

УДК 621.3

Атмосферные термические деаэраторы

Бубнова А. А., Казейка К. В.

Научные руководители – ассистент РАКЕВИЧ С.И., ст. препод. ПАВЛОВСКАЯ А.А.

Перед тем, как мы начнем рассматривать нашу тему, касающуюся атмосферных термических деаэраторов нам нужно понять, что вообще представляет из себя данное устройство.

Деаэратор — это устройство, которое предназначено для удаления какой-либо жидкости от вредных газов (к примеру воды либо различных жидких топлив). В водоподготовительных системах каждой электростанции используются различные деаэраторы. Их использование приводит к улучшению работы котла. Агрессивные газы очень вредны для внутренних поверхностей котлов, так как вызывают химическую коррозию. Из этого же мы можем сделать вывод, что вредные и агрессивные газы должны быть устранены, иначе мы не сможем добиться оптимальной работы.

Существует множество различных способов, которыми можно проводить деаэрацию. Такие как: химический, каталитический и технический. Разберем данные методы поконкретнее

Во время химического процесса в воду добавляются разнообразные реагенты, которые используются непосредственно для вывода различных нежелательных газов.

Если мы рассмотрим каталитический процесс деаэрации воды, то в данном случае коррозионно-активные газы удаляются при помощи водорода.

Если нам необходимо удалить нежелательных газы из воды, то существуют различные способы как этого можно достичь. Одним из них является термическая деаэрация. В данном способе воду необходимо довести до температуры кипения.

Существуют различные виды деаэрационных установок. Основными являются струйные (это тип устройства, в котором граница раздела двух фаз образуется при помощи поверхности свободнопадающих водяных струй в потоке пара), барботажные (где нагревающий теплоноситель выступает в виде пара и распределяется в потоке воды), пленочные (здесь же вода, протекаемая в потоке пара образует тонкую плёнку на границе раздела двух фаз) и капельные (в данном случае вода в потоке пара распространяется в виде капель).

Введем такое понятие, как границы раздела фаз.

Граница раздела – это переходный слой между двумя различными фазами либо поверхностями касания двух зерен в разнообразных материалах. Границы фаз, например, в плёночных деаэраторах с упорядоченным соплом, могут быть закреплены. Существует так же нефиксированная граница фаз, они бывают у деаэраторов с неупорядоченным соплом, а так же в капельных, барботажных и струйных деаэраторов.

В зависимости от давления (а именно рабочего) деаэраторы различают :

- высокого давления, они используются для деаэраторов питательной воды с давлением пара 0,4 - 0,7 Мпа;

- атмосферного давления, к ним относятся деаэраторы питательной воды, которые используются на электростанциях и в котельных установках с низким и средним первоначальным давлением пара, дополнительных деаэраторов с более высоким первоначальным давлением пара, а так же деаэраторы питательной воды для тепловых сетей открытого и закрытого типа и для испарительных и паровых установок электростанции;

- вакуумные (деаэрация происходит при давлении ниже атмосферного).

Кроме такой функции, как очистка воды от газов деаэратор так же служит:

а. для подпора питательного насоса;

б. для запаса воды;

в. для подогрева воды;

г. для отвода выпара.

Принцип работы и конструкция

В данной работе мы будем разбирать атмосферный термический деаэратор и рассмотрим более подробно принципы его работы. Для начала, опишем конструкцию.

Термический деаэратор является вспомогательным оборудованием, который используется на тепловых электрических станциях и предназначен для деаэрации, то есть очистки воды. В рассматриваемом нами оборудовании вода, которая проходит деаэрацию в дальнейшем взаимодействует с паром, затем через определенные форсунки центральной части колонны удаляются излишние газы совместно с паром, а вода в свою очередь поступает в специальный резервуар деаэрата, и тем самым повышаем производительность самого процесса. Термическая деаэрация основана на использовании закона растворимости газа в жидкости, так называемого закона Генри. Согласно данному закону, часть газа, растворяется в определённом объёме жидкости и прямо пропорционально давлению газа над жидкостью. Удобство в эксплуатации является основным преимуществом работы атмосферного термического деаэрата при низком давлении греющего пара. Давление в данной колонке деаэрата близко к атмосферному, поэтому в него подаются потоки воды различных температур и различного давления. Но, конечно же, есть и определенные сложности. Требование в постоянной поддержке избыточного давления в колонке. При малейшем отклонении нагрузки давление идет на спад, что недопустимо, так как это приводит к увеличению количества кислорода в воде. В таких оборудованиях процесс деаэрации протекает только при больших температурах. Такой процесс повышает качество деаэрации питательной воды.

Что касается недостатков, то они заключаются в следующем:

- а. сложность конструкции;
- б. невозможность введения в нее потоков конденсата с более низким давлением;
- в. внимательность и тщательность в обслуживании.

Классификация деаэраторов по давлению, а именно:

- а. атмосферные-это абсолютное давление, которое колеблется от 1,1 до 1,3 атмосфер;
- б. вакуумные, действующие при абсолютном давлении в корпусе от 0,055 до 0,4 атмосфер;
- в. высокого давления, они действуют от 7 до 11 атмосфер.

Существует также способ организации соприкосновения фаз. Данный метод зависит непосредственно от самой конструкции деаэрата. Для более эффективной деаэрации вводят различные новшества, которые позволяют добиться более эффективной очистки воды от примесей и так далее.

Новой технологией в организации процесса деаэрации является комбинированное воздействие на воду. В данном методе происходит изменение состояния растворенных газов.

Рассмотрим принципиальную схему, а также сам принцип действия атмосферного термического деаэрата.

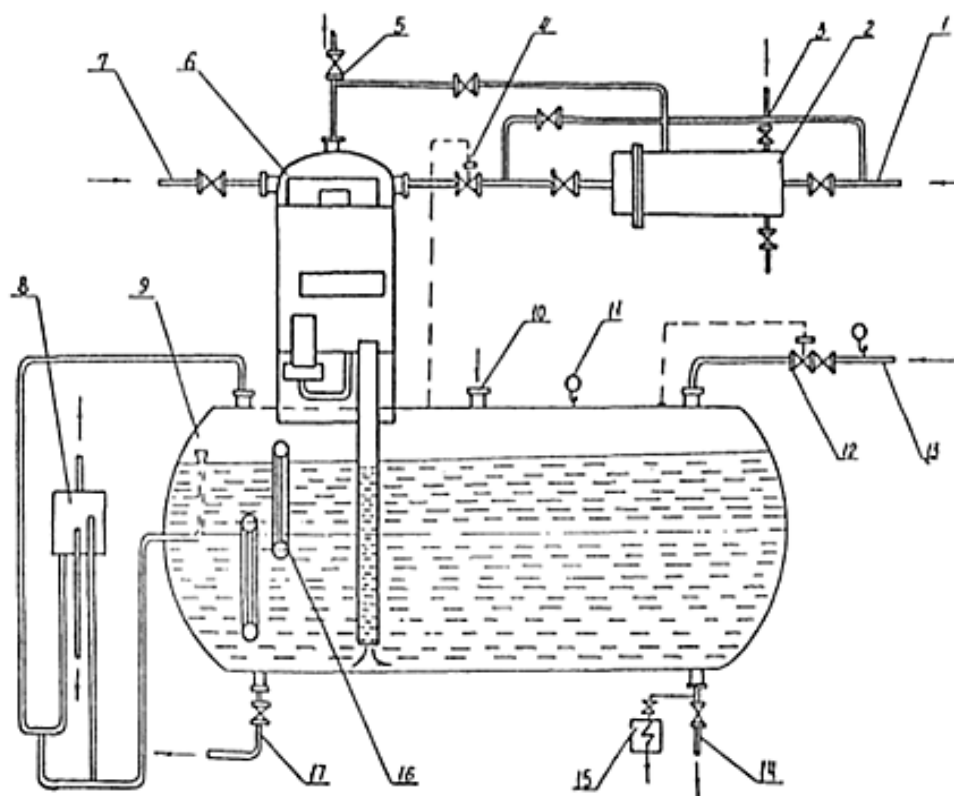


Рис. 1 Принципиальная схема включения деаэрационной установки атмосферного давления:

1 — подвод химочищенной воды; 2 — охладитель выпара; 3, 5 — выхлоп в атмосферу; 4 — клапан регулировки уровня; 6 — колонка; 7 — подвод основного конденсата; 8 — предохранительное устройство; 9 — деаэрационный бак; 10 — подвод деаэрированной воды; 11 — манометр; 12 — клапан регулировки давления; 13 — подвод горячего пара; 14 — отвод деаэрированной воды; 15 — охладитель проб воды; 16 — указатель уровня; 17 — дренаж; 18 — мановакуумметр.

Выше представлена схема атмосферного деаэратора. Данная схема является принципиальной.

Опишем принцип работы деаэратора. Через пароохладитель и регулирующий клапан в колонку деаэратора подаётся вода, очищенная химическим способом. Так же в колонку конденсат направляется основным потоком, которого ниже температуры работы самого деаэратора. Далее деаэрированная вода сбрасывается с противоположного конца резервуара, для того, чтобы максимально экономично воспользоваться временем нахождения воды в резервуаре. Деаэрационная колонка устанавливается на одном конце бака деаэратора. Весь пар проходит через клапан давления, который является регулирующим, к противоположному концу резервуара, который находится напротив колонны, и отвечает за обеспечение хорошей вентиляции пара от газов, которые выделяются из воды. В деаэрационный бак через трубу поступает чистый конденсат. Затем, пар извлекается через пароохладитель и трубу, или через трубопровод выбрасывается в атмосферу.

Способ самовсасывающегося составного предохранительного устройства используют для того, чтобы не происходило увеличение давления и уровня жидкости в деаэраторе. В деаэрированной воде в присутствии теплообменника регулярно производится проверка качества на содержание кислорода и свободного углекислого газа.

Для того, чтобы провести процесс атмосферной деаэрации должны быть выполнены следующие требования:

а. избыточное давление в паровом (поверхностном) пространстве должно равно 0,2 ати. При подачи пара в деаэратор создается избыточное давление, которое предотвращает поступление газа из атмосферного воздуха и вентиляции и не допускает удалять газы при кипении воды.

б. температура воды в деаэраторе должна составлять 102-104°C. Способность растворяться у кислорода и у углекислого газа равна нулю, если температура воды равна 102°C и избыточное давление равняется 0,2 кгс/см² (0,2 ати), что обеспечивает их выход из воды. Вода, в свою очередь, нагревается в деаэраторе паром до определенной температуры.

в. исключение паровых смесей (выпар) – атмосферное и избыточное давление в деаэраторе взаимосвязаны, что позволяет исключить агрессивные газы в деаэраторе. Чтобы заданные параметры температуры и давления оставались постоянными, нужно обеспечить равномерное поступление и отвод воды, надлежащей ёмкости деаэратора, а также обеспечить поступление питательной воды к паровому котлу, что поможет стабилизировать уровень воды в деаэраторе.

г. обеспечение лучшей связи воды и нагреваемого пара для эффективного нагрева и деаэрации осуществляется с использованием противоположного потока и измельчения потока. Паровые потоки и водотоки противонаправлены: воды течёт сверху вниз, а пар – снизу вверх. Площадь контакта потоков воды и пара и удаление кислорода и углекислого газа связаны прямой зависимостью (увеличится площадь, увеличится удаление). Для того, чтобы увеличить площадь контакта этих потоков нужно использовать форсунки со специальными распределительными отверстиями и профильными мешками, так как через отверстия поток воды измельчается в струю.

Теперь давайте разберёмся как же проводят установку деаэраторного оборудования. Место установки, выбранное под проведения монтажных работ должно иметь базовое монтажное оборудование и инструменты, которые должны быть в соответствии с проектом. При получении деаэратора необходимо проверить перевозочные документы, соответствие наименования, целостность и соответствие поставочного оборудования монтажным чертежам, а также должны отсутствовать повреждения и дефекты оборудования. Перед тем как установить деаэратор необходимо провести внешний осмотр, если был найден какой-либо дефект, то производится его консервация и в дальнейшем устраняются дефекты, которые были обнаружены.

Деаэратор устанавливается на объекте следующим образом:

1. сперва производится установка резервуара на уже подготовленный фундамент (в соответствии с монтажной схемой проекта);
2. свариваются водосброс и резервуар;
3. в соответствии с монтажной схемой, нижнюю часть колонны разрезают по внешнему радиусу корпуса деаэраационного резервуара, который устанавливается на бак, таким образом, чтобы пластина располагалась строго горизонтально;
4. приваривается колонка к деаэрационному баку;
5. проводится и установка паровых охладителей и предохранительных устройств в соответствии со схемой;
6. подсоединяется труба к штуцерам резервуара, колонки и охладителя выпара обязаны быть в соответствии с конструктивной схемой трубопровода деаэратора;
7. затем устанавливают запорную и регулирующую арматуру и контрольно-измерительные приборы;
8. производится обязательная проверка давления воды на деаэраторе;
9. монтаж теплоизоляционных материалов производится в соответствии с инструкциями проектной организации.

Эффективность атмосферного термического деаэратора

В технологических условиях барботажные устройства имеют свои плюсы и эксплуатационные характеристики. Но, ограниченная работа барботажных агрегатов, проявляются в частичной нагрузке их непостоянной работы, а гидравлические удары имеют установленные рабочие параметры. В энергетике рассматриваемые деаэраторы при атмосферном давлении часто используются в тепловых деаэраторах. Возможно пару способов оформления и расположение барботажных конструкций. На практике широко распространены барботирующие устройства в виде парового коллектора, погруженного в бак деаэратора,

которые хорошо зарекомендовали себя с точки зрения надёжности и эффективности. Тепловой баланс установки определяет необходимость деаэратора в паре (основном и барботажном). Поэтому, повышение роста такого пара вызывает снижение определённого процента основного пара, в то время как более высокое давление пара, в свою очередь, приводит к ухудшению термического КПД комбинированной выработки тепла и электроэнергии. Давление барботирующего пара должно быть больше давления основного пара, по меньшей мере, равную сумме давления столба жидкости над барботажным устройством, также должен иметь минимальное противодавление перед его отверстиями. Таким образом, необходимо обеспечить такие условия эксплуатации, которые создадут высокий потенциал наличия барботажного пара с маленьким расходом пара и, как следствие, тепловую эффективность установки с минимальным ухудшением качества, для установки параметров качества воды. Этот вопрос знакомит нас с тем, как повысить эффективность данного деаэратора.

Для повышения эффективности рассматриваемого деаэратора предлагается:

1. разработать математическую модель процесса осаждения барботажана стадии тепломассообменного процесса, изменения поверхности раздела деаэраторного бака и циркуляции воды;
2. на барботировании резервуара деаэратора с коллектором для подачи погруженного пара, провести экспериментальные испытания десорбции растворённого кислорода;
3. найти алгоритм работы массопереноса и теплообмена на ступенях барботажа атмосферных деаэраторов и программы для их компьютерной реализации, который позволяет рассчитать производительность ступеней барботажа при изменении конструктивной и эксплуатационной величины параметров;
4. проводится разработка технических расчётов атмосферного деаэратора с погружным коллектором для введения барботажного пара на основе математических моделей из полученных данных;
5. благодаря улучшению устройства и режимов работы деаэраторов в условиях эксплуатации сделать результаты.

Производство и применение деаэраторов

На нынешнем рынке можно увидеть большое разнообразие деаэраторов отличающиеся друг от друга классом, типом, качеством и т.д. Производят такие агрегаты по всему миру, начиная от Китая заканчивая США. Мы перечислим несколько стран производителей, которые поставляют свой товар в РФ и в страны соседи:

- Испания (ATTSU) - выпускают деаэраторы для котловой воды по индивидуальным заказам;
- Франция (Babcock Wanson) – выпускают термические деаэраторы;
- Италия (BONO Artes) – производят деаэраторы питательной котловой воды;
- Дания (Eurowater) – выпуск термических деаэраторов;
- Южная Корея (Daeyeol Boiler) – деаэраторы подготовки воды;
- Голландия (Spirotech) – вакуумный деаэратор;
- Россия (АэроГидроТех) – производят разработку, выпуск и установку наших агрегатов;
- Россия (Бийский котельный завод) – атмосферные деаэраторы;
- Россия («НПО «Новые технологии») – СВД (струйные вихревые деаэраторы);
- Россия (ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж») – атмосферные деаэраторы и другие.

Что касается применения, то в основном применяются на тепловых электрических станциях (ТЭС), также используются на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), на атомной электростанции (АЭС), даже на конденсационной станции (КЭС), гидроэлектростанция (ГЭС) и т.п..

Вывод

После информации об атмосферных термических деаэраторах, сделаем вывод о том, что деаэраторы неотъемлемая часть тепловых схем электростанций. Без них вода несла бы вред другим устройствам находящимся на этой территории. Таким образом, деаэратор играет важную роль в процессе создания тепла и электроэнергии для людей на Земле.

Литература

1. Деаэраторы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.armatyra.org/tex_opis/da.html – Дата доступа: 10.10.2019.
2. Повышение эффективности атмосферного деаэратора. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.libed.ru/knigi-nauka/476138-1-povishenie-effektivnosti-atmosfernih-deaeracionnih-ustanovok-barbotazhnimi-ustroystvami.php> – Дата доступа: 12.10.2019