

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

Модернизация установки коксования на НПЗ для увеличения выхода кокса

Автореферат магистерской работы

студента (ки) 2 курса 252 группы _____

направления 18.04.01 «Химическая технология» _____

код и наименование направления, специальности

Института химии

Костиковой Татьяны Александровны

Научный руководитель

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

дата, подпись

Никифоров И.А.
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

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

дата, подпись

Кузьмина Р.И.
инициалы, фамилия

Саратов 2017 год

Введение

Среди термических процессов наиболее широкое распространение в нашей стране и за рубежом получил процесс замедленного коксования, который позволяет перерабатывать самые различные виды тяжелых нефтяных остатков с выработкой продуктов, находящих достаточно квалифицированное применение в различных отраслях народного хозяйства.

Значимость исследований процессов получения нефтяных коксов объясняется ростом производства высоколегированных сталей, цветных металлов, электроэнергии, развитием атомно-энергетического комплекса и других отраслей техники, в которых используется нефтяной кокс, поэтому изучение данной проблемы является важным и актуальным в настоящий период.

В процессе коксования нефти трубчатые печи являются основным технологическим оборудованием, поэтому их эффективность и производительность заметно скажется на всем процессе. Следовательно, работа по модернизации является актуальной задачей.

Целью данной работы является выбор оптимальных сочетаний длины и диаметров труб змеевика трубчатой печи для монтажа в существующие трубчатые печи установок замедленного коксования.

Основное содержание работы

Классификация процессов переработки нефтяного сырья.

Существующие в настоящее время способы переработки нефти делятся на две большие группы – первичные и вторичные процессы переработки нефтяного сырья (или не деструктивные и деструктивные).

Первичные процессы переработки нефтяного сырья включает такие процессы как обессоливание и обезвоживание нефти, очистка нефти от механических примесей, стабилизация нефти (выделение растворенных углеводородных газов) разделение (перегонка) нефти на отдельные фракции по температурам кипения и т.д. Эти процессы протекают без изменения структуры содержащихся в нефти углеводородов.

Ко вторичным процессам переработки нефтяного сырья относятся процессы, при которых изменяется структура входящих в состав нефти углеводородов, с целью получения различных нефтепродуктов и сырья для нефтехимической промышленности. Вторичные процессы в свою очередь подразделяются на термические (протекающие при повышенных температурах) и термокаталитические (протекающие при повышенных температурах и в присутствии катализаторов). Термические процессы – термический крекинг, пиролиз, коксование. К термокаталитическим процессам относятся: каталитический крекинг, риформинг, алкилирование, изомеризация, полимеризация, гидрокрекинг, гидроочистка. Эти процессы протекают по различным механизмам.

Химизм процесса

Термические процессы углеводородов протекают при повышенных температурах с разрывом С–С - связей по цепному свободно-радикальному механизму.

Процесс состоит из 3-х стадий:

- инициирование цепи (образование свободных радикалов);
- продолжение (рост) цепи;
- обрыв цепи.

Нефтяной кокс образуется в жидкофазных термических процессах из аренов по схеме:

арены → смолы → асфальтены → кокс → графит.

Алканы, циклоалканы и алкены также способны к коксообразованию в результате глубоких превращений и ароматизации.

Коксование - длительный процесс термолиза тяжелых остатков или ароматизированных высококипящих дистиллятов при невысоком давлении и температурах 470 - 540 °С. Основное целевое назначение коксования - производство нефтяных коксов различных марок в зависимости от качества перерабатываемого сырья. Побочные продукты коксования - малоценный газ, бензины низкого качества и газойли.

При использовании нефтяного кокса в качестве энергетического топлива резко снижается загрязнение окружающей среды. Например, при сжигании 6 млн. тонн топочного мазута с содержанием серы 3% масс. в окружающую среду выбрасывается 360 тыс. т/год сернистых соединений. При коксовании такого же количества мазута образуется около 700 тыс. т/год нефтяного кокса с содержанием серы ~3,5% масс., при сжигании которого образуется 49 тыс. т/год сернистых соединений, что значительно ниже объема выбросов в окружающую среду при сжигании мазута. Это обстоятельство используется заводами и многие строят собственные энергетические установки используя кокс в качестве топлива.

Влияние различных параметров на процесс коксования

Качество сырья влияет на выходы продуктов, их качество и ход технологического процесса. В зависимости от свойств исходного сырья подбираются все технологические параметры процесса коксования - температура, давление, коэффициент рециркуляции.

Выход кокса тем выше, чем больше в сырье асфальтенов и выше его степень ароматизации. Для сырья данной химической природы выход кокса увеличивается с увеличением глубины отбора дистиллятов. Одновременно растет выход газа и бензина. Определяется это тем, что доля сырья,

подвергающегося глубокому распаду в жидкой фазе, с утяжелением фракционного состава растёт; при этом снижается доля сырья, переходящего в газовую фазу и подвергающегося крекингу в очень малой степени.

При прочих равных условиях, чем выше температура нагрева сырья, тем выше качество кокса, ниже содержание летучих веществ в коксе, выше его механическая прочность и, как правило, выше выход электродных фракций кокса. Однако, повышение температуры нагрева сырья в реакционном змеевике печи приводит к более интенсивному закоксовыванию труб печи. Таким образом, возможные пределы изменения температуры коксования ограничиваются, с одной стороны, условиями получения качественного кокса, а с другой – длительностью работы реакционного змеевика печи.

Коэффициент рециркуляции K_p характеризует собой количество рециркулята (тяжелых газойлевых фракций) во вторичном сырье и регулируется изменением температуры низа колонны. Коэффициент рециркуляции колеблется в пределах от 1,1 до 2,0 и зависит от давления процесса, температуры, времени контакта паров с жидкостью.

При выборе « K_p » руководствуются несколькими соображениями:

- производительность установки;
- улучшение условий работы реакционных змеевиков печи при переработке очень тяжелых или нетехнологических (высокопарафинистых) остатков нефти;
- подбор тепловых эффектов коксования и оптимальной температуры нагрева в реакционном змеевике печи;
- время заполнения коксовых камер.

Характеристика сырья и готовой продукции

Сырьем установок коксования являются остатки перегонки нефти - мазуты, гудроны; производства масел - асфальты, экстракты; термokatалитических процессов - крекинг-остатки, тяжелая смола пиролиза, тяжелый газойль каталитического крекинга и др.

Типы установок коксования

Установки периодического действия, в которых коксование проводят в обогреваемых кубах, представляющих собой горизонтальные аппараты диаметром 2 – 2,5 м и длиной 10 – 13 м. Обогрев кубов – огневой через нижнюю часть. Сырье загружают в куб и постепенно подогревают. При 300 °С начинается выделение дистиллятных паров. После того как температура в паровой зоне куба достигнет 445 – 460 °С, начинается ее снижение. Это свидетельствует о том, что образование коксового "пирога" в основном закончилось. Дальнейший подогрев куба необходим для завершения процесса коксования, прокалики и подсушки кокса. После прокалики (2 – 3 ч) температуру постепенно снижают. Для охлаждения подают в куб сначала водяной пар, и затем воздух. Кокс выгружают при 150 – 200 °С с применением ручного труда. Этот процесс малопроизводителен, трудоемкий, но позволяет получать высококачественный кокс с меньшим содержанием летучих примесей.

Установки полу непрерывного действия. Сегодня они являются основными во всем мире. В них процесс коксования производится в не обогреваемых коксовых камерах (замедленное коксование). Сырье нагревают в трубчатых печах до 500 °С и направляют в полый не обогреваемый вертикальный цилиндрический аппарат (коксовую камеру или реактор). В камере горячее сырье находится долгое время (24 ч) и за счёт аккумулированного им тепла коксуется. С верха камеры удаляются пары легких дистиллятов. После заполнения камеры коксом на 70 – 90 % поток горячего сырья переключают на другую камеру, а из отключенной камеры выгружают кокс. Процесс замедленного коксования имеет периодический характер по выгрузке кокса и непрерывный по подаче сырья и выделению паров дистиллятных продуктов.

При непрерывном коксовании нагретое сырье вступает в контакт с подвижным, нагретым до более высоких температур инертным твердым измельченным теплоносителем и коксуется на его поверхности. Далее кокс вместе с теплоносителем поступает в регенератор, где часть кокса выжигается. За счёт этого температура теплоносителя возрастает, и он вновь возвращается в

зону коксования. Процесс проводится в псевдооживленном слое. В качестве теплоносителя служит порошкообразный кокс с размером частиц до 0,3 мм. Благодаря повышенной температуре получаемый порошкообразный кокс имеет меньшее количество летучих примесей, однако выход кокса понижен в 1,5 – 1,6 раза, так как часть его сжигается в регенераторе. По этой причине эти установки применяют, когда основным продуктом является не кокс, а светлые нефтепродукты.

Трубчатые печи

Трубчатые печи используются при необходимости нагрева среды (обычно углеводородов) до температур более высоких, чем те, которых можно достичь с помощью пара, т.е. примерно свыше 230 °С. Несмотря на сравнительно большие первоначальные затраты, стоимость тепла, отданного среде при правильно спроектированной печи, дешевле, чем при всех других способах нагрева до высоких температур. В качестве топлива могут применяться продукты отходов различных процессов, в результате чего не только используется тепло, получаемое при их сжигании, но часто устраняются и затруднения, связанные с обезвреживанием этих отходов.

Главными и естественными основаниями для классификации печей в логической последовательности являются следующие признаки:

- Технологические
- Теплотехнические
- Конструктивные

Показатели работы печей

Каждая трубчатая печь характеризуется тремя основными показателями:

- производительностью;
- полезной тепловой нагрузкой;
- коэффициентом полезного действия.

Естественный способ изменения скорости потока сырья - это изменение диаметра труб змеевиков. При снижении скорости сырья улучшается теплопередача, однако при этом увеличивается время контакта, и как следствие, происходит закоксовываемость труб и увеличивается вероятность прогара змеевика. Чрезмерное же повышение скорости продукта приводит к увеличению потери напора в змеевике печи и, следовательно, увеличивает необходимое давление на выкиде насоса, загружающего сырье в печь, и расход энергии насоса на перекачку.

На рисунке 1 изображена диаграмма зависимости скорости потока и времени контакта от внутреннего диаметра змеевика печи. Рабочим диапазоном можно считать диаметры от 0,152 до 0,325 м., т.к. использование труб для змеевика печи меньше 0,152 м. приведет к повышенной нагрузке на насос, к необходимости поддержания высокого давления на входе в печь, что потребует использования толстостенных труб, что приведет к изменению характера теплообмена. Использование труб диаметром больше 0,325 м. не приемлемо, т. к. изменяется характер течения сырья в трубопроводе, для передачи необходимого количества теплоты требуется большее время контакта, следовательно, начнется образование кокса уже в трубопроводе печи, что недопустимо.

В пределах рабочего диапазона диаметров труб, оптимальным следует принять диаметр равный 0,175 м, т. к. именно при этом диаметре сохраняется минимальное время контакта, а по сравнению с трубами 0,152 м., выбранный могут обеспечить большую эффективность и производительность печи.



Рисунок 1 – зависимость скорости потока и времени контакта от диаметра трубы

Нами рассчитана необходимая длина змеевика, с диаметром 0,175м. с целью обеспечить время нахождения сырья в печи в пределах 1200-1600 с.:

;

$$l_z = 2733 \text{ м.}$$

Затем произведен выбор длины трубки, руководствуясь следующей таблицей 1.

Таблица 1 – Соотношение длины трубки змеевика и числа труб в печи

Длина трубки, м	10	11	12	13	14
Число труб	187	172	159	148	138

Выбор длины трубки змеевика

Для размещения в существующей печи принята длина равная 14 м., т. к. внешние габариты печи позволяют разместить трубы такой длины, и экономически это наиболее оправдано.

Заключение

1. Проведен расчет трубчатой печи типовой установки замедленного

коксования. Определены основные габариты печи (18,3х6,6х14,6), время контакта сырья 1508,94 с и потери давления в змеевике 33197,4 кг/м².

2. Исследовано влияние диаметра змеевика на режим работы печи замедленного коксования. Установлено что для обеспечения минимального времени контакта при необходимой тепловой нагрузке, необходим диаметр равный 0,175 м.
3. Разработан чертеж общего вида трубчатой печи с оптимальным внутренним диаметром змеевика и длиной труб, равной 14м.