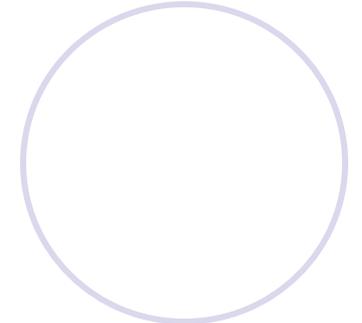
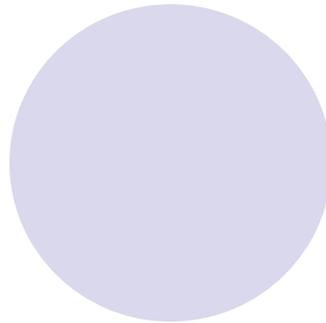
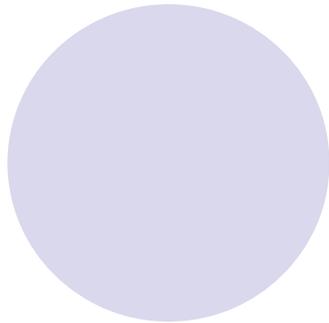


ТЕПЛОВАЯ РАБОТА И КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ



ТЕПЛОВАЯ РАБОТА ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

- ЭТА (котлы-утилизаторы) предназначены для получения бестопливного пара за счет использования тепла уходящих газов технологических агрегатов. В металлургии температура уходящих газов в различных агрегатах составляет от 500 до 1800 °С.
- В соответствии с этим различают котлы-утилизаторы радиационного, радиационно-конвективного и конвективного типов. Котлы первых двух типов применяют в конвертерном производстве, при сухом тушении кокса, в плавильных агрегатах цветной металлургии, где температура газов выше 1000°С.

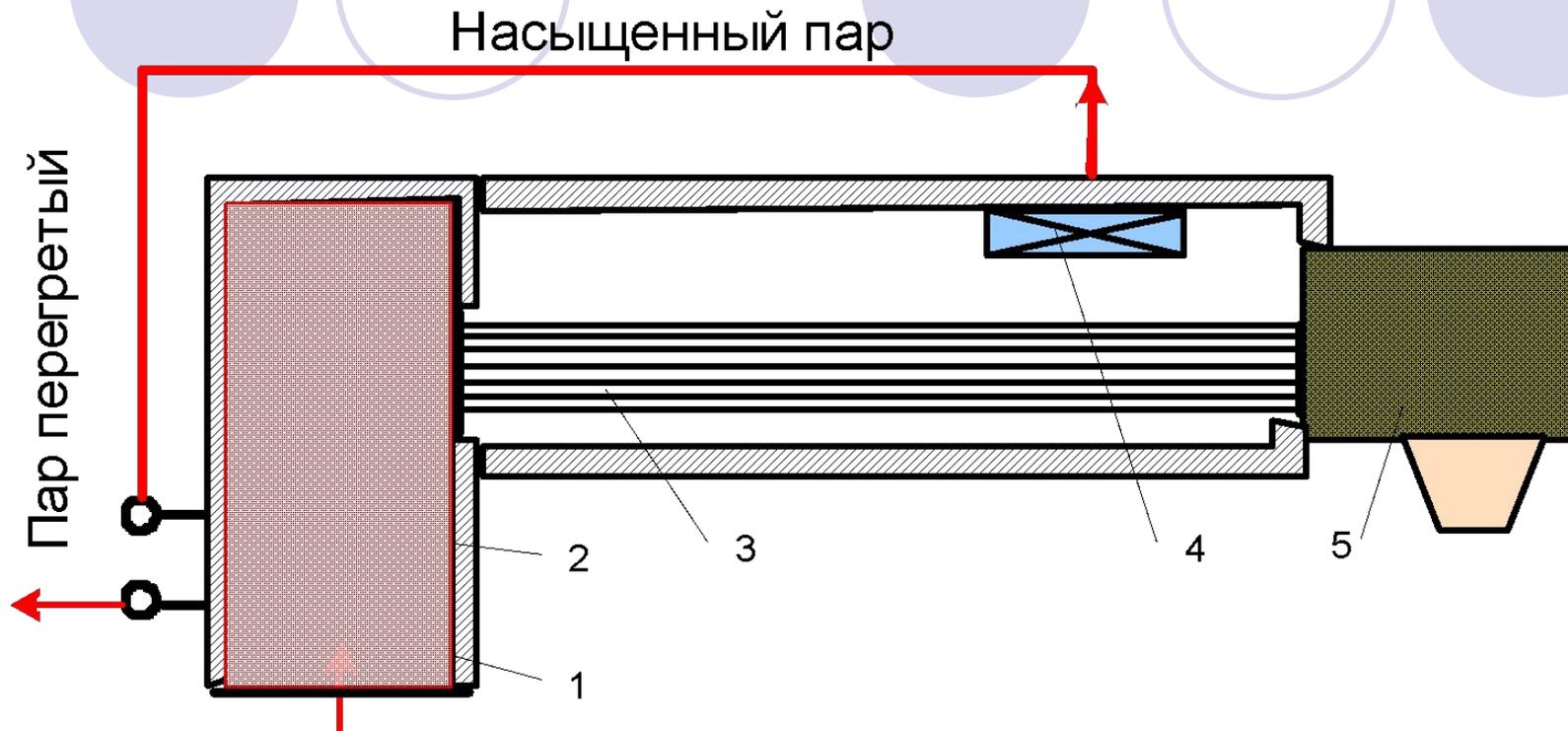
ТЕПЛОВАЯ РАБОТА ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

- Наибольшее распространение в металлургии получили котлы-утилизаторы конвективного типа. Их устанавливают за мартеновскими, нагревательными, обжиговыми и другими печами. Эти котлы предназначены для использования газов с температурой 600-850° С. Марки этих котлов состоят из буквенной и цифровой частей, например КУ-80, КУ-100 и др. При этом число в марке обозначает объем уходящих газов печи в тысячах кубических метров в час, предназначенных для утилизации их тепла.
- По компоновке поверхностей нагрева и газового тракта различают конвективные **газотрубные и водотрубные КУ**.

Газотрубные котлы-утилизаторы

- ***Основная особенность газотрубных КУ заключается в движении газов внутри труб, образующих поверхности нагрева котла. Котлы-утилизаторы типов КУ-16 и КУ-40 устанавливаются за нагревательными, мартеновскими, обжиговыми печами, а также, используют в химической и других отраслях промышленности.***

Газотрубные котлы-утилизаторы



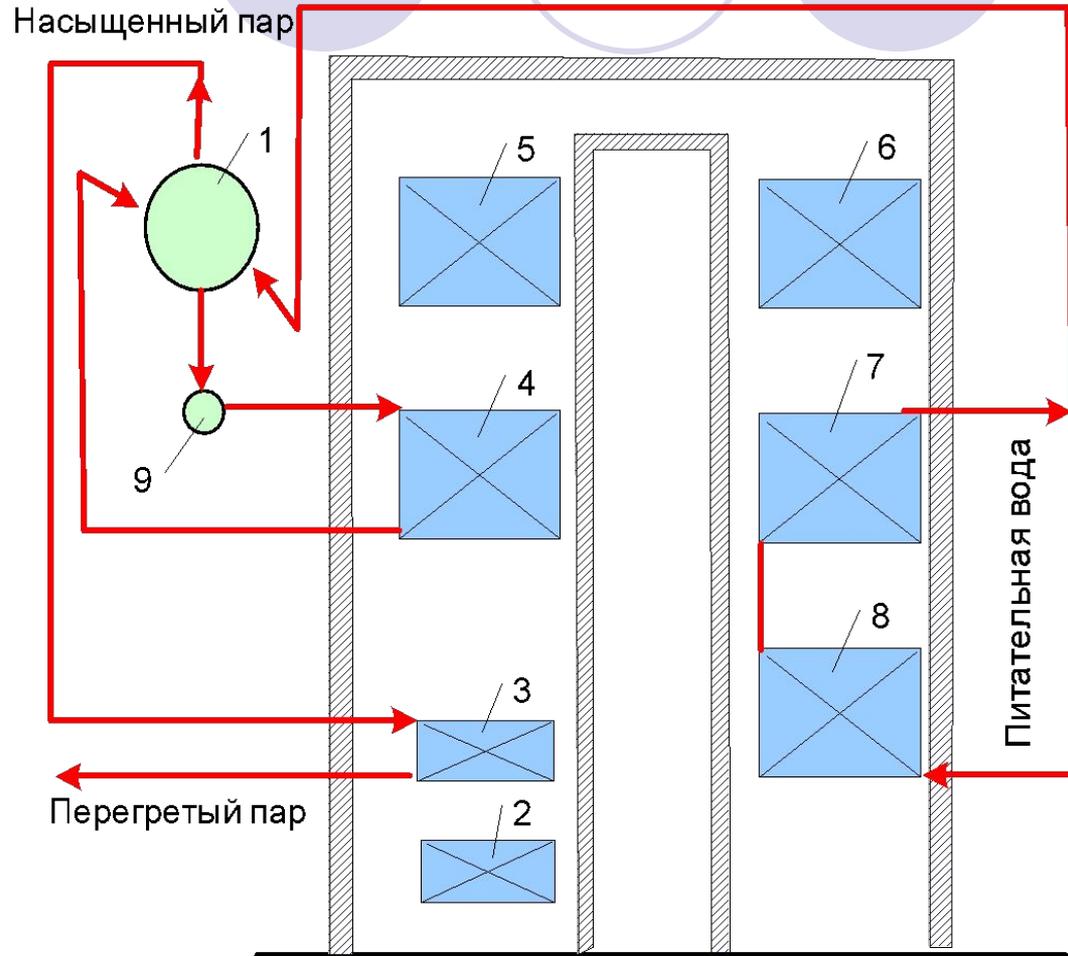
- Газотрубные КУ работают с естественной циркуляцией, имеют горизонтальное расположение испарительных поверхностей 3, размещенных внутри барабана. В барабане размещено также сепарационное устройство 4. К барабану котла крепят входную 1 и выходную 5 газовые камеры. Испарительная поверхность выполнена в виде пучка дымогарных труб (239 и 438 шт.) диаметром 60х3 мм из стали 20. Пароперегреватель 2, размещенный во входной газовой камере, представляет собой змеевик с горизонтальным расположением труб диаметром 32х3 и 38х3, выполненных из стали 20. Обмуровка входной газовой камеры многослойная, состоит из слоев шамотобетона, термоизоляционного бетона и матрасов из шлаковаты.
- Они вырабатывают перегретый пар давлением **0,9-1,4 МПа** с температурой **250°С** в количестве соответственно **1,6-2,8** и **7,4** т/ч.

Водотрубные котлы-утилизаторы

- Все водотрубные котлы-утилизаторы отличаются тем, что по газоходам котла движутся уходящие газы печей, а испарительные трубчатые поверхности, выполненные из змеевиковых пакетов, размещаются в газоходах на пути газов; внутри труб циркулирует паро-водяная смесь. К водотрубным котлам относятся: КУ-40, КУ-50, КУ-60, КУ-80, КУ-100, КУ-100Б, КУ-125 и КУ-150.
- Для установки за технологическими агрегатами котлы выбирают в зависимости от объема уходящих газов, подлежащих утилизации. Котлы рассчитаны на температуру газов на входе 600-850°С.
- Компоновка поверхностей нагрева в конвективных КУ горизонтальная (КУ-50), башенная (КУ-100Б), а у большинства П-образная.

Водотрубные котлы-утилизаторы

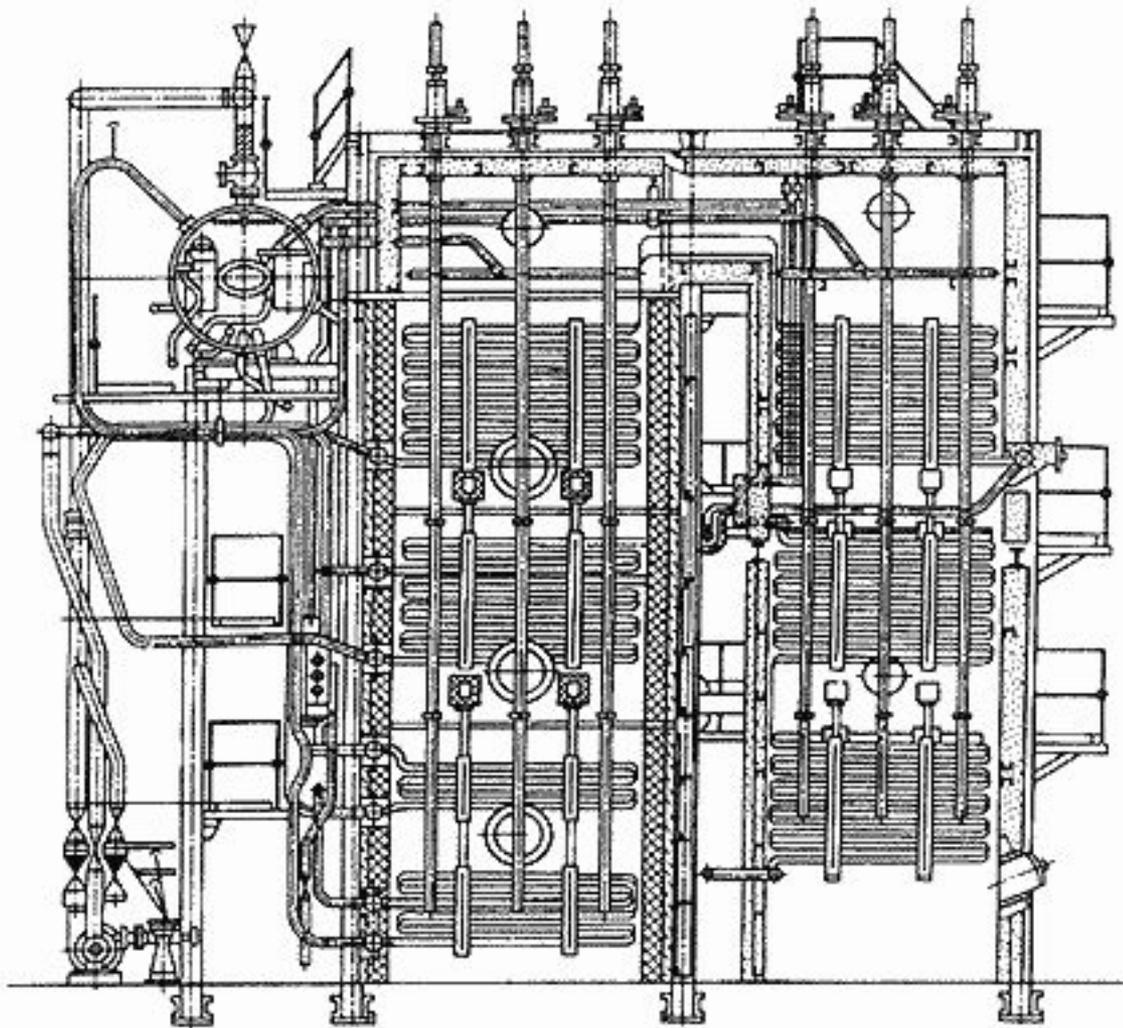
По ходу газов последовательно расположены первая секция испарительной поверхности 2, пароперегреватель 3, вторая 4, третья 5, иногда четвертая 6 секции испарительной поверхности и водяной экономайзер 7, 8. Все поверхности нагрева изготовлены из труб диаметром 32x3 мм (сталь 20). Применение труб малого диаметра вызвано необходимостью при конвективной теплоотдаче разместить большую поверхность нагрева в относительно небольших габаритах котла.



Водотрубные котлы-утилизаторы

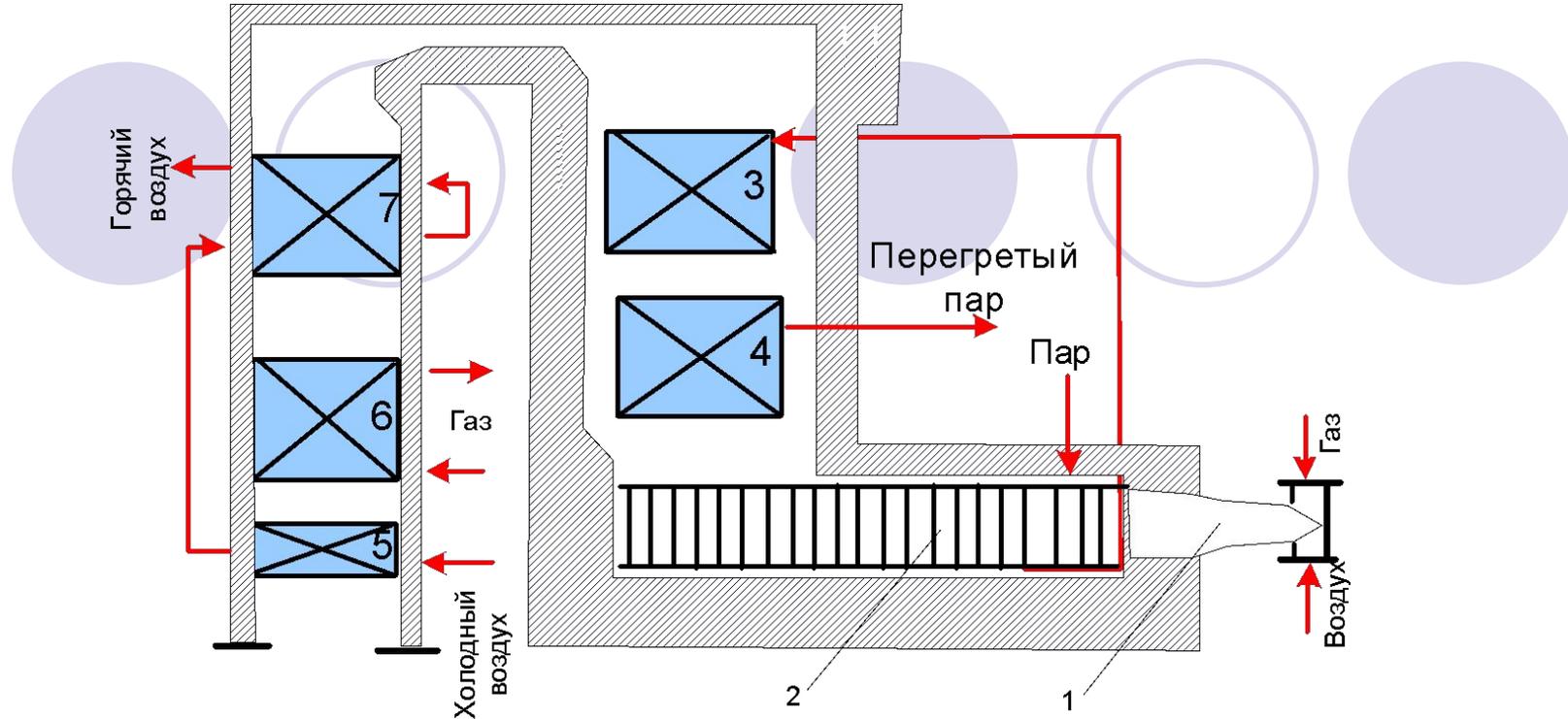
- В конвективных КУ вырабатывается от 12 (КУ-40) до 50,5 (КУ-150) тонн пара в час.
- Котлы рассчитаны на получение пара с давлением 1,8 и 4,5 МПа и температурой перегрева 310—400°С.
- Такой пар используется для привода паровых турбин коксовых эксгаустеров, турбокомпрессоров и турбовоздуходувок, турбонасосов и турбогенераторов небольшой мощности

Водотрубные котлы-утилизаторы



Центральные пароперегреватели

- Для получения пара с более высокой температурой, чем в котлах-утилизаторах, применяют центральные пароперегреватели (ЦП) с автономным обогревом. В качестве топлива обычно используют доменный газ. Центральный пароперегреватель имеет П-образную компоновку.



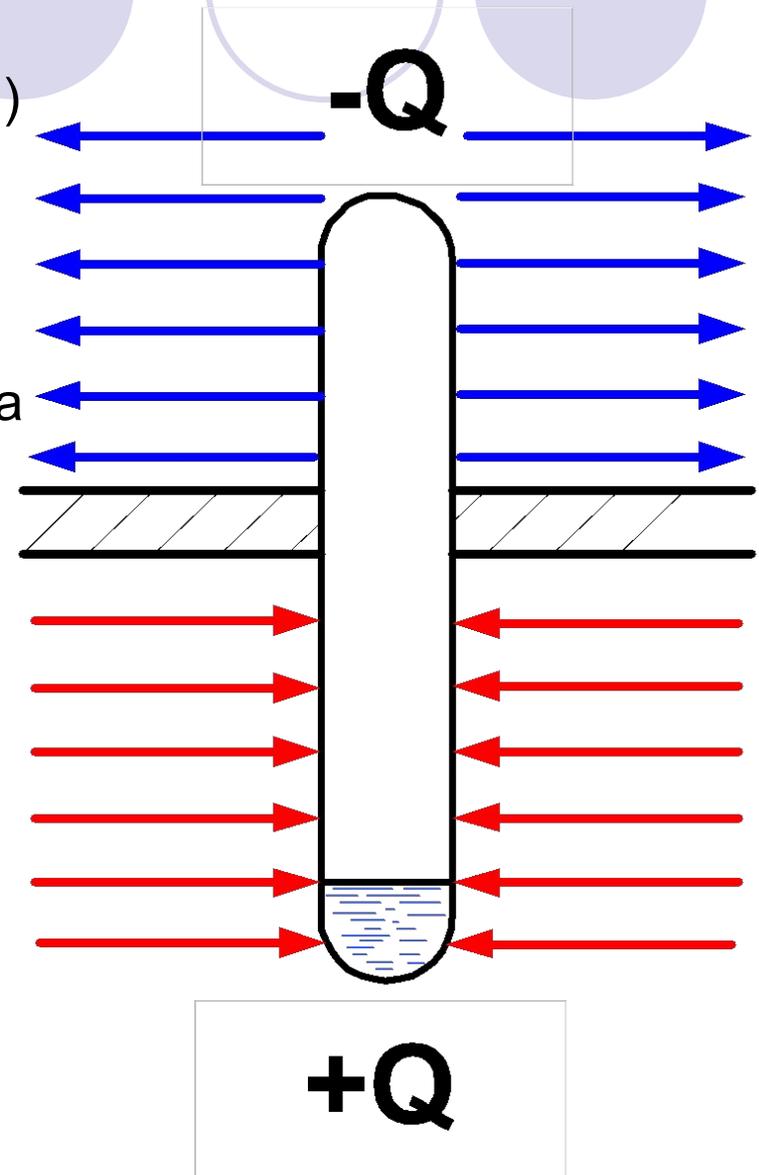
- Пар от котлов-утилизаторов поступает в радиационную часть пароперегревателя, выполненную из стали 15ХМ или 20 в виде трубчатых экранов 2, расположенных в топочном пространстве. Затем по перепускным трубам пар проводится к верхнему пакету конвективной части пароперегревателя 3. Последняя выполнена по противоточной схеме с горизонтально расположенными змеевиками. Конвективная часть пароперегревателя состоит из двух блоков: первый 3 по ходу пара изготовлен из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм из стали 20, второй 4 — из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм (сталь 12Х1МФ). Подогреватель доменного газа 6 трубчатый, горизонтальный, расположен между двумя ступенями воздухонагревателя. Доменный газ проходит внутри труб и делает два хода. Подогретый доменный газ подается к горелке 1. Воздухонагреватель состоит из одноходового трубчатого куба 5, расположенного в нижней части опускного газохода, и двухходового куба 7, расположенного в верхней части газохода. Трубы воздухоподогревателя установлены вертикально. Внутри труб проходят топочные газы. Подогретый воздух используется для сжигания доменного газа в смесительной горелке топки ЦП. Воздухоподогреватель и подогреватель доменного газа выполнены из труб диаметром 45х3 мм (сталь 20).

ТЕРМОСИФОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

- Перенос тепла в термосиффоне осуществляется путем переноса массы теплоносителя, сопровождающегося изменением его фазового состояния.
- Термосиффон - обычная металлическая труба, в которой находится небольшое количество воды. Из трубы откачан воздух, и она герметически закрыта с обеих сторон. Такая конструкция идеально работает при вертикальном расположении в пространстве в условиях гравитационного поля.

ТЕРМОСИФОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

- Термосифон работает следующим образом. Нижний конец трубы, где находится вода (зона испарения, З.И.) подвергается нагреву. Вода превращается в пар, поглощая при этом тепло, равное скрытой теплоте парообразования. Затем, на другом конце трубы (зона конденсации, З.К.) происходит обратный переход из пара в жидкое состояние с выделением в процессе конденсации скрытой теплоты. Так как скрытая теплота фазового перехода у многих веществ достаточно высока, при реализации этого процесса обеспечивается высокая плотность теплового потока. Возврат жидкости из зоны конденсации в зону испарения происходит за счет сил гравитации.



ТЕРМОСИФОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

- В настоящее время термосифону нет альтернативы. Более эффективного устройства для передачи тепловой энергии не существует. Цилиндрический термосифон, рабочей жидкостью которого является вода, при $t = 150^{\circ}\text{C}$ будет иметь теплопроводность в сотни раз больше, чем у меди.

Тепловая труба на литии при $t = 1500^{\circ}\text{C}$ в осевом направлении может передать тепловой поток до 20кВт/см^2 .

- По виду теплоносителей различают металлические (калий, натрий, цезий и т.д.) и неметаллические теплоносители (вода, аммиак, ацетон, фреоны и т.д.) Для возврата конденсата в зону испарения могут быть использованы гравитационные, капиллярные, центробежные, электростатические, магнитные, осмотические силы.