

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

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Оценка запасов мощности теплообменного оборудования
блока риформинга установки Л-35-11/300**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 431 группы
направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Адиловой Гульмиры Булатовны

Научный руководитель

к.х.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Т.В. Аниськова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2016

Введение

Актуальность темы исследования. Развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на современном этапе характеризуется значительным расширением ассортимента и повышением качества выпускаемой продукции, увеличением глубины нефтепереработки и газового конденсата, позволяющих получать гамму нефтепродуктов с учетом потребностей потребителя. Установки первичной перегонки нефти играют в нефтеперерабатывающей промышленности большую роль. От показателей их работы зависит эффективность последующих процессов – очистки, газоразделения, риформинга, каталитического крекинга и др. Поэтому усовершенствование технологии отдельных узлов установки, повышению ее производительности, улучшению качества получаемых продуктов является актуальной задачей нефтепереработки. Весьма существенным является также улучшение технико-экономических показателей установок, что достигается повышением производительности труда, снижением себестоимости товарной продукции, сокращением энергетических затрат, удельного расхода металла, капиталовложений и эксплуатационных расходов.

В настоящее время каталитический риформинг стал одним из ведущих процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. С его помощью удается улучшать качество бензиновых фракций и получать ароматические углеводороды особенно из сернистых и высокосернистых нефтей. В последнее время были разработаны процессы каталитического риформинга для получения топливного газа из легких углеводородов. Возможность выработки столь разнообразных продуктов привела к использованию в качестве сырья не только бензиновых фракций прямой перегонки нефти, но и других нефтепродуктов. Целью данного дипломного проекта является расчет запаса мощности теплообменного оборудования Т-6/1 (Т-6/1а) блока риформинга установки Л-35-11/300 при увеличении мощности установки на 80 тыс. тонн в год.

Содержание выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, теоретической и практической глав, заключения, приложений и списка использованных источников.

Содержание

Введение.....	3
I. Литературный обзор.....	5
1.1. Основное назначение процесса.....	5
1.2. Химические основы процесса.....	5
1.3. Сырье.....	7
1.4. Катализаторы и механизм их каталитического действия.....	8
1.5. Температурный режим процесса и распределение объема катализатора по реакторам.....	9
1.6. Давление.....	10
1.7. Объемная скорость подачи сырья.....	11
1.8. Кратность циркуляции водородсодержащего газа.....	11
1.9. Технологическая схема каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора.....	14
1.9.1. Блок каталитического риформинга.....	14
II. Технологический расчет.....	22
2.1. Материальный баланс установки Л-35-11/300.....	22
2.2. Поверочный расчет теплообменников Т-6/1 (Т-6/1а)	23
2.3. Поверочный расчет теплообменников Т-6/1 (Т-6/1а) при увеличении мощности установки на 80 тыс.тонн/год.....	34
III. Охрана труда и экология установки.....	43
3.1. Общие положения.....	43
ВЫВОДЫ.....	44
Список используемой литературы.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	48
4. Графическая часть	

4.1 Технологическая схема блока риформинга

4.2 Теплообменник Т-6/1 (Т-6/1а) блока риформинга

4.3 Схема расположения оборудования

Во **Введении** обоснована актуальность работы, её научно-практическое значение, описаны объекты и методы исследования.

В **Главе 1** проведен аналитический обзор литературы по теме работы. Подробно рассмотрено основное назначение процесса, химические основы процесса, сырье и катализаторы процесса риформинга, механизм их каталитического действия, температурный режим процесса и распределение объема катализатора по реакторам, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции водородсодержащего газа. Также в главе была рассмотрена принципиальная технологическая схема установки, а именно, большее внимание уделялось блоку риформинга.

Процесс каталитического риформинга в работе рассматривается как процесс получения из низкооктановых бензиновых фракций, получаемых при переработке любых нефтей, в том числе высокосернистых и высокопарафинистых, высокооктановых компонентов бензинов, а также в процессе происходит превращение узких или широких бензиновых фракций, получаемых при переработке любых нефтей или газового конденсата, в катализат, из которого тем или иным методом выделяют ароматические углеводороды, в основном бензол, толуол, этилбензол и изомеры ксилола.

Первые промышленные установки каталитического риформинга появились в 40-х годах и предназначались для облагораживания прямогонных бензиновых и лигроиновых фракций. Разработка и освоение в последующие годы ведущими фирмами мира различных модификаций процесса каталитического риформирования значительно изменили технологию переработки углеводородного сырья и ассортимент получаемых продуктов. Были усовершенствованы схемы технологических процессов, появилось новое высокопроизводительное оборудование, разработаны более совершенные катализаторы.

В настоящее время более подробно изучен химизм процесса, позволяющий нам утверждать, что в риформинге протекают ароматизация сырья путем дегидроциклизации алканов нормального строения, дегидроизомеризация алкилциклопентанов, дегидрирование циклогексана, изомеризация и гидрокрекинг.

Сырьем каталитического риформинга принято считать бензиновые фракции, содержащие 60-70% парафинов, 10% аренов, 20-30% пятичленных и шестичленных нафтенев, с началом кипения не ниже 60–62°C, поскольку в самых легких фракциях бензина не содержатся углеводороды с шестью атомами углерода и присутствие легких фракций в сырье вызывает ненужное газообразование. Обычно риформингу подвергают фракцию, выкипающую в пределах 85–180°C. Повышение конца кипения способствует коксообразованию и потому нежелательно. С повышением начала кипения растет выход бензина, так как более тяжелые нафтеневые и парафиновые углеводороды легче подвергаются ароматизации. Однако фракции с началом кипения 105 или 140°C применяют обычно в тех случаях, когда более легкие фракции направляют на отдельную установку риформинга для получения индивидуальных ароматических углеводородов. Подготовка сырья риформинга включает ректификацию и гидроочистку. Ректификация используется для выделения определенных фракций бензинов в зависимости от назначения процесса. При гидроочистке из сырья удаляют примеси (сера, азот и др.), отравляющие катализаторы риформинга, а при переработке бензинов вторичного происхождения подвергают также гидрированию непредельные углеводороды.

В главе также рассмотрены катализаторы процесса и механизм их каталитического действия. В процессе риформинга используют бифункциональные катализаторы, включающие кислотные центры, активные компоненты на оксиде алюминия, и риформинг гидрогенизата на катализаторе, содержащем платину, промоторы, галоген, нанесенные на оксид алюминия. На этих центрах протекают реакции изомеризации всех типов. Активность катализатора в процессе работы снижается за счет отравления кислотных центров незначительными количествами воды.

Для подкисления катализатора его дозировано хлорируют путем введения в сырье хлорсодержащих органических соединений таких как четыреххлористый углерод.

Металлическую функцию реакции гидрирования/дегидрирования в каталитическом риформинге выполняет платина, которая наносится на носитель методом пропитки из раствора платиновой кислоты. Платина находится в высокодисперсном состоянии и для увеличения стабильности работы катализатора, в него вводятся добавки различной природы. Наиболее эффективным является рений, на втором месте иридий, затем редкоземельные элементы. Задача рения заключается в предотвращении агломерации частиц платины и увеличения срока работы катализатора. Принципиальным при разработке катализатора риформинга является соотношение платины и рения и порядок их нанесения.

В промышленности используются катализаторы следующих марок: КР-100,108, ПР-71,74 и РБ-33, 34, 44.

Что касается температуры процесса, то она на входе в реактора является основным регулирующим параметром процесса и поддерживается в пределах 480-520°C, процесс осуществляют под давлением 1-3 МПа. При понижении давления заметно увеличивается селективность процесса риформинга, увеличивая выход катализата, ароматических углеводородов, водорода, и увеличивается концентрация водорода. В ходе эксплуатации давление может варьироваться в незначительных пределах, однако и сравнительно небольшое изменение давления оказывает влияние на процесс. Повышение давления снижает коксообразование, но одновременно усиливает гидрокрекинг и подавляет образование ароматических углеводородов. Снижение давления усиливает коксообразование, но повышает степень ароматизации.

При снижении давления уменьшается производительность циркуляционных компрессоров и, соответственно, снижается кратность циркуляции водородсодержащего газа.

Объемная скорость подачи сырья рекомендуется 1,5 час⁻¹. Изменения пределов производительности установки и соответствующая объемная скорость колеблется в широких пределах под влиянием производственных факторов. Уменьшение объемной скорости в большей мере способствует

гидрокрекингу, чем ароматизации углеводородов, что приводит при неизменной температуре, к снижению выхода катализата и повышению его октанового числа за счет концентрирования ароматических углеводородов. При этом возрастает и коксообразование.

Изучено, что кратность циркуляции водородсодержащего газа выбирается в зависимости от фракционного состава перерабатываемого сырья, давления в системе риформинга, степени закоксованности катализатора.

В **Главе 2** рассмотрены применяемые в работе алгоритмы и методы поверочного расчета теплообменного оборудования Т-6/1 (Т-6/1а) блока риформинга установки Л-35-11/300 и поверочный расчет теплообменного оборудования Т-6/1 (Т-6/1а) блока риформинга установки Л-35-11/300 после увеличения мощности на 80 тыс. тонн в год. Данные методы основаны на таблицах материальных балансов и исходных данных, применяемых в расчетах.

Алгоритм расчета следующий:

1. Определили расход газосырьевой смеси (ГСС) из уравнения теплового баланса

$$Q_T = Q_x + Q_{II}, \text{ кДж/ч, где}$$

$$Q_T = G_2 \cdot c_2 (T_{H2} - T_{K2}), \text{ кДж/ч}$$

$$Q_x = G_1 \cdot c_1 (T_{K1} - T_{H1}), \text{ кДж/ч.}$$

$$Q_T = 1410,5 \text{ кВт}$$

$$Q_{II} = 70,525 \text{ кВт}$$

$$G_1 = 14,3 \text{ кг/с.}$$

2. Рассчитали объемный расход

$$V = G/\rho,$$

$$V_1 = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$V_2 = 18,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Определим среднюю разность температур

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_0 - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_0}{\Delta t_M}\right)},$$

$$\Delta t_{cp} = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4. Приняли минимальное ориентировочное значение коэффициента

теплопередачи (K_{op}), соответствующее турбулентному течению $K_{op} =$

$$250 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

5. Определили поправку ($E_{\Delta t}$) для среднелогарифмической разности температур

$$E_{\Delta t} = (\eta / \Theta) / \ln \{ [2 - P \cdot (1 + R - \eta)] / [2 - P \cdot (1 + R + \eta)] \},$$

$$E_{\Delta t} = 0,65.$$

6. Рассчитали с учетом поправки ориентировочную поверхность

$$F_{op} = Q / \Delta t_{cp} \cdot K_{op}, \text{ м}^2,$$

$$F_{op} = 262 \text{ м}^2.$$

7. Произвели уточненный расчет поверхности теплопередачи

$$F_{yt} = 145 \text{ м}^2.$$

8. Рассчитали запас поверхности

$$\Delta = \frac{F - F_p}{F_p} \times 100\%,$$

$$\Delta = 212 - 145 / 145 \cdot 100 = 46\%.$$

9. Провели расчет гидравлического сопротивления, а именно рассчитали скорость воды в трубном пространстве

$$\omega_{тр} = G / S_{тр} \cdot \rho,$$

$$\omega_{тр} = 1,25 \text{ м/с},$$

коэффициент трения

$$\lambda = 0,25 \cdot \{ \lg [e / 3,7 + (6,81 / Re_{тр})^{0,9}] \}^{-2},$$

где $e = \Delta / d$ — относительная шероховатость труб;

Δ — высота выступов шероховатостей (в расчетах можно принять $\Delta = 0,2$ мм).

$$\lambda = 0,045,$$

гидравлическое сопротивление в трубном пространстве

$$\Delta p_{\text{тр}} = \lambda \cdot (L \cdot z/d) \cdot (\omega_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}/2) + [2,5 \cdot (z-1) + 2 \cdot z] \cdot (\omega_{\text{тр}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}/2) + 3 \cdot (\omega_{\text{тр.ш}}^2 \cdot \rho_{\text{тр}}/2),$$

$$\Delta p_{\text{тр}} = 102500 \text{ Па},$$

сопротивление межтрубного пространства

$$\Delta p_{\text{мтр}} = [3m (x+1)/\text{Re}_{\text{мтр}}^{0,2}] \cdot [\rho_{\text{мтр}} \cdot \omega_{\text{мтр}}/2] + 1,5x[\rho_{\text{мтр}} \cdot \omega_{\text{мтр}}^2/2] + 3[\rho_{\text{мтр}} \cdot \omega_{\text{мтр.ш}}^2/2],$$

$$\Delta p_{\text{мтр}} = 456 \text{ кПа}.$$

Сравнили расчеты гидравлического сопротивления и условия, что максимально допустимое сопротивление трубного пространства по паспорту кожухотрубного теплообменника с плавающей головкой Т-6/1 (Т-6/1а) составляет 1 МПа. Максимально допустимое сопротивление межтрубного пространства по паспорту кожухотрубного теплообменника с плавающей головкой Т-6/1 (Т-6/1а) составляет 5 МПа.

Глава 3 посвящена проблемам охраны окружающей среды и экологии установки каталитического риформинга. В работе представлены общие положения, а именно, что к работе на установке могут быть допущены лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование и все виды инструктажей по технике безопасности, обученные безопасным приемам и методам работы непосредственно на рабочем месте и имеющие допуск к самостоятельной работе.

Пребывание лиц, не имеющих непосредственного отношения к обслуживанию производств, запрещается.

Согласно закону 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" ст.13 все работающие на производстве проходят периодические (1 раз в год) медицинские осмотры с целью контроля за состоянием здоровья.

При уклонении работника от прохождения медицинских осмотров к дальнейшему выполнению трудовых обязанностей он не допускается.

В заключении сделаны следующие выводы:

1. Произведен расчет увеличения мощности установки риформинга Л-35-11/300, установлено, что возможно увеличение мощности уже работающей установки до 380 000 тонн в год, без замены теплообменника Т-6/1 (Т-6/1а) .
2. Гидравлическое сопротивление межтрубного пространства равно 456 кПа, что меньше максимально допустимого сопротивления по паспорту кожухотрубного теплообменника Т-6/1 (Т-6/1а).

В **приложении** представлены принципиальная схема процесса риформинга, схема расположения оборудования и схема кожухотрубного теплообменника с плавающей головкой Т-6/1 (Т-6/1а).

Список использованных источников состоит из 40 пунктов.