

НАСОСНЫЕ И ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

3. ВОЗДУХОДУВНЫЕ СТАНЦИИ

3.1. Назначение воздуходувных станций в системах водоснабжения и водоотведения

В целях создания аэробных условий при биологической очистке или химическом окислении органических и минеральных компонентов, содержащихся в сточных водах, а также удаления летучих компонентов из сточных вод, проводится насыщение их кислородом воздуха. Сточные воды аэрируются посредством продувки их воздухом в очистных сооружениях.

Пневматическая аэрация сточных вод – насыщение последних кислородом воздуха, забираемого из атмосферы и под давлением подаваемого в аэрационный бассейн по магистральным и распределительным трубопроводом и каналам.

Воздуходувные станции предназначены для подачи сжатого воздуха к основным потребителям станции аэрации: аэротенкам, преаэраторам, смесителям, аэробным минерализаторам ила, реагентному хозяйству, вакуум-фильтрам, аэрируемым прудам и другим объектам.

На водопроводных очистных сооружениях также используются воздуходувки: в реагентном хозяйстве и для проведения водо-воздушной промывки скорых фильтров и контактных осветлителей, для работы флотаторов.

Комплекс сооружений воздуходувной станции включает:

- главное здание;
- водоохлаждающие сооружения (градирня, бассейн) для оборотной воды от охлаждения оборудования;
- воздушные магистрали и основные ответвления.

В главном здании размещается основное оборудование (воздуходувные машины), насосы для подачи технической воды, устройства для очистки воздуха от пыли, насосы для перекачки циркулирующего активного ила или для опорожнения емкостных сооружений, центральный диспетчерский пункт, электрораспределительные устройства, трансформаторная, вспомогательные и бытовые помещения.

Воздухоочистительные устройства, а также насосные станции могут располагаться вне главного здания. В случае применения на станции аэрации

флотационного илоразделения в главном здании дополнительно устанавливаются компрессоры и напорные емкости рабочей жидкости.

Для подачи воздуха используются, в основном, воздуходувки, т.е. аэродинамические машины, предназначенные для создания высокого давления (или разрежения). В составе пневматического транспорта используются воздуходувки различных типов.

Атмосферный воздух перед поступлением в воздуходувки подвергается очистке на стационарных или вращающихся фильтрах.

Воздухоприемники для забора атмосферного воздуха располагают на высоте 4 м от поверхности земли.

3.2. Конструкции компрессоров и воздуходувок, применяемых в системах водоснабжения и водоотведения

На станциях аэрации и на сооружениях, где требуются большие расходы сжатого воздуха с напором до 10 м, применяются **турбовоздуходувки** и нагнетатели.

При напорах свыше 10 м применяют многоступенчатые турбовоздуходувки (до 30 м) или **турбокомпрессоры** (30 – 100 м).

Для создания небольших напоров (5 – 20 м) могут применяться водокольцевые насосы типа ВК (рис. 1.27).

Турбовоздуходувки, турбокомпрессоры и нагнетатели работают по тому же принципу, что и центробежные насосы. Сжатие и нагнетание воздуха в них происходит под действием центробежной силы, которая возникает при вращении рабочего колеса. Воздух из рабочего колеса попадает в неподвижный кольцевой диффузор, который служит для превращения кинетической энергии воздуха, полученной им в рабочем колесе в потенциальную энергию (напор). Для этого диффузор снабжен лопатками, образующими вместе с диффузором направляющий аппарат.

Турбовоздуходувки бывают одно- и многоступенчатыми. Одноступенчатые турбовоздуходувки развивают напор 3 – 6 м, многоступенчатые – 6 – 30 м. Многоступенчатые турбовоздуходувки изготавливают с числом ступеней не более четырех, с односторонним и двусторонним всасыванием (рис. 3.1, 3.2).

Турбовоздуходувки работают без охлаждения сжимаемого воздуха, так как при развиваемых давлениях температура воздуха повышается только до 170 – 200 °С. Для турбокомпрессоров применение охлаждения является обязательным.

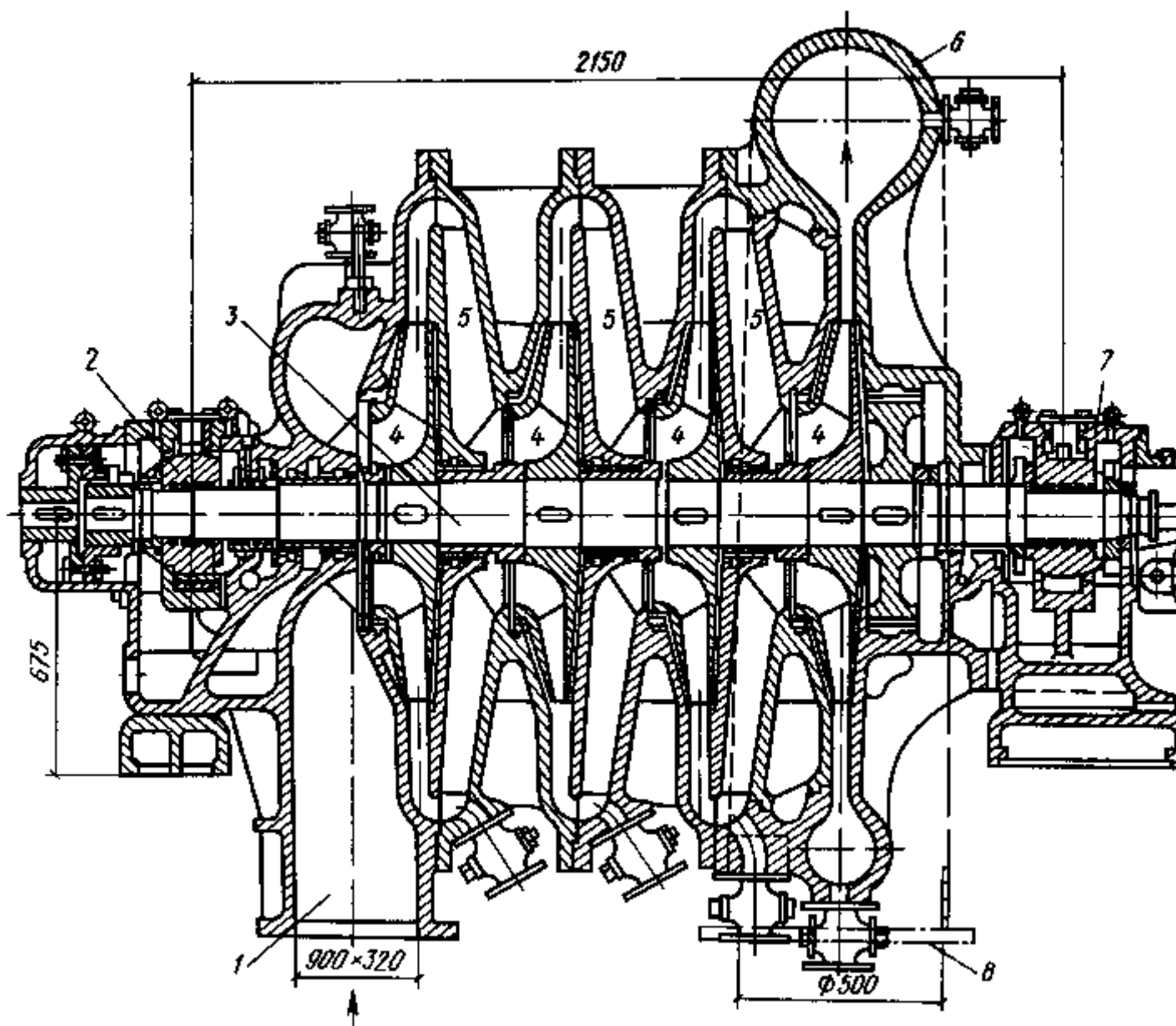


Рис. 3.1. Четырехступенчатая турбовоздуходувка:

1 – входной патрубок; 2 – опорный подшипник; 3 – вал; 4 – рабочие колеса; 5 – неподвижные кольцевые конфузоры; 5 – выходной патрубок; 7 – опорно-упорный подшипник; 8 – разгрузочная труба



а)



б)

Рис. 3.2. Внешний вид одноступенчатого (а) и многоступенчатого (б) турбокомпрессора

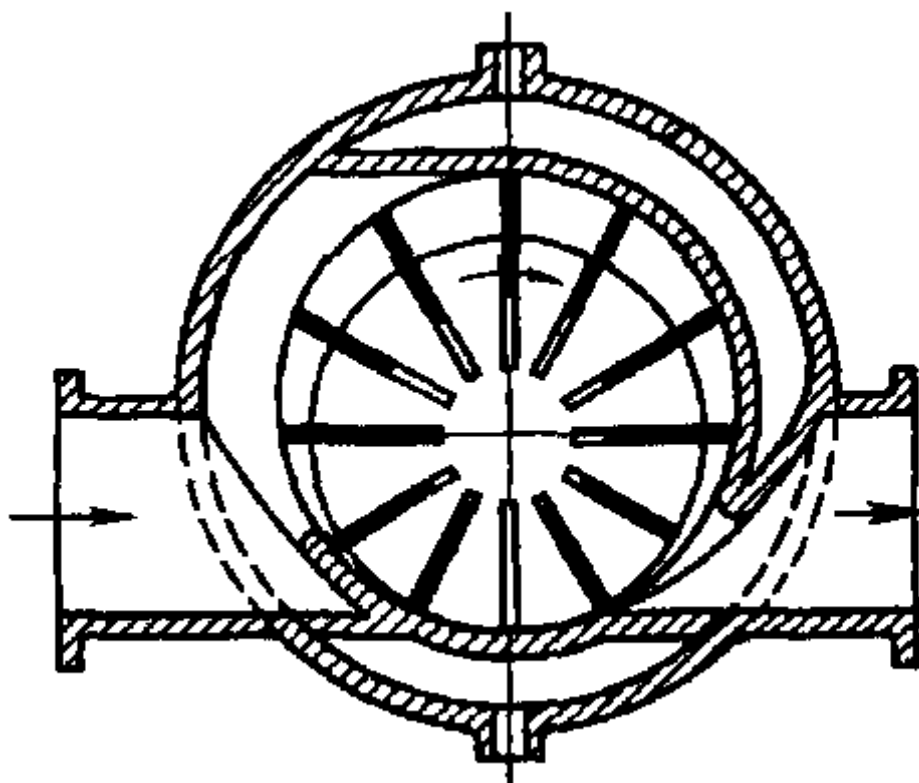
Ротационные компрессоры работают по тому же принципу, что и поршневые машины, т. е. по принципу вытеснения. Основная часть энергии, передаваемой газу, сообщается при непосредственном сжатии.

Сущность действия ротационного компрессора (рис. 3.3) заключается в том, что, независимо от его конструктивных особенностей, всасывание газа или воздуха производится той полостью компрессора, объем которой увеличивается при вращении ротора. Газ попадает в замкнутую камеру, объем которой, перемещаясь при вращении ротора, уменьшается. Сжатие за счет уменьшения объема приводит к увеличению давления и выталкиванию газа в нагнетательный патрубок.

Ротационные нагнетатели, развивающие избыточное давление до 30 м (при атмосферном давлении на входе), называются воздуходувками, а создающие более высокое давление – компрессорами.

Наибольшее распространение в различных отраслях пищевой промышленности получили два типа ротационных машин; пластинчатые и с двумя вращающимися поршнями. Оба типа машин применяются как компрессоры или воздуходувки, а также как вакуум-насосы.

Для создания относительно высокого давления (30 – 40 м) применяют одноцилиндровые пластинчатые компрессоры. Если установить последовательно два ротационных пластинчатых компрессора с промежуточным охлаждением воздуха, то можно обеспечить давление до 70 м и более.



а)



б)

Рис. 3.3. Устройство (а) и внешний вид (б) ротационного компрессора

В системах воздухоподачи может возникнуть неустойчивая работа (явление **помпажа**), так как характеристика турбовоздуходувки имеет западающий участок – зону неустойчивой работы.

Явление помпажа обусловлено рядом причин и крайне нежелательно при параллельной работе нескольких турбовоздуходувок. Нарушение постоянства рабочего режима системы особенно опасно ввиду резкого скачкообразного повышения давления в потоке и как следствие увеличения давления в воздухопроводе и в рабочих узлах установки.

Для защиты установок от помпажа заводы-изготовители поставляют противопомпажные устройства, обеспечивающие автоматический сброс избыточного количества воздуха при достижении нагнетателем критической подачи.

Опыт эксплуатации турбовоздуходувок и нагнетателей показывает, что при постоянстве режима работы установок – потребителей воздуха – помпаж не наблюдается. Например, уровень воды в аэротенках, куда подается воздух, сравнительно постоянный, и поэтому объем и давление подаваемого воздуха не изменяются в больших пределах. Это дает для турбовоздуходувки или нагнетателя постоянный режим работы системы и при надлежащем выборе режимной точки работы исключает возможность возникновения помпажа.

Отечественная промышленность изготавливает турбовоздуходувки с подачей 6 000 – 30 000 м³/ч при напоре 1 – 3 м и нагнетатели с подачей 1 500 – 69 000 м³/ч при напоре 1,3 – 23,5 м; мощность электродвигателя 15 – 2350 кВт.



Рис. 3.4. Внешний вид машинного зала воздуходувной станции

3.3. Выбор и расчет оборудования воздухоудных станций

Выбор воздухоудных машин определяется количеством воздуха, потребляемого на станции аэрации и давлением нагнетания воздуха, которое устанавливается при расчете системы воздухоудов. Установленную мощность электродвигателя воздухоудных машин можно определить по формуле, кВт:

$$N = 0,273QP/\eta_{\text{в}}$$

где

Q – подача воздуха, м³/ч;

P – давление (избыточное), МПа;

$\eta_{\text{в}}$ – КПД агрегата (для турбовоздуудов равный 0,65 – 0,75).

Для крупных и средних воздухоудных станций рекомендуется проверять работу воздухоудов и воздухопровода, для чего рассчитывают потери напора в воздухопроводе, используют характеристики Q – H и определяют рабочую точку подачи воздуха аналогично ее определения для насосов.

При определении габаритов машинного зала проходы между выступающими частями агрегатов и расстояние от воздухоудки до продольной стены принимают не менее 1,5 м (со стороны электродвигателя это расстояние должно обеспечивать возможность демонтажа его ротора).

Расчетное давление воздуха $H_{\text{общ}}$, необходимое при подаче его в воздухопроводы, равно:

$$H_{\text{общ}} = h_{\text{в.с.}} + h_{\text{тр}} + h_{\text{аэр}} + h_{\text{ст}} + h_{\text{изб}},$$

где

$h_{\text{в.с.}}$ – потери напора на трение и местные сопротивления в воздухоудной станции (обычно 0,3 – 0,5 м);

$h_{\text{тр}}$ – потери напора на трение и местное сопротивление по расчетному воздухопроводу, м;

$h_{\text{аэр}}$ – потери напора в аэраторах (в мелкопузырчатых 0,5 – 0,7 м);

$h_{\text{ст}}$ – рабочая глубина аэротенка, м;

$h_{\text{изб}}$ – избыточное (резервное) давление (около 0,5 м).

Диаметры d, м, участков воздухопровода определяют по формуле:

$$d = 6,7 \sqrt{\frac{Q_H(t_{\text{сж}} + 273)}{pv}},$$

где $t_{\text{сж}}$ – температура сжатого воздуха:

$$t_{сж} = (t_H + 273) \frac{p Q_{сж}}{p_H Q_H} - 273;$$

Q_H – расход воздуха при нормальном давлении, м³/с;

$Q_{сж}$ – расход сжатого воздуха, м³/с;

p_H – нормальное давление наружного воздуха (0,1 МПа);

p – среднее абсолютное давление воздуха на расчетном участке, МПа;

t_H – температура наружного воздуха; v – скорость движения воздуха.

Турбовоздуходувки монтируют на бетонных фундаментах в отапливаемых помещениях. Их электродвигатели имеют закрытое исполнение, чтобы исключить попадание в них пыли.