

ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛЕНА ИЗ ОЛЕФИНОВ C₃+ ПУТЕМ КОМБИНИРОВАНИЯ РЕАКТОРОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА И МЕТАТЕЗИСА

Остапенко Екатерина Олеговна

студент, ФГБОУ Омский государственный технический университет, РФ, г. Омск

PRODUCTION OF ETHYLENE FROM C₃+ OLEFINS BY COMBINING CATALYTIC CRACKING AND METATHESIS REACTORS

Ekaterina Ostapenko

Student, Omsk State Technical University, Russia, Omsk

Аннотация. В данной статье рассмотрено возможное комбинирование процессов каталитического крекинга и метатезиса с целью получения этилена из олефинов C₃+ путем расчета процесса в ПО "Aspen HYSYS" с последующим расчетом экономической эффективности.

Abstract. This article discusses the possible combination of catalytic cracking and metathesis processes in order to obtain ethylene from C₃+ olefins by calculating the process in Aspen HYSYS software with subsequent calculation of economic efficiency.

Ключевые слова: нефтехимическое производство, полиэтилен, метатезис, комбинированные процессы, система разделения

Keywords: petrochemical production, polyethylene, metathesis, combined processes, separation system

На протяжении пяти последних десятилетий во всём мире растёт потребление пластиков и других полимеров. По данным мониторинга, спрос на полиэтилен растёт высокими темпами: +39% за 5 лет и к 2025 году будет достигать 4101 тысяч тонн в год, что является одной из причин, стимулирующих рост производства этилена. Повышенный интерес к новым технологиям получения этилена объясняется его высокой востребованностью в качестве сырья для производства полиэтилена, окиси этилена, этиленгликоля, полигликоля, этиленхлоргидрина, этилового спирта, синтетических смол и других крупнотоннажных продуктов нефтехимического синтеза [1].

Выпуск пропилена в России в 2020 году достиг 1,8 млн т. (ежегодно растёт на 8%), а также отмечается значительное увеличение мощностей по выработке олефинов C₃+, связанное с внедрением и модернизацией углубляющих процессов нефтепереработки, в частности процесса каталитического крекинга. Часто на нефтеперерабатывающих предприятиях олефинсодержащие фракции не могут быть реализованы в качестве высокомаржинальных продуктов, поэтому их целесообразно использовать в качестве сырья для производства

базовых мономеров – этилена и пропилена. Последние разработки в области крекинга легкого углеводородного сырья [2] дают большие возможности, прежде всего, по синтезу пропилена из олефинов C_{4+} . Этилен в таких процессах образуется в качестве побочного продукта. Низкомаржинальные олефины могут быть переработаны в процессе метатезиса с получением этилена и пропилена высокой чистоты. Комбинирование процессов каталитического крекинга и метатезиса на нефтеперерабатывающих предприятиях позволит увеличить выход этилена.

Цель: Разработка новых подходов к модернизации существующих объектов нефтепереработки и нефтехимии на примере получения этилена из олефинов C_{3+} путем комбинирования реакторов каталитического крекинга и метатезиса

Задачи:

1. Анализ существующей технологической схемы установки Г-43-103 для поиска узких мест с последующей модернизацией;
2. Разработка новой технологической схемы процесса;
3. Разработка компьютерной модели процесса получения этилена в ПО «Aspen Hysys»;
4. Расчет режимов работы реакторов крекинга и метатезиса, а также аппаратов системы разделения.
5. Анализ тендерных площадок для оценки актуальности комбинированных процессов;
6. Расчет экономической эффективности.

Моделирование подобных процессов и прогнозирование получаемых результатов возможно с помощью программного обеспечения Aspen HYSYS (рис. 1).

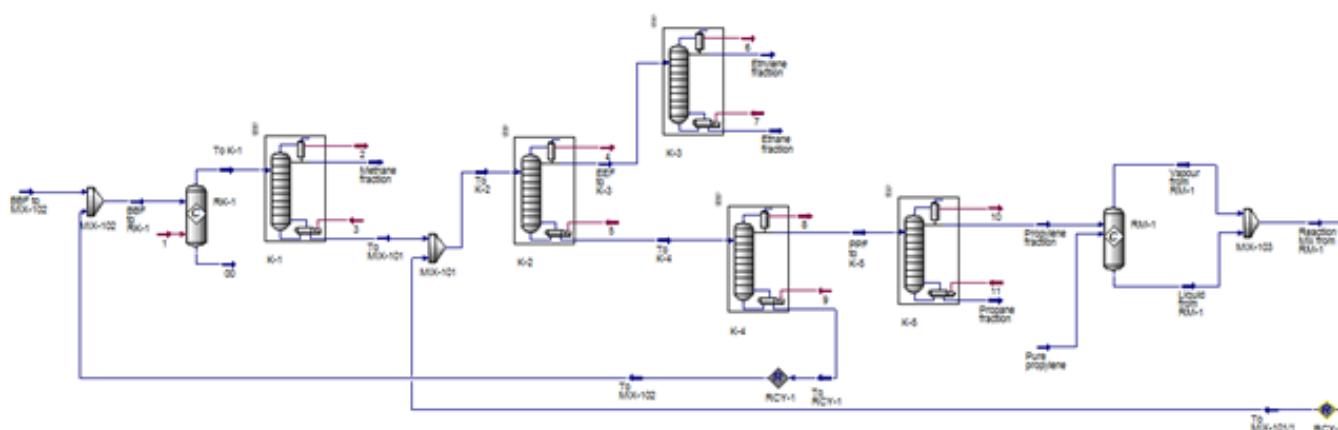


Рисунок 1. Модель процесса каталитического крекинга и метатезиса пропилена в программе Aspen HYSYS

Используя традиционный состав сырья каталитического крекинга и условия проведения процесса 590 °С и 0,14 МПа [3], для достижения максимальной селективности и выхода низших олефинов первоначально рассчитан материальный баланс реактора каталитического крекинга производительностью 200 тыс. т/год и его геометрические параметры.

Для получения этилена чистотой не менее 97,7% из продуктов каталитического крекинга спроектирована система разделения состоящая из дедетанизатора, дедетанизатора, депропанатора, этиленовой и пропиленовой колонн. Произведен расчет габаритов основного оборудования (диаметр, высота) и определены показатели работы (температура,

давление) при использовании в качестве сырья каталитического крекинга бутан-бутиленовой фракции.

Таблица 1.

Материальный баланс реактора крекинга

Компонент	Сырьё, мол. доля	Выход продук
Метан	-	0,0
Этилен	-	0,1
Этан	-	0,0
Пропилен	0,0100	0,2
Пропан	0,0020	0,0
и-бутан	0,0330	0,0
н-бутан	0,1090	0,2
Бутен-1	0,2460	0,1
и-бутен	0,0750	0,0
транс-бутен-2	0,3140	0,0
цис-бутен-2	0,2060	0,1
н-пентан	0,0050	0,0

При проектировании реактора метатезиса производительностью 150 тыс. т/год использовали результаты исследований процесса на молибдено-кобальтовом катализаторе [4]. Со-Мо-катализатор требует относительно низкой температуры (150 – 160 °С), но высокого давления (3,2 МПа), обеспечивая высокую селективность (94%) и степень конверсии пропилена (43%). Его доступность, хорошая воспроизводимость, стойкость к ядам обуславливает его применение в данном процессе.

На основании полученных материальных балансов реакторов и системы разделения спроектирована схема комбинированного процесса каталитического крекинга бутан-бутиленовой фракции и метатезиса пропилена. Рассчитан материальный баланс технологического процесса (табл. 2).

Таблица 2.

Материальный баланс комбинированного процесса каталитического крекинга и метатезиса пропилена

Наименование	Расход, кмоль/ч	В
Поступило:		
ББФ	4040	
Пропилен	309	
Получено:		
Метановая фракция	632	
Этиленовая фракция	1520	
Этановая фракция	963	
Пропановая фракция	1234	

Конверсия сырья за проход составляет 90,4 %, выход и селективность этилена – 35,0 и 38,9 % соответственно.

Помимо процессов каталитического крекинга и метатезиса возможны комбинации многих других нефтеперерабатывающих и нефтехимических процессов, таких как, каталитическая гидроочистка, гидропереработка масложирового сырья и других оксигенатов, гидродепарафинизация, олигомеризации и т.п. Проектирование и расчет подобных процессов, а также дополнительного оборудования и выполнение трассировки позволит расширить специфику работы проектных институтов. Об актуальности подобных работ свидетельствует большое количество тендерных заявок, некоторые из которых приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Анализ актуальных тендерных площадок

Информация о тендере	Организатор закупки (предприятие)	Н
Передача технологии и выполнение базового проекта «Комбинированная установка каталитического крекинга»	АО «Газпромнефть-ОНПЗ»	
Корректировка РД «Комбинированная установка по переработке газового конденсата У1.731. Блок АТ»	АО «Газпром проектирование»	
Комплекс глубокой переработки нефти «Комбинированная установка гидроочистки (КУГО)»	ООО «Славянск ЭКО»	

Таким образом, проводя анализ технологической схемы производства каталитического крекинга, пиролиза и метатезиса – процессов, благодаря которым представляется возможным получение этилена можно разработать технологическую схему производства этилена путем комбинирования процессов каталитического крекинга и метатезиса, который приведет к увеличению целевой фракции и дальнейшему увеличению прибыли.

Список литературы:

1. Обзор мировых и российских трендов нефтегазохимии до 2020 г./Докладчик: Д. В. Колобов. - Стратегическое развитие ПАО «СИБУР Хол-динг».
2. Е. О. Алтынкович, О. В. Потапенко, Т. П. Сорокина, В. П. Доронин, Т. И. Гуляева, В. П. Талзи Крекинг бутан-бутиленовой фракции на модифици-рованном цеолите ZSM-5// НЕФТЕХИМИЯ, 2017. Том 57. № 2. с. 156-102
3. Фельдблюм В. Ш. Димеризация и диспропорционирование олефинов. М., -«Химия», 1978.
4. Клименко А.П. Получение этилена из нефти и газа. - М.: ГНТИНиГТЛ, 1962. - 412 с.