

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

**Проект модернизации трубчатой печи П 1/2 ЭЛОУ-АВТ-6
на Саратовском НПЗ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

Института химии

Калинина Семена Федоровича

Научный руководитель
профессор, д.т.н., профессор

Ю.Я. Печенегов

Зав. кафедрой
д.х.н., профессор

Р.И. Кузьмина

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее обширное распространение в промышленно развитых государствах приобрели трубчатые печи, полностью отвечающие потребностям в экономии на тепловых агрегатах без потери качества в химической, нефтяной и нефтехимической промышленности.

На Саратовском НПЗ на установке ЭЛОУ-АВТ-6 используется нагревательная трубчатая печь П-1/2.

Существующая конструкция печи П-1/2 не позволяет увеличивать количество нагреваемого продукта, использует большое количество топлива в связи с высокой температурой отходящих газов. Исходя из этого, необходимость модернизации печи П-1/2 является важной. Поэтому бакалаврская работа «Проект модернизации трубчатой печи П 1/2 ЭЛОУ-АВТ-6 на Саратовском НПЗ» актуальна.

Целью бакалаврской работы «Проект модернизации трубчатой печи П 1/2 ЭЛОУ-АВТ-6 на Саратовском НПЗ» является усовершенствование характеристик печи П-1/2.

Для достижения поставленной цели выполнен ряд расчетов: тепловой, гидравлический, аэродинамический. Рекомендовано изменение в конструкции печи, рассчитать затраты и сроки окупаемости предлагаемой модернизации.

Бакалаврская работа «Проект модернизации трубчатой печи П 1/2 ЭЛОУ-АВТ-6 на Саратовском НПЗ» содержит 5 глав:

1 Технологическая схема установки ЭЛОУ-АВТ-6, конструкция и работа печи П-1/2

2 Тепловые расчеты

3 Гидравлические расчеты

4 Аэродинамические расчеты

5 Техничко-экономические расчеты

Так же имеются: введение, заключение, список использованных источников (21 источник) и три приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Технологическая схема установки ЭЛОУ-АВТ-6, конструкция и работа печи П-1/2

1.1 Технология переработки нефти на установке ЭЛОУ-АВТ-6

Установка ЭЛОУ-АВТ-6 является установкой первичной переработки нефти. На блоке ЭЛОУ происходит удаление растворенных в нефти солей (хлоридов, сульфатов и др.) и обезвоживание нефти. После блока ЭЛОУ, нефть поступает на блок АВТ (атмосферно-вакуумная трубчатка), где разделяется на различные фракции для дальнейшей переработки.

Печь П-1/2, проект модернизации которой предлагается и рассчитывается в данной выпускной квалификационной работе, находится в блоке АВТ, между первой ректификационной колонной К-1 и атмосферной ректификационной колонной К-2.

Нефть, поступающая с блока ЭЛОУ, поступает на подогрев в теплообменники. После подогрева в теплообменниках, обессоленная нефть поступает в колонну предварительного испарения (отбензинивающую) К-1. Отбензиненная нефть из нижней части колонны К-1 насосами Н-3/1,2,3 подается в змеевик печи П-1/2, где нагревается до необходимой температуры. Отбензиненная нефть, нагретая в печи П-1/2 поступает в колонну К-2. Температура низа колонны К-2 поддерживается температурой нагретой в печах отбензиненной нефти

С верха колонны К-2 отбирается головной погон, осуществляется вывод фракций через отпарные колонны К-6, К-7, К-9: 120-180⁰С, 180-240⁰С, 240-290⁰С соответственно, так же отбирается фракция 290-360⁰С. С низа колонны отбирается мазут и отправляется на блок вакуумной перегонки для более полного выделения светлых фракций.

1.2 Конструкция, работа и характеристики печи П-1/2

Печь П-1/2 является одноходовой коробчатой печью с радиационной и конвекционной зоной. Нагреваемый продукт (отбензиненная нефть) проходит через змеевик печи четырьмя потоками.

Змеевик печи состоит из труб диаметром 152×8 мм из стали 15Х5М, длина одной трубы составляет 25,17 м, расстояние между осями труб составляет 304 мм.

В качестве топлива используется нефтяной газ. Также, в качестве резервного топлива, используется жидкое топливо, подаваемое к форсункам печи П-1/2.

Фактические технические характеристики печи приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Фактические технические характеристики печи П-1/2.

Параметр		Фактические значения
Радиантный змеевик	Количество труб, шт	76
Пароперегреватель	Количество труб, шт	6
Конвективный змеевик	Количество труб, шт	76
Температура дымовых газов, °С	На перевале	680
	На выходе	520
Давление продукта, МПа	На входе	0,72
	На выходе	0,15
Температура продукта, °С	На входе	264
	На выходе	365
Расход продукта, кг/ч		250000
Расход топливного газа, кг/ч		2750

1.3 Путь модернизации печи П-1/2 и его обоснование

Основной проблемой печи П-1/2 является высокая температура дымовых газов выходящих из печи, что свидетельствует о плохой теплоотдаче в конвекционной зоне. Следствием этого является увеличение количества потребляемого топлива для нагрева продукта (отбензиненной нефти) до необходимой температуры, невозможность увеличения расхода продукта с 250000 до 329000 кг/ч.

Учитывая вышесказанное, решение модернизации напрашивается само - надо более эффективно использовать тепло дымовых газов. Для этого потребуется увеличение числа гладких труб в зоне конвекции на 5 шт. на каждом потоке.

Для того, чтобы зона конвекции смогла вместить в себя новые трубы без увеличения объема, потребуется демонтаж змеевика пароперегревателя, так как изменение размеров печи сделает нецелесообразным проект модернизации.

Для уменьшения потерь напора в змеевике печи, потребуется демонтировать по одной трубе радиантного змеевика на каждом потоке.

Новые трубы для зоны конвекции изготавливаются из стали 15Х5М.

2 Тепловые расчеты

2.1 Исходные данные

Производительность по сырью - 329000 кг/ч.

Размеры камеры радиации: длина - 25,50 м, ширина - 3,63 м, высота - 8,85 м, ширина пода - 2,97 м. Количество труб - 72 шт.

Диаметр труб - 152×8 мм, длина труб - 25,17 м, сталь - 15Х5М, расстояние между их осями - 304 мм.

В печи требуется нагреть отбензиненую нефть от температуры 265⁰С до 364⁰С. Доля отгона нефти - 0,1; энтальпия нефти: на выходе - 964,4, на входе - 567,8 КДж/кг; давление нефти на входе в печь - 0,72 МПа.

В качестве топлива используется нефтяной газ, состава (в объемных %):
 CH_4 - 31,0, C_2H_4 - 3,9, C_2H_6 - 20,0, C_3H_6 - 10,7, C_3H_8 - 11,9, $i\text{C}_4\text{H}_{10}$ - 5,6, $n\text{C}_4\text{H}_{10}$ - 4,3, C_4H_8 - 5,5, C_5 - 1,1, H_2S - 4,8, CO_2 - 1,2. Плотность газа $\rho=1,52 \text{ кг/м}^3$.

Методика расчетов взята из источника «Технологический расчет и конструктивное оформление нефтезаводских печей» (Адельсон С.В., 1952 г.).

2.2 Определение количества тепла, передаваемого продукту

Тепло, которое необходимо передать продукту для его нагрева до необходимой температуры составило 96079284 КДж/ч.

2.3 Расчет процесса горения

Главной задачей расчета процесса горения является определение низшей теплоты сгорания топлива, которая равна 43932 КДж/кг, а также определение необходимого объема воздуха, требующегося для сжигания 1кг газа, который равен $11,5 \text{ м}^3/\text{кг}$.

2.4 Определение КПД печи

КПД печи составило 0,73

2.5 Выбор температуры газов на перевале

Допускаем тепловое напряжение поверхности нагрева радиантных труб в $84000 \text{ КДж/м}^2 \times \text{ч}$.

Задаемся температурой газов на перевале $t_p=700^\circ\text{C}$

2.6 Определение максимальной температуры горения

максимальная температура горения топлива составила 1755°C

2.7 Определение эквивалентной абсолютно черной поверхности

Важными показателями являются эквивалентная лучевоспринимающая поверхность, которая составила 397,20 м² и эквивалентная абсолютно черная поверхность, составившая 336 м².

2.8 Расход топлива и полезная тепловая нагрузка печи

Расход топлива составил 3000 кг/ч, тепловое напряжение радиантных труб составило 86442 КДж/(м²×ч), что удовлетворяет выбранной температуре на перевале.

2.9 Поверочный расчет камеры радиации

При поверочном расчете было установлено: температура на перевале - 720⁰С, тепло, переданное радиацией - 73871658 КДж/ч, теплонапряжение поверхности нагрева радиантных труб - 85400 КДж/(м²×ч), теплонапряжение топочной поверхности - 184376 КДж/(м²×ч), теплонапряжение топочного пространства - 152837 КДж/(м³×ч).

2.10 Расчет камеры конвекции

При расчете камеры конвекции установлены важнейшие характеристики: тепло, переданное продукту в камере конвекции - 21307020 КДж/ч, средняя разность температур между дымовыми газами и нагреваемым продуктом - 250⁰С, коэффициент теплопередачи - 79,5 КДж/(м²×град×ч), потребная поверхность нагрева - 1117 м², фактическая поверхность нагрева - 1154 м².

3 Гидравлические расчеты

3.1 Гидравлический расчет змеевика печи

При гидравлическом расчете змеевика установлены характеристики: потеря напора - 0,57 МПа, давление продукта на выходе - 0,15 МПа.

4 Аэродинамические расчеты

4.1 Расчет газоходов

При расчете газоходов принято решение установить два газохода. Сечение каждого газохода - $2,19 \text{ м}^2$, высота - 1,55 м, ширина - 1,42 м, длина - 15 м.

4.2 Расчет потери напора газов

Потери напора на прямолинейном участке борова - 0,26 мм вод. ст.; потери напора от местных сопротивлений в борове - 10,18 мм вод. ст.; статистический напор в камере конвекции - 2 мм вод. ст.; суммарная потеря напора в камере конвекции и по газовому тракту - 19,34 мм вод. ст.

4.3 Расчет дымовой трубы

Высота дымовой трубы - 36,50 м; тепло, потерянное газами при прохождении дымовой трубы - 1794936 КДж/ч; тепло, потерянное трубой - 2511915 КДж/ч; температура на выходе из трубы - 383°C .

5 Технико-экономические расчеты

5.1 Расчет стоимости модернизации

По результатам технико-экономического расчета, затраты на закупку труб составили 2532320 руб., затраты на монтаж нового змеевика - 5064640 руб.

5.2 Расчет экономии топлива

При расчете экономии топлива установлено: количество продукта, нагреваемого одним килограммом топлива после модернизации - 109,7 кг; экономия топлива в год - 13578000 руб./год.

5.3 Расчет сроков окупаемости

Срок окупаемости модернизации составил 7 месяцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам расчетов можно составить таблицу (табл. 6.1), в которой сравниваются характеристики печи до и после модернизации.

Таблица 6.1 - Технические характеристики печи П-1/2

Параметр		Фактические значения	После модернизации
Радиантный змеевик	Количество труб, шт	76	72
Пароперегреватель	Количество труб, шт	6	-
Конвективный змеевик	Количество труб, шт	76	96
Температура дымовых газов, °С	На перевале	680	720
	На выходе	520	400
Давление продукта, МПа	На входе	0,72	0,72
	На выходе	0,15	0,15
Температура продукта, °С	На входе	264	264
	На выходе	365	365
Расход продукта, кг/ч		250000	329000
Расход топливного газа, кг/ч		2750	3000
Количество продукта, нагреваемого одним килограммом топлива, кг		90,9	109,7
Затраты на модернизацию, руб.		7600000	
Экономия топлива, руб./год		13578000	
Срок окупаемости, мес.		7	