

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

Кафедра НхиТБ

**Проект модернизации блока предварительного нагрева нефти
на ЭЛОУ - АВТ 6 Саратовского НПЗ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 252 группы (НПЗ)

направления 18.04.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Нечаева Сергея Николаевича

Научный руководитель

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

подпись, дата

Ю.Я. Печенегов
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

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

подпись, дата

Р.И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2018

Введение

Саратовский нефтеперерабатывающий завод был построен в 24 апреля 1934 году и был назван «Саратовский крекинг-завод № 4». За трудовой подвиг в годы Великой Отечественной войны был награжден Орденом Отечественной войны I степени. В 2013 году Саратовский НПЗ вошел в состав нефтяной компании «Роснефть». В том же году на заводе была запущена установка изомеризации пентан — гексановой фракции мощностью 300 тыс. тонн в год, что позволило выпускать топливо класса «Евро-5» с использованием собственных компонентов. Увеличению мощности саратовского НПЗ способствовала реконструкция в 2013 году. Установка ЭЛОУ-АВТ-6 была реконструирована с 6 млн т. до 7,0 млн т. (50,7 млн барр) нефти в год. В основном завод перерабатывает нефть марки URALS .

Целью данной работы является выбор способа повышения производительности работы теплообменных аппаратов на установке ЭЛОУ-АВТ 6 Саратовского НПЗ и расчетное обоснование примененного способа.

Работа является актуальной в связи с тем, что в современных условиях и в перспективе один из важных путей совершенствования теплообменного оборудования является интенсификации теплообмена. Посредством интенсификации теплообмена увеличивается количество тепла, передаваемого через единицу поверхности теплопередачи, соответственно, увеличивается производительность по продуктам. Достигается более выгодное соотношение между передаваемым количеством тепла и мощностью, затрачиваемой на прокачивание теплоносителей. При этом высокое техническое качество интенсифицированного теплообменного оборудования улучшает общие характеристики связанных с ними технологических установок. Исследования

и разработки в области повышения эффективности теплообменных аппаратов представляют наибольший интерес и являются актуальными.

В работе предложено и обосновано увеличение производительности блока нагрева нефти на ЭЛОУ-АВТ 6 Саратовского НПЗ.

Научная новизна заключается в модернизация теплообменного аппарата, позволяющая увеличить расход теплоносителей путем установки скрученной ленты до заданной производительности.

Установка первичной переработки нефти ЭЛОУ-АВТ-6 была построена в период широкомасштабного строительства в 1950-1990-х годах. Совместно были построены установки: риформинга бензина, гидроочистки дизельного топлива, установки по производству элементарной серы, битумная установка, установка очистных сооружений. Установка ЭЛОУ-АВТ-6 (производительностью 7 млн. т/год) 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.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, основной части, состоящей из 5 глав, заключения и списка используемой литературы. Всего в работе 60 страницы.

Основное содержание работы. В введении, обоснована актуальность проблемы, практическая значимость и сформированы цели работы.

В **первой главе** был описан первичный процесс переработки нефти, подробное описание Саратовского НПЗ, а так же установка ЭЛОУ-АВТ 6.

Во **второй главе** работы рассмотрены основные типы теплообменников, дана общая характеристика каждому типу, описаны достоинства и недостатки теплообменного оборудования, а так же принцип работы [4-9].

В **третьей главе** представлены исходных данные, основные расчеты: Тепловые расчеты теплообменника для нагрева нефти, тепловая нагрузка теплообменника, средний температурный напор, расчетная схема теплообменника, коэффициенты теплоотдачи, коэффициенты теплопередачи, коэффициенты теплоотдачи при увеличенной производительности, расчеты шага скрученной ленты.

Уравнение теплового баланса аппарата в общем виде:

$$G_1 (q_{T_1}^{\text{ж}} - q_{T_1}^{\text{ж}''}) \eta = G_2 (q_{T_2}^{\text{ж}''} - q_{T_2}^{\text{ж}}),$$

Уравнение коэффициента теплоотдачи для турбулентного режима:

$$\alpha_1 = 0.021 \frac{\lambda_{\text{ср.1}}}{d_B} Re_{\text{ср.1}}^{0.8} Pr_{\text{ср.1}}^{0.43} \left(\frac{Pr_{\text{ср.1}}}{Pr_{\omega,1}} \right)^{0.25}.$$

$$\alpha_2 = 0.021 \frac{\lambda_{\text{ср.2}}}{d_3} Re_{\text{ср.2}}^{0.8} Pr_{\text{ср.2}}^{0.43} \left(\frac{Pr_{\text{ср.2}}}{Pr_{\omega,2}} \right)^{0.25}.$$

Основное уравнение теплопередачи:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_2} * \frac{F_1}{F_2}}.$$

Методика расчета шага скрученной ленты:

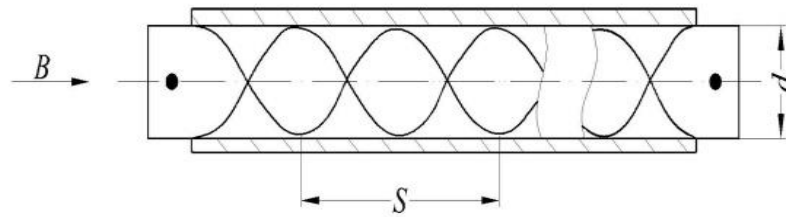


Рисунок 1. Скрученная лента.

Определяем критерий Прандтля:

$$Pr_{cp.1} = \frac{v_{cp.1} c_{cp.1} \rho_{cp.1}}{\lambda_{cp.1}}$$

Принимаем значение сомножителя $\left(\frac{Pr_{cp.2}}{Pr_{\omega.2}}\right)^{0.25} \approx 1$, найдем:

$$Nu = 0.24 Re^{0.6} Pr^{0.36} \left(\frac{Pr}{Pr_{cr}}\right)^{0.25}.$$

Найдем α_0 [19-23]

$$\alpha_0 = Nu \frac{\lambda_{cp.2}}{d_H}.$$

При $S/d = 2$ [20]

$$D_3 = \left[0.5 + \frac{2}{\pi^2} \left(\frac{S}{d}\right)^2\right] = 1.3.$$

$$Re'_{кр} = 19,08 D_3^{0,5} = 21.8.$$

$$Re_{кр} = 64000 \left(\frac{2d}{S}\right)^{1.16} + 3780 = 67780.$$

Для $Re'_{кр} < Re < Re_{кр}$

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = 17,4 Re^{-0.2} D_3^{-0.135}. \quad (50)$$

Из формулы найдем α и обозначим ее как α_1 :

$$\alpha_1 = \alpha_0 * 17,4 Re^{-0.2} D_3^{-0.135} ..$$

Производим 10 расчетов по выше приведенной методике.

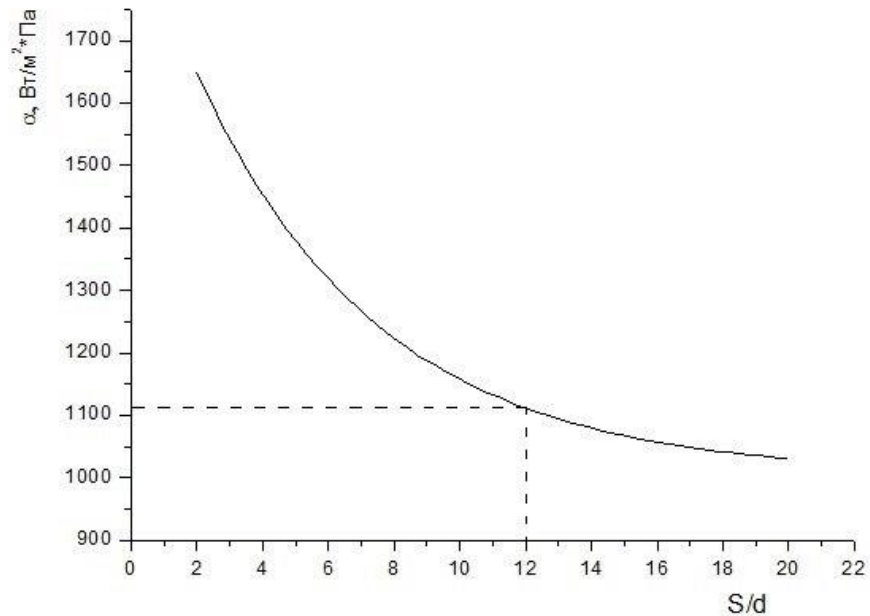


Рисунок 2. График зависимости коэффициента теплоотдачи от S/d.

Находим коэффициент теплоотдачи, который будет соответствовать увеличенному коэффициенту теплопередачи.

$$k = \frac{Q}{nF\Delta t}$$

$$k \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right) = \alpha_1 .$$

Из графика (рис.2) находим, что необходимое значение $\alpha_1 = 1115 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ будет обеспечено при S/d в пределах 12.

Четвертая глава: гидравлический расчет теплообменника производился по основным формулам.

Гидравлическое сопротивление межтрубного пространства теплообменника по нефти Δp :

$$\Delta p = \Delta p_{MT} + \sum \Delta p_{MC}.$$

Сопротивление тракта в трубном пространстве:

$$\Delta p_{TP} = \lambda_{TP} \left(z * \frac{L}{d_B} \right) * \left(\frac{\omega_{TP}^2}{2} \right) * \rho \left(\frac{Pr_{CT}}{Pr} \right)^{0.33},$$

Потеря давления на преодоление местных сопротивлений $\sum \Delta p_{MC}$ складывается из нескольких величин:

$$\sum \Delta p_{MC} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3,$$

Пятая глава: Технико-экономический расчет

Зная $m_{ленты}$ рассчитаем затраты на изготовление и монтаж при условии что цена на сталь составляет 47800руб/т.:

$$Z_{ленты} = 0.041 * 47800 * 2,3 * 2 = 9015 \text{ руб,}$$

Найдем стоимость на прокачку в год через 1 теплообменник:

$$\text{Затраты}_{\text{на прокачку}} = 75 * 7560 = 567000 \text{ руб,}$$

Посчитаем дополнительный расход по нефти в год с учетом прокачки:

$$2050650000 - 1134000 = 2049516000 \text{ руб.}$$

Найдем долю экономии в общем процессе переработки нефти на заводе:

$$2049516000 * 0,001 = 2050650 \text{ руб.}$$

Где 0,001 – коэффициент нагрева нефти в общем проценте ее перегонки.

Зная долю в общем процессе, мы можем посчитать конечную прибыль от модернизации:

$$2050650 * 0,15 = 307597,5 \text{ руб. составляет экономия.}$$

где 0,15- коэффициент рентабельности.

Таблица 1. Основные результаты.

№ п/п	Наименование параметра	Размерность	Численные значения	
			До модернизации	После модернизации
1	Расход нефти, G_H	кг/ч	77700	93250
2	Расход дизельного топлива, G_D	кг/ч	15500	18600
3	Температура нефти:			
	На входе в Т/О, t'_H	°С	50	50
	На выходе в Т/О, t''_H	°С	120	120
4	Температура дизельного топлива:			
	На входе в Т/О, t'_D	°С	265	265

	На выходе в Т/О, t''_d	°С	157	157
5	Диаметр труб в ТА, d	м	0,04	0,04
6	Коэффициент теплоотдачи в трубе с вставленной скрученной лентой, α	Вт/м ² *К	768,3	1115
7	Шаг закрутки ленты, S/d	-	-	12
8	Толщина ленты, δ	мм	-	0,5
9	Коэффициент теплопередачи, k	Вт/м ² *К	329	398
10	Тепловая мощность ТА, Q	кВт	1129	1355
11	Гидравлическое сопротивление в ТА: В трубах, $\Delta p_{тр}$ В межтрубном пространстве, $\Delta p_{мс}$	Па Па	- -	1466 3882,1
12	Увеличение годовых затрат прокачку	Руб/год	-	567000
13	Экономический эффект от увеличения производительности Т/А	Руб/год	-	307597,5

Выводы

1. Предложена модернизация теплообменного аппарата, позволяющая увеличить расход теплоносителей (нефть и дизельное топливо) на 20%. Сущность модернизации состоит в интенсификации теплообмена потока дизельного топлива в трубах теплообменника. Выбран способ интенсификации – закрутка потока в трубе с помощью вставленных в трубы скрученных лент.

2. Расчетным путем определен шаг скрученной ленты $S/d=12$, обеспечивающий заданное увеличение производительности теплообменного аппарата при сохранении температур входа и выхода теплоносителей.
3. Выполнен тепловой, гидравлический и технико-экономический расчеты модернизированного теплообменного аппарата, основные результаты которых заключаются в увеличении коэффициента теплопередачи путем установки скрученной ленты в теплообменный аппарат для повышения экономической эффективности.
4. В процессе работы была опубликована статья: -Печенегов Ю.Я., Нечаев С.Н. Способ уменьшения расхода греющего пара в теплообменниках // Наука и практика энергосбережения: Научно-практический журнал энергосбережение в Саратовской области Издательство: «ИППОЛиТ - XIX век». 2018г. – С 39-40.

Заключение

В современных условиях и в перспективе один из важных путей совершенствования теплообменного оборудования является интенсификации теплообмена. За счет интенсификации теплообмена увеличивается количество тепла, передаваемого через единицу поверхности теплопередачи, соответственно, увеличивается производительность по продуктам. При этом высокое техническое качество интенсифицированного теплообменного оборудования улучшает общие характеристики связанных с ними технологических установок.

В результате проведенных расчетов показано, что наибольшая эффективность интенсификации теплообмена в трубах теплообменных аппаратов блока предварительного подогрева нефти достигается путем закрутки потока теплоносителя с помощью скрученной ленты, при оптимальном соотношении S/d .