

**ООО "Энергокомплект"**  
**Оборудование для очистки**

# АППАРАТЫ ЦБА И УСТАНОВКИ ЦБУ

## 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

**Центробежно-Барботажный Аппарат (ЦБА)** – это устройство идеального смешения газа и жидкости. Принцип работы ЦБА основан на пропускании газа через вращающийся слой жидкости, удерживаемый газовым потоком и центробежными силами в вихревой камере – завихрителе.

ЦБА могут использоваться в качестве скруббера, абсорбера, десорбера, контактного теплообменника, химического реактора в технологических процессах.

## 2. ПРОЦЕССЫ

ЦБА могут использоваться в следующих процессах:

### 1) Абсорбция

- а) очистка промышленных газов от примесей: фтор ( $F_2$ ), хлор ( $Cl_2$ ), серы ( $SO_x$ ) и азота ( $NO_x$ ) оксиды, плавиковая ( $HF$ ), соляная ( $HCl$ ), азотная ( $HNO_3$ ), серная ( $H_2SO_4$ ), хлористая ( $HClO_2$ ) кислоты, аммиак ( $NH_3$ ), сероводород ( $H_2S$ ), натрия гидроксид ( $NaOH$ ), ртуть ( $Hg$ ), цианиды и др.
- б) получение готового продукта поглощением газа жидкостью, например:
  - абсорбция серного ангидрида ( $SO_3$ ) (производство серной кислоты –  $H_2SO_4$ )
  - абсорбция хлористого водорода ( $HCl$ ) (получение соляной кислоты)
  - абсорбция оксидов азота ( $NO_x$ ) водой (производство азотной кислоты –  $HNO_3$ )
- в) разделение газовых смесей для выделения одного/нескольких ценных компонентов смеси (избирательная абсорбция).

### 2) Десорбция

ЦБА могут использоваться для десорбционной очистки жидкости от растворённых в ней примесей и газов (то есть для удаления из жидкостей веществ, поглощённых при абсорбции) путём продувки жидкости несорбируемыми газами.

Сочетание абсорбции с десорбцией позволяет многократно использовать поглотитель и выделять абсорбируемый компонент в чистом виде. Для этого раствор после абсорбера направляется на десорбцию, где происходит выделение компонента, а регенерированный раствор вновь направляется на абсорбцию. При такой круговой схеме поглотитель почти не расходуется, и постоянно циркулирует через систему абсорбер-десорбер-абсорбер.

### 3) Мокрая очистка воздуха/газов от крупно-, средне- и мелкодисперсной пыли

### 4) Снижение температуры дымовых газов (охлаждение за счёт теплоёмкости жидкости и испарения)

### 5) Утилизация тепла отходящих газов

### 6) Осушка дымовых газов (конденсация водяных паров за счёт охлаждения газов)

### 7) Очистка воды от примесей и газов (обезжелезивание, аэрация, деаэрация)

### 8) Очистка нефти и углеводородных газов от примесей

### 9) Другие диффузионные процессы, эффективность которых определяется степенью смешения фаз газ-жидкость

## 3. ОТРАСЛИ

ЦБА могут применяться в различных отраслях: добыча и обработка, энергетика, металлургия, химия, нефтехимия, нефтепереработка, сельское хозяйство, производство строительных материалов, машиностроение и др.

## 4. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ЦБА

На рис. 4.1 изображён общий вид ЦБА. В зависимости от решаемых задач, устройство может комплектоваться одной (рис. 4.1 слева), двумя (рис. 4.1 справа) и более ступенями (для увеличения времени контакта фаз).

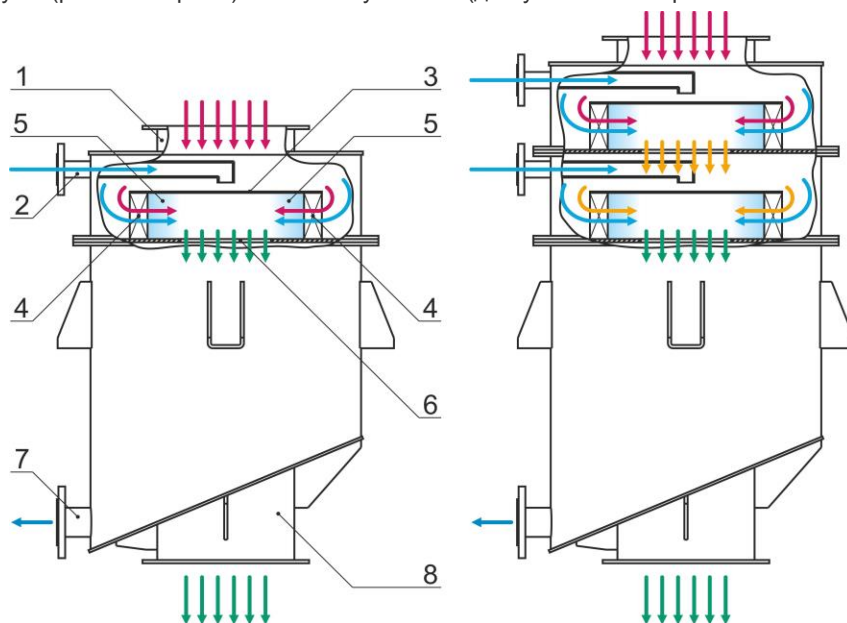


Рис. 4.1 Одноступенчатый (слева) и двухступенчатый (справа) ЦБА в разрезе

Воздух/газы через патрубок 1 под давлением/разрежением (аппарат может работать как под давлением, так и под разрежением) поступают в ЦБА. Рабочая жидкость подаётся через патрубок 2. Далее газ с жидкостью поступают в завихритель 3.

На рис. 4.2 изображён горизонтальный разрез завихрителя. Газ с жидкостью поступают в завихритель через равномерно расположенные по периметру тангенциальные щели (рис. 4.2).

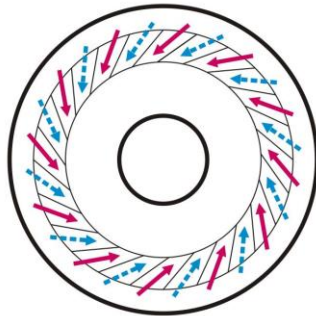


Рис. 4.2 Разрез завихрителя (вид сверху)

Внутри завихрителя газ начинает вращаться (вращение достигается за счёт ввода газа в завихритель по касательной траектории) (рис. 4.3). Вместе с газом начинает вращаться поступающая в завихритель жидкость, раскручиваемая кинетической энергией газа.

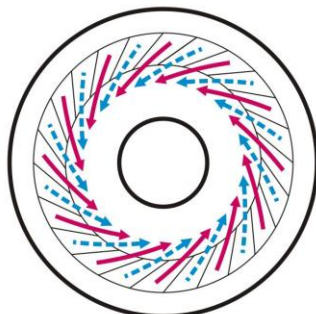


Рис. 4.3

Под действием центробежных сил вращающаяся жидкость прижимается к боковой поверхности завихрителя, где постоянно раскручиваемая вдуваемым газом, образует вращающееся пенное кольцо, заполняющее всё внутреннее пространство до центрального отверстия (рис. 4.4). При этом сам ЗАВИХРИТЕЛЬ НЕ ВРАЩАЕТСЯ (стационарен), ВРАЩАЕТСЯ ТОЛЬКО ПЕННОЕ КОЛЬЦО.

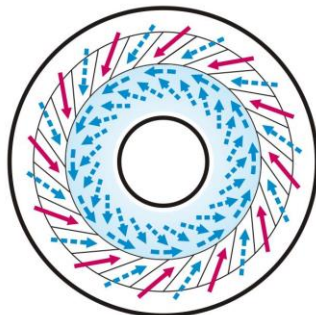


Рис. 4.4

Газ с жидкостью двигаются через вращающийся пенный слой по спиральной траектории от периферии к центру (рис. 4.5). Поскольку скорость газа в десятки раз превышает скорость жидкости, то при его прохождении через вращающийся слой, газ с жидкостью дробятся в поле центробежных сил на очень мелкие пузырьки с развитой быстрообновляемой поверхностью контакта (размеры пузырьков обратно пропорциональны центробежным ускорениям).

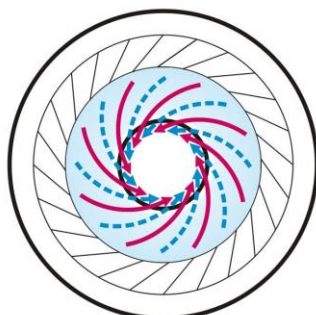


Рис. 4.5

После выхода из первой ступени газожидкостная смесь поступает во вторую (рис. 4.1 справа), третью и так далее ступени, работающие аналогично первой. После выхода из последней ступени газожидкостная смесь попадает в сепарационную зону, где происходит разделение жидкой фазы и газа. После выхода из сепарационной зоны жидкость стекает в нижнюю часть устройства – поддон, – откуда через патрубок 7 выводится из ЦБА. Очищенный воздух через патрубок 8 выбрасывается из аппарата.

## **5. ХАРАКТЕРИСТИКИ**

### **Типоразмерный ряд**

Типоразмерный ряд ЦБА включает 22 базовых типоразмера, отличающихся производительностью.

### **Производительность**

Номинальная производительность типоразмерного ряда по воздуху/газу – от 500 до 50 000 м<sup>3</sup>/час.

При расходе ГВС (газовоздушная смесь), превышающем максимальную производительность ЦБА в типоразмерном ряду, можно использовать несколько параллельно работающих ЦБА (например, при расходе газов 120 000 м<sup>3</sup>/час могут использоваться соответственно три или четыре ЦБА номинальной производительностью по газу 40 000 или 30 000 м<sup>3</sup>/час каждый).

### **Ступени**

Каждый ЦБА в зависимости от решаемых задач (вне зависимости от типоразмера) может комплектоваться несколькими ступенями, как правило, от 1-й до 3-х (рис. 5.1), реже – 4.



**Рис. 5.1** ЦБА с одной (слева), двумя (в центре), тремя (справа) ступенями

### **Потеря давления**

- 2,0-2,5 кПа (одноступенчатый ЦБА)
- 3,5-4,0 кПа (двухступенчатый ЦБА)
- 5,0-5,5 кПа (трёхступенчатый ЦБА)

Потеря давления в одной ступени – 1,5 кПа (при нормальных условиях и номинальной производительности).

### **Температура очищаемых газов**

ЦБА могут работать в диапазоне температур очищаемого газа от +5 до +1200°C. Соответственно необходимость в охлаждении газов перед газоочисткой в некоторых случаях отсутствует.

### **Габариты и масса**

Габариты и масса самого маленького и самого большого ЦБА в типоразмерном ряду:

- ЦБА-0,5Т производительностью по газу 500 м<sup>3</sup>/час: диаметр – 310 мм; высота – 630 мм; масса – 35 кг
- ЦБА-50Т производительностью по газу 50 000 м<sup>3</sup>/час: диаметр – 2100 мм; высота – 4100 мм; масса – 2 100 кг

### **Материалы и модификации**

Используемые материалы: углеродистая, нержавеющая сталь, титановые сплавы, полимеры (полипропилен (PP), полиэтилен (PE), поливинилхлорид (PVC), поливинилденфторид (PVDF) и др.).

Для предотвращения абразивного износа внутренние поверхности ЦБА могут покрываться высокопрочным покрытием, стойким к истиранию и действию абразивов. Данное покрытие также может применяться для снижения адгезии (прилипания) пыли к внутренним поверхностям устройства (при улавливании сильнослипающейся пыли).

ЦБА могут иметь следующие варианты входа газа:

- коаксиальный вход газа – ЦБА с камерой входа газа сверху (рис. 5.2 слева)
- тангенциальный вход газа – ЦБА с раскручивателем в виде «улитки» (рис. 5.2 справа)

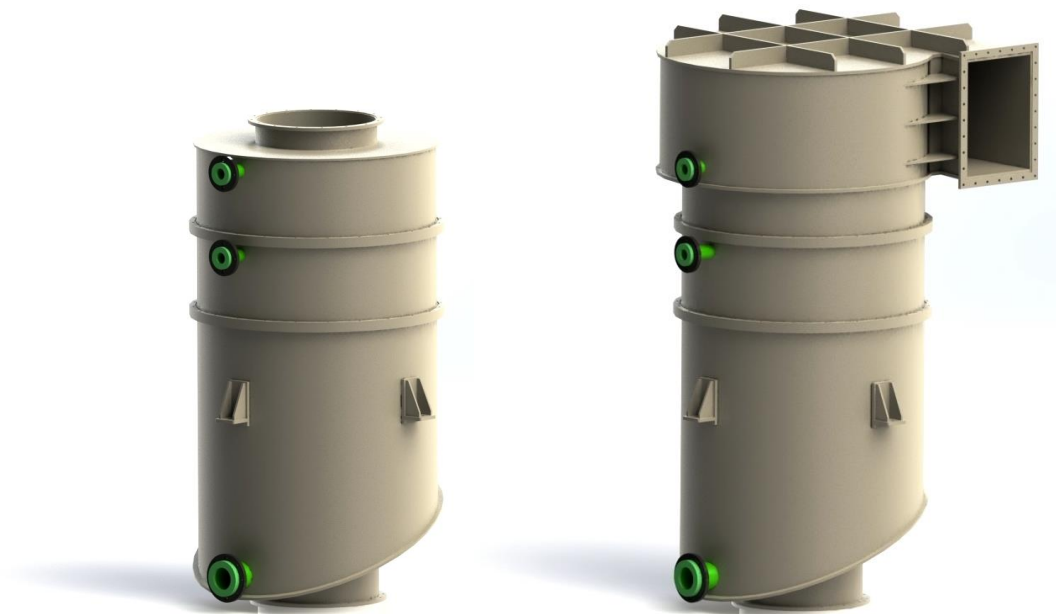


Рис. 5.2 ЦБА с различной конфигурацией камеры входа газа

ЦБА (при любой конфигурации входа газа) могут работать как на всасывании (под разрежением), так и на нагнетании (под давлением).

Исполнение камеры входа газа не влияет на эффективность работы ЦБА, а преследует цель более удобной обвязки устройства в имеющихся условиях.

## 6. ПРЕИМУЩЕСТВА

1) **Высокие коэффициенты тепломассообмена (читай: высокая эффективность)** за счёт:

- высоких скоростей газа (на порядок выше, чем в других устройствах), в десятки раз увеличивающих удельную поверхность контакта фаз (удельная поверхность контакта фаз в ЦБА достигает НЕСКОЛЬКИХ ТЫСЯЧ!!!  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ; объёмная скорость химических реакций в ЦБА за счёт интенсификации массопереноса в 40-60 раз выше, чем в обычных барботажных колоннах);
- разных скоростей движения жидкости и газа в пенном слое, позволяющих жидкости постоянно уносить продукты реакции с границы раздела фаз газ-жидкость.

2) **Малые габариты.** При сопоставимой производительности ЦБА обладают значительно меньшими габаритами и массой по сравнению с другими устройствами.

3) **Работа с высокотемпературными газами** (в некоторых случаях)

4) **Простота и надёжность конструкции:**

- отсутствие вращающихся узлов;
- отсутствие форсунок (часто забиваются), что не предъявляет жёстких требований к качеству жидкости; зарастание форсунок становится постоянной «головной болью» при улавливании слипающейся пыли или использовании цементирующихся абсорбентов;
- давление жидкости на входе в ЦБА значения не имеет (в форсуночных же устройствах давление жидкости строго регламентировано).

5) **Автомодельность режима работы при колебаниях расхода газа** – чем выше расход газа, тем больше центробежные силы, удерживающие пенный слой, в котором протекают тепломассообменные процессы (таким образом, при увеличении расхода газа возможность срыва пенного слоя полностью исключена, поскольку последний становится ещё более стабильным).

6) **Отсутствие брызгоуноса** благодаря эффективно работающей сепарационной зоне, предназначенной для разделения жидкой фазы и газа. Таким образом, ЦБА не требуют встраивания дополнительных выносных каплеулавливающих устройств в систему. Тем не менее, по желанию заказчика вместе с ЦБА могут поставляться удобные для монтажа каплеуловители нашей собственной конструкции.

## 7. ЦБУ

**Центробежно-Барботажная Установка (ЦБУ)** – газоочистной комплекс на базе ЦБА (рис. 7.1).

В состав такой установки может входить (основные узлы и элементы):

- Центробежно-Барботажный Аппарат (ЦБА)
- каплеуловитель (по желанию заказчика)
- ёмкость оборотной жидкости
- металлоконструкции (рамы, постаменты)
- БРС, фитинги, арматура, рукава (элементы для обвязки)
- вентилятор (с резервированием или без)
- насосное оборудование (с резервированием или без)
- шкаф управления



Рис. 7.1 ЦБУ с каплеуловителем

## 8. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ЦБУ

Воздух/газы **1** (рис. 8.1) от источника выбросов поступают в ЦБА. После выхода из ЦБА очищенный воздух **2** выбрасывается в атмосферу.

Циркуляция жидкости осуществляется по замкнутому контуру: из циркуляционной ёмкости рабочая жидкость **3** забирается насосом и подаётся в ЦБА; из ЦБА жидкость **4** самотёком по сливному трубопроводу дренируется обратно в ёмкость.

В системе предусмотрено:

- датчики уровня жидкости **4** для индикации уровня жидкости в ёмкости
- заслонка **5** для регулирования подачи жидкости **3** в ЦБА
- заслонка **1** для опорожнения ёмкости – отвод шлама/отработанного раствора **5** из контура
- клапан **2** для подпитки контура жидкостью **6**
- патрубков переливной **3** для отвода избыточной жидкости **7** из контура
- датчик pH (опционально) для измерения температуры, плотности, уровня pH среды в ёмкости

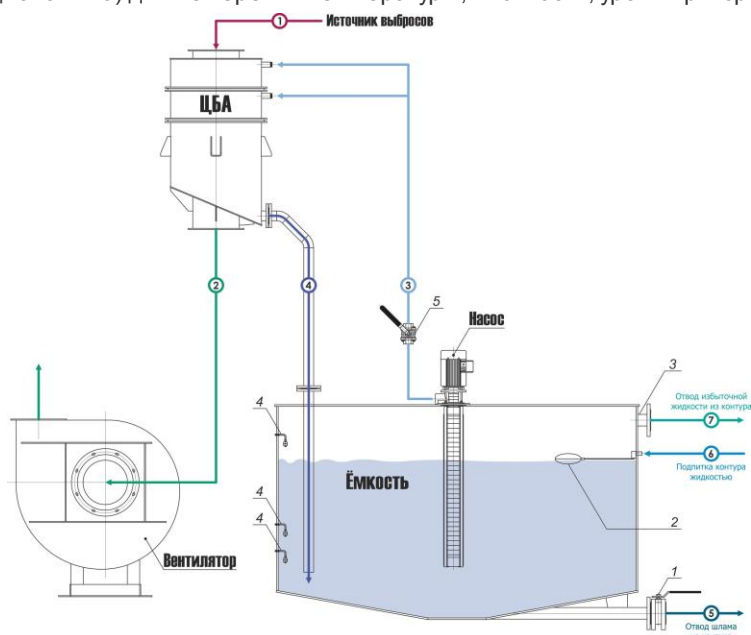


Рис. 8.1

**КОНТАКТЫ:**

**ООО “ЭНЕРГОКОМПЛЕКТ”**

**Обособленное подразделение:**

**г.Новосибирск,**

**Ул.Челюскинцев, 18/2, оф.401**

**(383)286-88-91, 286-88-92**

**Олесик Елена**

**[e.olesik@avatok.ru](mailto:e.olesik@avatok.ru)**