

16.2 Конструкции теплообменников

16.2.1 Кожухотрубчатые теплообменники

Кожухотрубчатые теплообменники – наиболее распространенные среди трубчатых. Они относительно простоты и обладают большой удельной поверхностью теплообмена. Самый простой из них – одноходовой по трубному и межтрубному пространству с неподвижными трубными решетками (рис. 16.10).

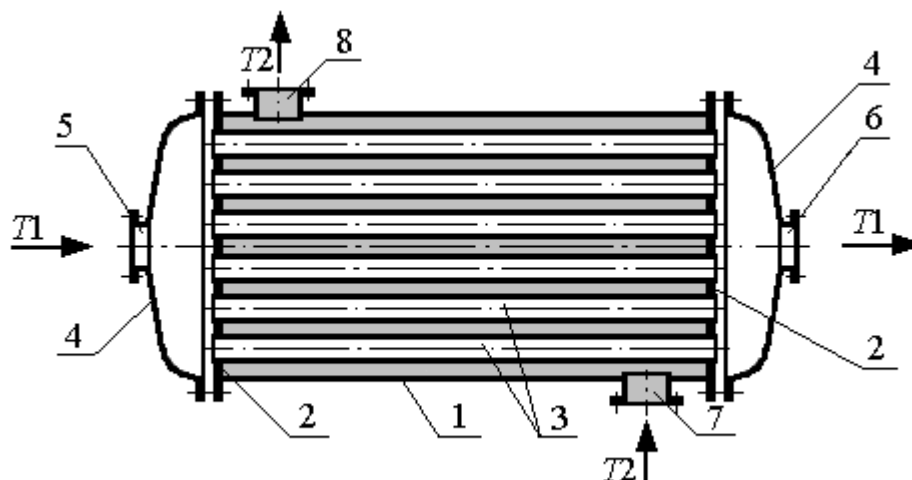


Рис. 16.10 – Одноходовой кожухотрубчатый теплообменник с жестким креплением труб:

1 – кожух; 2 – трубные решетки; 3 – трубы; 4 – крышки; 5 и 6 – штуцера трубного пространства; 7 и 8 – штуцера межтрубного пространства.

Аппарат имеет цилиндрический корпус (кожух) 1 с трубными решетками 2. В отверстиях решеток закреплены концы труб 3 (трубный пучок). Узел, включающий кожух 1, решетки 2 и трубный пучок – трубчатка. Трубчатка закрыта крышками 4 с штуцерами 5 и 6. Полость между крышкой 4 и трубной решеткой 2 – распределительная камера. Трубное пространство теплообменника – внутренний объем трубного пучка и распределительных камер. Межтрубное пространство – объем между кожухом, трубными решетками и наружной поверхностью труб. В стенку кожуха врезаны штуцера 7 и 8. Теплоноситель T_1 подают в трубное пространство через штуцер 5 и отводят через штуцер 6. Теплоноситель T_2 подают в межтрубное пространство через штуцер 7 и отводят через штуцер 8. Теплоноситель T_1 омывает внутреннюю поверхность труб 3, а T_2 – наружную, при этом между ними происходит теплообмен.

В многоходовых кожухотрубчатых теплообменниках (рис. 16.11) при меньших расходах теплоносителей достигают интенсификации их движения, а также теплопередачи.

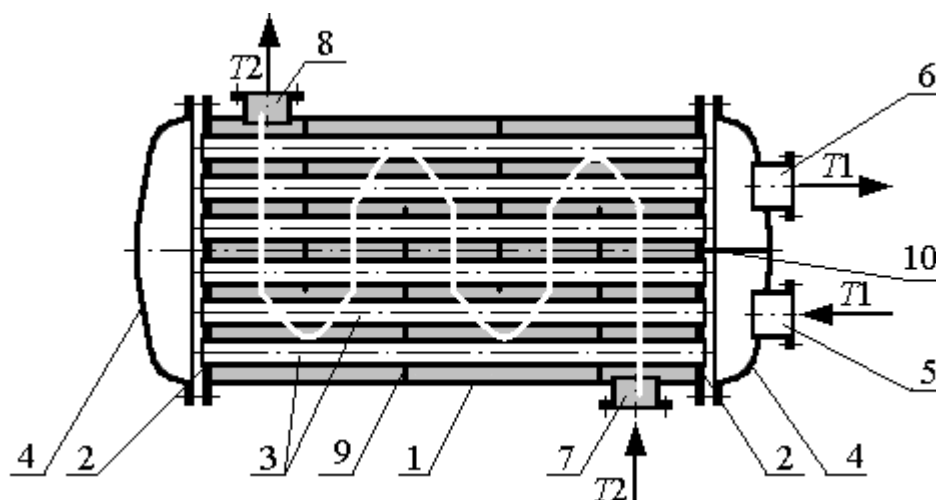


Рис. 16.11 – Многоходовой по трубному и межтрубному пространству кожухотрубчатый теплообменник:

- 1 – кожух; 2 – трубные решетки; 3 – трубы; 4 – крышки; 5 и 6 – штуцера трубного пространства; 7 и 8 – штуцера межтрубного пространства; 9 – поперечные перегородки в межтрубном пространстве; 10 – перегородка в распределительной камере

Многоходовыми теплообменники бывают по трубному, по межтрубному пространству и по обоим пространствам одновременно. Трубное пространство секционируют перегородками 10 в распределительных камерах, межтрубное пространство – поперечными перегородками 9. Многоходовые теплообменники сложнее, дороже, чем одноходовые, у них больше гидравлическое сопротивление.

При работе теплообменника его кожух и трубы имеют различные температурные расширения и подвергаются температурным напряжениям. Эти напряжения вызывают деформации и могут стать причиной разрушения теплообменника. Для компенсации напряжений либо их устранения изменяют конструкцию аппаратов.

Неподвижное закрепление труб относительно кожуха применяют при средней разности температур теплоносителей не более 50 градусов. При средней разности температур теплоносителей от 50 до 100 градусов используют теплообменники с линзовыми компенсаторами на кожухе. При средней разности температур теплоносителей больше 100 градусов применяют теплообменники с плавающей головой или с U-образными трубами. В них трубный пучок жестко связан лишь с одной трубной решеткой, крепящейся к кожуху (рис. 16.12 и 16.13). Плавающая голова (рис. 16.13) включает подвижные трубную решетку 11 и крышку 10 меньшего диаметра, чем кожух.

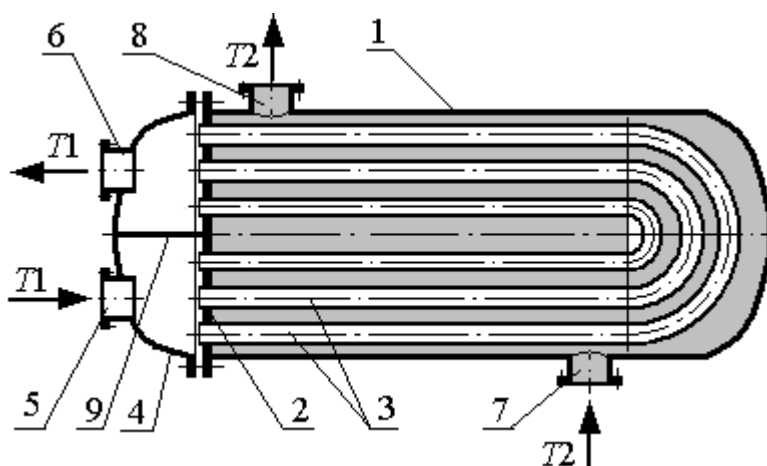


Рис. 16.12 – Кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубами:
 1 – кожух; 2 – трубная решетка; 3 – U-образные трубы; 4 – крышка;
 5 и 6 – штуцера трубного пространства; 7 и 8 – штуцера межтрубного
 пространства; 9 – перегородка в распределительной камере

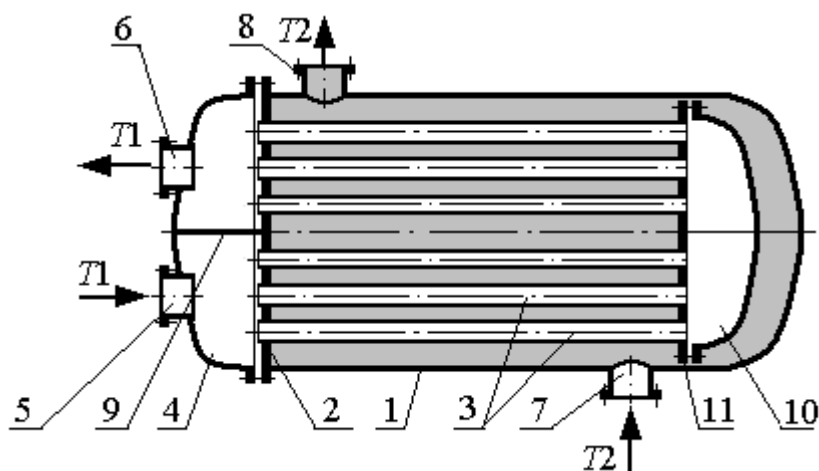


Рис. 16.13 – Кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головой:
 1 – кожух; 2 – трубная решетка; 3 – трубы; 4 – крышка; 5 и 6 – штуцера
 трубного пространства; 7 и 8 – штуцера межтрубного пространства;
 9 – перегородка в распределительной камере; 10 – крышка плавающей
 головы; 11 – трубная решетка плавающей головы

Существуют и другие конструкции кожухотрубчатых теплообменников. Кожухотрубчатые теплообменники применяют в качестве холодильников, теплообменников, испарителей и конденсаторов.

16.2.2 Теплообменники типа «труба в трубе»

Для небольших расходов теплоносителей при небольших поверхностях теплообмена используют теплообменники «труба в трубе» (двухтрубные). Они состоят из одной или нескольких секций, соединенных последовательно или параллельно (рис. 16.14).

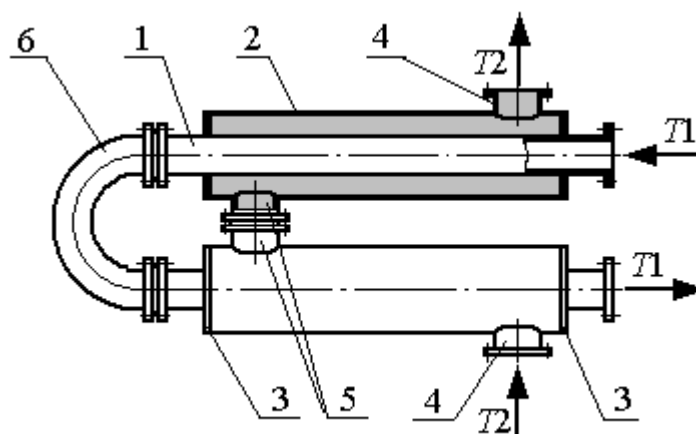


Рис. 16.14 – Двухтрубный секционный теплообменник:

1 – теплообменная труба; 2 – кожуховая труба; 3 – кольцевая заглушка;
4 и 5 – штуцера межтрубного пространства; 6 – калач (отвод на 180°)

Секция теплообменника имеет соосные внутреннюю теплообменную 1 и внешнюю кожуховую 2 трубы, соединенные заглушками 3. В кожуховую трубу врезаны штуцера 4 и 5 для подвода и отвода теплоносителя из межтрубного пространства. Для прохода второго теплоносителя используется внутреннее пространство теплообменной трубы. У многосекционного теплообменника секции соединяются по трубному пространству калачами 6, а по межтрубному – штуцерами. Достоинства аппаратов – простота и надежность; недостаток – высокая материалоемкость.

16.2.3 Другие конструкции поверхностных теплообменников

Трубными теплообменниками являются также змеевиковые, оребренные и др.

16.2.3.1 Змеевиковые теплообменники используются как автономные и встроенные в технологическое оборудование аппараты. Они используются при передаче сравнительно небольшого количества тепла. Для увеличения пропускной способности по теплоносителю змеевики выполняют многозаходными.

16.2.3.2 Теплообменники с оребренными трубами применяют в случаях, когда один из теплоносителей – газ, а второй – жидкий или паровой. Поверхности труб в теплообменниках оребряют с целью увеличения коэффициента теплоотдачи со стороны газа. Вариант оребрения показан на рис.3.6. Ребра представляют собой круглые шайбы на наружной поверхности трубы.

Наиболее широко применение оребренных труб в калориферах и аппаратах воздушного охлаждения (рис. 16.15).

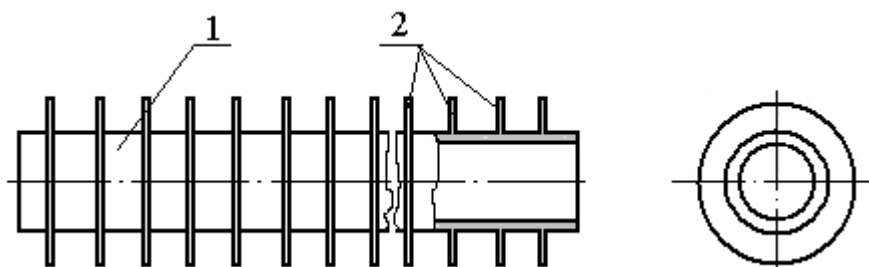


Рис. 16.15 – Оребренная теплообменная труба:
1 – труба; 2 – ребра

16.2.3.3 Высокую эффективность при теплообмене между чистыми неагрессивными средами имеют пластинчатые теплообменники. Схема пластинчатого теплообменника показана на рис. 16.16.

Аппарат включает пакет тонких пластин 1, разделенных прокладками 2. Пакет зажат между торцовыми плитами 3. В плитах имеются штуцера 4–7 для подвода и отвода теплоносителей. В плитах, пластинах и прокладках выполнены отверстия для прохода теплоносителей. Каналы для прохода теплоносителей – зазоры между соседними пластинами. Один из теплоносителей движется по нечетным зазорам, а второй – по четным. Для увеличения турбулентности и интенсивности теплообмена пластины имеют выступы и впадины.

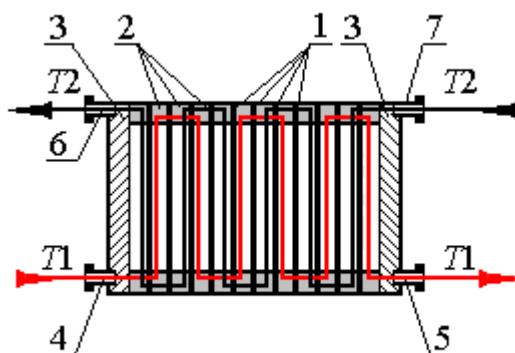


Рис. 16.16 – Схема пластинчатого теплообменника:
1 – пластины; 2 – прокладки; 3 – торцовые плиты; 4–7 – штуцера

Из-за возможной деформации пластин в теплообменниках не допускается значительная разность давлений теплоносителей. Указанные аппараты обычно изготавливают разборными.

Основные достоинства аппаратов: высокая интенсивность теплопередачи, малая удельная материалоемкость, хорошая доступность для очистки. Недостатки: трудоемкость разборки, очистки и сборки.

16.2.3.4 Тепловые рубашки в основном выполняют на наружных поверхностях емкостных и колонных аппаратов. Они служат для нагрева или охлаждения технологических сред в этих аппаратах.

16.2.4 Теплообменники смешения

Теплообменники смешения по сравнению с поверхностными более компактны из-за большей интенсивности теплообмена. Их применяют в тех случаях, когда допускается смешение теплоносителей. Чаще всего их используют для теплообмена между газовым (паровым) и жидким теплоносителями.

На рис. 16.17 один из теплообменников смешения – барометрический конденсатор. Аппарат используют для конденсации водяного пара в вакуумных установках.

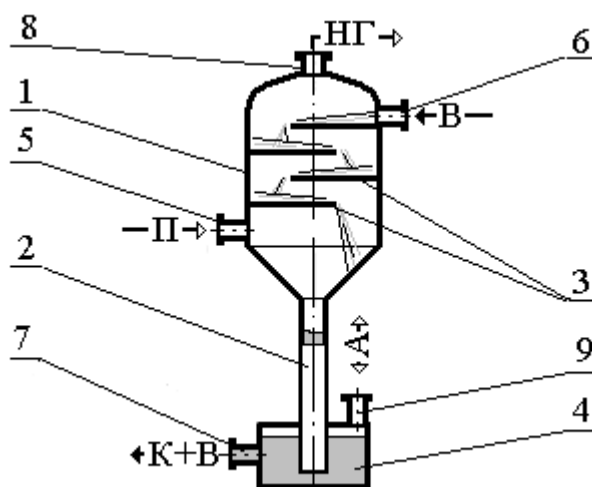


Рис. 1617 – Барометрический конденсатор:

1 – корпус; 2 – барометрическая труба; 3 – полки; 4 – барометрический ящик.

Штуцера: 5 – для входа пара; 6 – для подачи воды; 7 – для отвода смеси конденсата и воды; 8 – для отвода неконденсирующихся газов;

9 – сообщения с атмосферой. Поток: П – пар; В – вода;

К+В – смесь конденсата и воды; НГ – неконденсирующиеся газы;

А – сообщение с атмосферой

Корпус конденсатора 1 – цилиндрическая обечайка с крышкой и дном. С дном соединена барометрическая труба 2 для отвода смеси охлаждающей воды и конденсата. Барометрическая труба опущена в барометрический ящик 4. Барометрическая труба и барометрический ящик образуют гидрозатвор, предотвращающий проход атмосферного воздуха в аппарат. Внутри корпуса в шахматном порядке установлены полки 3. Вода перетекает сверху вниз с полки на полку, взаимодействуя с поднимающимся паром. Основной контакт потоков происходит в зоне стекания струй воды с вышележащих полок на ниже расположенные.