

Электрооборудование общепромышленных установок

Классификация общепромышленных механизмов

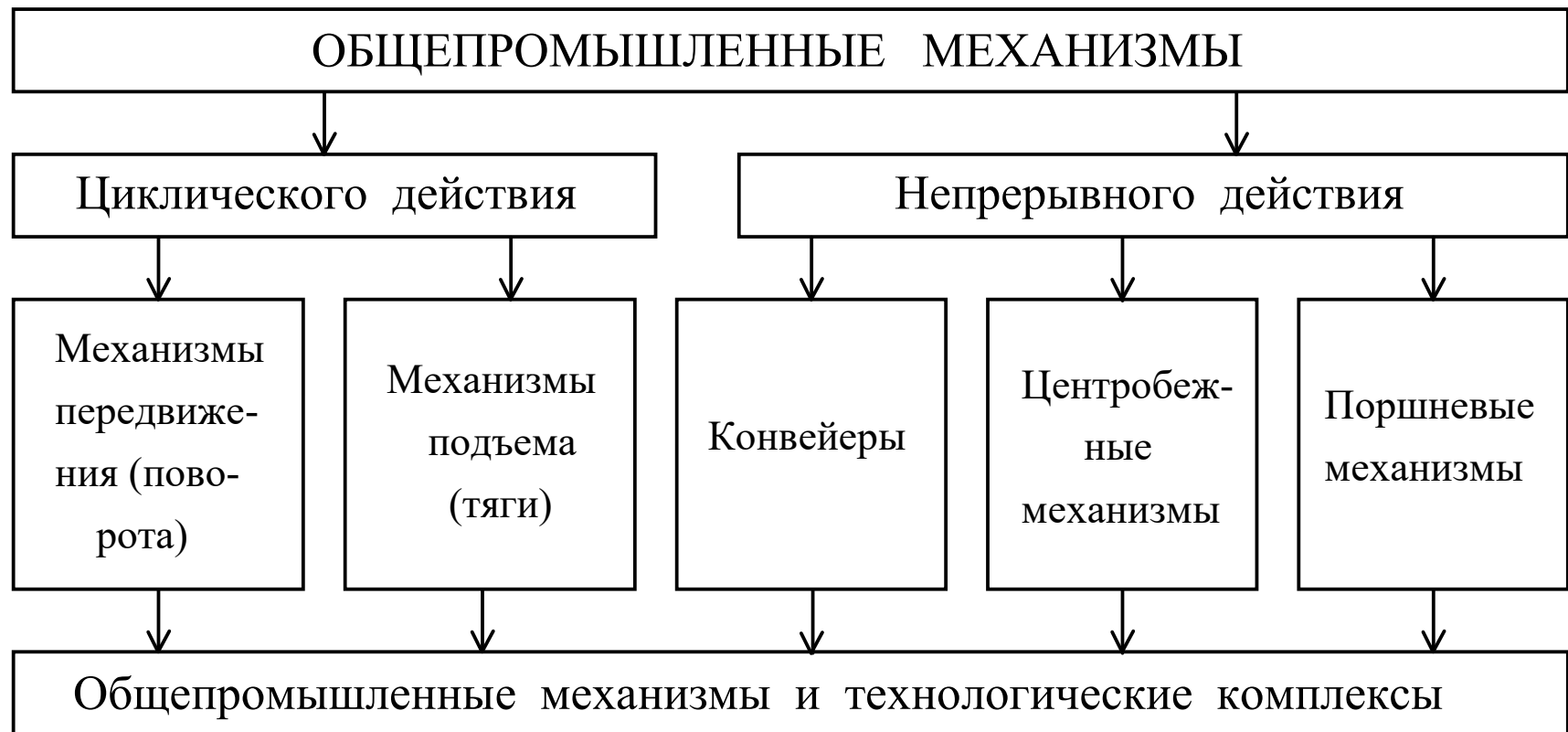
По назначению:

- подъемно-транспортные машины (подъемные краны, перегрузочные мосты, промышленные манипуляторы и роботы, пассажирские и грузовые подъемники, канатные дороги, эскалаторы, конвейеры);
- землеройные машины (экскаваторы, земснаряды);
- машины для транспортировки жидкостей и газов (насосы, вентиляторы, воздуходувки, компрессоры)

По области применения: машиностроительные, металлургические, горные, строительные, судовые.

По характеру технологического процесса:

- механизмы циклического действия – рабочий процесс состоит из повторяющихся однотипных циклов (подъемные краны, лифты);
- механизмы непрерывного действия – технологический процесс имеет непрерывный характер (эскалаторы, различные конвейеры).



Общепромышленные механизмы циклического действия

- подъемные краны;
- одноковшовые экскаваторы;
- стационарные подъемники;
- конвейеры циклического действия;
- манипуляторы;
- промышленные роботы.

Общепромышленные механизмы непрерывного действия

- конвейеры, эскалаторы;
- кольцевые канатные дороги;
- насосы;
- вентиляторы;
- компрессоры;
- воздуходувки.

Требования, предъявляемые к электроприводу промышленных механизмов

1. Обеспечение заданного технологического процесса и требуемой производительности.
2. Обеспечение требуемых условий пуска и торможения, а при необходимости - реверсирования и регулирования скорости.
3. Ограничение перегрузок, динамических и ударных.
4. Принцип управления ЭП (ручное, автоматическое, программное).
5. Требования по надежности.
6. Требования по конструктивной защищенности электрооборудования, по условиям окружающей среды, климатическому исполнению.
7. Экономические показатели: минимальная стоимость ЭП, затраты электроэнергии на его работу.
8. Экологические требования: уровень шума и ограничение влияния ЭП на питающую сеть, связанное с мощностью искажения, вызванную высшими гармониками тока.

Электропривод насосов, вентиляторов, компрессоров

Основные особенности работы:

- зависимость момента нагрузки и мощности на валу от скорости вращения;
- длительный режим работы;
- отсутствие реверсов и торможений;
- ограниченный диапазон регулирования скорости вращения;
- отсутствие перегрузок.



Насосы - группа механизмов, предназначенная для транспортировки жидких сред (насосы в системе водоснабжения и канализации, землесосы, специальные насосы для химических сред).

Вентиляторы - группа механизмов, осуществляющая транспортировку газов (шахтные и промышленные вентиляторы, газодувки, дымососы и т. п.).

Компрессоры - механизмы, предназначенные для получения и транспортировки сжатого воздуха с целью использования его энергии для создания сильного дутья, для привода пневматических тормозов, рабочих машин (молотов, прессов), инструмента (отбойных молотков) и т. п.

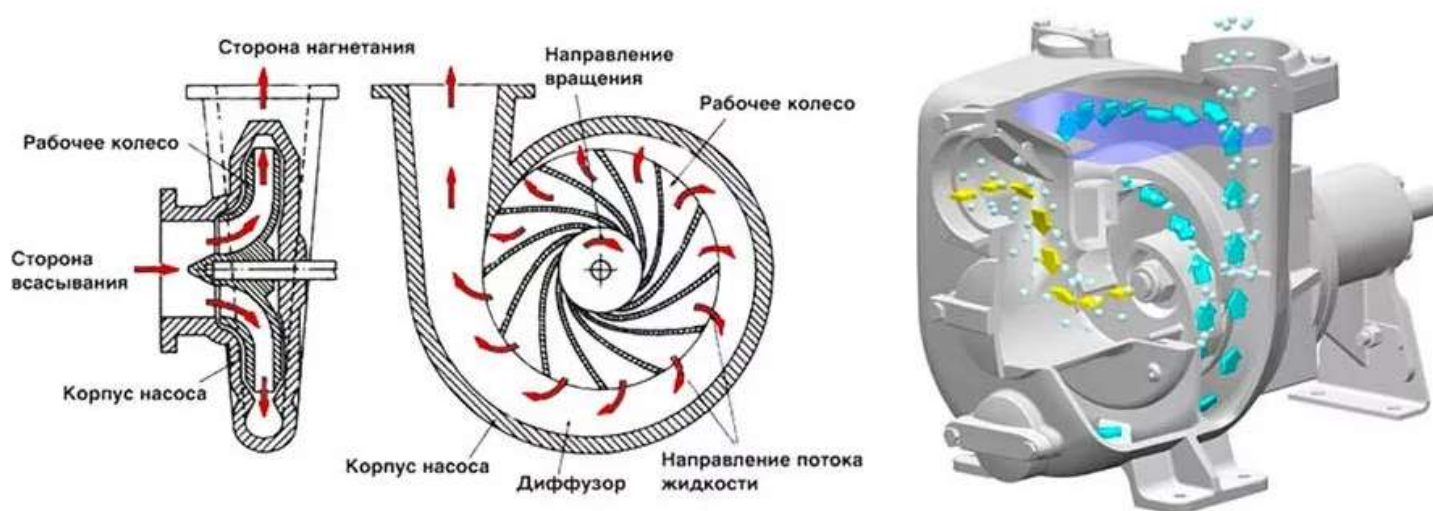
По принципу действия делятся на механизмы центробежного и поршневого типов.

Механизмы центробежного типа обладают высокой подачей (сотни кубометров в минуту жидкости для насосов и сжатого воздуха для компрессоров и тысячи кубометров воздуха для вентиляторов), просты по конструкции и надежны в эксплуатации.

Механизмы поршневого типа более сложны по конструкции и условиям эксплуатации, но обладают высоким КПД и способны обеспечить сжатие газов до высоких давлений (до 105 кПа).

Центробежные механизмы – это приборы и аппараты, работа которых основана на явлениях, наблюдаемых при движении тела по окружности.

Принцип работы Центробежного Насоса

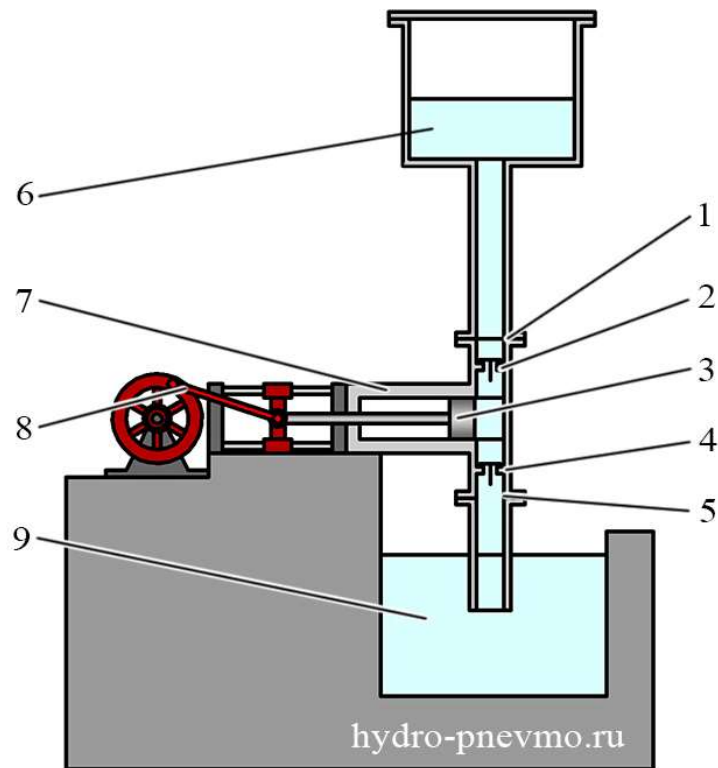


При включении ЭД начинает вращаться рабочее колесо, расположенное в наполненном водой корпусе. Под воздействием центробежной силы происходит вытеснение воды к наружным участкам камеры, а затем под действием созданного избыточного давления – в напорный трубопровод. Благодаря созданию избыточного давления у наружных стенок камеры, в центре рабочего колеса давление снижается. В агрегат поступает жидкость из всасывающего трубопровода, что обеспечивает непрерывную работу устройства.

Механизмы поршневого типа - изменение объема рабочих камер осуществляется поршнями, совершающими линейное возвратно-поступательное движение.

Принцип работы поршневого насоса

Устройство кривошипного поршневого насоса показано на рисунке.



В корпусе насоса 7 установлен поршень 3, который приводится в движение кривошипно-шатунным механизмом 8. При перемещении поршня изменяется объем рабочей камеры.

При увеличении объема давление в рабочей камере снижается, в результате действия атмосферного давления открывается всасывающий клапан 4, жидкость через всасывающий патрубок 5 поступает в полость насоса. При уменьшении объема давление в рабочей камере возрастает, всасывающий клапан зарывается, а напорный 2 - открывается, жидкость вытесняется из рабочей камеры в напорную линию насоса 1.

Центробежные насосы

<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=17174708433066073060&text=%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D1%8B+%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0+%D1%8D%D1%82%D0%BE&noreask=1&path=wizard&parent-reqid=1574137593723545-899630689186071017800125-sas1-5960>

Для нефтяников

<https://www.youtube.com/watch?v=HkHOQvA6l5s>

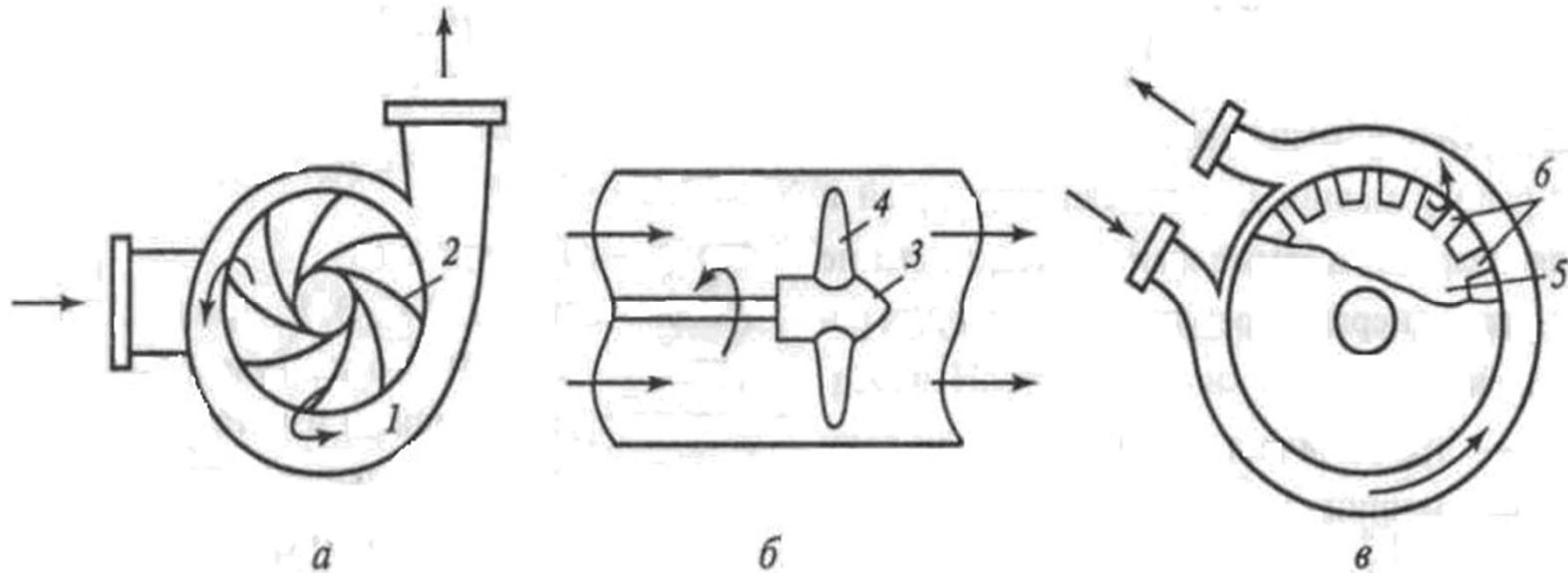
<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=10656125057781403595&text=%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE+%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81%D0%B0+%D0%B4%D0%BB%D1%8F+%D0%B4%D0%BB%D0%B1%D1%8B%D1%87%D0%B8+%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8++%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BE>

<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=3745754452330193352&text=%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9+%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81&noreask=1&path=wizard&parent-reqid=1582444060439473-87718220117784108200067-vla1-0476&redircnt=1582444065.1>

По конструктивному исполнению и устройству насосы, вентиляторы и компрессоры подразделяются на

- *машины лопастного типа;*
- *машины объемного типа.*

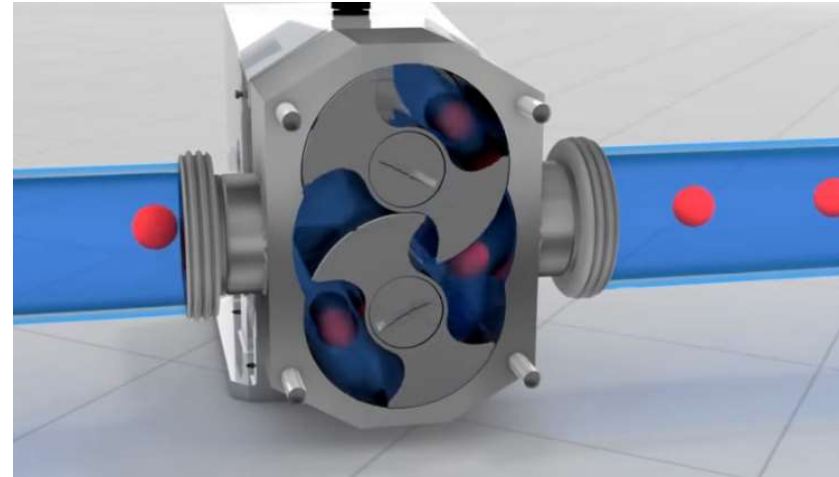
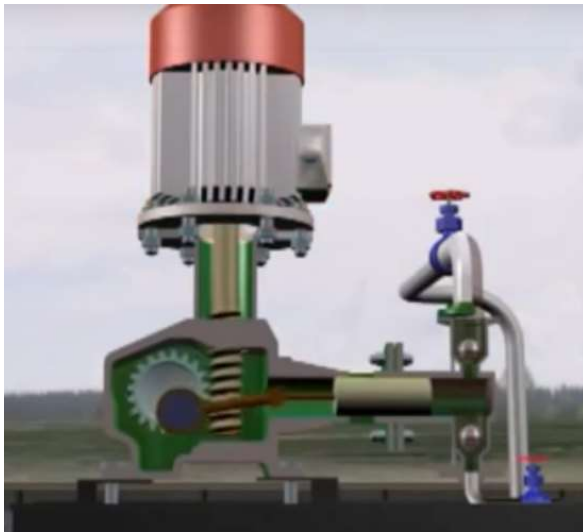
Лопастные машины - наличие вращающегося рабочего колеса с лопастями



а – центробежного типа; б – осевого типа; в – вихревого типа

Поток жидкости или газа, проходя через рабочее колесо 1 с лопастями 2 машин центробежного (ЦМ) типа, изменяет свое направление под углом 90° , в осевых машинах (ОМ) он перемещается вдоль оси рабочего колеса 3 с лопастями 4, а в вихревых (ВМ) – по периферии рабочего колеса 5 с лопастями 6.

Машины объемного типа - работа основана на всасывании и вытеснении жидкости или газа твердыми телами, движущимися в рабочих полостях.



В машинах поршневого типа (ПМ) изменение объема рабочей полости осуществляется за счет возвратно-поступательного движения поршня. В роторных машинах (РМ) внутри рабочей полости (корпуса) вращается ротор с пластинами, которые под действием центробежных сил прижимаются к внутренней поверхности корпуса.

Вентилятор состоит из электродвигателя, к ротору которого крепятся лопатки (лопасти), которые приводятся во вращение ротором и отбрасывают воздух при столкновении с ними.

От скорости вращения, формы и размера лопаток зависит направление и мощность, с которыми отбрасывается воздух.

Канальный вентилятор состоит из корпуса и рабочего колеса, которое оснащают колесами с лопатками, выгнутыми назад.

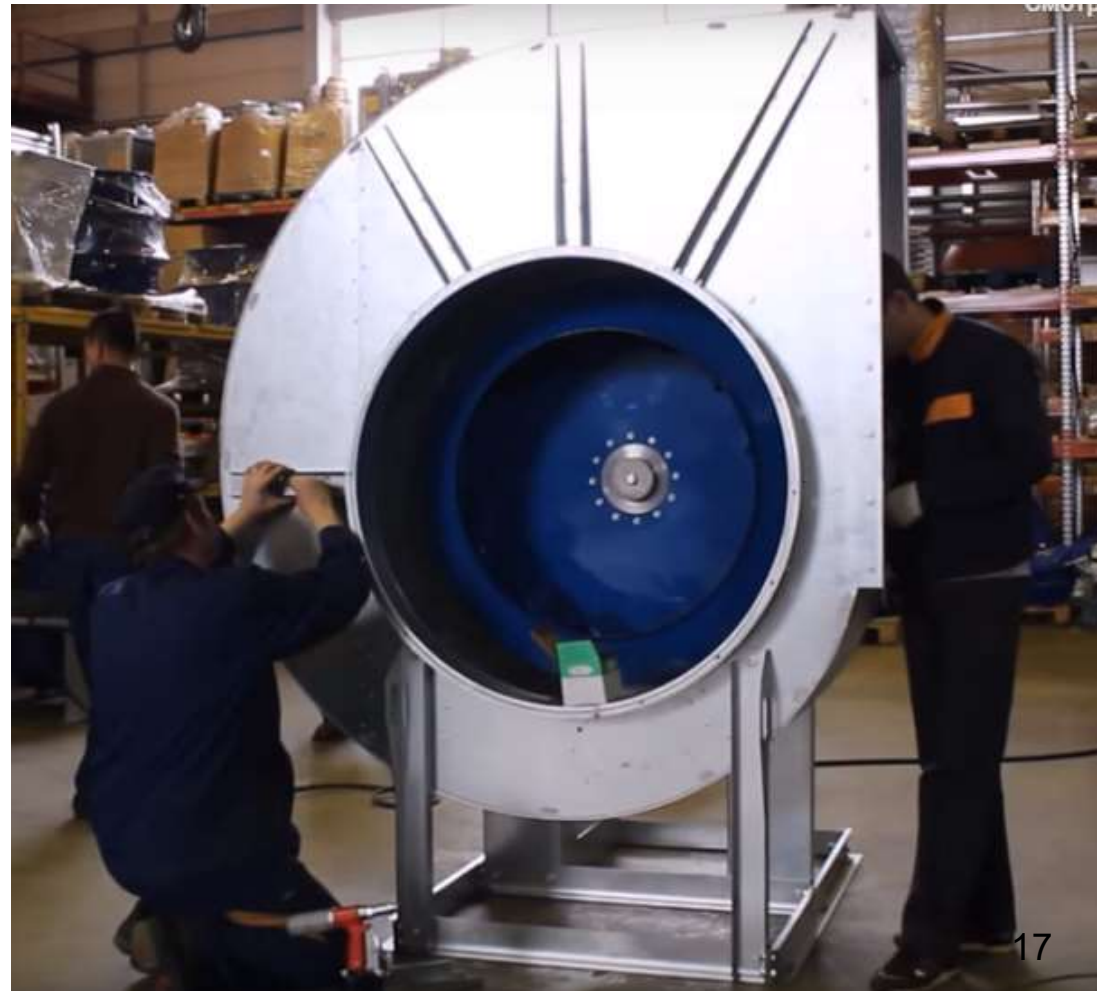
Используют при монтаже в вентиляционный канал прямоугольного или круглого сечения.



Осевой вентилятор состоит из цилиндрического кожуха и рабочего колеса лопастей, которые крепят к втулке под определенным углом к плоскости вращения. Колесо фиксируют на оси электродвигателя. Применяют в системах вентиляции благодаря простой конструкции, высокому КПД, высокой надежности. Недостаток: не могут создать высокое давление, что ограничивает область их применения.



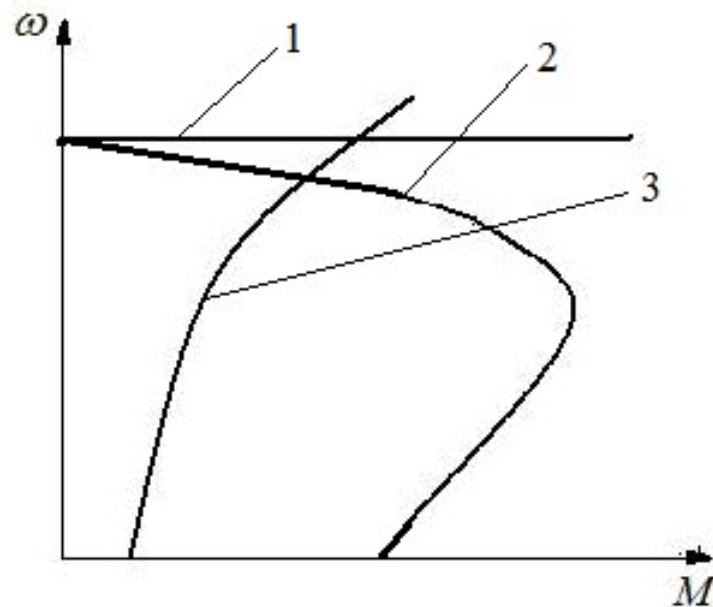
У **промышленных центробежных вентиляторов** вращающийся ротор представляет собой набор спиралевидных лопаток. **Основное назначение** – вытяжная вентиляция и дымоудаление. Высокая производительность и КПД.



Системы электропривода насосов, вентиляторов и компрессоров

1. Системы нерегулируемых ЭП: СД ($P_{\text{ном}} < 30 \text{ МВт}$). При мощностях менее 1000 кВт и отсутствии требований по регулированию скорости вращения ИМ – АД с короткозамкнутым ротором.

Механические характеристики синхронного и асинхронного двигателя



Регулируемые системы электроприводов (ЦМ)

- со ступенчатым регулированием скорости – АД с реостатным управлением, многоскоростные АД (изменение числа пар полюсов);
- с рекуперацией энергии скольжения – АВК и двигатель двойного питания при однозонном регулировании скорости вниз от скорости холостого хода;
- с двухзонным регулированием скорости – двигатель двойного питания, АД и СД с частотным управлением;
- с потерями энергии скольжения – АД с реостатным управлением, с преобразователем переменного напряжения.

Требования к электроприводу машин для подачи жидкостей и газов

- продолжительный режим работы со спокойной нагрузкой;
- широкий диапазон мощностей – от сотен ватт до нескольких десятков мегаватт;
- целесообразность регулирования скорости по технологическим и энергетическим соображениям;
- небольшой диапазон регулирования скорости;
- отсутствие необходимости реверсирования в силу особенностей конструкции и условий технологического процесса (исключение - осевые машины, для которых реверсирование скорости позволяет изменять направление подачи);
- отсутствие генераторного режима.

Характеристики машин для подачи жидкостей и газов

Основные параметры:

- подача;
- давление;
- напор;
- энергия, сообщаемая потоку их рабочими органами.

Подача – это количество жидкости или газа, перемещаемое машиной в единицу времени. При измерении подачи в единицах объема ее называют объемной Q . Массовая подача M_γ – масса жидкости или газа, подаваемая машиной в единицу времени, кг/с

$$M_\gamma = \gamma Q$$

где γ (или ρ) – плотность среды, кг/м³;
 Q – объемная подача – объем жидкости, перекачиваемый насосной установкой за единицу времени м³/с.

Давление насоса

$$p = p_K - p_H + \gamma \frac{c_K^2 - c_H^2}{2} + \gamma g (z_K - z_H)$$

где p_K и p_H — давление на выходе (конечное) и на входе (начальное), Па; c_K и c_H — скорости потока жидкости на выходе и входе насоса, м/с; z_K и z_H — высоты расположения центров тяжести выходного и входного сечений насоса, м; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Давление в компрессоре измеряют по степени его повышения

$$\varepsilon = p_K / p_H$$

Полный напор, развиваемый насосом, м

$$H = p / (\gamma g)$$

Напор, создаваемый вентилятором, выражают иногда в миллиметрах водяного столба:

$$h = p / g, \quad \text{мм. вод. ст.}$$

На бытовом уровне напором называют давление насоса. И для наглядности давление насоса – это высота, на которую насос может поднять столб жидкости.

Таблица соотношений между единицами измерения давления

Единицы измерения	кПа	бар	кгс/см ²	м вод.ст. (при 4 °С)	мм рт.ст.	атм
кПа	1	10 ⁻²	1,0197·10 ⁻²	0,101972	7,50062	0,9869·10 ⁻²
бар	100	1	1,01972	10,1972	750,062	0,9869
кгс/см ²	98,0665	0,980665	1	10	735,559	0,96784
м вод.ст. (при 4 °С)	9,80665	9,8066·10 ⁻²	0,1	1	73,5559	9,6784·10 ⁻²
мм рт.ст.	0,133322	1,3332·10 ⁻³	1,3595·10 ⁻³	1,3595·10 ⁻²	1	1,3158·10 ⁻³
атм	101,325	1,01325	1,0332	10,3508	760	1