Федеральное агентство по образованию

Российской Федерации

Государственное общеобразовательное учреждение

высшего профессионального образования

Липецкий Государственный Технический Университет

Кафедра промышленной теплоэнергетики

Реферат

по курсу: ″Тепло- и массообмен″

на тему: «Конструкция теплообменных аппаратов».

Выполнил студент

группы ТЭ-06-2

Немцев Александр

Проверил

Крамченков Е.М.

Липецк 2010

Содержание

1. Кожухотрубчатые теплообменники……………………………………..3
2. Пластинчатые теплообменники………………………………………….8
3. Змеевиковые теплообменники…………………………………………..10
4. Спиральные теплообменники……………………………………………11
5. Оросительные теплообменники…………………………………………12
6. Типа «труба в трубе» теплообменники…………………………………13
7. Испарители и паропреобразователи…………………………………….14
8. Библиографический список……………………………………………...16

**Кожухотрубчатые теплообменники**

Кожухотрубчатые теплообменные аппараты обозначаются индексами и классифицируются:

• по назначению (первая буква индекса): Т – теплообменники; Х – холодильники; К – конденсаторы; И – испарители;

• по конструкции (вторая буква индекса) – Н — с неподвижными трубными решетками; К — с температурным компенсатором на кожухе; П — с плавающей головкой; У — с U-образными трубами; ПК — с плавающей головкой и компенсатором на ней;

• по расположению (третья буква индекса): Г – горизонтальные; В – вертикальные.

Кожухотрубчатые теплообменники (рис. 1-2) представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, собранных при помощи труб­ных решеток, и ограниченные кожухами и крышками со штуцерами.

Трубы, кожух и другие элементы конструкции могут быть изготовлены из углеродистой или нержавеющей стали.

Трубное и межтрубное пространства в аппарате разобщены, а каждое из этих пространств может быть разделено при помощи перегородок на несколько ходов. Перегородки устанавливаются с целью увеличения скорости, а следовательно, и интенсивности теплообмена теплоносите­лей. Теплообменники этого типа предназначаются для теплообмена между различными жидкостями, между паром и жидкостями или между жидкостями и газами. Они применяются тогда, когда требуется большая поверхность теплообмена.

Трубки теплообменников изготовляются прямыми (за исключением теплообменников с U-образными трубками); поэтому они легко доступны для очистки и замены в случае течи.

В большинстве случаев пар (греющий теплоноситель) вводится в межтрубное пространство, а нагреваемая жидкость протекает по труб­кам. Конденсат из межтрубного пространства выходит к конденсатоотводчику через штуцер, расположенный в нижней части кожуха. Для компенсации температурных удлинений, возникающих между кожухом и трубками, предусматривается возможность свободного удлинения труб за счет различного рода компенсаторов.

Особенность кожухотрубчатых теплообменников состоит в том, что проходное сечение межтрубного пространства велико по сравнению с проходным сечением трубок и может быть больше последнего в 2,5— 3 раза.

Кожухотрубчатые аппараты могут быть вертикальными и горизон­тальными. Вертикальные аппараты имеют большее распространение, так как они занимают меньше места и более удобно располагаются в рабочем помещении. Для удобства монтажа и эксплуатации макси­мальную длину трубок для них следует брать не больше 5 м.

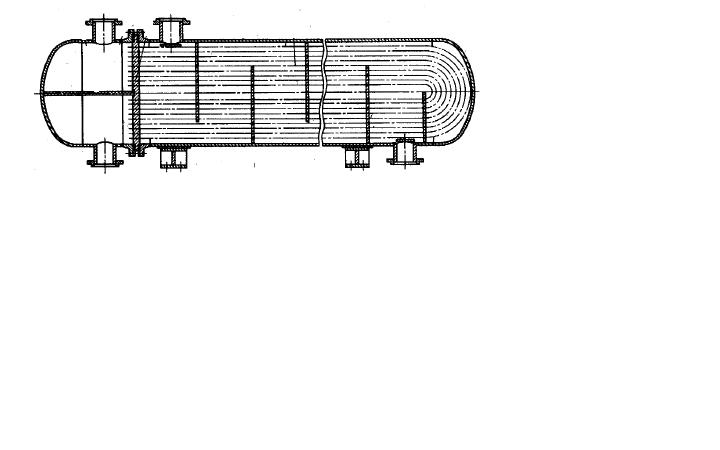
Во избежание резкого снижения теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке в корпусе теплообменника должны быть предусмотрены краны для выпуска воздуха как из нижней части аппарата над поверх­ностью конденсата, так и из верхней его части.

В кожухотрубных ТА трубы могут быть располо­жены по сторонам шестиугольников или, что одно и то же, равносторон­них треугольников (треугольной) или по концентрическим окружностям.

Вопрос о том, какой из тепло­носителей направлять в трубы или в межтрубное пространство, должен решаться с точки зрения не только интенсификации теплообмена, но и на­дежности работы ТА. Если теплоноситель вызывает коррозию или меха­ническое повреждение труб, то лучше его пропустить внутрь труб, так как экономичнее выполнить трубы из материала высокой стоимости, чем кожух. В трубы целесообразно направлять теплоноситель под большим давлением, чем в межтрубном пространстве, чтобы не делать толстостен­ный кожух, а также более загрязненный, поскольку трубы очистить лег­че, чем межтрубное пространство. Например, дымовые газы обычно про­ходят в трубах, что уменьшает засорение аппарата золой и сажей, а пар и воздух — в межтрубном пространстве.

Двухходовой горизонтальный теплообменник типа Н (рис. 1) состоит из цилиндрического сварного кожуха 8, распределительной камеры 11 и двух крышек 4. Трубный пучок образован трубами 7, закрепленными в двух трубных решетках 3. Трубные решетки приварены к кожуху. Крышки, распределительная камера и кожух соединены фланцами. В кожухе и распределительной камере выполнены штуцера для ввода и вывода теплоносителей из трубного (штуцера 1, 12) и межтрубного (штуцера 2, 10)

пространств. Перегородка 13 в распределительной камере образует ходы теплоносителя по трубам. Для герметизации узла соединения продольной перегородки с трубной решеткой использована прокладка 14, уложенная в паз решетки 3.



1 2

Рис.1

1 - Двухходовой горизонтальный теплообменник с неподвижными решетками;

2 - Теплообменник с U-образными трубами.

Поскольку интенсивность теплоотдачи при поперечном обтекании труб теплоносителем выше, чем при продольном, в межтрубном пространстве теплообменника установлены зафиксированные стяжками 5 поперечные перегородки 6, обеспечивающие зигзагообразное по длине аппарата движение теплоносителя в межтрубном пространстве. На входе теплообменной среды в межтрубное пространство предусмотрен отбойник 9 — круглая или прямоугольная пластина, предохраняющая трубы от местного эрозионного изнашивания.



1 2

Рис.2

1 - Теплообменник типа К — с линзовым компенсатором;

2 – Теплообменник с плавающей головкой.

Теплообменник типа К **—** с линзовым компенсатором(Рис. 2) на корпусе. В этом аппарате температурные деформации компенсируются осевым сжатием или расширением компенсатора. Теплообменники с линзовыми компенсаторами применяют при небольших температурных деформациях (не более 13-15 мм) и невысоких давлениях в межтрубном пространстве (не более 0.5 МПа).

Применение кожухотрубчатых теплообменников с температурным компенсатором на кожухе (линзовый компенсатор) ограничено предельно допустимым давлением в кожухе, равным 1,6 МПа. При большем давлении в кожухе (1.6—8,0 МПа) следует применять теплообменники с плавающей головкой или с U-образными трубами.

На рис.3 изображен кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головкой, предназначенной для охлаждения (нагревания) жидких или газообразных сред без изменения агрегатного состояния. Не закрепленная на

кожухе вторая трубная решетка вместе с внутренней крышкой, отделяющей трубное пространство от межтрубного, образует так называемую плавающую головку. Такая конструкция исключает температурные напряжения в кожухе и в трубах. Эти теплообменники, нормализованные в соответствии с ГОСТ 14246—79, могут быть двух- или четырехходовыми, горизонтальными длиной 3, 6 и 9 м или вертикальными высотой 3 м. Допустимое давление охлаждающей среды в трубах до 1,0 МПа, в межтрубном пространстве — от 1,0 до 2,5 МПа. Диаметр кожуха от 600 до 1400 мм, высота труб 6,0 м.

В аппаратах типа У обеспечивается свободное температурное удлинение труб: каждая труба может расширяться независимо от кожуха и соседних труб. Разность температур стенок труб по ходам в этих аппаратах не должна превышать 100 °С. В противном случае могут возникнуть опасные температурные напряжения в трубной решетке вследствие температурного скачка на линии стыка двух ее частей.

Теплообменники с U-образными трубами применяют для нагрева и охлаждения жидких или газообразных сред без изменения их агрегатного состояния. Они рассчитаны на давление до 6,4 МПа.

Преимущество конструкции аппарата типа У — возможность периодического извлечения трубного пучка для очистки наружной поверхности труб или полной замены пучка. Однако следует отметить, что наружная поверхность труб в этих аппаратах неудобна для механической очистки.

Поскольку механическая очистка внутренней поверхности труб в аппаратах типа У практически невозможна, в трубное пространство таких аппаратов следует направлять среду, не образующую отложений, которые требуют механической очистки.

Для уменьшения засорения золой дымовые газы пропускают внутри трубок, а воздух — через межтрубное пространство.

При значительно больших давлениях в теплообменной аппаратуре применяют сальниковые компенсаторы. Однако сальниковые компенсаторы могут пропускать рабочую среду, что требует их периодическое регулирование, в связи с чем сальниковые компенсаторы применяют для аппаратов с малыми диаметрами.

**Пластинчатые теплообменники**

Пластинчатый теплообменник — это теплообменник поверхностного типа, в котором передача тепла от одной среды (греющего теплоносителя) к другой (нагреваемому теплоносителю) происходит через металлическую стенку, которую принято называть поверхностью теплообмена.

Пластинчатые теплообменники представляют собой аппараты, теплообменная поверхность которых образована набором тонких штампованных пластин с гофрированной поверхностью. Рабочие среды в теплообменнике движутся в щелевых каналах сложной формы между соседними пластинами в противопотоке. Каналы для греющего и нагреваемого теплоносителей чередуются между собой (Рис.3). Гофрированная поверхность пластин усиливает турбулизацию потоков рабочих сред и повышает коэффициент теплоотдачи.

Их разделяют по степени доступности поверхности теплообмена для механической очистки и осмотра на разборные, полуразборные и неразборные (сварные).

Наиболее широко применяют разборные пластинчатые теплообменники, в которых пластины отделены одна от другой прокладками. Монтаж и демонтаж этих аппаратов осуществляют достаточно быстро, очистка теплообменных поверхностей требует незначительных затрат труда.

Основные размеры и параметры наиболее распространенных в промышленности пластинчатых теплообменников определены ГОСТ 15518—83. Их изготовляют с поверхностью теплообмена от 2 до 600 м2 в зависимости от типоразмера пластин; эти теплообменники используют при давлении до 1,6 МПа и температуре рабочих сред от —30 до +180° С для реализации теплообмена между жидкостями и парами (газами) в качестве холодильников, подогревателей и конденсаторов.

Серийно выпускаемые разборные пластинчатые теплообменники могут работать с загрязненными рабочими средами при размере твердых включений не более 4 мм.

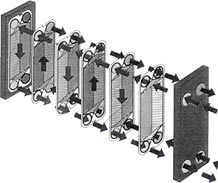


Рис.3 Разборный пластинчатый теплообменник

Устройство и принцип работы пластинчатого теплообменника достаточно просты. При стягивании пакета пластин образуется ряд каналов, по которым протекают жидкости учавтвующие в процессе теплообмена. Все пластины в пакете одинаковы, только развернуты одна относительно другой на 180 градусов. Такая установка пластин обеспечивает чередование горячих и холодных каналов. В процессе теплообмена жидкости движутся навстречу друг другу (в противотоке), и горячая жидкость передает тепло через стенку пластины. В местах их возможного перетекания находится или стальная пластина или двойное резиновое уплотнение, что практически исключает смешение жидкостей. Такой принцип построения пластинчатого теплообменника позволяет его быстро модифицировать, как в сторону увеличения количества пластин и тем самым увеличить мощность пластинчатого теплообменника, так и легко отремонтировать его в случае выхода из строя резинового уплотнения или теплообменной пластины.

Серийно выпускаемые пластинчатые теплообменники комплектуют пластинами, штампованными из листового металла толщиной 1 мм. Гофры пластин обычно имеют в сечении профиль равностороннего треугольника высотой 4—7 мм и основанием длиной 14—30 мм (для вязких жидкостей до 75 мм). Материал пластин — оцинкованная или коррозионно-стойкая сталь, титан, алюминий. К недостаткам пластинчатых теплообменников следует отнести невозможность использования их при давлении более 1,6 МПа.

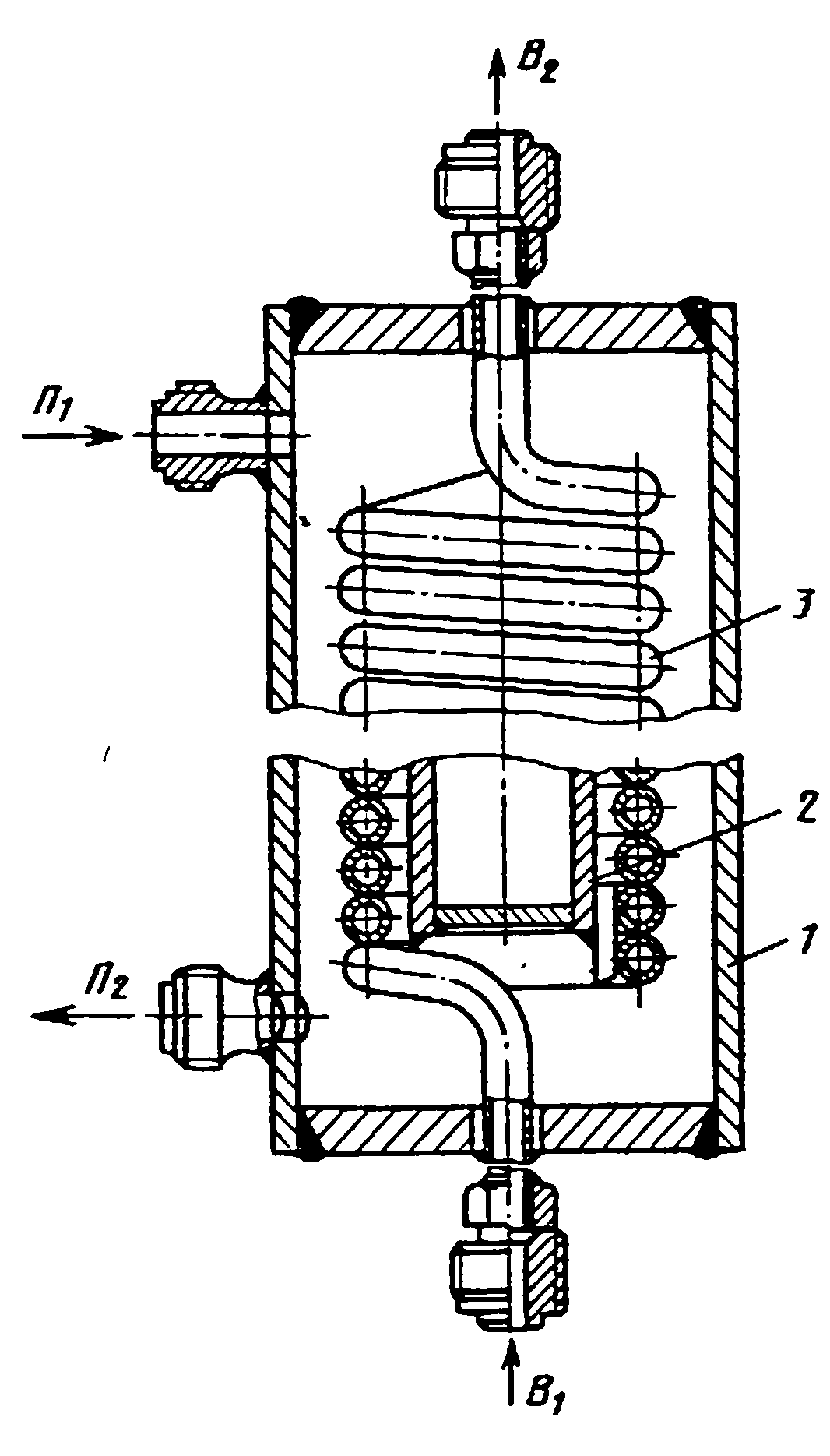
Пластины неразборных теплообменников сварены в блоки, соединенные на прокладках в общий пакет

**Змеевиковые теплообменники**

Основным теплообменным эле­ментом является змеевик-труба, согнутая по определенному про­филю.

Конструкция змеевикового теплообменника показана на рис. 4. Аппарат имеет корпус 1, в котором размещен змеевик 3 или система змеевиков. Витки змеевика ориентированы по винтовой линии. При боль­шой площади поверхности теплообмена змеевики по длине набирают из нескольких секций. Во избежание прогибов труб при большом числе витков и большом диаметре навивки каждый виток закрепляют болтами на стойках.

Рис. 4 Змеевиковый теплообменник:



1. корпус
2. стакан
3. змеевик из трубы

Пар вводится в верхнюю часть корпуса через вход *п1* со скоростью до 50 м/с, выходит снизу через выход *п2*. Охлаждающая жидкость пос­тупает в змеевик снизу через вход B1 и движется в нем со скоростью до м/с, выходит через выход В2. Разность давлений теплоносителей в змееви-

ковых аппаратах может достигать 10 МПа.

Скорость движения жидкости мала вследствие большого сечения корпуса аппарата, что обусловливает низкие значения коэффициентов теплоотдачи от наружной стенки змеевика к жидкости (или наоборот). Для увеличе­ния этого коэффициента теплоотдачи повышают скорость движения жидкости путем установки в корпусе аппарата, внутри змеевика, стакана. В этом случае жидкость движется по кольцевому пространству между стенками аппарата и стакана с повышенной скоростью.

По­гружные змеевиковые теплообменники имеют сравнительно не­большую поверхность теплообмена (до 10-15 м2).

**Спиральные теплообменники**

Спиральные теплообменники изготовляют с поверхностью теплообмена 10—100 м2; они работают как под вакуумом, так и при давлении до 1 МПа при температуре рабочей среды 20—200 °С. Их можно использовать для реализации теплообмена между рабочими средами жидкость—жидкость, газ—газ, газ—жидкость.

Все большее распространение этих теплообменников в последнее время объясняется главным образом простотой изготовления и компактностью конструкции. В таком аппарате один из теплоносителей поступает в периферийный канал аппарата 3 и, двигаясь по спирали, выходит из верхнего центрального канала 1. Другой теплоноситель поступает в нижний центральный канал 4 и выходит из периферийного канала 2.

Площадь поперечного сечения каналов в таком теплообменнике по всей длине постоянна, поэтому он может работать с загрязненными жидкостями (загрязнение смывается потоком теплоносителя).

Рис.5 Спиральный теплообменник



В спиральных теплообменниках поверхность теплообмена образована двумя стальными лентами 1, 2 толщиной 3,5—6 мм и шириной 400—1250 мм (рис. 5), свернутыми в спираль так, что получаются каналы прямоугольного профиля, по которым противоточно движутся теплоносители. Достоинствами спиральных теплообменников являются повышенная ком­пактность (большая поверхность теплообмена в единице объема) при одинаковых коэффициентах теплопередачи и меньшее гидравлическое сопротивление для прохода теплоносителей, недостатками их являются сложность изготовления и меньшая плотность.

**Оросительные теплообменники**

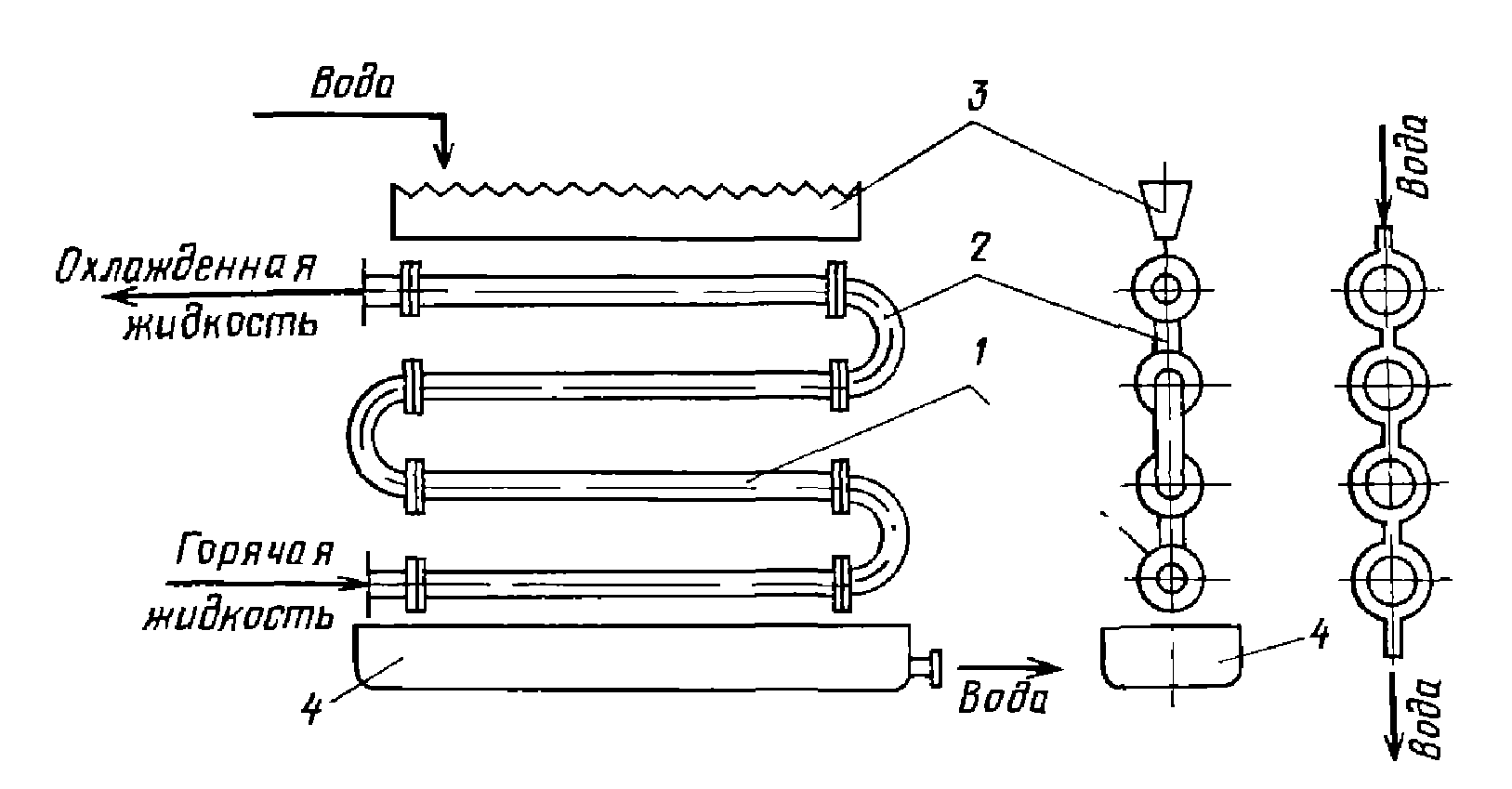


Рис.5 Оросительный теплообменник

Оросительные теплообменники применяют в основном для охла­ждения жидкостей и газов или конденсации паров.

Оросительный теплообменник представляет собой змеевик (рис. 6) из разме­щенных друг над другом прямых труб 1, соединенных между собой калачами 2. Снаружи трубы орошают водой, которую подают в желоб 3 для равномерною распределения охлаждающей воды по всей длине верхней трубы змеевика. Отрабо­танная вода поступает в корыто 4 для сбора воды. По трубам протекает охлаждае­мый теплоноситель.

Орошающая теплообменник вода при перетекании по наружным стенкам труб частично испаряется. Но при этом происходит необратимая потеря воды. Во избежание сильного увлажнения воздуха в помещении ороситель­ные теплообменники обычно устанавливают на открытом воздухе. По этой же причине, если оросительный теплообменник необходи­мо установить в помещении, его приходится помещать в громозд­кие кожухи.

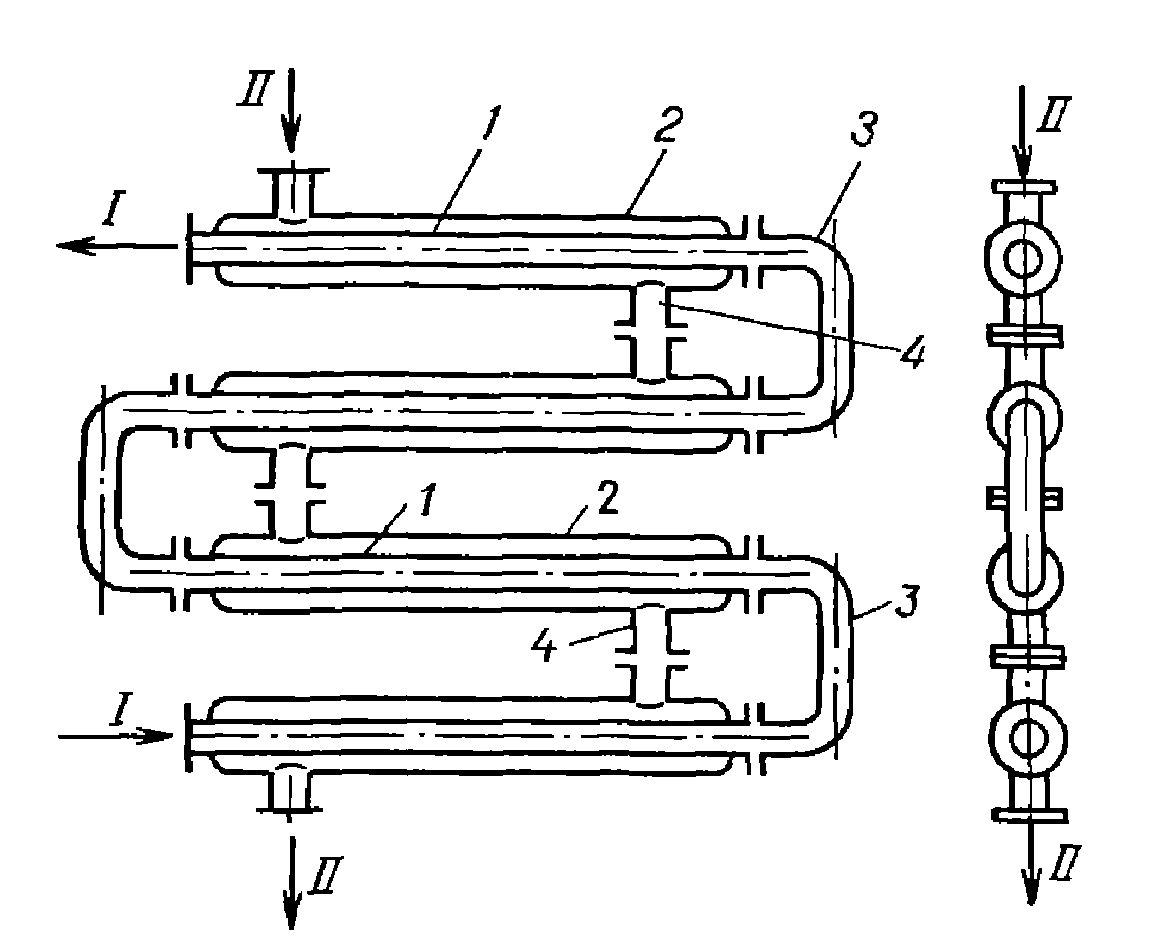
К недостаткам этих теплообменников следует отнести также гро­моздкость, неравномерность смачивания наружной поверхности труб, нижние ряды которых могут вообще не смачиваться и прак­тически не участвовать в теплообмене. Поэтому, несмотря на простоту изготовления, легкость чистки наружных стенок труб и другие достоинства, оросительные теплообменники находят огра­ниченное применение.

**Теплообменники «труба в трубе»**

Теплообменники типа «труба в трубе» представляют собой набор последова­тельно соединенных элементов, состоящих из двух концентрически расположенных труб (рис. 6).

Один теплоноситель движется по внутренним трубам 1, другой - по кольцевому зазору между внутренними и наружными 2 трубами. Внутренние трубы соединяются с помощью калачей 3, а наружные с помощью соединительных патрубков 4. Длина элемента теплообменника типа «труба в трубе» обычно состав­ляет 3-6 м, диаметр наружной трубы -76-159 мм, внутренней - 57-108 мм.

Рис. 6 Теплообменники типа «труба в трубе»



Поскольку сечения внутренней трубы и кольцевого зазора неве­лики, то в этих теплообменниках достигаются значительные скоро­сти движения теплоносителей (до 3 м/с), что приводит к увеличению коэффициентов теплопередачи и тепловых нагрузок, замедлению отложения накипи и загрязнений на стенках труб. Однако двухтруб­ные теплообменники более громоздки, чем кожухотрубчатые, на их изготовление требуется больше металла на единицу поверхности теплообмена. Двухтрубные теплообменники применяют для про­цессов со сравнительно небольшими тепловыми нагрузками и соот­ветственно малыми поверхностями теплообмена (не более десятков квадратных метров).

Теплообменники типа «труба в трубе» используют для охлаждения или нагревания в системе жидкость—жидкость, когда расходы теплоносителей невелики и последние не меняют своего агрегатного состояния.

**Испарители и паропреобразователи**

Испарители применяются для испарения жидкости или для увеличения концентрации раствора путем испа­рения части растворителя.

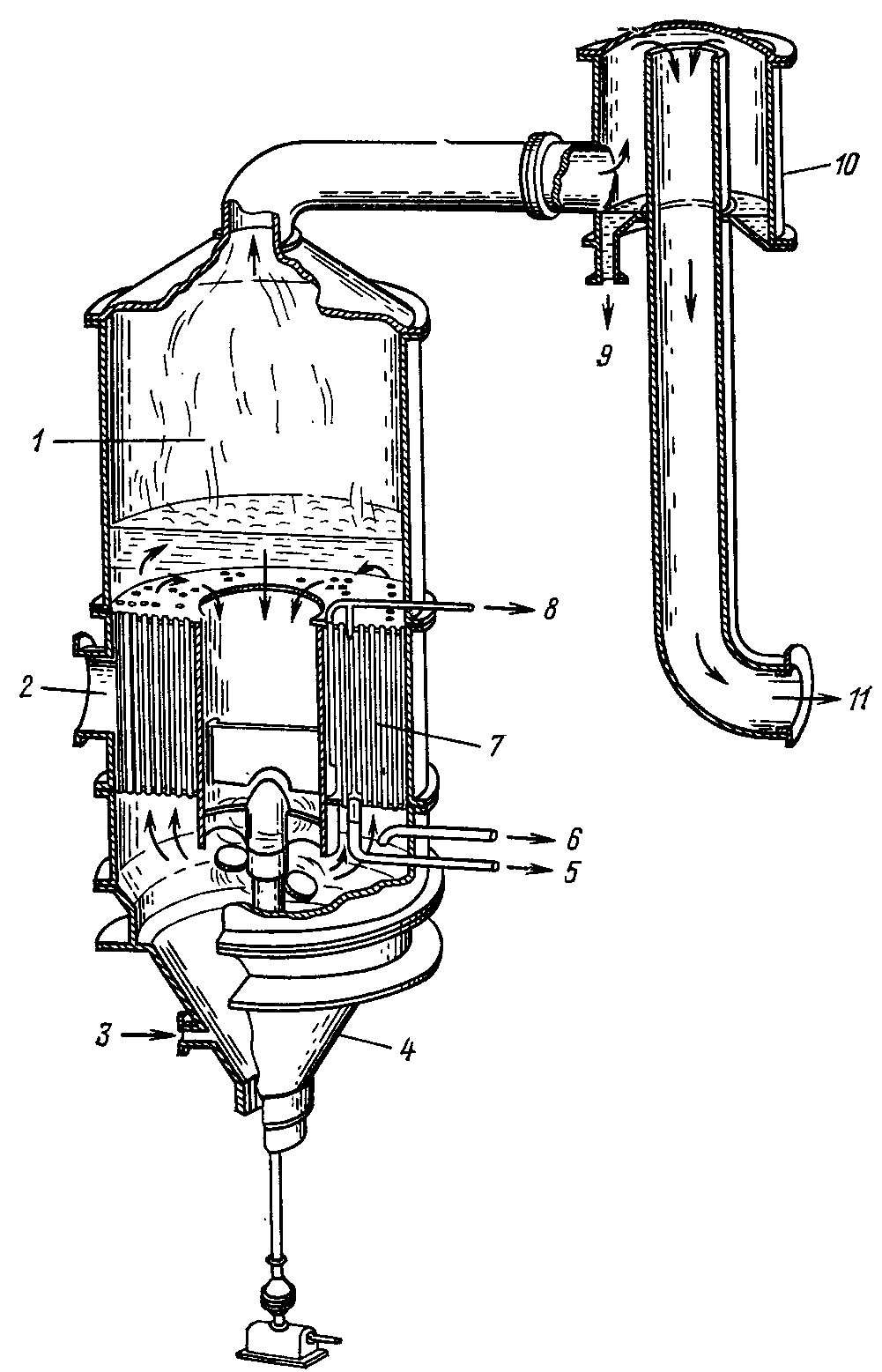
Испарители и парооб­разователи широко применя­ются для уменьшения и восполне­ния потерь конденсата. Их можно разделить на аппараты с естественной циркуляцией воды между труб­ками и с принудительной циркуляцией воды в кипятильных трубках.

Давление с испарителя выбирается таким образом, чтобы обеспечивать нужную температуру кипения. По­скольку испарители часто работают под вакуумом, то температура в них ниже нормальной температуры кипения.

В испарителях, в которых жидкость движется снизу вверх по вертикальным трубам, температура кипения жидкости внизу выше, чем вверху, из-за большего гидроста­тического давления. Таким образом, в нижней части труб кипение отсутствует и температура увеличивается до до­стижения температуры кипения, соответствующей локаль­ному давлению. Затем возникает кипение вследствие боль­шого подвода теплоты и мгновенного парообразования в перегретой жидкости, и температура уменьшается. Следова­тельно, разность температур в середине труб меньше, чем на концах, что может привести к значительному снижению характеристик в вертикальных испарителях (как с корот­кими, так и с длинными трубами), а также испарителях типа «корзины». Для повышения концентрации растворов необходимо учитывать рост температуры кипения при уве­личении концентрации.

В качестве примера испарителя воды с естественной циркуляцией на рис.7 представлен вертикальный аппарат. Коэффициент теплопередачи 3000-4000 Вт/м2∙К. Естественная циркуляция в этом аппарате происходит вследствие того, что образую­щаяся в кипятильных трубках пароводяная эмульсия имеет меньшую плотность, чем вода в кольцевом зазоре между корпусом и трубной системой, где ей сообщается значительно меньшее удельное количество тепла на единицу объема.

Рис.7 Вертикальный испаритель:



1- парообразующее пространство;

2- патрубок для подачи греющего пара;

3-патрубок для подачи выпариваемой жидкости;

4- нижняя крышка;

5- отвод конденсата пара;

6- трубка для сдувок;

7- греющая камера;

8- трубка для сдувок неконденсируемого газа;

9- дренаж сепаратора;

10- сепаратор;

11- патрубок для отвода сухого пара.

При этом в трубках устанавливается подъем­ное движение пароводяной эмульсии, а в кольцевом зазоре — опускное движение воды. Паровые пузырьки по выходе среды из трубок перехо­дят в паровой объем. Уровень воды в аппарате поддерживается с по­мощью поплавкового регулятора питания выше верхней трубной решет­ки. Первичный (греющий) пар поступает в межтрубное пространство греющей камеры. Для отделения влаги из вторичного пара в верхней части парового пространства встроено сепа­рирующее устройство.

Паропреобразователь  - теплообменный аппарат для испарения воды; разновидность испарителя, отличающаяся тем, что конечным продуктом рабочего процесса является не дистиллят (питательная вода), а пар водяной.

**Библиографический список**

1. Лебедев П.Д. Тепломассообменные сушильные и холодильные установки. М.: Энергия, 1972 – 320с.
2. Виноградов С.Н. Выбор и расчёт теплообменников. Пермь: ПГУ, 2001 – 100с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты технической технологии. М.: Химия, 1970 – 374с.
4. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты технической технологии. Ч.1 М.: Химия, 1995 – 400с.
5. Мартыненко О.Г. Справочник по теплообменникам. Т.2. М.: Энергоатомиздат, 1987 - 352с.