

Деаэрационно-питательная установка

Деаэратор

Назначение деаэрационно-питательной установки

- Деаэрационно-питательная установка (ДПУ) включает в себя деаэрационную установку и систему питательной воды, и по своему назначению и влиянию на надежность работы реактора она может быть отнесена к основному теплоэнергетическому оборудованию блока

Деаэратор

- Основное **назначение деаэрационной установки** состоит в термической обработке турбинного конденсата с целью удаления из него коррозионно-активных газов (кислорода, углекислого газа) и в создании рабочего резерва питательной воды в аккумуляторных баках деаэраторов. Кроме того в тепловой схеме турбоустановки деаэраторы выполняют роль смешивающего подогревателя, а также являются местом сбора высокопотенциальных дренажей и источником рабочего пара основных эжекторов.

Поступление газовых примесей в тракт конденсата

- Поступление газовых примесей в основной конденсат обусловлено присосами воздуха в вакуумную часть турбоустановки, радиолизом воды в реакторе (для одноконтурных АЭС) и вводом подпиточной воды в конденсаторы турбины.

Способы удаления газов

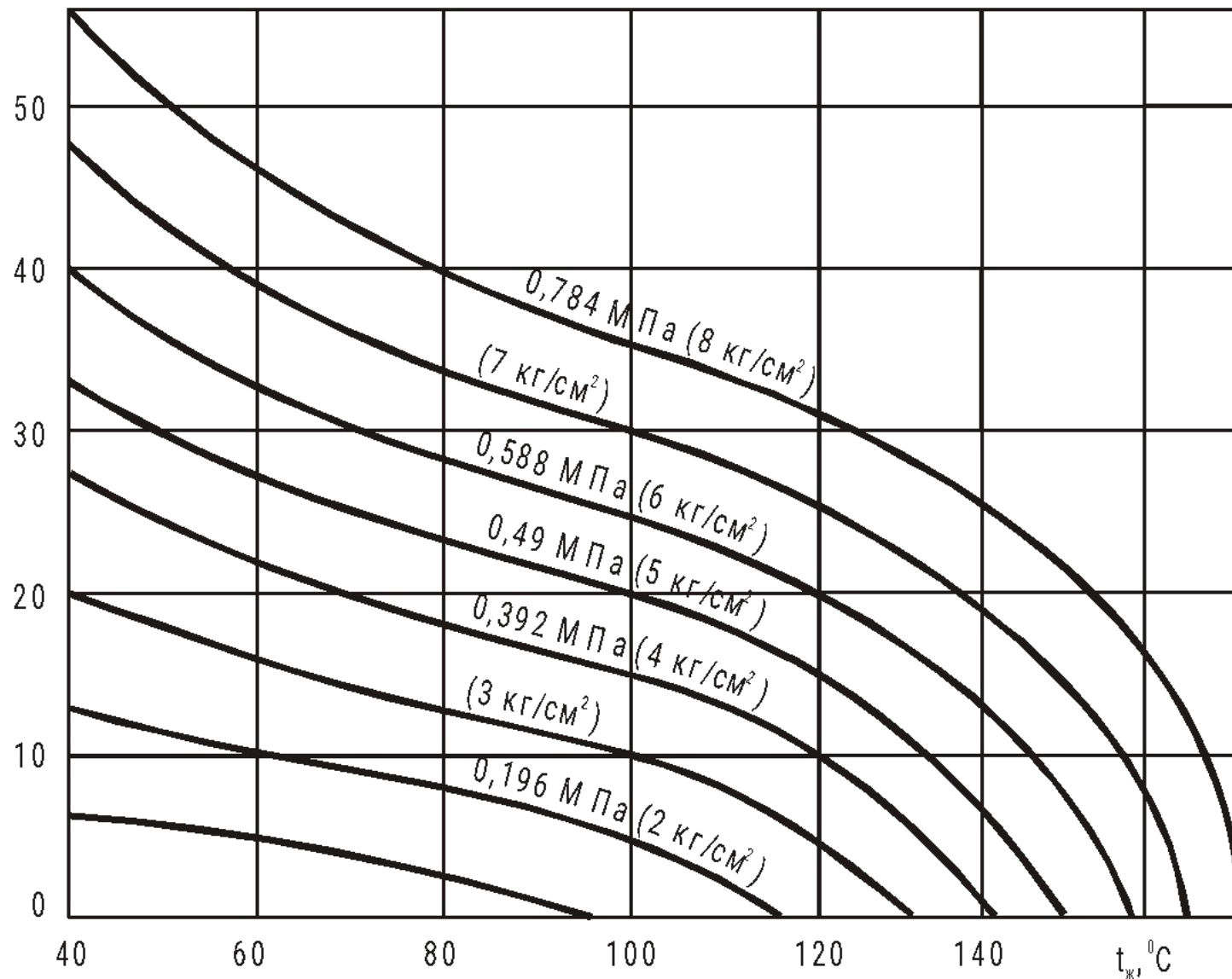
- 1. Химическая деаэрация
- 2. Термическая деаэрация
- При химической деаэрации происходит химическое связывание газовых примесей за счет подачи хим. реагентов в воду. Недостаток такого метода – избирательность.
- Термическая деаэрация основана на зависимости растворимости любого газа в воде от парциального давления данного газа над водой (по закону Генри, чем меньше парциальное давление газа, тем меньше его растворимость).

Термическая деаэрация

- Условию минимального парциального давления кислорода, как и других растворенных в воде газов, отвечает состояние кипения воды, когда полное давление над водой практически равно парциальному давлению водяных паров

Растворимость кислорода в воде

O_2 , мг/кг



Термическая деаэрация

- Следует иметь в виду, что нагрев воды до температуры кипения еще не обеспечивает полного удаления газов. Процесс термической деаэрации необходимо организовать таким образом, чтобы вода непрерывно контактировала с новыми порциями пара и обеспечивался отвод выпара.

Основы термической деаэрации

- В реальных условиях из-за ограниченности поверхности соприкосновения фаз вода-пар добиться полного удаления газов невозможно и питательная вода покидает деаэратор с определенным содержанием в ней газовых примесей. Содержание газов в воде регламентируется.

Типы деаэраторов

- Деаэраторы могут быть смешивающие, поверхностные или деаэраторы перегретой воды.
- Основными являются смешивающие, где происходит смешение греющего пара и конденсата.
- Поверхностные деаэраторы – это теплообменные аппараты, где удаление газов из основного конденсата проводится за счет передачи тепла через стенку.
- В деаэраторах перегретой воды деаэрация происходит в 2 этапа: получение тепла в каком-либо теплообменнике и затем сброс воды на более низкое давление

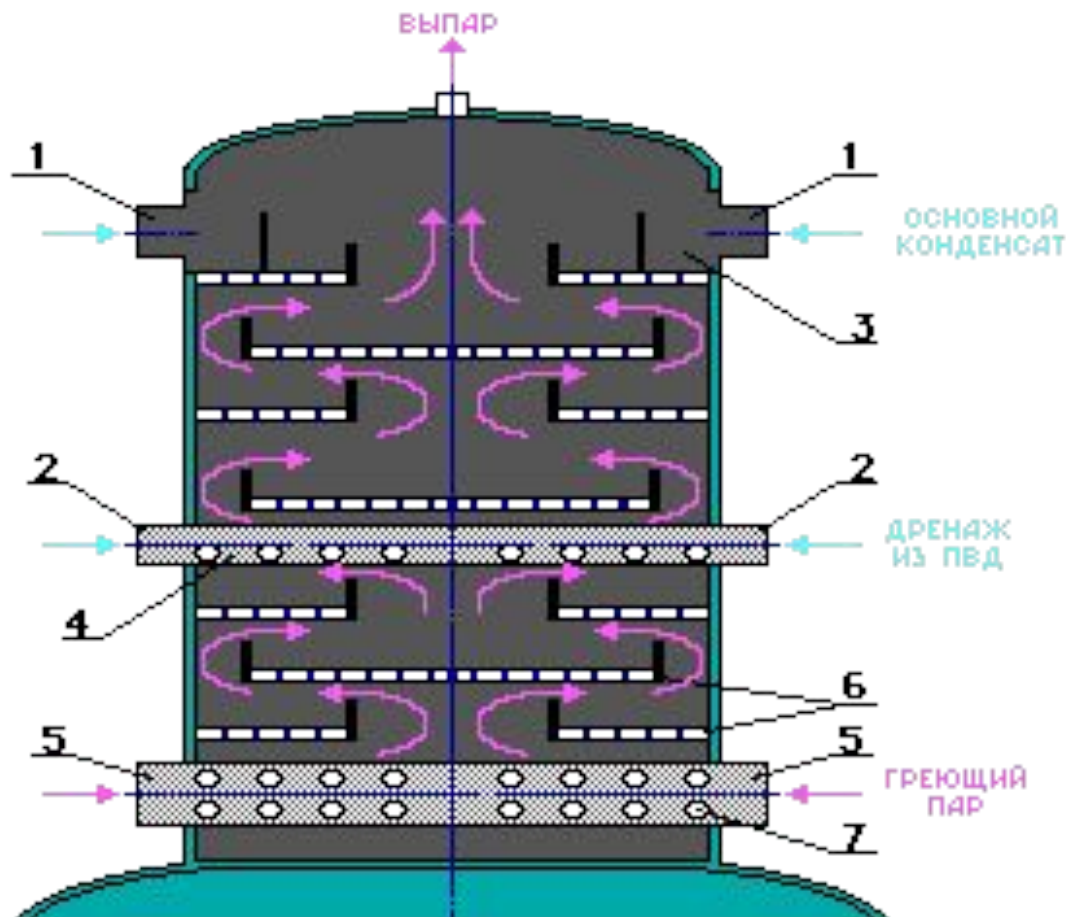
Типы деаэраторов

- Деаэраторы делятся на вакуумные, атмосферные и повышенного давления. Последние являются основными на АЭС. Терминология отражает рабочее давление деаэратора.

Типы деаэраторов

- В зависимости от способа организации контакта пара и воды деаэраторы делятся на следующие основные типы:
- струйно-капельные деаэраторы;
- пленочные деаэраторы;
- барботажные деаэраторы;
- комбинированные деаэраторы.
- Деаэратор состоит из деаэраторного бака и деаэрационной колонки. На одном баке может быть установлена одна или две деаэрационных колонки

Струйно-капельные деаэраторы



- 1 — патрубок подвода основного конденсата;
- 2 — патрубок подвода дренажей
- 3 — кольцевая камера
- 4 — перфорированная труба
- 5 — подвод греющего пара
- 6 — перфорированные тарелки
- 7 — отверстия для раздачи пара

Принципиальное устройство деаэрационной колонки струйно-капельного типа

Работа струйно-капельного деаэратора

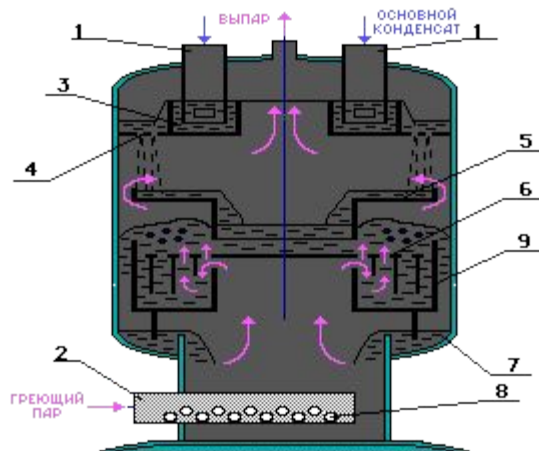
- Основной конденсат поступает через патрубок в кольцевую камеру, откуда через порог переливается на первую тарелку.
- Потоки "горячих" дренажей (от ПВД и др. узлов) подаются через дополнительные патрубки и разбрызгиваются над промежуточными тарелками через перфорированную трубу.
- Навстречу струям воды, движется пар, который подводится к нижней части колонки. Характер обтекания паром струй - продольно-поперечный.
- Расположение нескольких тарелок по высоте колонки увеличивает общее время пребывания воды в ней и обеспечивает прогрев ее до температуры насыщения.
- Выпар отводится через патрубок, расположенный в верхней части колонки.

Недостатки струйно-капельного деаэратора

- большая высота деаэрационных колонок, превышающая 4 м;
- повышенная металлоемкость и сложность внутренних устройств;
- небольшой номинальный нагрев воды (10-15° С);
- эффективность деаэратора резко понижается как при небольших перегрузках (на 10-15%), так и при нагрузках менее 40%;

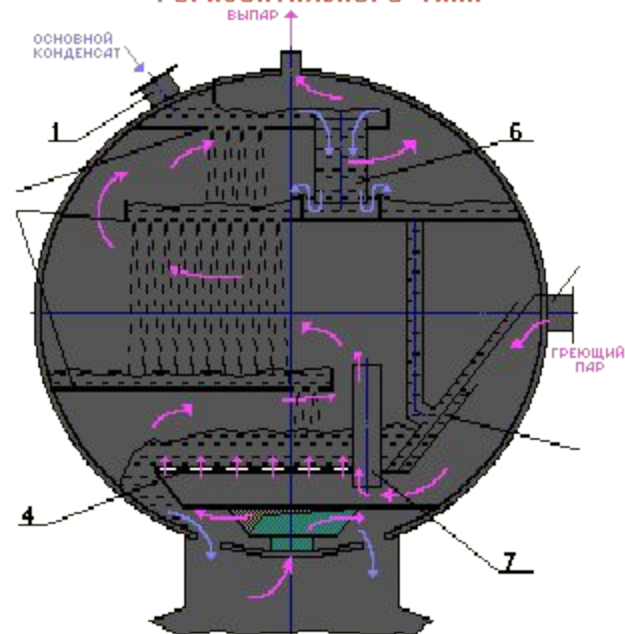
Струйно-барботажные деаэраторы

**СТРУЙНО-БАРБОТАЖНОЕ УСТРОЙСТВО
ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА**



- 1 — ПОДВОД ОСНОВНОГО КОНДЕНСАТА
- 2 — ПОДВОД ПАРА
- 3 — ВОДОСМЕСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО
- 4 — ДЫРЧАТАЯ ТАРЕЛКА
- 5 — ПЕРЕПУСКНАЯ ТАРЕЛКА
- 6 — БАРБОТАЖНОЕ УСТРОЙСТВО
- 7 — ГИДРОЗАТВОР
- 8 — ПАРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ
- 9 — ПОРОГ

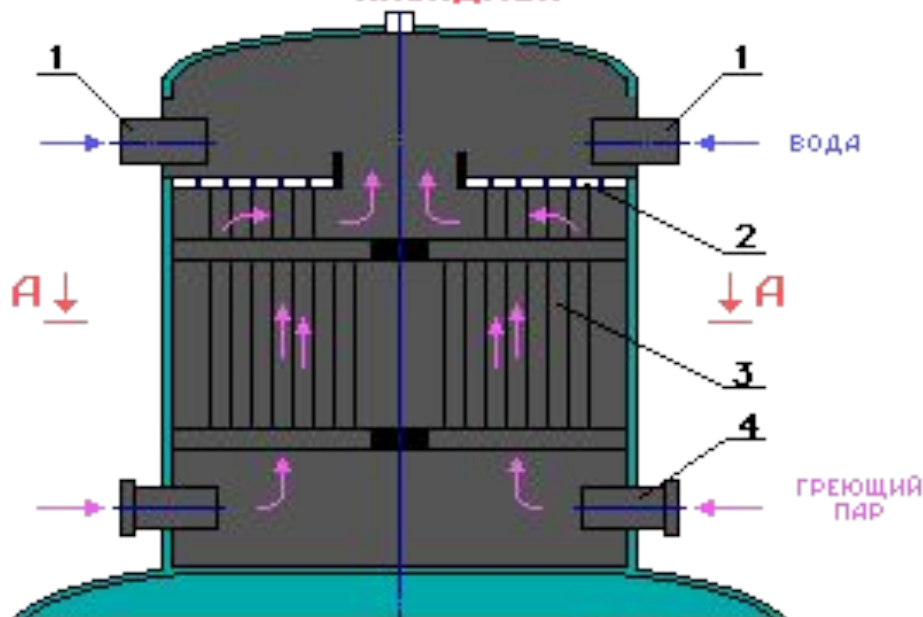
**СТРУЙНО-БАРБОТАЖНАЯ ТАРЕЛКА
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТИПА**



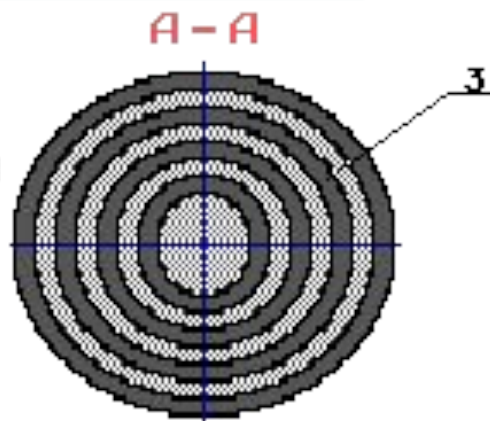
- 1 — ПОДВОД ОСНОВНОГО КОНДЕНСАТА
- 2 — ПОДВОД ГРЕЮЩЕГО ПАРА
- 3 — ТАРЕЛКИ
- 4 — БАРБОТАЖНОЕ УСТРОЙСТВО
(НЕПРОВАЛЬНАЯ ТАРЕЛКА)
- 5 — ГИДРОЗАТВОР
- 6,7 — ПЕРЕПУСКНЫЕ КОРОБА

Пленочные деаэраторы с упорядоченной насадкой

ДЕАЭРАЦИОННАЯ КОЛОНКА С УПОРЯДОЧЕННОЙ НАСАДКОЙ

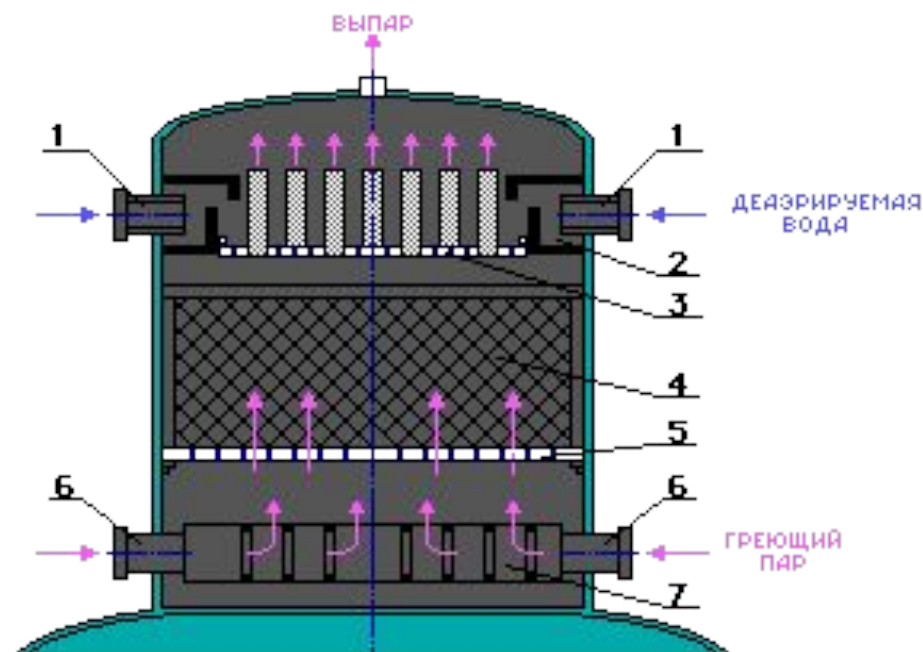


- 1—ПОДВОД ВОДЫ
- 2—ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ
ТАРЕЛКА
- 3—ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ
НАСАДКА
- 4—ПОДВОД ПАРА



Пленочные деаэраторы с неупорядоченной насадкой

ДЕАЭРАЦИОННАЯ КОЛОНКА С НЕУПОРЯДОЧЕННОЙ НАСАДКОЙ

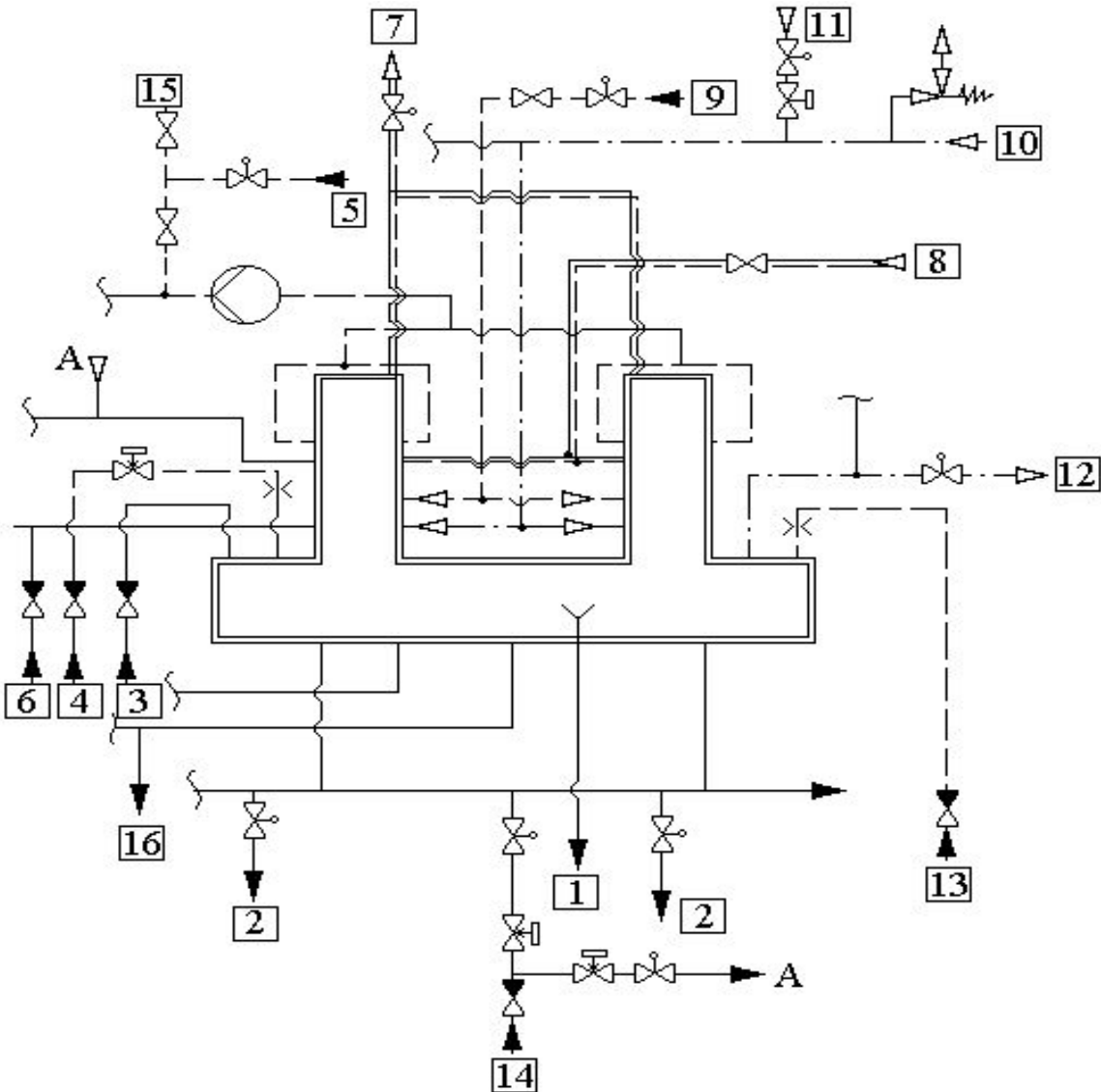


- 1— ПОДВОД ДЕАЭРИРУЕМОЙ ВОДЫ
- 2— КОЛЬЦЕВАЯ КАМЕРА
- 3— ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТАРЕЛКА
- 4— НЕУПОРЯДОЧЕННАЯ НАСАДКА
- 5— ОПОРНАЯ РЕШЕТКА
- 6— ПОДВОД ПАРА
- 7— ПАРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ

Насадки

- Упорядоченная насадка выполняется из параллельных листов различной формы: плоских вертикальных и наклонных, зигзагообразных, цилиндрических и других, которые собираются в пакеты.
- Неупорядоченная насадка выполняется в виде свободной засыпки из множества небольших элементов различной формы, размещаемой на опорной решетке деаэрационной колонки.
- Элементы неупорядоченной насадки рекомендуется изготавливать из нержавеющей стали.

Обязка деаэратора (ВВЭР)



Обязка деаэратора (ВВЭР)

- К схеме обязки деаэратора
- [1] - в сбросной канал; сливной трубопровод охлаждающей воды ТПН.
- [2] - на всас ТПН и ВПЭН
- [3] - линия рециркуляции ТПН
- [4] - конденсат греющего пара с ПВД-6 и с КС-1 ст.
- [5] - от ТК (технологический конденсатор)
- [6] - линия рециркуляции ВПЭН
- [7] - выпар к эжекторам турбины (ОЭ) и эжекторам ТПН
- [8] - отсос воздушной смеси из ПВД-5
- [9] - слив из уплотнений ТПН
- [10]- пар от ПРК (пуско - резервная котельная) или от расширителя продувки ПГ
- [11] - пар из отбора турбины или от коллектора СН
- [12] - пар на уплотнения ТУ
- [13] - конденсат греющего пара с КС- II ст.
- [14] - заполнение
- [15] - основной конденсат
- [16] - дренаж