

Тема 2.3. Процессы теплообмена.

Изучить содержание темы: что представляет собой процесс теплообмена, теплопроводность;
Температурное поле и температурный градиент, закон Фурье;
Теплообменные аппараты, область применения;

Практическое занятие №10, №11. (2 часа + 2 часа)

Анализ устройства и работы рекуперативных теплообменных аппаратов и подбор их по каталогу.

Теплотехнические расчеты рекуперативных теплообменных аппаратов и подбор их по каталогу.

Цель работы:

1. Формирование умений выполнять теплотехнические расчеты теплообменных аппаратов.
2. Подбирать теплообменные аппараты по каталогу.

Выполнив работу, студент должен:

Знать:

- Порядок нахождения количества теплоты в единицу времени
- Определение площади поверхности нагрева
- Уравнение теплового баланса для теплообменника

Уметь:

- Вычислять основные параметры теплообменников
- Пользоваться справочной литературой

Предварительная подготовка

При домашней подготовке к практическому занятию студенту необходимо:

- Изучить теоретический материал по теме
- Ответить на контрольные вопросы

Содержание работы:

1. Определение количества теплоты, переданное греющим теплоносителем воде в теплообменнике.
2. Вычисление площади поверхности нагрева и конечной температуры Нагреваемой воды, протекающей через аппарат при заданных

Последовательность выполнения работы

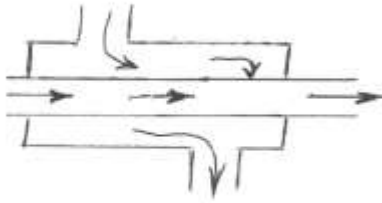


Рис. 1.

1. Ознакомиться с методическими указаниями.
2. Определить площадь нагрева и конечную температуру T нагреваемой воды в теплообменном аппарате с параллельным током теплоносителя. Схема дана на рис. 1.
3. Выполнить расчеты. Выбрать по данным расчетам в каталоге рекуперативный обменный аппарат.

Методические указания

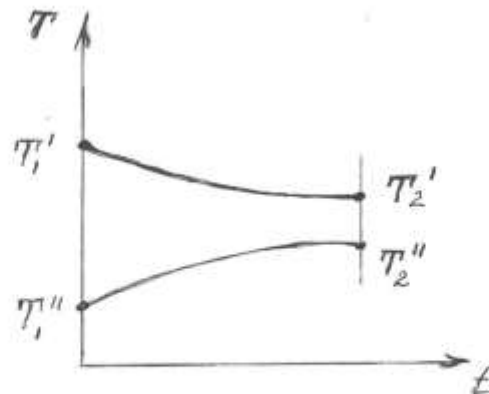
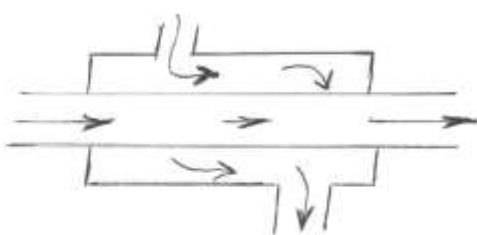
Теплообменные аппараты (теплообменники) подразделяют по назначению, конструкции и принципу действия. По принципу действия различают рекуперативные, регенеративные и смешительные теплообменники.

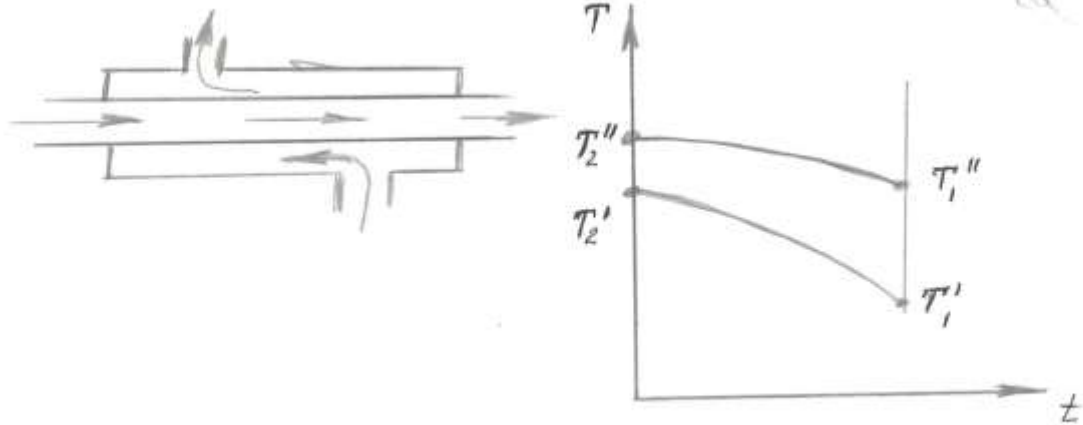
В рекуперативных теплообменниках передача теплоты осуществляется непрерывно от греющего рабочего тела нагреваемому телу, протекающему одновременно с греющим по аппарату (котлы, конденсаторы и т. д.). Рабочие тела разделяет перегородка, называемая поверхностью нагрева. Площадь поверхности нагрева имеет большее значение в процессе теплообмена, т.к. от нее зависит эффективность использования теплоты.

В регенеративных теплообменниках одна и та же поверхность нагрева омывается попеременно то нагреваемым, то охлаждаемым веществом (регенераторы мартеновских печей и т.д.).

В смешительных теплообменниках теплота передается в процессе смешения охлаждаемого и нагреваемого веществ (градирни, деаэраторы и т.д.).

Рекуперативные теплообменные аппараты подразделяют по направлению потоков теплоносителей на теплообменники с прямым током, противотоком и сложным токами (см.рис.).





Количество теплоты, передаваемое от греющей жидкости – нагреваемой в единицу времени

$$Q = k S \Delta T_{\text{ср}}$$

k – коэффициент теплопередачи

S – поверхность нагрева

$\Delta T_{\text{ср}}$ – средняя разность температур рабочих тел

$\Delta T_{\text{ср}}$ определяют по формуле:

$$\Delta T_{\text{ср}} = \frac{T_1' - T_1'' - (T_2' - T_2'')}{2,3 \lg \left(\frac{T_1' - T_1''}{T_2' - T_2''} \right)}$$

Методика расчета:

В теплообменном аппарате с параллельным током протекает каждый час 1200 дм³ горячей жидкости плотностью $\rho = 1100 \text{ кг/м}^3$ и теплоемкостью $c = 2,93 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$. начальная ее температура $T_1' = 383 \text{ К}$, конечная $T_2' = 353 \text{ К}$. определить площадь поверхности нагрева и конечную температуру T_2'' нагреваемой воды, протекающей через аппарат, если за каждый час протекает по нему 0,8 м³ воды с начальной температурой на входе $T_1'' = 293 \text{ К}$. коэффициент теплопередачи данного теплообменника принять $k = 1,04 \text{ кВт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Запишем уравнение теплового баланса для такого теплообменника:

$$V \cdot \rho \cdot c (T_1' - T_2') = V_1 \cdot \rho_1 \cdot c_1 (T_1'' - T_2'')$$

$$\text{откуда } T_2'' = T_1'' + \frac{V \cdot \rho \cdot c (T_1' - T_2')}{V_1 \cdot \rho_1 \cdot c_1} = 293 + \frac{1,2 \cdot 1100 \cdot 2,93 \cdot 30}{0,8 \cdot 1000 \cdot 4,18} =$$

$$\approx 327 \text{ К}^\circ$$

Количество теплоты, переданное греющей жидкостью воде:

$$Q = 1200 \cdot 1100 \cdot 30 \cdot 2,93 \approx 116028 \text{ кДж/ч} = 32,2 \text{ кДж/с.}$$

На основании формул: $Q = kS\Delta T_{cp}$

$$\Delta T_{cp} = \frac{T_1' - T_1'' - (T_2' - T_2'')}{2,3 \lg\left(\frac{T_1' - T_1''}{T_2' - T_2''}\right)}$$

получим

$$S = \frac{Q}{k [T_1' - T_1'' - (T_2' - T_2'')] \cdot \lg \frac{T_1' - T_1''}{T_2' - T_2''}} =$$

$$= \frac{32,2}{1,04 [383 - 293 - (353 - 327)]} \cdot \lg \frac{383 - 293}{353 - 327} \approx$$

$$\approx 0,67 \text{ м}^2$$

Содержание отчета

1. Наименование, цель и содержание работы.
2. Заданная схеме теплообменника
3. Расчет величин S и T_2'' .
4. Выбор по каталогу теплообменного аппарата.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды теплообменных аппаратов.
2. В каких аппаратах получают жидкость с более высокой t при одинаковых начальных условиях.
3. От чего зависит коэффициент теплопередачи k .

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
характеристики	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Расход горючей жидкости дц ³ /час	1000	1000	1000	2·10 ³	2·10 ³	2·10 ³	3·10 ³	3·10 ³	3·10 ³	4·10 ³	4·10 ³	4·10 ³	5·10 ³	5·10 ³	5·10 ³
Плотность ρ, кг/м ³	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Теплоемкость жидкости С, кДж/(кг·К°)	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93
Начальная температура Т ₁ , К°	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
Конечная температура Т ₂ , К°	353	343	353	343	353	343	353	343	353	343	353	343	353	343	353
Расход нагреваемой воды м ³ /г	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Начальная t нагреваемой воды Т ₁ '=293К°															

Коэффициент теплопередачи K=1,04 кВт/(м²·К°)

Тесты для контроля знаний:

Вариант 1.

1. Теплоотдачей называется перенос теплоты:

- а) От жидкости к жидкости через разделяющую их стенку;
- б) между потоком жидкости (или газа) и стенкой;
- в) молекулярный перенос теплоты в телах;
- г) от газа к газу через разделяющую их стенку.

2. Регенераторы – это:

- а) Теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку;
- б) теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей;
- в) теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью;
- г) теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячего и холодного воздуха.

Вариант 2

1. Перенос теплоты при соприкосновении частиц, имеющих различную температуру, называется:

- а) Теплопроводностью;
- б) конвекцией;
- в) излучением;
- г) теплопередачей.

2. Укажите выражение для определения термического сопротивления цилиндрической стенки (для теплопроводности).

- а) ;
- б) ;
- в) ;
- г) .

3. Укажите уравнение теплопередачи:

- а) $Q = k(t_1 - t_2) F$;
- б) $Q = \alpha (t_1 - t_2) F$;
- в) $Q = G_1 (h'_1 - h''_1) F$;
- г) .

4. Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·К) характеризует:

- а) Способность вещества проводить теплоту;
- б) интенсивность собственного излучения тела;
- в) интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой;
- г) способность вещества передавать теплоту .

5. Укажите уравнение теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.

- а) $Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$;
- б) $Q = \alpha \cdot F (t_{ж} - t_{ст})$;
- в) $Q = G (h'_1 - h''_1)$;
- г) $Q = G_1 (h'_1 - h''_1) F$.

6.Рекуперативные теплообменники – это:

- а) Теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку;
- б) теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей;
- в) теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью;
- г) теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячего и холодного воздуха.