

СИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

Установки термической деаэрации **TWA-V**



Водоподготовка снижает затраты и защищает Вашу систему



Станция водоподготовки TWA-V

В отличие от водогрейных котлов, паровые котлы постоянно снабжаются химически и термически обработанной питательной водой. Чтобы вещества, присутствующие в воде, такие как кальций, магний, кислород и диоксид углерода, не повреждали паровой котел с течением времени в результате точечной коррозии или известковых отложений, паровой котел должен быть снабжен «правильной» водой, из которой эти вещества удалены.

В целом, водоподготовка уменьшает коррозию и отложения в системах паровых котлов и обеспечивает их работу по назначению. Это гарантирует более длительную эксплуатационную готовность за счет уменьшения нагрузки на компоненты и помогает сохранить долговечность системы.

Полностью автоматизированная эксплуатация может гарантировать, что режим работы котельной системы соответствует требованиям на протяжении любого периода. Это улучшает качество пара и продлевает срок службы котла. Кроме того, ощутимо сокращаются эксплуатационные расходы.

Меньшие потери по солесодержанию и шламу в котловой воде также означают сокращение объемов подачи очищенной и нагретой питательной воды. Наконец, что не менее важно, использование химических веществ может быть сокращено.

В результате для удовлетворения собственных потребностей системы используется меньше энергии, а затраты на обслуживание и ремонт уменьшаются.

ОБОРУДОВАНИЕ ВХОДЯЩЕЕ В КОМПЛЕКС ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕАЭРАЦИИ

1 Деаэрационная колонка

Бак питательной воды.

Установка для полной деаэрации состоит из деаэрационной колонки и бака запаса питательной воды. В деаэраторе за счет нагрева питательной воды до температуры близкой к температуре насыщения происходит глубокая деаэрация, удаление всех растворенных в ней газов. Параллельно деаэрации паром низкого давления происходит также поддержание температуры воды на уровне ок. 105 °С, чтобы избежать повторного поглощения газов водой.

2 Паровой котел

3 Сепаратор непрерывной продувки

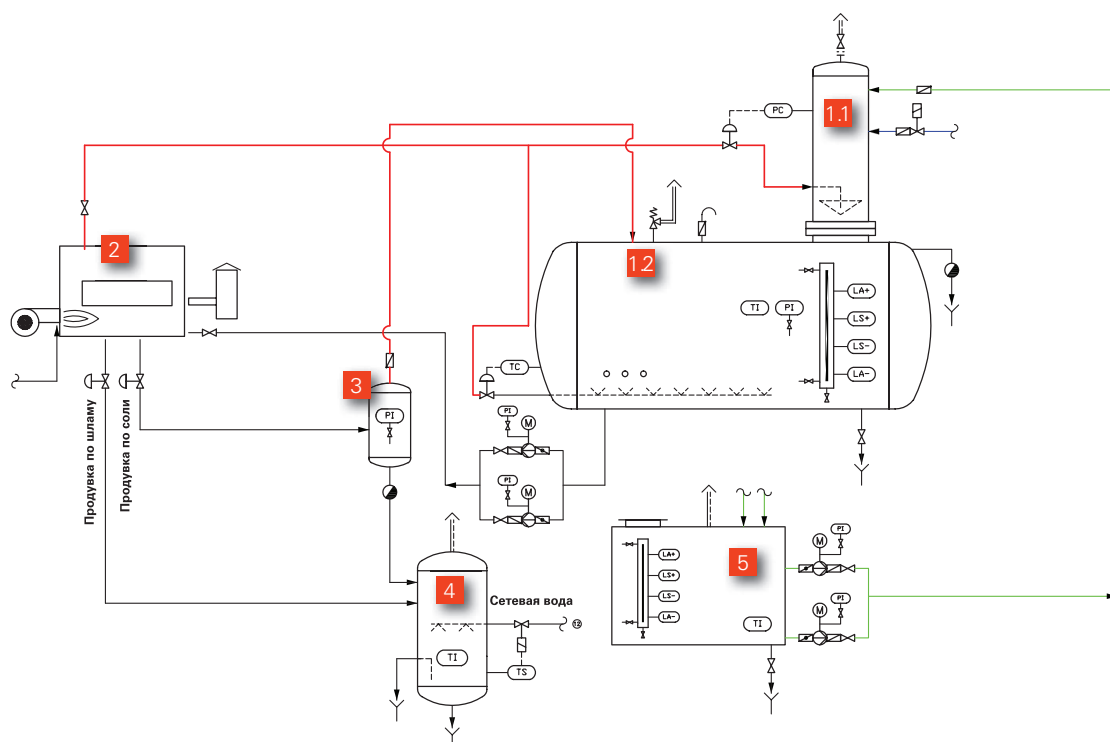
Сепаратор непрерывной продувки предназначен для разделения на воду и пар паро-водяной смеси, образующейся из продувочной воды котла при снижении ее давления до ок. 0,5 бар с последующим использованием теплоты воды и пара. Пар вторичного вскипания используется в деаэраторах в качестве греющей среды.

4 Охладитель стоков

Охладитель стоков предназначен для сбора всех находящихся под давлением и горячих сточных вод. В охладителе стоков давление сточных вод понижается до атмосферного. Отвод вторичного пара из охладителя стоков осуществляется непосредственно в атмосферу.

5 Станция сбора конденсата

На станции сбора конденсата собирается конденсат и отводится обратно в котельную установку для повторного использования.



Краткие теоретические основы

В природе самая чистая вода – это дождевая вода

Тем не менее, дождевая вода содержит растворенные газы, поступающие из атмосферы. Как правило, это кислород, азот и двуокись углерода, а также соединения серы (кислотные дожди). Вследствие прохождения воды через почву добавляются такие вещества, как например железо и соли жесткости. Поэтому качество воды зависит еще и от того, какой путь она проделала, проходя через почву.

Целью водоподготовки является подготовка воды для обеспечения безупречной работы котельной установки. Это значит, что из воды необходимо либо устранить нежелательные примеси, либо связать их посредством добавления различных химических реагентов.

В качестве исходной (неподготовленной для применения в котельных станциях) сырой воды применяются как поверхностные воды, так и вода из скважин, или предварительно обработанная водопроводная вода. Поверхностные воды или вода из скважин могут содержать такие компоненты как н.п. взвеси, осадок, органические примеси, железо и соединения марганца, которые подлежат устранению на первых этапах водоподготовки. В случае применения водопроводной воды такая предварительная обработка не требуется.

На воду или пар, которые используются в различных установках, распространяются требования по содержанию допустимых примесей. В зависимости от давления генерируемого пара следует соблюдать

определенные требования – инструкцию по проектированию „Качество воды для паровых котельных установок для паровых котлов низкого и высокого давления“ (таб. 1). Соблюдение приведенных пограничных показателей является гарантией надежной и экономичной эксплуатации котельной установки.

Для выполнения этих требований, необходимо осуществлять обработку исходной сырой воды. Применяемые для этого технологии, как правило, представляют собой комбинацию химической и термической водоподготовки.

В установке для снижения жесткости (умягчения) воды связываются и выводятся содержащиеся в исходной воде

соли жесткости. Кроме того, в воде растворены газы, которые высвобождаются при нагреве воды в паровом котле и неизбежно приводят к коррозии, как котла, так и паровой системы в целом.

По этой причине химочищенная вода из установки для снижения жесткости воды подается на термическую подготовку (дегазацию) в деаэрактор совместно с возвращенным от потребителя конденсатом. Для обеспечения нормативной концентрации остаточного кислорода в питательной воде (максимум 0,02 мг/л) его дополнительно связывают с помощью химических реагентов.

Применение только химических реагентов для связывания кислорода в большинстве случаев экономически нецелесообразно.

Таблица 1 – Требования к солесодержащей питательной воде котла

Допустимое рабочее давление	бар	до 20	> 20
Общие требования		бесцветная, прозрачная и не содержащая нерастворенных веществ	
Значение pH при 25 °C		> 9	> 9
Электропроводность при 25 °C	мкСм/см	важны только нормативные показатели для котловой воды	
Общая жесткость (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	ммоль/л	< 0,01	< 0,01
Кислород (O ₂)	мг/литр	0,05	< 0,02
Углекислота (CO ₂) связанная	мг/литр	< 25	< 25
Железо, всего (Fe)	мг/литр	< 0,2	< 0,1
Медь, всего (Cu)	мг/литр	< 0,05	< 0,01
Окисляемость (Mn VII – Mn II) как KMnO ₄	мг/литр	< 10	< 10
Масло, жиры	мг/литр	< 1	< 1
Органические вещества	–	см сноску* ¹	

Термическая деаэрация

Вода может содержать только определенное количество газа. Растворимость газов в жидкости определяется по закону Уильяма Генри (английский химик, 1775 – 1836 гг.) в зависимости от парциального давления газа и температуры воды. Так при температуре 25 °С вода содержит около 8 мг O₂ на 1 кг.

При нагреве воды растворимость газов уменьшается (график 1). Если вода испаряется (превращается в пар) – что и происходит в паровых котлах – все растворенные газы высвобождаются. Чаще всего при этом газы вступают в новые соединения. Свободный кислород, например, может вступать в реакцию с ферритной сталью котла. В паровых котлах такие соединения приводят к самой опасной точечной (сквозной) коррозии. Особенно на входе питательной воды за короткое время может возникнуть точечная коррозия.

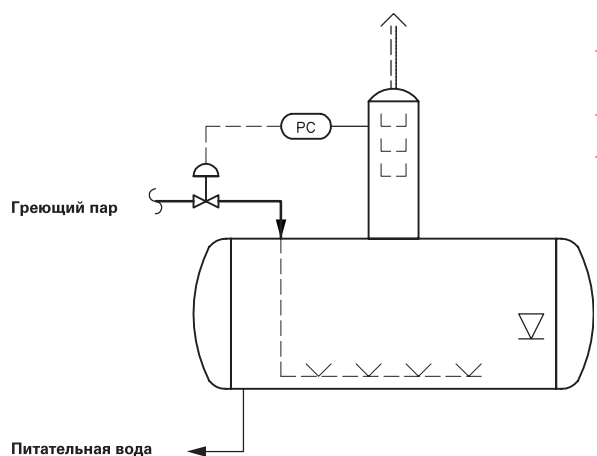
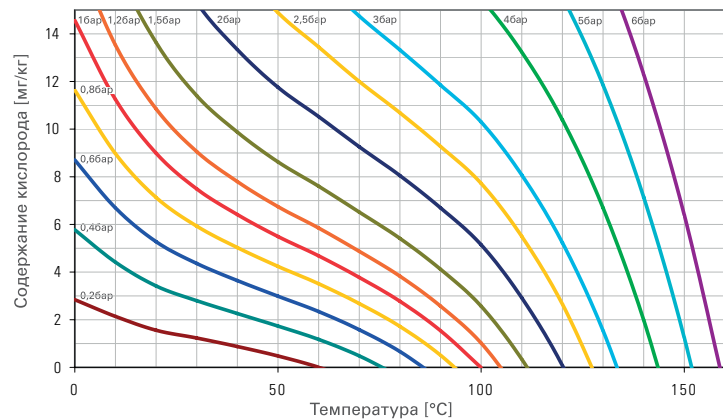
В зависимости от требований, предъявляемых к качеству питательной воды, применяются термические деаэраторы различных модификаций, а именно: деаэраторы полной деаэрации, деаэраторы частичной деаэрации, деаэраторы с подводом греющего пара непосредственно в колонку (усовершенствованная конструкция)

Частичная деаэрация

Под термином „частичная деаэрация“ понимается деаэрация, осуществляемая при атмосферном давлении. В установках частичной деаэрации поддерживается постоянная связь с атмосферой посредством вытяжной линии.

Частичная деаэрация является самой простой формой термической подготовки питательной воды.

График 1 – Растворимость кислорода в чистой воде в зависимости от температуры и давления



Струйная деаэрационная колонка с подводом греющего пара в нижнюю часть

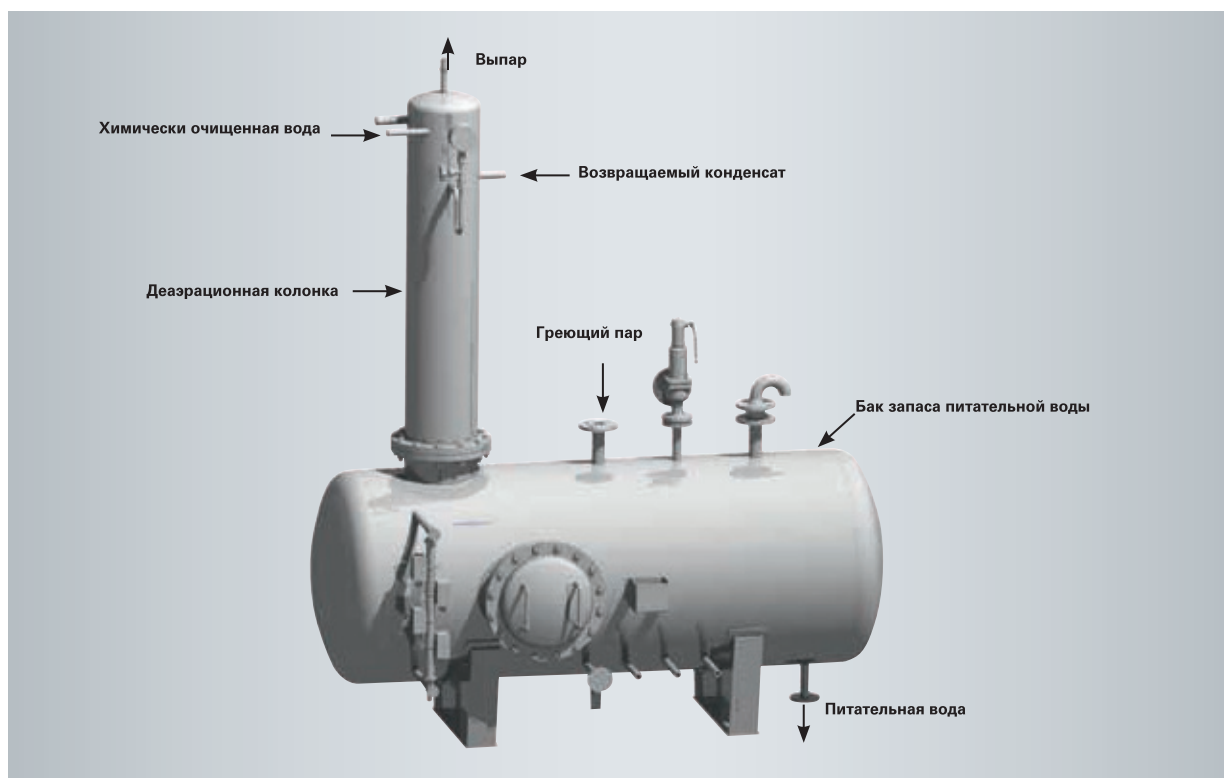
- + Базовый способ для удаления растворенных в питательной воде газов
- + Требуется добавление химических реагентов
- + Бюджетный вариант

Установка частичной деаэрации оснащена устройствами распределения и орошения для подводимой химочищенной воды и возвращаемого конденсата. Подача пара осуществляется с помощью барботажной трубы, встроенной в нижней центральной части емкости.

Регулирование подачи пара в самом простом случае осуществляется с помощью регулятора давления. Регулирование

подачи химочищенной воды осуществляется электрическим регулятором уровня.

При выборе данного вида деаэрации следует учесть несколько повышенную потребность в химических реагентах для связывания возможно остаточного в воде кислорода.



Полная деаэрация

Полная термическая деаэрация является наиболее эффективным способом для удаления растворенных в питательной воде газов. В деаэраторе за счет нагрева питательной воды до температуры близкой к температуре насыщения происходит глубокая деаэрация, удаление всех растворенных в ней газов.

Параллельно деаэрации паром низкого давления происходит также поддержание температуры воды на уровне ок. 105 °С, чтобы избежать повторного поглощения газов водой. Следует учесть, что кроме химически очищенной воды деаэрации должен быть подвергнут также возвращаемый конденсат.

Процедура полной деаэрации в большинстве случаев зарекомендовала себя как наилучший метод. Под „полной деаэрацией“ всегда понимается деаэрация при неболь-

шом избыточном давлении (от 0,1 до 0,3 бар / пониженное давление).

Термин „пониженное давление“ относится к процессам, происходящим под давлением, немного превышающим давление окружающей среды. При избыточном давлении полностью исключен контакт питательной воды с атмосферой и повторное растворение газов в воде. Установка для полной деаэрации состоит из деаэрационной колонки и бака запаса питательной воды.

Деаэрационная колонка монтируется на баке запаса питательной воды. Для паровых жаротрубных котлов с большим водяным объемом в зависимости от давления, необходимо поддерживать в питательной воде концентрацию O_2 в пределах от 0,02 до 0,05 мг/литр.

В струйной деаэрационной колонке возвращаемый конденсат и химически очищенная вода приводятся в тонкодисперсное состояние с помощью, так называемых, тарелок или насадок обеспечивающих большую площадь поверхности контакта воды и пара, необходимую для качественной деаэрации. Тарелки располагаются каскадом, поэтому нагрев воды и отвод высвобожденных газов осуществляется ступенчато. Во избежание коррозии абсолютно все современные деаэрационные колонки изготавливаются из нержавеющей стали. Бак запаса питательной воды служит резервом необходимого количества питательной воды. Бак соединен с деаэратором через так называемую горловину бака. Для приема и распределения пара бак запаса питательной воды оснащен барботажной трубой.

Подводимый пар нагревает питательную воду до температуры 102 °С. Барботажная труба жестко смонтирована в нижней части по центру бака.

При одноступенчатой деаэрации пропускная способность барботажной трубы рассчитана на общий расчетный расход пара, необходимый для деаэрации. При двухступенчатой деаэрации барботажная труба служит для поддержания в нагретом состоянии запаса питательной воды. Бак запаса питательной воды оснащен арматурой регулирования подачи пара и уровня заполнения, арматурой безопасности, а также показывающими приборами для управления и контроля. Пар вторичного вскипания используется в деаэраторах в качестве греющей среды.

Сепаратор непрерывной продувки

Сепаратор непрерывной продувки предназначен для разделения на воду и пар паро-водяной смеси, образующейся из продувочной воды котла при снижении ее давления до ок. 0,5 бар с последующим использованием теплоты воды и пара. Пар вторичного вскипания используется в деаэраторах в качестве греющей среды. При нагреве воды растворимость газов уменьшается (график 1).

Охладитель стоков

Охладитель стоков предназначен для сбора всех находящихся под давлением и горячих сточных вод. В охладителе стоков давление сточных вод понижается до атмосферного. Отвод вторичного пара из охладителя стоков осуществляется непосредственно в атмосферу. Посредством подводимой через встроенную перфорированную трубку охлаждающей воды (из водопровода) сточные воды охлаждаются до температуры 30 – 35°С.



Сепаратор непрерывной продувки



Охладитель стоков

Конденсатное хозяйство

В зависимости от технологических процессов с использованием водяного пара, пар может подаваться и использоваться непосредственно в продукте или технологическом процессе. В таких случаях возврат конденсата невозможен.

В преобладающем большинстве технологических процессов пар, отдавая свое тепло через теплообменную поверхность, конденсируется. Конденсат возвращается в паровую котельную для повторного использования. Конденсат может быть отведен обратно либо через открытую систему без давления, либо через закрытую систему под высоким давлением.

Технологически различают два типа систем сбора и возврата конденсата:

- + Открытые системы сбора конденсата
- + Закрытые системы сбора конденсата

В целях существенного сокращения производственных расходов при планировании новых установок следует продумать, какую систему необходимо применять.

Конденсат низкого давления

В 90% всех паровых котельных возврат конденсата осуществляется через открытые баки сбора конденсата. При рабочей температуре свыше 100 °С происходит вторичное вскипание конденсата.

В результате вторичного вскипания теряется от 5 до 15% конденсата (в зависимости от давления). Наряду с потерей энергии происходит также потеря воды, которая должна быть восполнена путем подачи свежей воды, прошедшей соответствующую водоподготовку. В открытых системах конденсат поглощает кислород из воздуха, что может привести к коррозии конденсатной системы.

Конденсат высокого давления

В конденсатных системах высокого давления возврат конденсата осуществляется через закрытые баки сбора конденсата (около 10% работающих паровых котельных установок), т. е. используется закрытая система сбора конденсата.

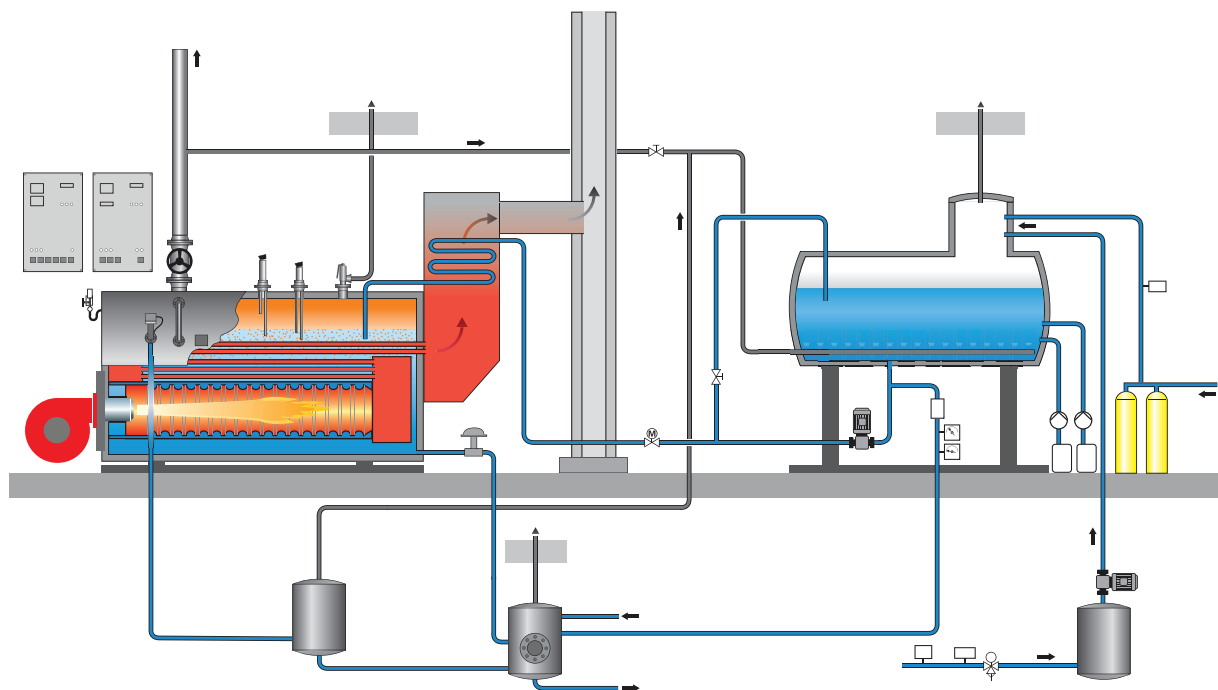
При таких условиях потери за счет вторичного вскипания конденсата не возникают. Также не происходит

попадания кислорода из воздуха в систему сбора конденсата.

Подобные системы рационально применять в том случае, когда они работают с избыточным давлением как минимум 5 бар и постоянным возвратом конденсата в достаточно больших объемах.

Необходимо учесть, что все трубопроводы, арматура, насосы и баки работают под давлением и подлежат расчету. Емкости (например, баки сбора конденсата, баки запаса питательной воды) представляют собой сосуды под давлением и подлежат контролю специализированными органами надзора.

При проектировании новых установок или при модернизации существующих необходимо заранее определить, какая из систем должна быть применена. Благодаря правильно запроектированному конденсатному хозяйству, а также использованию пара вторичного вскипания можно существенно снизить эксплуатационные затраты котельной.



Термическая деаэрационная установка TWA-V (деаэрационная колонка + бак запаса питательной воды)

Краткое описание

Система термической деаэрации – это самый экономичный и эффективный метод для удаления растворенных в питательной воде газов (таких, как кислород и углекислый газ), позволяющий избежать коррозионных повреждений котельных установок. Конструктивно система состоит из деаэрационной колонки и бака запаса питательной воды. Деаэрационная колонка смонтирована на баке с

питательной водой. Деаэратор оснащен патрубками для подачи питательной воды, возвращаемого конденсата, греющего пара и выпара.

Бак служит для хранения необходимого запаса питательной воды в целях надежной эксплуатации котельной установки. Через встроенную барботажную трубу осуществляется подача греющего пара для поддержания рабочего давления 0,2 бар и рабочей температуры 104°C

Основополагающими факторами для нормальной работы установки деаэрации являются:

- + Поддержание постоянного давления в деаэраторе
- + Обеспечение беспрепятственного отвода выпара
- + Поддержание необходимого уровня заполнения бака с питательной водой
- + Тепловая изоляция наружных поверхностей бака и деаэрационной колонки
- + Обеспечение отсутствия вскипания (кавитации) питательной воды на стороне всасывания насоса
- + Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание обученным персоналом

Основные компоненты

Деаэрационная колонка, бак питательной воды, регулятор давления пара, регулятор подпиточной воды, регулятор уровня, предохранительные устройства (предохранительный клапан, прерыватель вакуума, устройство перелива, индикаторы (уровня заполнения, температуры, давления), шкаф управления (дополнительно).

Применяемые материалы

Деаэрационная колонка из нержавеющей стали
Бак питательной воды
Арматура и оснастка (заказывается в соответствии с требованиями заказчика в зависимости от места применения).



Сепаратор непрерывной продувки

Краткое описание

Сепаратор непрерывной продувки – это наиболее экономичное и эффективное устройство для повторного использования тепловой энергии, содержащейся в воде от солевой (непрерывной) продувки для подогрева питательной воды, содержащейся в баке запаса питательной воды деаэратора.

Понижение давления в сети конденсата непрерывно связано с уменьшением его температуры.

При этом высвобождается теплота, которая используется для испарения части поданного конденсата.

Отвод вторичного пара является причиной уменьшения давления в сепараторе непрерывной продувки. Полный забор всего объема греющего пара должен быть обеспечен в любое время.



Основные компоненты

- Бак сепаратора непрерывной продувки,
- Линия удаления конденсата
- Индикатор давления

Охладитель стоков и станция сбора конденсата

Охладитель стоков

Охладитель стоков служит для понижения давления до атмосферного всех удаляемых от парового котла стоков, таких как шлам, а так же конденсата после сепаратора непрерывной продувки.

Второй функцией охладителя стоков является понижение температуры горячих стоков до температуры канализационной системы. Для того что бы все стоки могли быть удалены из парового котла, подача в охладитель осуществляется без регулирования. Удаление воздуха из охладителя стоков в атмосферу обеспечивает беспрепятственную подачу стоков

Сбор стоков может быть дополнительно усовершенствован путем размещения установки ниже уровня парового котла.

Охладитель стоков оснащен патрубками для сбора шлама от котла, конденсата после сепаратора непрерывной продувки, охлаждающей воды и дренажа. Подача охлаждающей воды производится через встроенную распылительную трубку, которая подключена к системе холодного водоснабжения. Выход охладителя стоков снабжен находящимся внутри водяным затвором. Это обеспечивает достаточное время для охлаждения нагретых стоков.

Станция сбора конденсата

Станция сбора конденсата служит для сбора и возврата конденсата, отведенного от потребителей к отдельной установке и для повторного применения в качестве питательной воды для котла. За счет удаления воздуха из бака в атмосферу обеспечивается беспрепятственный приток конденсата. Сбор конденсата может быть дополнительно усовершенствован путем размещения установки ниже уровня потребителей. Конденсатные насосы забирают конденсат из бака и подают его в деаэрационную установку.

Основные компоненты

Бак сбора конденсата, конденсатные насосы, индикатор давления для насосов, запорная арматура, индикатор уровня заполнения, регулятор уровня заполнения, индикатор температуры.



Станция термической деаэрации **TWA-V**

Типоразмер		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производительность дегазации	т/ч	1	2	3,5	5	6,5	8	10	12	14
Водонаполнение	м³	0,83	1,57	2,68	4,07	5,17	6,44	8,3	7,77	11,55
Полезный объем	м³	0,54	1,04	1,79	2,73	3,43	4,24	5,49	6,43	7,55
Собственная масса с теплоизоляцией без оборудования и принадлежностей	кг	725	868	1140	1625	1765	2200	2930	3335	3770

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

Значения и данные в таблицах приведены для следующих граничных условий:

- 1 Обратная линия конденсата 0 -100% (0-100°C / мин. 1 бар)
- 2 Интенсивность обессоливания макс. 10%
- 3 Рабочее давление 0,2 бар
- 4 Давление срабатывания предохранительного устройства 0,5 бар
- 5 Давление пара перед регулятором:
 - мин. давление 2,5 бар
 - макс. давление 6 бар
- 6 Рабочая температура 105 °C
- 7 Подпиточная вода:
 - мин. давление 2,5 бар
 - макс. давление 6 бар
 - нагрев воды при номинальной производительности от 10 до 50 °C

Ваш партнер в регионе

06/2025

Содержащаяся в данном издании информация защищена авторским правом.
Копирование и другое использование допускается только с предварительного согласия правообладателя.
Возможны изменения.

ООО «Гермес»

ул. Центральная 20Б, Мытищи, МО

Тел.: +7 495 663 21 11

e-mail: info@hermes-industries.ru

www.hermes-industries.ru