

УДК: 621.564:621.785.92

## СПОСОБЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ВИДЫ ТЕПЛООБМЕННЫХ ОБОРУДОВАНИЙ

А.Тешебаев – к.т.н., проф. ОшТУ

З.Чынгызбек к. – преп ОшТУ ГТК

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10646134>

**Аннотация:** В данной статье представлены способы теплопередачи и виды теплообменных оборудования. Учитывая такое широкое использование, логично, что существуют различные типы теплообменных аппаратов. Они отличаются друг от друга по конструкции, передаче тепла, взаимодействию сред, направлению движения теплопотребителя и теплоносителя, а также по многим другим параметрам. В этой статье рассмотрим основные разновидности устройств.

**Ключевые слова:** теплообменные аппараты, отопительные системы, вентиляционные системы, кондиционирование, теплопередача, теплопроводность, изотермическая поверхность, конвекция, физические свойства, температурный напор, отражательная способность, пропускательная способность, сложный теплообмен, конвективный теплообмен, рекуперативные теплообменники, спиральные теплообменники, пластинчатые теплообменники, водоподогревательные аккумуляторы, варочные котлы.

## HEAT TRANSFER METHODS AND TYPES OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT

**Abstract:** This article presents methods of heat transfer and types of heat exchange equipment. With such widespread use, it makes sense that there are different types of heat exchangers. They differ from each other in design, heat transfer, interaction of media, direction of movement of the heat consumer and coolant, as well as in many other parameters. In this article we will look at the main types of devices.

**Keywords:** heat exchangers, heating systems, ventilation systems, air conditioning, heat transfer, thermal conductivity, isothermal surface, convection, physical properties, temperature difference, reflectivity, transmittance, complex heat exchange, convective heat exchange, recuperative heat exchangers, spiral heat exchangers, plate heat exchangers, water heating batteries, digesters.

### ВВЕДЕНИЕ

По способу передачи тепла теплообменное оборудование делится на поверхностное и смесительное. В поверхностных теплообменниках процесс теплообмена происходит через стенки, выполненные из теплопроводного материала. Что касается смесительных аппаратов, теплопередача осуществляется при перемешивании рабочих сред [1].

Теплообменные аппараты – это устройства, которые нужны для обмена теплом (что понятно из названия) между средами с разной температурой. Они применяются в различных сферах: отопительные системы, энергетическая, металлургическая промышленность, тепловые пункты, вентиляционные системы, кондиционирование, на пищевых, химических, атомных предприятиях, в холодильной отрасли и пр. Учитывая такое широкое использование, логично, что существуют различные типы теплообменных аппаратов. Они отличаются друг от друга по конструкции, передаче тепла, взаимодействию

сред, направлению движения теплопотребителя и теплоносителя, а также по многим другим параметрам. В этой статье рассмотрим основные разновидности устройств.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Теплопередача – сложный процесс, который при изучении разделяют на простые явления. Различают три элементарных способа переноса теплоты: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение[3].

1) *Теплопроводность* – процесс распространения теплоты путем непосредственного соприкосновения микрочастиц, имеющих различные температуры, или соприкосновение тел (или их частей), когда тело не перемещается в пространстве. Процесс теплопроводности связан с распределением температур внутри тела. Температура характеризует степень нагрева и тепловое состояние тела. Совокупность значений температур в различных точках пространства в различные моменты времени называется *температурным полем* (стационарным или нестационарным). *Изотермическая поверхность* – геометрическое место точек одинаковой температуры. Любая изотермическая поверхность разделяет тело на две области: с большей и меньшей температурой; теплота переходит через изотермическую поверхность в область более низкой температуры. Количество теплоты  $\Delta Q$ , Дж, проходящее в единицу времени  $\Delta t$ , с, через произвольную изотермическую поверхность, называется *тепловым потоком*  $Q$ , Вт.

Характеристика теплового потока – *плотность теплового потока* (удельный тепловой поток).

Математическое выражение закона теплопроводности Фурье:

$$\Delta Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \cdot F \cdot \Delta t \quad Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \cdot F \quad \text{или} \quad q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n}.$$

Множитель  $\lambda$  – *коэффициент теплопроводности*, Вт/(м·К), численно равен количеству теплоты, проходящей в единицу времени, через единицу поверхности, при разности температур в один градус, на единицу длины один метр.

2) *Конвекция* – перемещение макроскопических частей среды (газа, жидкости), приводящее к переносу массы и теплоты[4]. На процесс теплоотдачи конвекцией влияют:

1. Характер движения жидкости около твердой стенки (свободное или вынужденное – ламинарное или турбулентное). Режим течения жидкости определяется не только скоростью, но и безразмерным комплексным числом Рейнольдса  $Re = \omega/\nu$ .

2. Физические свойства или род жидкости. На теплоотдачу влияют плотность, теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности, кинематическая вязкость жидкости.

3. Условия теплового режима (например, изменение агрегатного состояния).

4. *Температурный напор*  $\Delta T$  – разность температур между твердой стенкой и жидкостью.

5. Направление теплового потока  $Q$  (теплоотдача от горячей стенки к холодной жидкости больше).

6. Геометрические размеры тела, которые влияют на толщину пограничного слоя.

7. Направление теплоотдающей поверхности.

Процесс конвективного теплообмена описывается законом Ньютона

$$Q = \alpha F (T_{\text{ст}} - T_{\text{ж}}), \text{ Вт,}$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К), численно равный количеству теплоты, передаваемому от жидкости к твердой поверхности в единицу времен, через единицу поверхности при перепаде температур между стенкой и жидкостью в один градус.

3) Все тела непрерывно посылают в окружающее их пространство электромагнитные волны различной длины [1]. Излучение волн всегда трансформируется в тепловую энергию. Для световых и инфракрасных лучей (0,4...800 мкм) это превращение выражено наиболее сильно, и эти лучи называются тепловыми, а процесс их распространения – *тепловым излучением* или *радиацией*. Интенсивность теплового излучения резко увеличивается с ростом температуры.

Падающий на тело лучистый поток состоит из трех частей: отраженная, поглощенная и пропущенная. *Отражательная способность R* – отношение отраженной энергии к энергии, падающей на тело (полной). *Поглощательная способность A* – отношение поглощенной энергии к энергии, падающей на тело (полной). *Пропускательная способность D* – отношение энергии, прошедшей через тело, к энергии, падающей на тело (полной) [4].

В соответствии с законом сохранения энергии:  $R + A + D = 1$ .

Суммарная теплопередача лучеиспусканием (закон лучистого теплообмена), Вт,

$$Q_{1-2} = \varepsilon_{\text{п}} \cdot c_0 \cdot F \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right],$$

где  $\varepsilon_{\text{п}}$  – приведенная степень черноты системы тел;  $c_0 = 5,67$  Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>) – коэффициент излучения абсолютно черного тела;  $F$  – площадь теплопередающей поверхности, м<sup>2</sup>.

Эти процессы протекают одновременно, влияют друг на друга – *сложный теплообмен*. В реальных условиях конвекция всегда сопровождается теплопроводностью или молекулярным переносом теплоты [3]. Совместный процесс переноса теплоты конвекцией и теплопроводностью называется *конвективным теплообменом*. Конвективный теплообмен между жидкостью и твердым телом называют *теплоотдачей*. Перенос теплоты от горячей жидкости к холодной через разделяющую их стенку – *теплопередача*.

#### **Рекуперативные теплообменные аппараты непрерывного действия:**

- **Кожухотрубчатые аппараты**- применяются, когда требуется высокая производительность аппарата и большая поверхность теплообменника. Могут иметь вертикальное и горизонтальное исполнение [2].

Также бывают аппараты с плавающей головкой закрытого типа, с плавающей головкой открытого типа, с сальниковым компенсатором, с U образными трубками.

Особенностями кожухотрубчатые аппаратов является то, что проходное сечение межтрубные пространства в 3 раза больше по сравнению с трубными поэтому при одинаковых расходах теплоносителя особенно если теплообмен происходит без изменения агрегатного состояния часто получают пониженные скорости.

-**Спиральные теплообменники** – 2 металлические ленты (3-7мм) соединяются в середине и навитое вокруг этой перегородки т.е., что образует 2 канала. 1-для греющей среды, 2- для нагреваемой. Между этими двумя средами происходит теплообмен через металл стенку.

Спиральные теплообменники- могут иметь вертикальное и горизонтальное расположение. Основные преимущества – они имеют относительно высокие скорости

движения теплоносителя, длительность работы без отчистки каналов. Недостатки – большая металлоемкость сложность изготовления, малая плотность.

- **Пластинчатые теплообменники.** Бывают разных конструкций: разборные, полуразборные и неразборные. Самые распространенные разборные. Применяются когда коэффициент теплоотдачи сред примерно равны.

#### **Рекуперативные теплообменники периодического действия**

-**Водоподогревательные аккумуляторы** - применяются для подогрева сетевой воды. Это сосуд большой емкости с паровым (водяным) отоплением. Вода в подогревателе нагревается в течении 4-5 часов, а расход за 30 мин.

Регулирование процесса происходит с помощью температурного датчика связанного с опорной арматурой.

- **Варочные котлы** Они используются в химической строительной индустрии.

#### **ВЫВОДЫ**

Рассматриваются разные виды теплообменных аппаратов, классификацию, хотя их намного больше. При выборе аппаратов учитываются:

- среда, с которой предстоит работать, ее свойства;
- требуемая тепловая мощность и другие технические характеристики;
- размер устройства и прочие.

#### **Литература**

1. Исаченко, В. П. Теплопередача: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. В.П. Исаченко — М.: Энергия, 1975.
2. Фролов, В. Ф. Конструкции и выбор теплообменных аппаратов [Электронный ресурс] В. Ф. Фролов, Р.Ш. Абиев / Новый справочник химика и технолога. – 2009.
3. Луканин, В. Н. Теплотехника: Учеб. для Вузов / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер и др. 2-е изд., перераб. –М. : Высшая школа, 2000. – 396 с.
4. Богданов, П.Е. Основные теплофизические свойства газов и жидкостей. Номографический справочник [Текст] / Под ред. П. Е. Богданова, Кемерово, 1971.– 227 с.