено [1, 2].

Для подтверждения полученных результатов с использованием программы «Compounding» [3] и дополнительных компонентов смешения (алкилат, толуол), были разработаны рецептуры смешения бензинов (таблица 2). Свойства бензинов, полученных по разработанным рецептурам, представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Свойства бензинов

Параметр	Марка бензина			Требования [1, 2]
	АИ-92	АИ-95	АИ-98	
ОЧИ/ОЧМ	92,5/85,2	95,6/87,8	98,7/90,5	92/83; 95/85; 98/88
ДНП, кПа	95,6	85,0	74,4	35–100*
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	726,4	735,8	745,2	725–780
Бензол, % об.	0,13	0,14	0,16	> 1**
Аром. углеводороды, % об.	24,03	27,32	30,73	> 35**

дукт полученный при температуре 375 °С – для данного цеоформата наблюдается наибольшее содержание высокооктановых изопарафинов и наименьшее содержание бензола и ароматических углеводородов, содержание которых в то-

Из результатов, представленных в таблице 3, следует, что бензины, произведенные по разработанным рецептурам, удовлетворяют требованиям стандартов [1, 2].

### Список литературы

1. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108179> [дата обращения 25.01.2019].
2. Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» ТР ТС-013/2011. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902307833> [дата обращения 25.01.2019].
3. Киргина М.В., Сахневич Б.В., Майлин М.В., Иванчина Э.Д., Чеканцев Н.В. Разработка интеллектуальной компьютерной системы для сопровождения процесса производства моторных топлив // Известия Высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология, 2014. – Т.57. – №11. – С.84–86.