

Тема Судовые вентиляторы

2.1 Классификация, устройство, принцип действия

Судовые вентиляторы – наиболее распространенный вид оборудования на судах. Их используют для обслуживания систем вентиляции машинно-котельных отделений, жилых и служебных помещений, для охлаждения приборов и механизмов. Для судовых вентиляторов имеется ряд требований: вибростойкими и ударостойкими, малошумными, иметь небольшие габариты и вес, работать в условиях дифферента и крена. Вентиляторами называют воздуходувные машины, предназначенные для перемещения и подачи воздуха по вентиляционным трубопроводам к потребителям.

Классификация вентиляторов:

- 1) **По принципу действия** -осевые, центробежные (также к центробежным можно отнести диаметральные и смерчевые);
- 2) **По величине развиваемого давления** – низкого давления ($p < 100 \text{ кг/м}^2$), среднего давления ($100 < p < 300 \text{ кг/м}^2$), высокого давления ($p > 300 \text{ кг/м}^2$). $100 \text{ кг/м}^2 = 1 \text{ кПа}$;
- 3) **По назначению** – общесудовые, машинно-котельные, специальные (герметичные, встраиваемые);
- 4) **По роду привода** – электрические, турбинные, пневматические и тд;
- 5) **По числу ступеней** – одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые;
- 6) **По исполнению кожуха и направлению вращения рабочего колеса** – левые, правые, левого вращения, правого вращения;
- 7) **По величине коэффициента быстроходности** (10-80 – центробежные; 80-500 – осевые);
- 8) **По расположению вала** - горизонтальные, вертикальные.

2.1.1. Центробежный вентилятор

Устройство центробежных вентиляторов принципиально не отличается от устройства центробежных насосов, однако они имеют более простую конструкцию рабочих колес и остальной проточной части (рис. 2.1).

Основными элементами центробежного вентилятора являются: корпус, рабочее колесо, спиральный отводящий канал, приёмный патрубок.

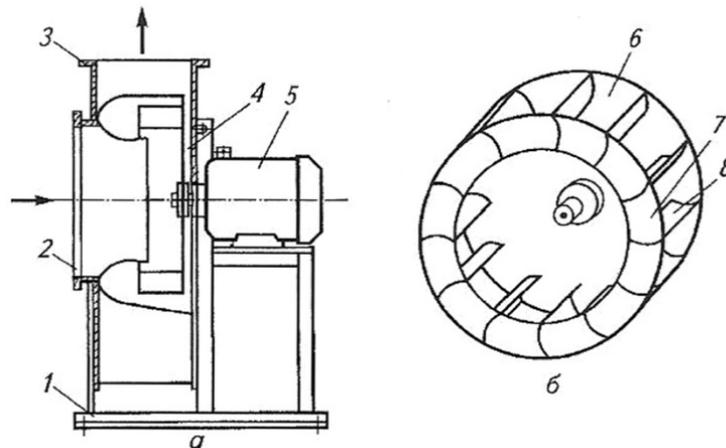


Рис. 2.1. Воздушный центробежный вентилятор низкого давления:

а – Внешний вид электроприводной установки с воздушным центробежным вентилятором;

б – рабочее колесо воздушного центробежного вентилятора;

1 – рама; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – корпус; 5 – электродвигатель; 6 – задний диск; 7 – передний диск; 8 – лопасти

Лопастки рабочего колеса могут иметь различную конструктивную форму: загнутые вперед, загнутые назад, радиальные (рис. 2.2).

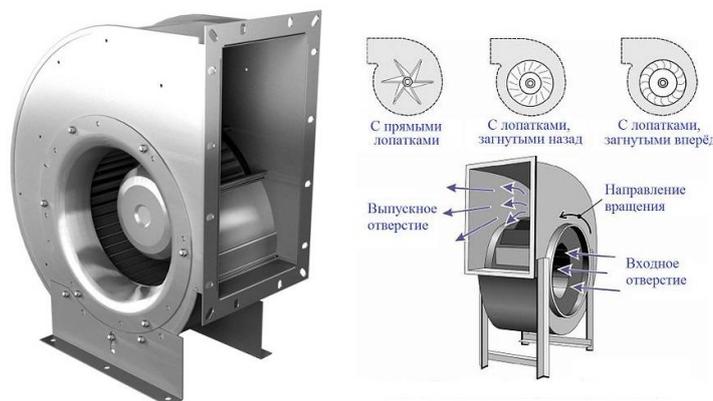


Рис. 2.2. Конструктивная форма центробежного вентилятора с различными формами лопаток

Параметры вентилятора:

D_0 – диаметр входа;

D_1 – внутренний диаметр колеса;

D_2 – наружный диаметр колеса;

b_1 - ширина по входной кромке лопасти;

b_2 - ширина по выходной кромке лопасти;

B – ширина выходного сечения кожуха;

A – высота выходного сечения кожуха;

Z – число лопаток.

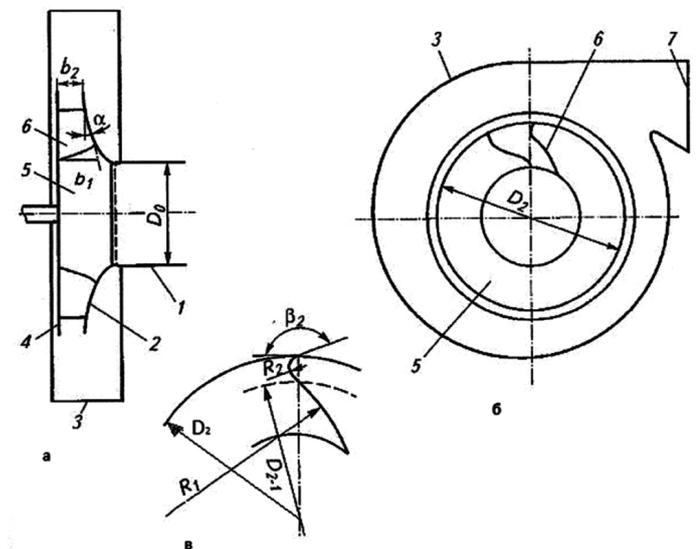


Рис 2.3. Воздушный центробежный вентилятор с оптимальными значениями основных геометрических параметров проточной части: 1 - входной патрубок, 2 - передний диск, 3 – корпус вентилятора, 4 – задний диск, 5 – рабочее колесо, 6 – лопатки рабочего колеса, 7 – выходной патрубок.

Количество лопастей рабочего колеса может составлять от 20 до 60. Следует отметить, что центробежные вентиляторы большой производительности снабжаются дополнительно воздухонравляющими устройствами лопаточного типа для уменьшения закрутки потока перед входом в рабочее колесо (рис. 2.4).

Принцип действия центробежного вентилятора состоит в следующем: при вращении рабочего колеса воздух засасывается через приёмный патрубок, далее проходит между лопастями от оси к периферии, а затем по спиральному каналу направляется в нагнетательный патрубок.

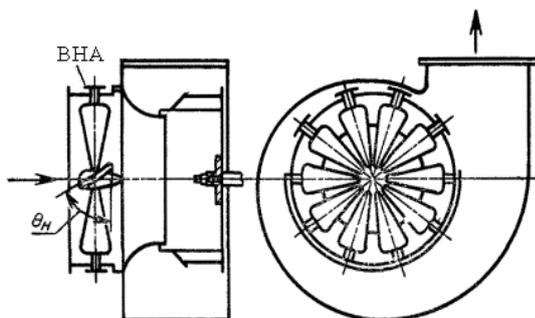


Рис. 2.4. Конструктивная схема центробежного вентилятора с лопаточным воздухонравляющим аппаратом

Конструктивные схемы центробежных вентиляторов: Первые три схемы (Рис 2.5) относятся к вентиляторам с улиточным кожухом, четвертая и пятая – к прямоточным вентиляторам. Наиболее простой из улиточных схем является 1 схема: все узлы вентилятора крепят на электродвигателе, который в свою очередь устанавливают на фундаменте. Для вентиляторов с тяжелыми кожухами используют схему 2. По схеме 3 выполняют вентиляторы небольшой гидравлической мощности с тяжелым кожухом. Конструктивные схемы прямоточных вентиляторов различаются только способом крепления агрегата: по схеме 4 вентилятор крепят непосредственно к трубопроводу системы с помощью фланцев без опоры на фундамент, по схеме 5 вентилятор, кроме того, устанавливают на фундаменте.



Рис. 2.5. Конструктивные схемы центробежных вентиляторов

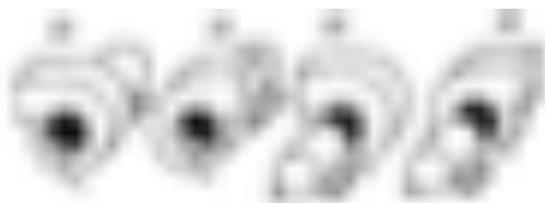


Рис. 2.6. Центробежные вентиляторы различного исполнения:

ПП – правый правого вращения, ЛЛ – левый левого вращения, ПЛ – правый левого вращения, ЛП – левый правого вращения.

2.1.2. Осевой вентилятор

Осевые вентиляторы более просты по устройству и более компактны, чем центробежные вентиляторы. К основным элементам осевых вентиляторов относят направляющий аппарат, рабочее колесо, спрямляющий аппарат (рис. 2.7). Направляющий аппарат служит для устранения закручивания потока среды перед входом в рабочее колесо. Спрямляющий аппарат предназначен для раскрутки потока среды, в результате чего значительно повышается создаваемое осевым вентилятором давление. Часто лопатки направляющего аппарата выполняют поворотными – в этом случае он играет роль

регулирующего устройства, с помощью которого можно изменять режим работы вентилятора.

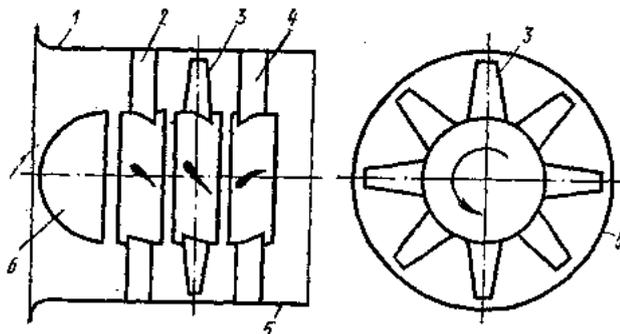


Рис. 2.7. Схема осевого вентилятора: 1 – коллектор, 2 – направляющий аппарат, 3 – рабочее колесо, 4 – спрямляющий аппарат, 5 – кожух, 6 – обтекатель.

Основные конструктивными параметрами проточной части осевого вентилятора являются: D_0 – диаметр входа и D_B – диаметр выхода, D_2 – рабочего колеса, $d_{вт}$ – втулки, θ - угол лопастей, δ - зазор между колесом и кожухом, z – число лопаток.

У осевых вентиляторов движение потока воздуха направлено вдоль оси при последовательном прохождении через направляющий аппарат, рабочее колесо и спрямляющий аппарат. В зависимости от назначения и производительности осевого вентилятора могут отсутствовать отдельные элементы. Различные варианты компоновочной схемы осевого вентилятора представлены на рис. 2.8. Следует отметить, что в осевых вентиляторах большой производительности рабочее колесо может выполняться с поворотными лопастями.

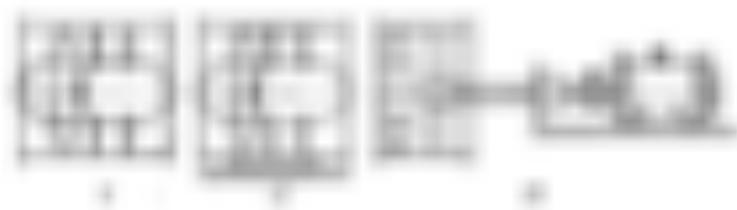


Рис. 2.8. Конструктивные схемы осевых вентиляторов

По схемам 1 и 2 вентилятор состоит из кожуха, рабочего колеса и электродвигателя. Рабочее колесо располагается непосредственно на валу электродвигателя. Схемы различаются способом установки вентилятора: по схеме 1 вентилятор крепится между всасывающим и нагнетательным трубопроводами системы на фланцах кожуха, по схеме 2 вентилятор может быть установлен на фундаменте. Схема 3 предусмотрена для обширной группы вентиляторов, работающих с открытым всасыванием или нагнетанием или вообще без трубопроводов в помещениях, где установка электродвигателя

не желательна, вызывает затруднения в обслуживании, или невозможна по каким-либо причинам.

Конструкция осевого вентилятора зависит от аэродинамической схемы. Осевой вентилятор состоит из кожуха, рабочего колеса (РК), направляющего аппарата (НА) и спрямляющего аппарата (СА). На рис. 2.9. показаны следующие варианты применяемых схем:

РК, НА+РК, РК+СА, НА+РК+СА.

1 схема РК – в кожухе вращается одно рабочее колесо.

2 схема НА+РК – вентилятор состоит из направляющего аппарата и рабочего колеса которых находится перед направляющим аппаратом.

3 схема РК+СА – отличается тем, что направляющий аппарат находится за рабочим колесом (в этом случае он называется спрямляющий).

4 схема НА+РК+СА – комбинация направляющего и спрямляющего аппаратов и рабочего колеса.

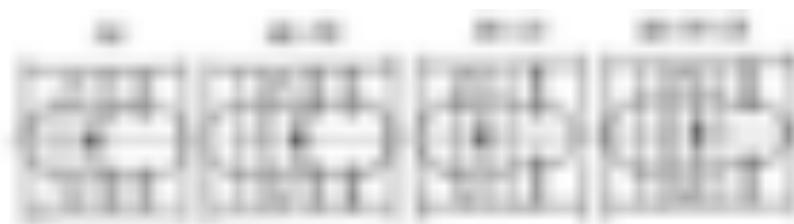


Рис. 2.9. Аэродинамические схемы осевых вентиляторов

2.2. Энергетические параметры вентилятора

Вентиляторы создают небольшие давления, поэтому без особых погрешностей можно пренебречь сжимаемостью воздуха при рассмотрении в них рабочих процессов. Это позволяет использовать основные положения теории центробежных и осевых машин.

К основным энергетическим параметрам вентиляторов относят: напор H , подачу Q , мощность N , КПД.

Наряду с понятием «напор» для характеристики работы вентиляторов используется понятие «давление», под которым понимается энергия, сообщаемая 1 м^3 перекачиваемого воздуха (газа).

Взаимосвязь между полным напором и давлением $P = \rho H$, Дж/м³ (или Па).

Мощность вентилятора – это энергия, подводимая к вентилятору от приводного двигателя в единицу времени, кВт:

$$N = N_{\text{п}} + N_{\text{пот}}$$

Часть этой энергии теряется в вентиляторе в виде потерь $N_{\text{пот}}$, кВт.

Полезной мощностью вентилятора $N_{\text{п}}$, Вт, называется приращение энергии воздуха в единицу времени: $N_{\text{п}} = Q \cdot P = (G \cdot P) / \rho$

где Q – объемная производительность вентилятора, м³/с и G – массовая производительность вентилятора, кг/с; P – давление вентилятора, Дж/м³ (Па); ρ – плотность газа, кг/м³.

Коэффициент полезного действия. Полный КПД вентилятора – это отношение полезной мощности к затраченной $\eta = N_{\text{п}}/N$

Общий КПД вентилятора определяется по формуле $\eta = \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{мех}}$, где

$\eta_{\text{г}} = (0,6-0,9)$ аэродинамический КПД, который зависит от формы лопасти РК. При лопастях, загнутых назад, он составляет $(0,7-0,9)$, при радиальных лопастях – $(0,65-0,8)$, при загнутых вперед – $(0,6-0,75)$.

$\eta_{\text{тр}} = (0,7-0,95)$ – КПД, учитывающий потери мощности на трение боковых стенок рабочего колеса о воздух и на приведение в движение воздуха, который просачивается через зазоры;

$\eta_{\text{мех}} = (0,9-0,95)$ – механический КПД, учитывающий потери мощности в опорах вала вентилятора и в редукторе.

Для центробежных вентиляторов целесообразно использовать рабочее колесо с лопастями, загнутыми назад. Они обеспечивают более высокий КПД и снижение шума при работе, хотя центробежный вентилятор с лопастями, загнутыми вперед, развивают большее давление и подачу, имеют меньшие габариты при тех же частотах вращения.