

В.С. Галустов, доктор техн. наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ

## О БЕСКОЛОНКОВЫХ ДЕАЭРАТОРАХ (ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ)

К написанию настоящей статьи автора побудил тот факт, что в последнее время все чаще некоторые проектные организации по каким-то причинам без должного, на наш взгляд, обоснования для типовых котельных стали закладывать в проекты так называемые бесколонковые деаэраторы. Кроме удорожания схемы водоподготовки, дополнительных эксплуатационных проблем и иллюзии компактности это не дает каких-либо заметных преимуществ. Попытаемся разобраться.

### Немного истории

Впервые деаэраторы стали применяться в большой энергетике в начале минувшего столетия. Это были противоточные теплообменные аппараты, заимствованные из химической

промышленности того времени. Поначалу они были только пленочными и представляли собой цилиндрическую колонну с кольцами Рашига или вертикальными пластинами. Насадочные колонки можно изредка встретить и сегодня, с пластинами – очень редко. Примерно в 50-е годы появились барботажные колонны (колонки) с провальными-переливными тарелками.

Следует отметить, что такие тарелки являются самыми примитивными и в химической промышленности практически не встречаются, в энергетике же они остались самыми распространенными до настоящего времени, например в деаэраторах типа ДА.

Типичный деаэратор обычно ассоциируется с горизонтальной цилиндрической емкостью с вертикальной, также цилиндрической, надстройкой. Общая высота сооружения может достигать 8–10 метров.

Как правило, на ТЭЦ самое высокое здание – это котельный цех с деаэраторным отделением. Внешний вид деаэратора типа ДА показан на рис. 1 (охладитель пара не показан).

О бесколонковых деаэраторах заговорили в середине прошлого века в связи со строительством подводных и надводных атомных кораблей, когда высота оборудования становится решающим фактором.

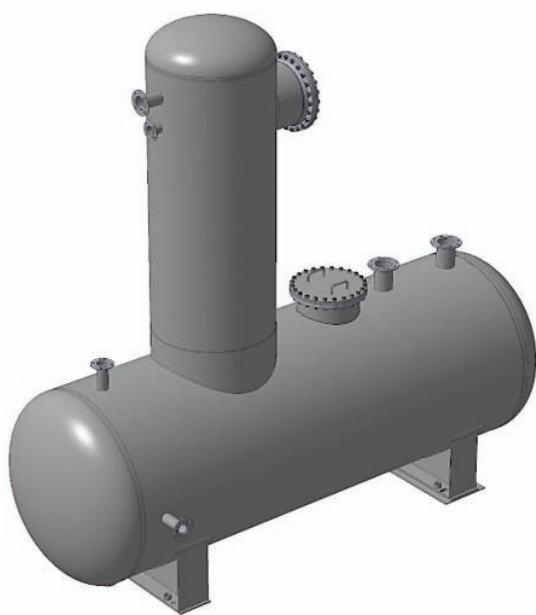


Рис. 1. Деаэратор типа ДА

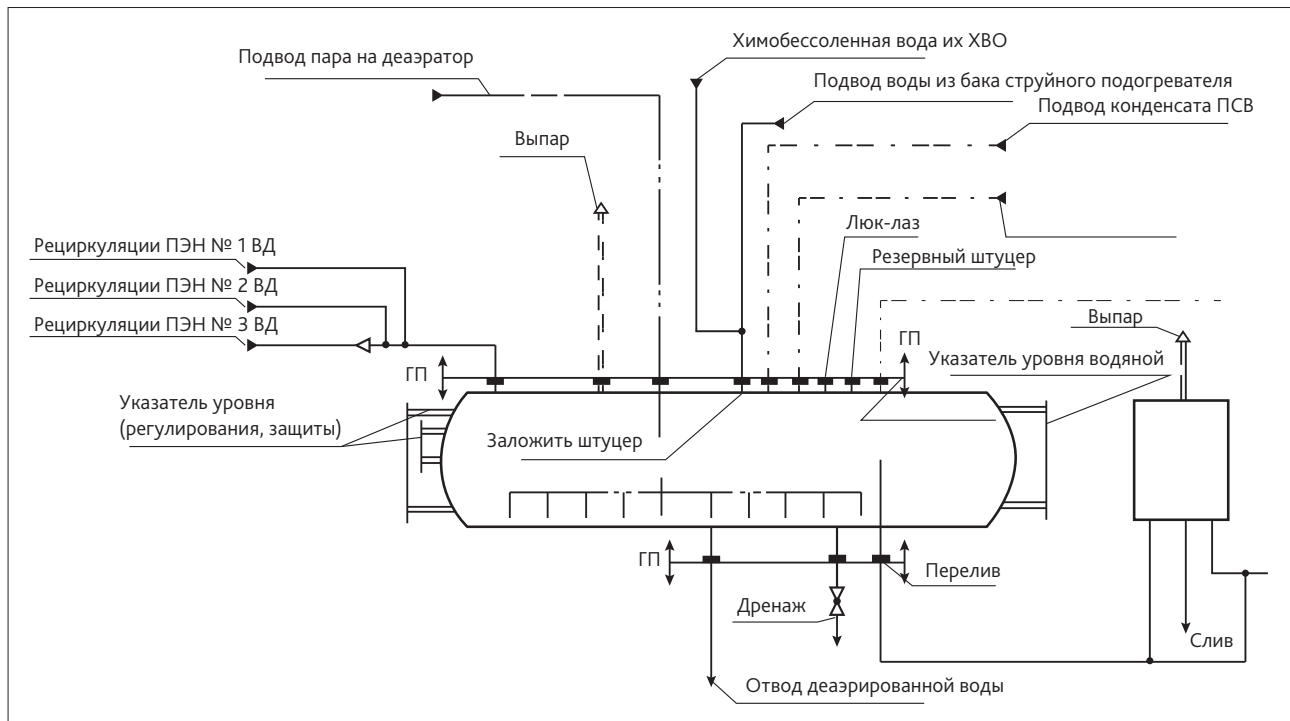


Рис. 2. Схема деаэрационной установки с бесколонковым деаэратором и охладителем выпара поверхностного типа. На схеме показаны все потоки

### Что же такое бесколонковый деаэратор?

Упомянутая горизонтальная цилиндрическая емкость понималась как хранилище запаса деаэрированной воды для обеспечения надежной работы схемы питания котлов или подпитки тепловых сетей. Вертикальный цилиндр – это, собственно, и есть деаэратор (десорбер растворенных газов) колонного типа.

По мере увеличения мощности ТЭЦ росли и мощности деаэрационных установок и, что еще более важно, повышались требования к глубине деаэрации воды, т.е. снижалась остаточная допустимая концентрация  $O_2$  и  $CO_2$ .

Естественно, что росли и диаметр, и высота надстройки.

Тогда было найдено, казалось, удачное компромиссное решение: использовать часть объема деаэраторного бака в качестве второй (по ходу воды) ступени деаэрации, т.е. использовать частично высоту деаэраторного бака для деаэрации.

Следующий логичный шаг: весь процесс деаэрации проводить в деаэраторном баке и совсем избавиться от надстройки. На рис. 2 приведена схема реальной деаэрационной установки с бесколонковым деаэратором и охладителем выпара поверхностного типа. На схеме показаны все потоки.

Вместе с тем решение одной проблемы породило целый ряд новых. Выделение коррозионно-активных газов непосредственно в баке стало приводить к его интенсивному износу. Уменьшение высоты оказалось довольно иллюзорным. По расположению переливной воронки видно, что объем воды в баке занимает примерно 60% объема бака. При этом деаэратор стал дороже установки бака-колонка, а при равной цене существенно уступал классическому варианту по сроку службы. Конечно, для атомной подводной лодки или ледокола деаэратор можно сделать из высоколегированной стали. Да и котлы тоже. Обычная районная котельная позволить себе такое не может.

Другая проблема – огромная инерционность управления. При стабильных режимах работы это не столь существенно, но при больших колебаниях нагрузок, что имеет место в большинстве котельных, периодическое ухудшение качества деаэрации становится неизбежным. Кроме того, фактически для всех барботажных аппаратов, особенно с высоким барботажным слоем, характерна большая чувствительность эффективности деаэрации к отклонениям от номинальных режимов.

Все это вовсе не значит, что нет других путей решения проблемы компактности, тем более что рост востребованности модульных котельных, которые размещаются в нескольких вагончиках

ограниченной высоты (2,6–2,8 м) шириной около 3 м, вызвал новую волну интереса к компактным деаэраторам.

## Как создать деаэрационную установку минимальной высоты

Первое: необходимо максимально снизить зависимость эффективности деаэрации от высоты контактного устройства (собственно деаэратора).

Этот шаг оказался возможным только при отказе от традиционного противоточного принципа взаимодействия фаз (деаэрируемой воды и греющего пара) при переходе к прямотоку и от пленочной (или пузырьковой) поверхности контакта к капельной. Достаточно подробно об этом изложено в [1]. На этой основе разработаны все деаэраторы группы «Туман», в частности атмосферные типа ДАПР [2–5], в том числе для модульных котельных.

Повышение производительности таких колонок легко обеспечить за счет увеличения размеров в плане без увеличения высоты, которая даже при нагрузках в несколько сотен т/ч не превышает 2,5–3 м. ДАПРы открыли и еще одну возможность: они могут выполняться горизонтальными высотой до 1,2–1,4 м типа ДАПР-г.

Так как ДАПРы являются автономными аппаратами и соединяются с деаэраторным баком только сливной и дыхательной трубами, то они могут размещаться в любом удобном месте (лишь бы отметка позволяла сливать деаэрированную воду в бак самотеком).

Кроме того, все колонки типа ДАПР содержат встроенный охладитель выпара

и струйно-капельную ступень подогрева воды до температуры насыщения. Эти особенности упрощают и удешевляют деаэрационную установку, повышают ее надежность и управляемость.

## О деаэраторных баках

Отметим, что определяющими размерами деаэрационной установки в плане являются размеры деаэраторного бака, поэтому размеры в плане размещаемой над ним колонки на эти габаритные параметры установки не влияют.

Размер традиционных цилиндрических баков определяют два параметра – длина и диаметр. Конечно, для уменьшения высоты можно уменьшить диаметр бака, но тогда длину бака придется увеличивать пропорционально квадрату изменения диаметра бака, что в большинстве случаев невозможно. Итак, диаметр бака жестко задает сразу два размера – высоту и ширину, что очень сужает возможности конструирования. ДАПРы и в этом случае позволяют решить проблему с минимальными затратами.

В ДАПРах (и в колонке, и в баке) фактическое атмосферное давление и пар в бак не подаются (барботаж не требуется). Это существенно снижает прочностные требования к баку и позволяет от цилиндрической формы перейти к форме параллелепипеда.

Преимущества здесь очевидны. Во-первых, все размеры можно варьировать, например: уменьшать высоту бака за счет увеличения ширины, сохраняя длину.

Во-вторых, при равных габаритных размерах объем параллелепипеда на 22 % больше объема вписанного в него цилиндра, а это еще одна возможность уменьшить высоту установки.

На рис. 3 приведена деаэрационная установка, размещенная в модуле высотой 2,8 м.

## Некоторые оценки и сравнения

Для сравнения возьмем типовой деаэратор ДА-50/25 (производительность номинальная 50 т/ч, рабочий объем бака 25 м<sup>3</sup>), бесколонковый деаэратор БКДА-50 и ДАПР-50/25. Длина бака полная, во всех случаях принята 8,3 м.

**Таким образом, используя современные высокоэффективные деаэрационные колонки и прямоугольные баки в сочетании с модульным подходом, можно удовлетворить даже самые жесткие габаритные ограничения [6].**



Рис. 3 Установка ДАПР-25/5г

Тип деаэратора	Габариты, м		
	длина	ширина	высота
<b>ДА-50/25</b>			
Колонка	1,1	1,1	2,4
Бак	8,3	2,6	2,6
Установка	8,3	2,6	5,5 (со штуцерами и опорами, но без учета охладителя выпара)
БКДА-50	8,3	2,7	2,7 (без ОВ)
<b>ДАПР-50/25г</b>			
Колонка	2,2	1,8	1,2
Бак	8,3	2,1	1,7
Установка	8,3	2,1	2,9

### Небольшое дополнение по теме

Стоит упомянуть еще об одном типе колонок группы ДАПР. Это колонки с встроенным блоком сепарации-теплоутилизации непрерывной продувки котлов (аналогов не имеют) – ДАПР-УТК. Такие колонки позволяют, во-первых, на 30–40 % сократить потребление греющего пара и, во-вторых, существенно упростить и удешевить (а также сделать более компактной) деаэрационную установку.

Колонки ДАПР-УТК содержат: внутреннюю стуйно-капельную ступень подогрева воды, встроенный охладитель выпара, блок сепарации непрерывной продувки с утилизацией выделившегося пара в блоке деаэрации.

Таким образом, такая установка заменяет деаэратор с баком и гидрозатвором, охладитель выпара, подогреватель ХОВ, сепаратор непрерывной продувки и позволяет исключить барботер, теплообменник, барботажное устройство.

### Литература

1. Галустов В. С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Галустов В. С. Термические деаэраторы воды // АКВА-ТЕРМ. – 2004. – № 6.
3. Галустов В. С. Термическая деаэрация воды // Энергия и менеджмент. – 2004. – № 1.
4. Галустов В. С. Об энергетической эффективности термических деаэраторов воды // Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ. – 2010. – № 5.
5. Галустов В. С. К выбору термических деаэраторов // Энергия и менеджмент. – 2000. – № 2.
6. Галустов В. С. Использование деаэрационных установок в схемах водоподготовки модульных котельных // ВОДА-Магазин. – 2012. – № 1.
7. Грищук И. К. Эксплуатационные характеристики дегазационных колонок. М.: Госэнергоиздат, 1961.
8. Кострикин Ю. М. и др. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления. М.: Энергоиздат, 1990.



ФИРМЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КАНАЛИЗАЦИИ, ВЕНТИЛЯЦИИ, ВОДООТВЕДЕНИЯ **HL HUTTERER LECHNER**

- кровельные воронки HL
- трапы HL для помещений
- дизайн-трапы HL
- обратные клапаны HL
- механические канализационные затворы HL
- HL затворы с электроприводом
- сифоны HL для стиральных и посудомоечных машин, для ванн и душевых поддонов, моек, писсуаров, биде
- капельные воронки HL для кондиционеров
- вентиляционные и воздушные клапаны HL
- гидроизоляционные мембраны HL
- вытяжные зонты HL
- переходники HL
- противопожарные муфты HL
- ревизии-прочистки HL
- элементы подсоединения унитазов HL

