

УДК 621.311.22

ДЕАЭРАТОРЫ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТЭЦ И АЭС

Салькевич Я. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пронкевич Е. В.

Назначение большинства элементов, тепловой схемы установки в общих чертах становится понятным после знакомства с паросиловыми циклами. Деаэратор по своему назначению несколько отличается от остальных элементов схемы. С одной стороны, его можно рассматривать, как промежуточный подогреватель смешивающегося типа, поскольку в него поступает горячий пар из второго отбора турбины и дренаж промежуточного пароперегревателя, а температура основного конденсата после прохождения через деаэратор увеличивается. Однако основное назначение деаэратора – удаление газообразных примесей из теплоносителя.

В воде конденсатно-питательного тракта могут присутствовать различные примеси: газообразные (кислород, углекислота, азот, аммиак, после прохождения через активную зону реактор к ним добавляются радиолитические и благородные газы), твердые (продукты коррозии конструкционных материалов), естественные (хлориды, кремнекислоты и другие).

Газообразные примеси поступают в основном за счет присосов воздуха в конденсаторе и в первых подогревателях низкого давления, работающих при давлениях ниже атмосферного. На одноконтурных АЭС радиолитические газы (продукты радиолиза воды) и благородные газы (газовые осколки деления ядерного топлива) поступают вместе с паром в регенеративные подогреватели и в конденсатор. Продукты коррозии поступают в воду в результате взаимодействия конструкционных материалов с водной средой, образования окислов металлов и перехода их в воду. Поступление естественных примесей происходит в основном в конденсаторе за счет присосов охлаждающей воды в неплотностях теплообменной поверхности. Давление охлаждающей воды всегда выше давления конденсирующего пара в конденсаторе, и при наличии неплотностей происходит переток охлаждающей воды в конденсат. Практически присосы охлаждающей воды всегда имеют место, если даже с завода конденсатор поставлен достаточно плотным. В процессе эксплуатации в результате протекания коррозионных, эрозионных и других процессов происходит нарушение плотности, и присосы охлаждающей воды увеличиваются. Охлаждающая вода расходуется в больших количествах и никакой предварительной обработке не подвергается. Поэтому даже незначительные присосы охлаждающей воды привносят значительные количества примесей.

Продукты коррозии, а также некоторые естественные примеси (например, кальций и магний) выпадают в отложения на теплопередающих поверхностях, что приводит к уменьшению коэффициента теплопередачи и возникновению под отложениями местных, наиболее опасных видов коррозионных повреждений. Это снижает экономичность, надежность и безопасность работы АЭС. Из газовых примесей наибольшую опасность представляют кислород и углекислота.

Для удаления газов из воды могут быть использованы химические и термические методы. Химические методы основаны на избирательном взаимодействии удаляемых газов с дозируемыми реагентами. Практически химический метод применим только для удаления кислорода. Для этого используют гидразин, и то не как самостоятельный метод, а для удаления микро количеств кислорода. Вместе с гидразином в воду могут поступать другие примеси. Кроме того, гидразин является токсичным веществом. На АЭС применяют в основном термическую деаэрацию. Термические деаэраторы позволяют удалять из воды любые растворенные в воде газы и не вносят никаких дополнительных примесей в воду.

Деаэрационная колонка ДСП-1000 (смешивающая, повышенного давления, струйного типа) предназначена для сбора всех потоков конденсата, нагрева их до температуры

насыщения (температура $T = 167,5$ °С, при давлении $P = 7,6$ атм) и удаления из них растворенных газов.

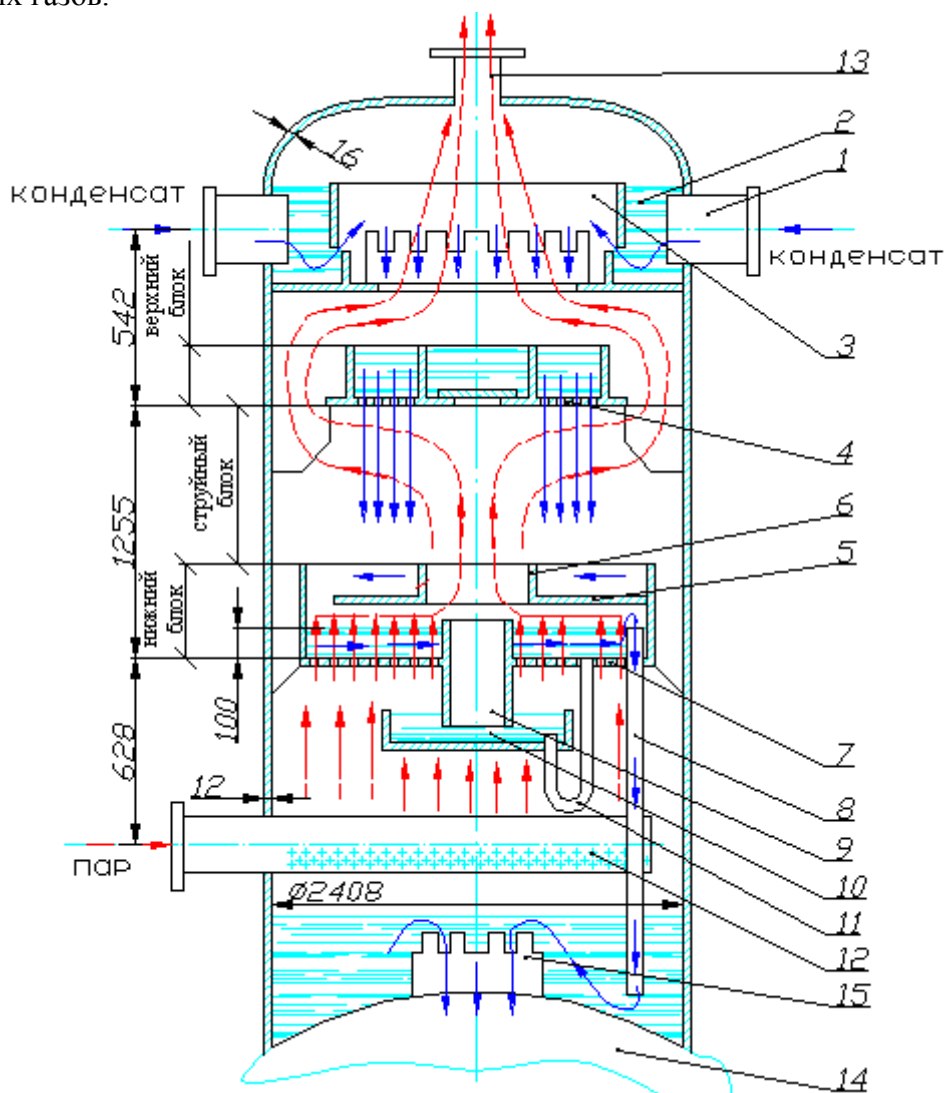


Рисунок 1. Схема деаэрационной колонны.

Деаэрационная колонна состоит из корпуса, кольцевого приемного короба, смесительного устройства, верхнего и нижнего блоков, коллекторов подвода греющего пара и горячих потоков дренажей.

Корпус представляет собой стальной цилиндр сварной конструкции с внутренним диаметром 2408 мм, изготовленный из листовой стали толщиной 12 мм, к которому приварена сферическая крышка. Корпус колонки приварен к деаэрационному баку (14). В верхней части корпуса расположен кольцевой приемный короб (2) для приема холодных потоков конденсата. Внутренняя обечайка короба в нижней части имеет прямоугольные окна, через которые конденсат поступает в смесительное устройство. Смесительное устройство (3) предназначено для смешения холодных потоков конденсата, равномерного распределения их по периметру колонки и представляет собой короб, образованный внутренней обечайкой приемного короба и обечайкой смесительного устройства в верхней части, которой имеются прямоугольные вырезы, расположенные по всему периметру.

Верхний блок состоит из внутренней и наружных обечаек и перфорированного днища (4) (дырчатый щит), приваренного с низу. Для обеспечения жесткости конструкции, равномерного распределения конденсата по всей поверхности дырчатого щита между обечайками приварены шесть перегородок с тремя полу отверстиями в нижней части каждой перегородки. В центральной части верхнего блока имеется съемный люк, который крепится болтами к кольцевому выступу дырчатого щита. Верхний блок прикреплен к корпусу колонны

шестью косынками, расположенными таким образом, что имеется возможность для свободного прохода пара по периферии.

Нижний блок состоит из переливного листа (5) и барботажного устройства. С одной стороны, переливной лист имеет вырез для слива воды в барботажное устройство, а в центре горловину (6) для прохода пара. В колонне переливной лист закреплен с помощью удерживающего каркаса. Барботажное устройство состоит из перфорированного листа (7), четырех сливных труб (8) приваренных со стороны противоположной сегментному вырезу переливного листа, выступающего над ним на 100 мм паро-перепускного патрубка (9), поддона (10) и двух водо-перепускных труб (11) соединяющих барботажный лист и поддон. Нижний конец паро-перепускного патрубка опущен в поддон и при заполнении водой последнего образуется гидрозатвор. Заполнение гидрозатвора обеспечивается автоматически, при изменении расхода, подачей воды через водо-перепускные трубки с барботажного листа в поддон.

Под нижним блоком расположены коллектор подвода греющего пара (13) и коллекторы горячих потоков дренажей. Коллектор греющего пара представляет собой перфорированную трубу $\text{Ø}325 \times 10$ мм. Отверстия расположены семью рядами на нижней части коллектора, что обеспечивает равномерное распределение пара по всему пространству колонки. Коллекторы подвода дренажей представляют собой перфорированные трубы $\text{Ø}108 \times 6$ мм, вводы которых в колонку выполнены на одном уровне с коллектором греющего пара.

Описание процесса деаэрации.

Холодные потоки конденсата через штуцера ввода (1) поступают в кольцевой приемный короб (2) и далее через прямоугольные окна на внутренней обечайке в смесительное устройство (3). Из смесительного устройства при достижении определенного уровня, конденсат равномерным потоком по всему периметру поступает на перфорированное днище (4) верхнего блока. Из верхнего блока конденсат, пройдя через отверстия перфорированного днища, дробится на тонкие струи. Проходит через струйный отсек конденсат нагревается до температуры близкой к температуре насыщения и попадает на нижний блок. Сначала на переливной лист (5), затем через сегментный вырез переливного листа поступает на перфорированный лист (7) барботажного устройства. По барботажному листу вода движется слева направо и обрабатывается паром, проходящим через отверстия щита. Происходит нагрев до температуры насыщения и окончательное удаление растворенных газов. В конце барботажного листа вода через четыре сливные трубки (8), верхние концы которых, для обеспечения постоянного слоя воды, выступают на 100 мм над листом, поступает в нижнюю часть колонны и далее через сливную горловину (15) сливаются в деаэрационный бак (14). Сливная горловина обеспечивает постоянный уровень воды в нижней части колонны перед поступлением ее в деаэрационный бак. Слив воды из сливных трубок происходит под этот уровень, что препятствует прохождению пара через сливные трубки в обход барботажного устройства. Греющий пар из перфорированного коллектора (12) подается под барботажный лист. Степень перфорации листа выбрана такой, что при минимальной нагрузке под листом создается устойчивая паровая подушка, исключая провал воды через отверстия листа. На барботажном листе происходит интенсивная паровая обработка слоя воды, движущейся в сторону сливных труб и глубокая и стабильная дегазация. Не сконденсировавшийся пар и выделившиеся из воды газы поднимаются вверх и через горловину (6) переливного листа поступают в струйный отсек. С увеличением производительности и расхода пара давление в паровой подушке возрастает, и пар в обход барботажного листа через паро-перепускной патрубок (9) гидрозатвора поступает в струйный отсек. В струйном отсеке пар, двигаясь вверх, пересекает и омывает падающие вниз, с перфорированного днища струи воды. При этом происходит перемешивание воды с паром, подогрев ее до температуры, близкой к температуре насыщения при данном давлении в колонки и предварительная дегазация воды. Конденсат греющего пара присоединяется к струям воды, а несконденсированный греющий пар и выделившийся из воды газ по периферии, через кольцевой зазор между корпусом и верхним блоком, проходят в верхнюю

часть колонки, обеспечивая ее вентиляцию и подогрев встречных потоков воды, поступающих из смесительного устройства (3), и далее через штуцер выпара отводятся из колонки.

Таблица 1 – Сравнение характеристик деаэраторов для ТЭЦ и АЭС с одинаковой номинальной производительностью 2000 т/ч

Наименование	Давление рабочее абсолютное, МПа (кгс/см ²)	Колонка	Диаметр колонки, мм	Емкость бака, м ³	Емкость бака полезная, мм ³	Диаметр бака, мм	Длина деаэратора, мм	Высота деаэратора, мм	Масса, кг	Масса деаэратора с водой, мм
дп-2000/150	0.69 (0.7)	кдп-2000 вертикаль-ная	3400	176.4	150	3400	20120	8370	46854	255254
дп-2000-2х1000/120-А	0.7(7.0) 0.76 (7.6)	кдп-10А вертикаль-ная	2400	150	120	3400	17000	8300	43200	227200

Литература

1. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 216 с.
2. Шарапов В.И. Подготовка подпиточной воды систем теплоснабжения с применением вакуумных деаэраторов. — М.: Энергоатомиздат, 1996.