

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра химической технологии

**Оценка возможности замены вида теплообменного оборудования в
процессе каталитического риформинга**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента (ки) 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»
код и наименование направления

Института химии

наименование факультета

Тарасевича Дениса Михайловича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

Доцент, к.х.н., доцент.
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

С.Б. Ромаденкина
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.х.н., профессор
должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Р. И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2022 г.

ВВЕДЕНИЕ

Для осуществления нынешних технологических процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности необходимы высокоэффективные аппараты, к которым предъявляются высочайшие требования по надежности, экономичности и технологичности. Таким образом, изготовление высококачественных топлив, соответствующих современным требованиям, невозможно без использования таких процессов, как каталитический риформинг, каталитический крекинг, изомеризация, алкилирование и гидроочистка, а в определенных случаях – гидрокрекинг, в связи с чем особую значимость приобрели вторичные и, особенно, каталитические процессы [1].

Каталитический риформинг относится к ключевым процессам вторичной переработки нефти и на сегодняшний день является необходимой частью нефтеперерабатывающего производства, так как является практически единственным экономически выгодным в производстве автомобильных бензинов. Данный процесс, предназначенный для повышения детонационной стойкости бензинов и получения ароматических углеводородов, главным образом бензола, толуола и ксилолов, используется для улучшения качества бензиновых фракций и получения ароматических углеводородов, особенно из сернистых и высокосернистых нефтей. [2]

Каталитический риформинг бензиновых фракций один из самых главных процессов нефтеперерабатывающей отрасли в наше время, с помощью которого получают высокооктановые компоненты бензина. В связи с этим процесс активно изучают и совершенствуют установки, используют новые катализаторы, моделируют процесс, в поисках достижения лучшего качества выпускаемой продукции. [3]

Целью выпускной квалификационной работы является усовершенствование установки каталитического риформинга ЛЧ-35-11/600 блока риформинга путем замены кожухотрубчатого теплообменника на пластинчатый теплообменник.

Бакалаврская работа изложена на 40 страницах, состоит из введения, 2 разделов и заключения. Список использованных источников включает 30 наименований. Текст сопровождается 5 таблицами и 6 рисунками.

Основное содержание работы

В первой главе рассмотрим бакалаврской работы осуществлен поиск литературных данных о назначении процесса каталитического риформинга, а также рассмотрены различные виды теплообменных аппаратов.

Установка каталитического риформинга ЛЧ-35-11/600 предназначена для получения стабильного риформата – высокооктанового компонента автомобильных бензинов и водородсодержащего газа (ВСГ) в результате каталитических превращений бензиновой фракции 85-180 °С установки ЭЛОУ-АВТ-6. Кроме этого на установке получают топливный газ, сжиженный газ и пар.

Такие установки оснащены реакторами с радиальным направлением движения газосырьевой смеси. Главное преимущество этих реакторов перед реакторами с аксиальным вводом сырья - низкое гидравлическое сопротивление слоя катализатора [4].

Установка ЛЧ-35-11/600 в ввиду простой одноколонной схемы стабилизации катализата одновременно вырабатывается:

- 1) жирный углеводородный газ, которым, как правило, сбрасывается в общезаводскую топливную сеть;
- 2) нестабильная жидкая головка, состав которой может меняться в зависимости от состава циркуляционного водородсодержащего газа и требуемого давления насыщенных паров, вырабатываемого на установке стабильного риформата. Жидкие головки, как правило, направляются на установки газофракционирования.

Производственно-технологический комплекс процесса риформирования бензиновых фракций включает три основные стадии:

- гидроочистку бензиновой фракции (стадия подготовки сырья);
- каталитический риформинг (основной физико-химический процесс);
- стабилизацию риформата (первый процесс на стадии получения товарной продукции).

Принципиальная схема промышленной установки риформинга представлена на рисунке 1.

Бензиновая фракция 80-165°C насосом Н1 подается в узел смешения установки риформинга с циркулирующим водородсодержащим газом.

Далее газосырьевая смесь проходит последовательно по межтрубному пространству теплообменников Т-1/1,2,3,4 где нагревается потоком газопродуктовой смеси до температуры $\approx 400^\circ\text{C}$.

В реакторах Р-1, Р-2, Р-3 осуществляются процесс риформинга на платинорениевом катализаторе при температуре 490-505°C и давлении 1,4-1,9 МПа. Перед каждым ректором газопродуктовая смесь разогревается в змеевиках печи П1. Газопродуктовая смесь из реактора Р-3 поступает в теплообменники Т-1/1,2,3,4, где отдает часть тепла газосырьевой смеси, и затем с температурой 93°C поступает на доохлаждение в воздушный холодильник АВО-1.

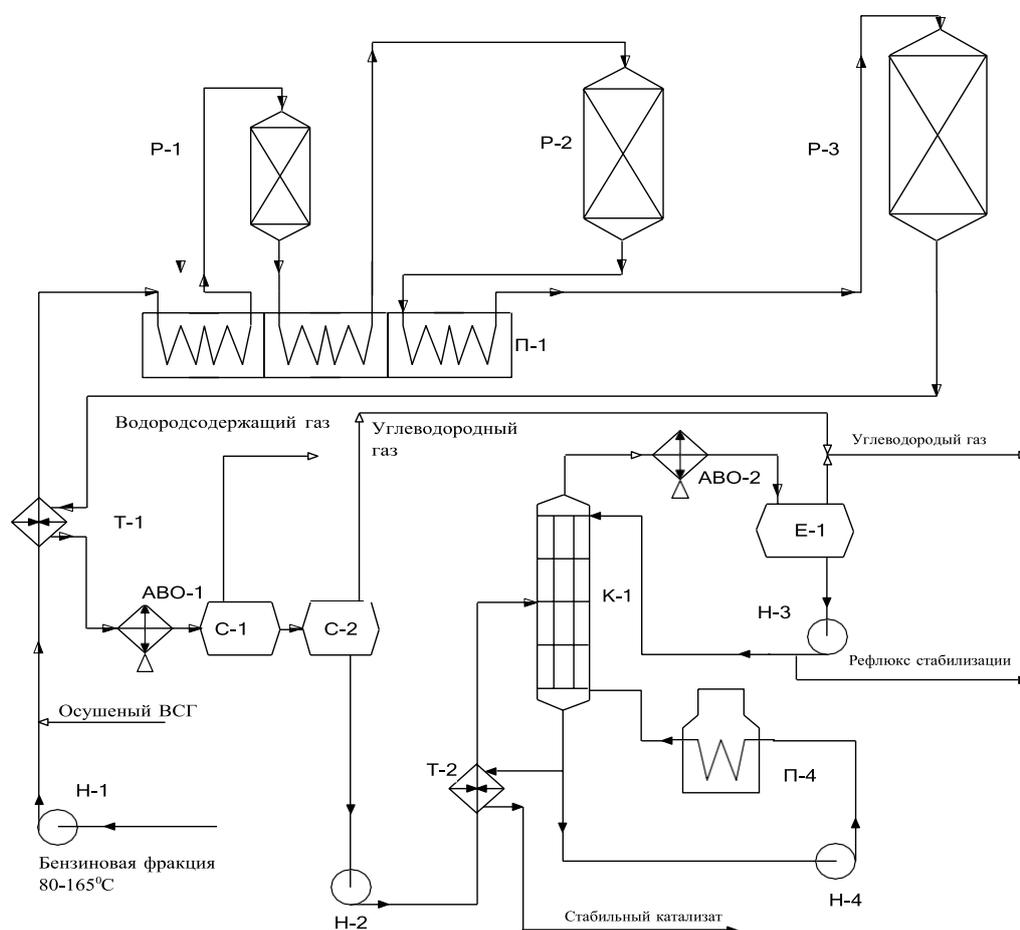


Рисунок 1 - Принципиальная схема установки риформинга

Газопродуктовая смесь после воздушного холодильника АВО-1 с температурой 44°C поступает в сепаратор повышенного давления С-1. В сепараторе С-1 происходит отделение водородсодержащего газа.

Смесь нестабильного катализата и углеводородного газа из сепаратора С-1 поступает в сепаратор пониженного давления С2. В сепараторе пониженного давления отделяется углеводородный газ и подается в сети предприятия. Нестабильный катализат насосом Н-2 подается в стабилизационную колонну К-1, предварительно нагреваясь в теплообменнике Т-2.

В стабилизационной колонне К-1 производится отделение растворенных в катализате углеводородных газов. Верхний продукт колонны стабилизации катализата после конденсации и охлаждения в воздушном холодильнике АВО-2 собирается в емкости орошения Е-1. Жидкие углеводороды из емкости Е-1 забираются насосом Н-3 и подаются в качестве орошения в колонну К-1, балансовый избыток отводится в сети предприятия. Углеводородный газ из емкости Е1 поступает в сети предприятия.

Для поддержания теплового баланса стабилизационной колонны К-1 предусмотрена трубчатая печь радиантного типа П-2, куда насосом Н-4 подается стабильный катализат. Балансовое количество кубового продукта - стабильного катализата из кубовой части колонны поступает в теплообменник Т-2, где отдает часть тепла сырью колонны К-1 - нестабильному катализату. Затем стабильный катализат поступает в сети предприятия [5].

Во второй главе представлен расчет параметров кожухотрубчатого и пластинчатого теплообменного аппарата.

Важным процессом проведения риформинга является качественный нагрев сырья при входе его в колонну. В процессе нагревания обеспечивающим агентом является продукт из колонны, который отдает своё тепло и нагревает

тем самым сырье поступающее в колонну. Чем выше будет теплообмен в таких теплообменниках, тем более качественный нагрев будет обеспечен и процесс риформинга будет более эффективным. Для того чтобы выявить наиболее выгодную конструкцию теплообменника проведём сравнительных анализ [6].

Для модернизации установки каталитического риформинга ЛЧ 35-11/600 предлагается замена кожухотрубного теплообменника, который имеет ряд недостатков:

- 1) Низкий коэффициент теплопередачи и соответственно высокие массогабаритные характеристики;
- 2) Огромные потери в коэффициенте теплопередачи при низких скоростях теплоносителя;
- 3) Высокая стоимость в связи с высокой металлоёмкостью;
- 4) Необходимость заглушки системы и, соответственно, сокращения площади теплообмена, при промывке и обслуживании;

Для замены выбираем пластинчатый теплообменник, который имеет ряд положительных свойств:

- 1) Высокие значения коэффициентов теплоотдачи в межпластинчатых каналах;
- 2) Унификация деталей и узлов, что дает широкий ряд поверхностей теплообмена на базе пластин одного типа;
- 3) Открытый доступ к теплообменной поверхности (для разборных и полуразборных теплообменников), а также высокая плотность и прочность;
- 4) Огромное сокращение внутреннего объема по рабочим средам, а следовательно, и количества рабочего вещества;
- 5) Неразборные пластинчатые теплообменники можно чистить практически не используя ручной труд с помощью химического и теплового способа. Химический способ – растворение образовавшегося слоя отложений с помощью специального состава, который не разрушает материал пластин. Тепловой способ – резкое изменение температуры сред в рабочих полостях. Из-

за разности коэффициентов температурного расширения отложения на материале пластин удаляются из теплообменника потоком воды;

6) Многочисленное количество точек контакта пластин, что сводит к минимуму вибрацию аппарата;

7) Высокая степень турбулентности потока в каналах. Это способствует некоторому самоочищению поверхности теплообмена и снижению стоимости использования теплообменников;

8) Расположение патрубков для выхода и входа рабочих сред на одной плите, отсутствие фундамента, что упрощает монтаж аппаратов.

Расчетные данные теплообменников представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные данные теплообменников.

Параметры	Кожухотрубчатый теплообменник	Пластинчатый теплообменник
Расчетная поверхность теплопередачи, м ²	370	120
Коэффициент теплопередачи $K, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	192	657
Погрешность теплопередачи, %	9,5	8,6

ВЫВОДЫ

1) Пластинчатый теплообменный аппарат имеет меньшую поверхность теплопередачи $F=120 \text{ м}^2$, чем кожухотрубчатый теплообменник $F = 370 \text{ м}^2$;

2) Кожухотрубчатый теплообменный аппарат имеет меньший коэффициент теплоотдачи $K = 192 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, по сравнению с пластинчатым теплообменником $K = 657 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

3) Установлено, что у пластинчатого теплообменника наиболее оптимальные параметры, что позволяет рекомендовать его в качестве замены кожухотрубчатого на установке каталитического риформинга ЛЧ 35-11/600

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Золотухин, В. А. Глубокая переработка тяжелой нефти и нефтяных остатков// Нефть, газ и фондовый рынок, 2012. - С. 70-75.
2. Гэри, Дж. Х. Технологии и экономика нефтепереработки / Дж. Х. Гэри, Г. Е. Хэндверк, М. Дж. Кайзер. – СПб: ЦОП «Профессия», 2013. – 440 с.
3. Ахметов, С.А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти вторичные топлива Учебное пособие. — СПб. Недра, 2007. - 312 С
4. Белый А.С. Опыт промышленной эксплуатации установки ЛЧ-35-11/600 с радиальным вводом сырья от центра к периферии реакторов //Химическая техника. Технологии ремонта, 2006. - т. - № 4. - с. 20–22.
5. Овчаров С.Н., Савенкова И.В. Комплексное облагораживание бензиновых фракций // Вестник Астраханского государственного технического университета. - № 6. - 2007. - С. 45-48.
6. Шахназаров А.Р. Основные итоги работы нефтеперерабатывающей промышленности России в 2005 году // Сборник материалов 6-го международного форума «Топливо-экономический комплекс России». СанктПетербург, 11-13 апреля 2006 г. – С. 81-183.
7. Бурдыгина Е.В., Трофимов А.Ю., Хафизов Ф.М. Эффективность работы теплообменной аппаратуры технологических установок НПЗ / Е.В. Бурдыгина, А.Ю. Трофимов, Ф.М. Хафизов. Трубопроводный транспорт – 2011. С. 223-224.