

ПРИМЕНЕНИЕ НЕФТЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ВОДЫ

Белоусов А.А., Сеницына В.Ф. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Предложен поверочный расчёт для определения расхода подогреваемой воды и температуры воды на выходе из кожухотрубных нефтяных теплообменников типа ТПГ529-25-70 и «труба в трубе» ТТ-22 –1 – 40У/ 6-Г-М1(М4) с поверхностью теплообмена 70 м² и 44 м².

Цель применения нефтяных теплообменных аппаратов для подогрева моющей воды или моющего раствора, для того чтобы не оборудовать дополнительно стационарный пароводяной подогреватель.

При рассмотрении наиболее эффективного способа очистки (дегазации) внутренней поверхности нефтяных теплообменных аппаратов исключающих пропаривание [1,2], возникает необходимость в подогреве воды для подачи моющего раствора к замываемой поверхности.

Экономически – целесообразно использовать в замкнутом контуре, нефтяной теплообменный аппарат для нагревания моющей воды или моющего раствора.

Для этой цели рассмотрены теплообменные процессы подогрева воды в теплообменных нефтяных аппаратах, предназначенных обычно для технологических целей в атмосферно-вакуумной установке по переработке нефти (АВТ). Это кожухотрубные теплообменные аппараты с плавающей головкой и теплообменные аппараты типа «труба в трубе»

Для существующего нефтяного теплообменного оборудования в поверочном расчете исходными данными выбрана поверхность нагрева и температура теплоносителей. Определяем количество передаваемого тепла, расход воды и коэффициент теплопередачи.

Начальная температура воды t_1 на входе в теплообменный аппарат выбрана в соответствии $\Delta t = 50$ °С и температурой моющего раствора t_2 , где

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (1)$$

Определяем расход подогреваемой воды:

$$G_B = W_B \frac{\pi d^2}{4} n \gamma \quad (2)$$

Где, W_B - скорость воды в трубном пространстве, м/сек;

n - количество трубок в одном ходу;

γ - удельный вес воды, кг/м³;

d - внутренний диаметр трубки, м.

Скорость воды в трубках выбрана в соответствии с рекомендациями [3] при движении жидкости и при её подаче насосом. Значения Re определены как значения Re для турбулентного движения жидкости по скорости и диаметру трубок.

Определяем коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воде в соответствии с рекомендациями [5]:

$$\alpha_B = \frac{\lambda}{d_2} Nu \quad (3)$$

где λ – коэффициент теплопроводности воды при t_w , кДж/ м час °С;

Nu – критерий Нусельта;

d_2 - наружный диаметр трубки, м.

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \quad (4)$$

Коэффициент теплопроводности материала трубок выбран по ГОСТ 8733 – 74.

Коэффициенты теплоотдачи от пара к трубкам задавались предварительно следующим уточнением:

$$\alpha_n = 0,725 A \left(\frac{r}{\Delta t d} \right)^{1/4} \quad (5)$$

где A – значение коэффициента при средней температуре t_m пленки конденсата на наружной поверхности стенки трубы;

d – диаметр трубы, м;

r – теплота парообразования.

$$\Delta t = t_n - t_m \quad (6)$$

где, t_n - температура насыщения пара.

$$t_m = 0,5 (t_n + t_w) \quad (7)$$

Определяем температуру наружной поверхности стенки трубки:

$$t_w = \frac{t_B + \alpha_n B t_n}{1 + \alpha_n B} \quad (8)$$

$$A = \left(\frac{\lambda^3 \gamma^2}{\mu} \right)^{1/4} \quad (9)$$

μ - выбирается по таблицам [4] для t_m

$$B = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda_\mu} \quad (10)$$

Где δ – толщина стенок трубок, м.

$$\delta = 0.5 (d_1 - d_2) \quad (11)$$

λ_μ - коэффициент теплопроводности материала трубок;

α_n - коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубки;

α_B - коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воде.

При расчете теплообменного аппарата типа «труба в трубе» важное значение имеет определение коэффициента теплоотдачи в межтрубном (кольцевом) пространстве.

Для расчета коэффициента теплоотдачи от пара к стенке трубы в кольцевом пространстве применялась формула (5) в соответствии с рекомендациями [6] при условии пленочной конденсации пара на одиночных горизонтальных трубах. Определяем коэффициент теплопередачи от пара к воде:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta}{\lambda_\mu} + \frac{1}{\alpha_B} \frac{2d_1}{d_1 + d_2}} \quad (12)$$

Определяем среднелогарифмический температурный напор по краям греющей и обогреваемой среды:

$$\Delta t = \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{t_n - t_1}{t_n - t_2}} \quad (13)$$

Выводы:

1. В результате представленного способа поверочного расчета нефтяных теплообменных аппаратов с теплообменом через стенку между средами в рабочем режиме мазут – нефть, дизельное топливо – нефть возможно их использование в режиме теплообмена между средами пар – вода.

2. Подогрев воды в теплообменнике можно использовать при подаче моющего раствора по замкнутому контуру в заданном диапазоне температур, $t_1 = 10^\circ\text{C}$ и $t_2 = 60^\circ\text{C}$ к точке замыкаемой поверхности.

3. Использование нефтяного теплообменного аппарата для нагревания воды при мойке от нефтепродуктов, перед остановкой на ремонт установки АВТ, позволит сократить затраты на приобретение стационарного пароводяного подогревателя для этих целей.

Литература:

1. Белоусов А. А., Полунин М. М. Способ очистки теплообменных аппаратов для повышения эффективности при эксплуатации. Вісник ОДАБА. Збірник наукових праць. Випуск № 7. Одеса: “Місто майстрів”, 2002. – С. 3

2. Белоусов А.А. Эффективные способы подготовки нефтепроводов к ремонту. Вісник ОДАБА. Збірник наукових праць. Випуск №8. Одеса: “Місто майстрів”, 2002. С.10.

3. Большаков В.А., Константинов Ю. М. «Справочник по гидравлике».

4. Вакулович М.П. «Теплофизические свойства воды и водяного пара». Москва. 1967г.

5. Судакова Е.Н. «Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки». Москва, «Химия», 1979г.

6. Герасимова С. Г. «Теплоэнергетический справочник». Ленинград., 1957г.