

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Модификация трубчатой печи в составе технологии АВТ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Сурганова Павла Вячеславовича

Научный руководитель

доцент, к.х.н. доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

И.А. Никифоров

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2022

ВВЕДЕНИЕ

Основными нагревательными аппаратами для подавляющего большинства технологических установок нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов являются трубчатые печи.

В наше время прослеживается стремление к совершенствованию всевозможных трубчатых печей. Выражается это в разработке малогабаритных аппаратов, обладающих высокой мощностью. Данные аппараты более рентабельно используют тепло горючего, а кроме того отличаются надежностью в эксплуатации. Они оснащены датчиками для контроля технологического процесса.

Основную значимость для трубчатых печей представляет собой вопрос решения проблем оптимизации рабочего процесса, эксплуатационной надежности, организации ремонтных работ [1].

На Саратовском НПЗ на установке ЭЛОУ-АВТ-6 для нагрева отбензиненной нефти используется коробчатая трубчатая печь.

На данный момент, в связи с высокой температурой отходящих газов, трубчатая печь расходует большое количество топлива. В связи с этим возникает потребность в ее модификации. Поэтому бакалаврская работа «Модификация трубчатой печи в составе технологии АВТ» актуальна.

Целью бакалаврской работы «Модификация трубчатой печи в составе технологии АВТ» является усовершенствование характеристик действующей печи.

Для достижения поставленной цели был выполнен ряд расчетов, по итогу которых удалось подобрать подходящий вариант модернизации, а также рассчитать затраты и сроки его окупаемости.

Бакалаврская работа «Модификация трубчатой печи в составе технологии АВТ» состоит из введения, 2 разделов, заключения, списка использованных источников.

Основное содержание работы

Принцип работы трубчатых печей

Трубчатая печь функционирует следующим образом. Нефть сжигается горелками, расположенными на стенах или поду камеры радиации. Затем дымовые газы проходят через радиационную конвекционную камеры, и уходят в атмосферу через дымовую трубу.

Сырье одним или несколькими потоками проходит трубы змеевика, трубы экранов радиационной камеры после чего, нагретое до необходимой температуры, выходит из печи.

С целью получения нужных целевых продуктов на сырье в рабочей камере печи оказывается термическое воздействие. В этом и состоит один из основных технологических методов переработки сырья.

Главной составляющей трубчатой печи является радиационная секция, теплообмен в которой осуществляется за счет высоких температур дымовых газов.

Радиационная часть, играет малую роль в общей теплопередаче, это обусловлено тем, что газы, движутся вокруг труб только лишь за счет разницы в удельном весе, а теплопередача естественной конвекции незначительна.

Главным источником тепла, поглощаемого в радиационной части трубчатых печей, являются продукты сгорания топлива. Тепло, выделяющееся при их сгорании, вбирается трубами, расположенными в радиационной секции. Данные трубы как раз-таки и образуют поглощающую поверхность. Поверхность футеровки радиационной секции формирует отражающую поверхность, которая препятствует поглощению тепла. Отражающая поверхность передает его на трубчатый змеевик лишь за счет излучения. Значительная доля всего используемого тепла в печи передается в радиационной камере, оставшаяся - в конвекционной секции.

Температура газов, выходящих из радиационной секции, как правило слегка завышена, что дает возможность использовать тепло данных газов уже в конвекционной части трубчатой печи.

В конвекционной камере тепло продуктов сгорания, выходящих из радиационной секции, обычно с температурой 700 - 900°С передается сырью путем конвекции и от части за счет излучения трехатомных компонентов дымовых газов.

Объем конвекционной секции обычно рассчитывают так, чтобы температура продуктов сгорания, была приблизительно на 150°С выше температуры веществ, подогреваемых при входе в печь. Вследствие этого, термическая нагрузка труб в конвективной части, как правило, ниже, чем в радиационной. Это связано с низким коэффициентом отвода тепла. Снаружи в некоторых случаях данные трубы оборудованы дополнительной поверхностью - продольными или поперечными ребрами, шипами и др.

Подогретое сырье сперва поочередно проходит через змеевики конвекционной камеры, а потом следует к змеевикам радиационной камеры. За счет такого противоточного движения сырья и продуктов сгорания топлива происходит утилизация теплоты, полученной при сгорании [2].

Основные показатели работы печей

Любая трубчатая печь характеризуется тремя, имеющими наибольшее значение, признаками:

- коэффициент полезного действия,
- полезная тепловая нагрузка,
- продуктивность.

1. Коэффициент полезного действия печи, отображающий собою отношение количества полезного тепла к всему теплу, подведенному горючим. Коэффициент полезного действия печи главным образом зависит от с коэффициента избытка воздуха, а также от температуры дымовых газов.

2. Полезная тепловая нагрузка – это количество тепла, переданное сырью в печи. Именно она находится в зависимости от тепловой мощности, а также от размеров печи. Тепловая нагрузка большинства трубчатых печей находится в диапазоне от 8 до 16 МВт.

Наиболее многообещающими являются печи с тепловой нагрузкой от 40 до 100 МВт и выше.

3. Продуктивность печи характеризует количество сырья, подогреваемого в печи в единицу времени. Обычно выражается в тоннах/сутки.

Именно она характеризует пропускную способность печи, а именно - количество нагреваемого сырья, проходящее через змеевики при заданной температуре.

Исходя из вышесказанного, наиболее полно печь характеризует именно параметр продуктивности [2].

Кроме того, рабочие свойства печи совместно с упомянутыми признаками характеризуются такими показателями как:

- Теплонапряженность поверхности нагрева радиантных труб. Этот параметр дает возможность оценивать количество теплоты, передаваемой через 1 м² поверхности радиантных труб за 1ч. В передовых трубчатых печах теплонапряженность может достигать до 65 тыс. ккал / м² · ч [3].

- Тепловая напряженность топочного пространства трубчатой печи характеризует количество тепла, производимого в камере сгорания в единицу времени в единице объема топки. Как правило в нынешних печах варьируется от 35000 до 45000 ккал [4].

- Температура дымовых газов на перевале – это температура дымовых газов, поступающих в конвекционную камеру. Как правило эта величина не должна превышать 900°С, т. к. в противном случае это может привести к коксованию и прогару радиантных труб. [5].

От данных характеристик зависит срок эксплуатации трубчатых печей, а также их коэффициент полезного действия.

Основные типы печей

Существует огромное количество всевозможных видов и вариаций трубчатых печей. В промышленности при выборе печи руководствуются в основном тем, какой вид топлива она будет потреблять, какое расположение

труб применяется в радиационной камере, имеется ли потребность в раздельном подводе тепла к трубам радиационной камеры, какое количество регулируемых потоков есть в печи, время пребывания продукта в радиационной камере и т.п. Рассмотрим наиболее распространенные в промышленности виды печей.

В настоящий момент на большинстве действующих установок по подготовке нефти применяются печи шатрового типа, которые уже относятся к устаревшим печам.

Шатровые двухкамерной печи с наклонным сводом (рис. 1.3) чаще всего применяются на установках АВТ производительностью 1,5 - 3,0 млн т/год. Сырье поступает в конвекционную камеру, разделяется на два потока и проходит по трубам. В данной печи применяются форсунки. Сгорание топлива осуществляется в муфельном канале, после чего горячие продукты сгорания поступают в топку. Данные печи имеют ряд недостатков: имеют большие габариты, требуют больших затрат металлов на возведение, обладают относительно не большими значениями КПД, теплоемкость камер низкая, дымовые газы выходят из конвекционной камеры при температуре 450-500°C [6].

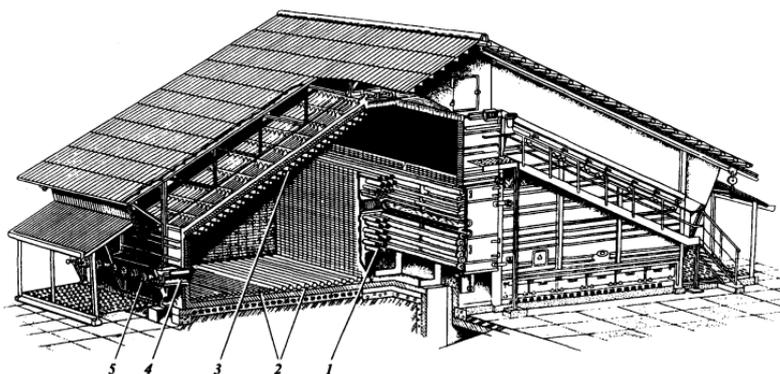


Рисунок 1.3 - Схема двухкамерной печи с наклонным сводом: 1 — конвекционная камера; 2 — подовый экран радиантной камеры; 3 — потолочный экран радиантной камеры; 4 — муфели; 5 — форсунки.

Так же в промышленности применяются цилиндрические печи типа ЦС и ЦД4 и др. [7].

По мимо рассмотренных печей имеется еще большое количество их разновидностей, которые могут быть представлять собой комбинации описанных типов или же быть отдельными типами, просто менее распространенными, чем рассмотренные выше. Так, для транспортировки катализатора, в нефтеперерабатывающей отрасли применяются топки под давлением. В них происходит сжигание топлива, после чего продукты реакции смешиваются с атмосферным воздухом, пока агент-носитель не достигнет определенной температуры. Воздух на горение и смешение подается от нагнетателей высокого давления. Из-за того, что печь работает под давлением закономерно возникают новые конструктивных особенностей связанные с этим. Следует отметить, что помимо самих печей, в них располагается самое разнообразное вспомогательное оборудование, что делает печи достаточно сложным агрегатным оборудованием [8].

Пути повышения эффективности работы трубчатых печей

С целью увеличения эксплуатационных характеристик печей на заводах проводятся различные мероприятия. Технические мероприятия направлены на реконструкцию трубчатых змеевиков, средств контроля рабочих параметров, обмуровки, систем подачи топлива и т. п. Организационным мероприятия направлены на персонал и подразумевают: строгое соблюдение регламента по качеству сырья, реагентов и режимных параметров, соблюдение инструкций по эксплуатации печных агрегатов, лабораторный контроль за составом получаемых продуктов [1].

Рассмотрим несколько патентов, целью которых является повышение рабочих и эксплуатационных характеристик трубчатых печей.

Патент № 2246524 [9]. Данный патент разработан с целью улучшения трубчатой печи, в которой осуществляется подогрев нефти.

Главной недостаток трубчатых печей, применяемых в настоящее время на предприятиях нефтепереработки, связан с образованием нагара на поверхности труб конвекционного змеевика, из-за чего теплообменные процессы протекают менее эффективно, ухудшается распределение теплоты

от дымового газа для прогрева нефти в радиантной и конвекционной камере, возрастают расходы на топливо, уменьшается срок эксплуатации змеевиков.

Цель: увеличить надежность работы печей и увеличить поверхность теплообмена.

Этого можно достичь таким образом: установить перед дымовой трубой и в переходе между камерами съемный фильтр. Фильтр выполнен из материала с микропористой структурой.

Таким образом можно уменьшить загрязнение змеевика, и тем самым увеличить период эксплуатации, происходит улучшение теплообменных процессов, снижается расход топлива и возрастает надежность работы печи.

На рис. 1.11 представлена иллюстрация к патенту № 2246524.

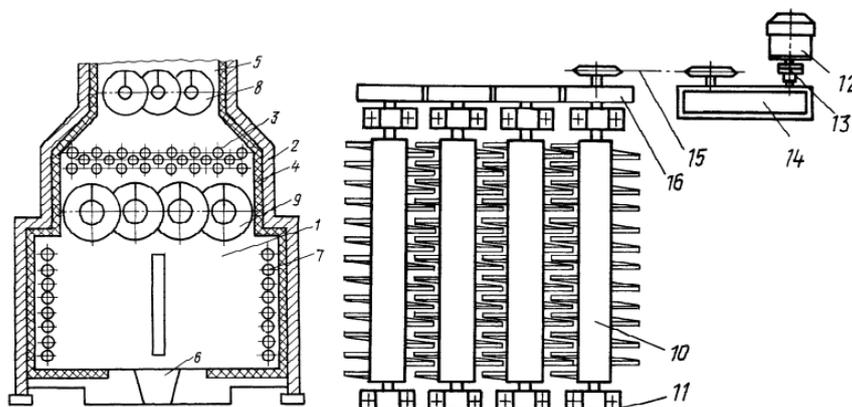


Рисунок 1.11 – Трубчатая печь: 1 — радиантная камера; 2 — конвективная камера; 3 — змеевик конвективной камеры; 4 — огнеупорная изоляция; 5 — дымовая труба; 6 — горелки; 7 — змеевик радиантной камеры; 8,9 — съемные фильтры; 10 — трубчатые элементы; 11 — корпус; 12 — электродвигатель; 13 — муфта; 14 — редуктор; 15 — цепная передача; 16 — зубчатая передача.

Обоснование модификации трубчатой печи

Основной проблемой большинства трубчатых печей является высокая температура дымовых газов на выходе, что говорит о плохой теплоотдаче в конвекционной зоне. Следствием этого является увеличение количества потребляемого топлива для нагрева продукта до нужной температуры.

Для решения данной проблемы необходимо более эффективно использовать тепло дымовых газов. Для этого понадобится повысить число труб в камере конвекции на 7 штук в каждом потоке.

Так как изменение размеров печи сделает нецелесообразным проект модернизации, понадобится демонтировать змеевик пароперегревателя и тем самым освободить место для новых труб без увеличения объема.

Для замены конвективных змеевиков будет необходимо:

1. Демонтировать участки дымоходов, прилегающие к своду печи;
2. Демонтировать панели свода;
3. Демонтировать трубные пучки конвективного змеевика;
4. Демонтировать трубные решетки;
5. Монтировать новые трубные решетки;
6. Монтировать новый конвективный змеевик;
7. Монтировать, ранее демонтированные, торцевые панели, панели свода, участки дымоходов.

Демонтируем по одной трубе радиантного змеевика в каждом потоке, чтобы избежать потерь напора в змеевике печи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Предложенная модификация позволяет увеличить имеющийся расход продукта до 329000 кг/ч, с сохранением потерь давления в продуктовых трубах. Количество сырья, нагреваемого одним килограммом топлива, увеличивается с 90,9 кг до 106,1 кг.

2. За счет снижения удельного расхода топлива, экономия составит 11388000 руб./год.

3. При затратах на предложенную модернизацию 10624320 руб., срок окупаемости составит 11 мес.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ентус Н.Р., Шарихин В.В. Трубчатые печи в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. - М.: Химия, 2010. – 304с.
2. Ахметов С.А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / С.А. Ахметов [и др.] под ред. С.А. Ахметова. – СПб.: Недра, 2006. – 868 с
3. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа / И.Л. Гуревич – М.: Химия, 1972. - 360 с.
4. Чернышев Б.А. Физика и химия в переработке нефти / Б.А. Чернышев - М.: Гос. научн. - техн. изд-во нефтяной и горно-топливной лит., 1955. — 256 с.
5. Гусейнов Д.А. Технологические расчеты процессов переработки нефти / Д.А. Гусейнов, Ш.Ш. Спектор, Л.З. Вайнер - М.: Химия, 1964. - 310с.
6. Скобло А.И. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов / А.И. Сколбо, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов - М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. - 725 с.
7. Трубчатые печи: Каталог / Сост. А.А. Казеннов, Г.В. Филатов, Ю.Д. Ханин и В.И. Мешков. – изд. 5-е., исправ. И доп. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1998.-29 с.
8. Э.Ш. Теляков, М.А. Закиров, С.А. Вилохин. Технологические печи химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств. Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 104 с.
9. Пат. 2246524 Российская Федерация.Трубчатая печь/ Мурадов З.А. Заявка №2003115389 от 23.05.2003; опубл. 20.02.2005.Бюл. №23.
10. Пат. 2409610 Российская Федерация. Трубчатая печь/Мурадов З.А. Заявка №2009103975 от 05.02.2009; опубл. 10.08.2010.Бюл. №34.

11. Пат. 2455340. Российская Федерация. Трубчатая печь/Закирьянов Р.Б., Ягудин М.Н., Тихонов А.А. Заявка №2011113606 от 07.04.2011; опубл. 10.07.2012.Бюл. №19.
12. Пат. 2483096 Российская Федерация. Трубчатая печь/Таушева Е.В., Таушев В.В., Теляшев Э.Г. Заявка №2012104224 от 07.02.2012; опубл. 27.05.2013.Бюл. №15.
13. Пат. 2231713. Российская Федерация. Трубчатая печь/Шарихин В.В., Печников А.С. Заявка №2003116142 от 02.06.2003; опубл. 27.06.2004.Бюл. №18.
14. Багиров И.Т. Современные установки первичной переработки нефти / И.Т. Багиров - М.: Химия, 1974 - 240 с.
15. Рабинович Г.Г. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Г.Г. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. П.А. Хохряков и др.; под общ. ред. Е.Н. Судакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1979. - 568 с.
16. Адельсон С.В. Технологический расчет и конструктивное оформление нефтезаводских печей / С.В. Адельсон; под общ. ред. Д.И. Орочко. - М. : ГосТопТехИЗДАТ, 1952, 239 с.
17. Ягудин М.Н. Трубчатые печи. Расчеты при проектировании. Уфа: Издательство ГУП ИНХП РБ, 2014. - 256с.
18. Кузнецов А.А. и др. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1974. 344с.
19. ГОСТ 20072-74. Сталь теплоустойчивая. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 11с.
20. Горчакова Л. И. Экономические расчеты в дипломных проектах по техническим специальностям: Метод, указания для студентов ФТК / Л. И. Горчакова, М. В. Лопатин. - СПб. : Изд. СПбГПУ, 2003. - 28 с.