

ЛР №6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА КОЖУХОТРУБНЫЙ ТЕПЛООБМЕННЫЙ АППАРАТ

Цель работы: изучение конструкции, принципа работы и испытание кожухотрубного теплообменного аппарата

Задачи работы

1. Закрепление сведений о физической сущности переноса тепла от горячего теплоносителя к холодному и анализ факторов, влияющих на оптимизацию этого процесса.
2. Определение коэффициента теплопередачи в кожухотрубном теплообменном аппарате при различных схемах движения теплоносителя.
3. Экспериментальное исследование работы кожухотрубного теплообменного аппарата с определением тепловой нагрузки.
4. Исследование влияния теплофизических свойств охлаждающей среды на процессы теплообмена.

Основные сведения

Кожухотрубные аппараты имеют большую тепловую мощность по сравнению с аппаратами тип «труба в трубе».

По конструктивному исполнению кожухотрубные аппараты подразделяются на горизонтальные и вертикальные. В свою очередь горизонтальные – с прямыми трубами (рис. 6.1) или U- образными, кожухозмеевиковый (рис. 6.2).

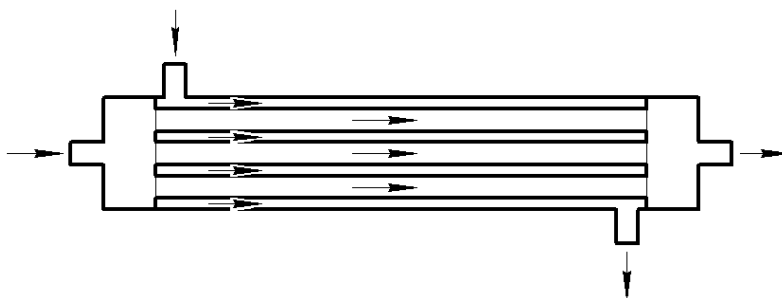


Рисунок 6.1 – Кожухотрубный теплообменный аппарат

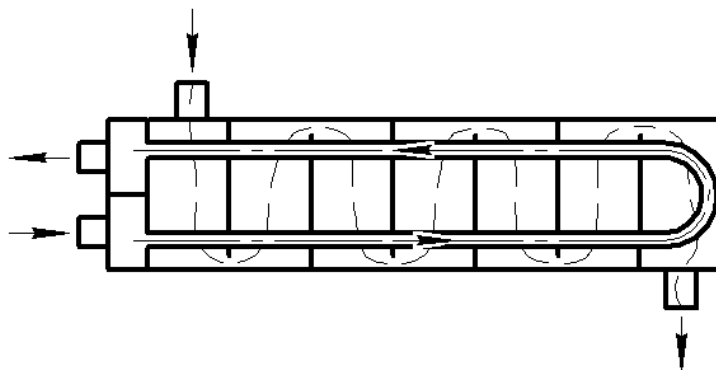


Рисунок 6.1 – Кожухозмеевиковый теплообменный аппарат

Таблица 6.1. Номера позиций датчиков температуры согласно рис. 1.

Наименование режима	Горячий контур			Холодный контур		
	Номер датчика на входе КТ	Номер датчика на выходе КТ	Расход	Номер датчика на входе КТ	Номер датчика на выходе КТ	Расход
Противоток	T8-t _{1н}	T9-t _{1к}	V ₂₄ -V ₁	T14-t _{2н}	T15-t _{2к}	V ₂₃ -V ₂
Прямоток				T15-t _{2н}	T14-t _{2к}	

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться со схемой лабораторной установки и расположением приборов, рис.1. Составить описание и заготовить таблицу для регистрации результатов испытаний.
2. Подготовить установку к испытаниям. Удостовериться, что уровень воды наблюдается в емкостях ЕГВ и ЕХВ, в противном случае долить воду в систему.
3. Подключить стенд к сети 220 В.
4. Подключить автоматизированный стенд к USB разъему компьютера и запустить программу Пуск → Программы → MeasLAB → «Теплотехника жидкости».
5. Включить питание стенда кнопкой «Сеть 220В».
6. Включить переключатель в положение «Противоток».
7. Открыть вентиль подачи горячего теплоносителя в кожухозмеевиковый теплообменный аппарат на коллекторе К1 и соответствующий вентиль на обратном коллекторе К2.
8. Кнопкой ВК2 запустить насос Н1. Регулятор скорости установить в положение II.
9. При включении компьютерной системы измерения клавишей «Пуск» в программе на цифровых индикаторах лицевой панели отображаются мгновенные значения температур, измеряемых всеми датчиками, и графики их изменения по времени.
10. Кнопкой ВК1 включить нагреватель в режим позиционного регулирования.
11. Установить значение температуры 40°C. **Будьте внимательны температура в системе не должна превышать 60 °С.**
12. Открыть вентиль подачи холодного теплоносителя в кожухозмеевиковый теплообменный аппарат на коллекторе К3 и К4.
13. Запустить насос Н2, кнопкой ВК2. Регулятор скорости установить в положение II.
14. Включить и отрегулировать обороты вращения вентилятора воздушного теплообменного аппарата.
15. Если горячий теплоноситель не достигнет установленной температуры необходимо прикрыть вентиль на обратном коллекторе К2.

16. После выхода температуры на заданный режим и установления стационарного теплового режима провести испытания, результаты занести в табл. 6.2.
17. Изменить расходы воды методом переключения режимов работы насосов Н1 и Н2 в положение I. Снять показания в установившемся режиме, результаты занести в табл. 6.2.
18. Включить переключатель в положение «Прямоток».
19. Провести опыты в соответствии с п. 14-16.
20. Выключить все оборудование и питание стенда автоматическим выключателем Сеть 220В.
21. Провести расчеты по методике, приведенной в разделе «обработка результатов испытаний», результаты занести в табл. 6.2.
22. Сделать выводы.

Обработка данных

Площадь передающей поверхности кожухотрубчатого теплообменного аппарата, м²

$$F = \pi d_n l \cdot n$$

где d_n - наружный диаметр внутренней трубы теплообменника, м;

n - количество трубок;

l - длина внутренней трубы, м

Массовый расход горячей и холодной воды определяется по следующему соотношению

$$M_1 = V_1 \cdot \rho_1, \quad M_2 = V_2 \cdot \rho_2 \quad (\text{кг/с})$$

где V_1, V_2 - объемные расходы горячей и холодной воды, определяются по с помощью соответствующего счетчика;

ρ_1, ρ_2 - плотность горячей и холодной воды, принимаются при средней температуре среды в аппарате, см. приложение 1.

Количество передаваемой теплоты определяется по формуле (1.3) для каждого аппарата, при этом,

c_{p1}, c_{p2} - удельные теплоемкости горячей и холодной воды, принимаются при средней температуре среды в аппарате, кДж/(кг·К), см. приложение 1.

Средняя разность температур (температурный напор) определяется по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m}{2} \quad \text{при} \quad \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} \leq 2$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} \right)} \quad \text{при} \quad \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} > 2$$

где $\Delta t_{\bar{o}}, \Delta t_{\bar{m}}$ - значения большего и меньшего температурных напоров в начале и конце поверхности теплообмена (определяются с учетом схемы подключения), °C;

Для прямотока $\Delta t_{\bar{o}} = t_{1н} - t_{2н}$, $\Delta t_{\bar{m}} = t_{1к} - t_{2к}$.

Для противотока $\Delta t_{\bar{o}} = t_{1н} - t_{2к}$, $\Delta t_{\bar{m}} = t_{1к} - t_{2н}$.

Коэффициент теплопередачи для каждого режима определяется по формуле:

$$K = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{cp}}, \left(\frac{Вт}{м^2 \cdot К} \right)$$

Таблица 6.2. Результаты измерений и вычислений

Значения измеренных и вычисляемых параметров												
№№ п/п	$t_{1н}$ °C	$t_{1к}$ °C	$t_{2к}$ °C	$t_{2н}$ °C	M_1 кг/с	M_2 кг/с	Q_1 Вт	Q_2 Вт	$\Delta t_{\bar{o}}$ °C	$\Delta t_{\bar{m}}$ °C	Δt_{cp} °C	K Вт/(м²·К)
Прямоток												
1												
2												
3												
Противоток												
1												
2												
3												

Контрольные вопросы

1. Назовите преимущества и недостатки кожухотрубных теплообменных аппаратов.
2. Что называется коэффициентом теплопередачи? Каков его физический смысл и единицы измерения?
3. Какие факторы и параметры теплообменных аппаратов влияют на величину коэффициента теплопередачи?
4. В чем заключаются преимущества противоточной схемы по сравнению с прямоточной?
5. Может ли температура горячего теплоносителя на выходе из теплообменника быть меньше температуры холодного теплоносителя на выходе из теплообменника?
6. В каких случаях при расчете теплообменника можно пользоваться средним арифметическим температурным напором?
7. В каких технологических процессах используются теплообменные аппараты?