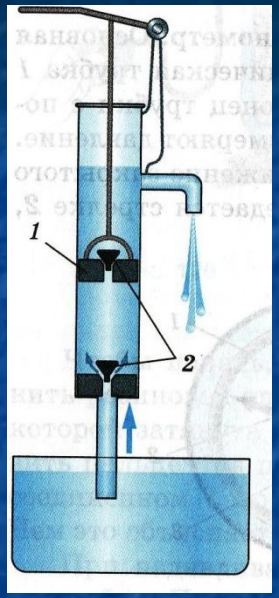
насосы



Поршневой жидкостный насос

Насос - устройство для непрерывного нагнетания, сжатия или отсасывания текучих сред механическими или иными средствами. Различают:
- насосы для жидкостей;
- компрессоры, вентиляторы, воздуходувки, вакуум-насосы и другие устройства для нагнетания или отсасывания газов и паров. Названия большинства устройств, применяемых для всасывания и нагнетания жидкостей, состоят из слова "**насос**" и соответствующего определения, характеризующего, как правило, либо принцип его действия (например, центробежный, электромагнитный), либо особенности конструкции (горизонтальный, зубчатый, шиберный), либо подаваемую среду (например, грунтовой насос). Иногда определительное слово фиксирует назначение или область применения насоса (например, лабораторный, дозировочный), тип привода (ручной, с электроприводом), а также автора конструкции (например, насос Гемфри) или название фирмы (насос СИХИ - по первым буквам слов Simen Hinsch; насос Фарко - по имени владельца завода). Некоторые из рассматриваемых устройств получили особые названия, например: газлифт , одна из конструкций которого называется маммут-насос , или насос Маммута; вытеснители , к которым относится монжус , называемый также насосом Монтежю, или пневматический насос; гидроэлеватор , инжектор и эжектор , являющиеся разновидностями струйного насоса. Под названием насоса известны также устройства совершенно иного назначения, например: вакуумные насосы , предназначенные для удаления газов из замкнутых объёмов; тепловой насос - установка для передачи теплоты из окружающей среды (воздуха или воды), имеющей низкую температуру, к объекту с более высокой температурой (например, к воде отопительной системы); насос магнитного потока, осуществляющий периодические изменения магнитного потока в замкнутой цепи, и др. .

- **Вакуумный насос** - аппарат, способный понижать давление в некотором резервуаре.
- **Водоструйный насос** - насос в виде трубы с боковым отверстием, по которой с большой скоростью движется вода. В соответствии с законом Бернулли около отверстия давление жидкости уменьшается, и через отверстие начинает засасываться газ или жидкость.
- **Двухроторный насос** - насос, состоящий из камеры, в которой два ротора:
  - вращаются в противоположные стороны;
  - плотно прилегают друг к другу и к стенкам камеры;
  - переносят жидкость или газ.
- Двухроторные насосы рассчитаны на небольшие давления.
- **Жидкостный поршневой насос** - насос для создания больших давлений при перекачке жидкостей.
- **Перистальтический насос** - насос для перекачки жидкостей, текущих по гибкому трубопроводу в условиях стерильности. Ролики насоса принимают трубку и проталкивают жидкость по ней.
- **Ротационный масляный насос** - насос, в металлическом полом корпусе которого, касаясь одной стенки, вращается ротор в форме металлического цилиндра с прорезью. В прорезь вставлены лопатки, раздвигаемые пружиной. При вращении ротора лопатки скользят внешними краями по стенкам полости, увлекая воздух из входного патрубка в выходной. Все устройство залито маслом, которое обеспечивает смазку и уплотнение между деталями.
- **Центробежный насос** - насос, в котором лопасти приводят во вращение перекачиваемый газ или жидкость, а центробежные силы инерции отбрасывают перекачиваемое вещество к краям камеры и в выходной патрубок.
- **Основной параметр насоса** - количество жидкости, перемещаемое в единицу времени, т. е. осуществляемая объёмная подача Q . Для большинства насосов важнейшими техническими параметрами также являются: развиваемое давление p или соответствующий ему напор H , потребляемая мощность N и кпд h.

Классификация насосов

Устройства для напорного перемещения жидкостей разделяют на виды и разновидности по различным признакам, например по принципу действия и конструкции. Такой признак положен в основу классификации, представленной в ГОСТ 17389-72. Насосы можно также условно разделить на 2 группы: насосы-машины, приводимые в действие от двигателей, и насосы-аппараты, которые действуют за счёт иных источников энергии и не имеют движущихся рабочих органов. Насосы-машины бывают лопастные (центробежные, осевые, вихревые), поршневые, роторные (шестерённые, коловратные, пластинчатые, винтовые и др.). К насосам-аппаратам относятся струйные (жидкостно-жидкостные и газожидкостные), газлифты (в том числе эрлифты), вытеснители (в том числе паровые и газовые), гидравлические тараны , магнитогидродинамические насосы и др.

История развития насосов

- Изобретение насоса относится к глубокой древности. Первый насос [illegible] изобретённый [illegible], был описан в 1 в. до н. э. древнегреческим учёным Героном из Александрии в сочинении "Pneumatica", а затем [illegible] ("Architectura"). Простейшие деревянные насосы с проходным поршнем для подъёма воды из колодцев, вероятно, применялись ещё раньше. До начала 18 [illegible] по сравнению с водоподъёмными машинами использовались редко. В дальнейшем в связи с ростом потребностей в воде и необходимостью увеличения высоты [illegible], особенно после появления паровой машины, насосы постепенно стали вытеснять водоподъёмные машины. Требования к насосам и условия их применения становились всё более разнообразными, поэтому наряду с поршневыми насосами стали создавать вращательные насосы, а также различные устройства для напорной подачи жидкостей. Т. о., исторически наметились три направления их дальнейшего развития: создание поршневых насосов, вращательных насосов и гидравлических устройств без движущихся рабочих органов.
- Подъём в развитии поршневых насосов наблюдался в конце 18 в., когда для их изготовления стали применять металл и использовать привод от паровой машины. С середины 19 в. начали широко внедряться в производство паровые прямодействующие поршневые насосы. К этому периоду относится создание крыльчатых насосов , прообразом которых является поршневой насос с кольцевым цилиндром, описанный французским инженером А. Рамелли в 1588 ("Le diverse et articiose machine"). Развитие теории поршневых насосов тесно связано с работами отечественных учёных и инженеров (К. Бах, Г. Берг, А. П. Герман, В. Г. Шухов, П. К. Худяков, И. И. Куколевский, А. А. Бурдаков и др.). Достижения в области поршневых насосов были широко использованы также при создании поршневых компрессоров, гидравлических прессов и др. устройств, но сами поршневые насосы начиная с 20-30-х гг. 20 в. стали заметно вытесняться из ряда областей центробежными, роторными и др.
- Другой путь развития насосов начался с изобретения так называемых вращающихся насосов, имевших по одному ротору, которые также были описаны Рамелли. Н. с эксцентрическим ротором является прототипом современных шиберных насосов . В 1624 И. Лейрехон в книге "La recreation mathematiqae" описал двухроторный коловратный насос , который можно рассматривать как прообраз современных зубчатых насосов. В дальнейшем появились и др. разновидности роторных насосов, представителем которых является, например, лабиринтный насос , созданный уже в 50-е гг. 20 в. Первый вихревой насос, названный центробежным самовсасывающим, был предложен в 1920 в Германии инженером С. Хиншем, затем появились и др. разновидности.
- Идея использования центробежной силы для подачи жидкостей возникла в 15 в. ещё у Леонардо да Винчи и, по-видимому, независимо от него была реализована в начале 17 в. французским инженером Бланкано, построившим простейший центробежный насос для подачи воды, рабочим органом которого служило открытое вращающееся колесо. Один из первых центробежных насосов со спиральным корпусом и четырёхлопастным рабочим колесом был предложен французским учёным Д. Папеном , который усовершенствовал конструкцию ранее известной воздуходувки "Hessians". В конце 19 в., когда появились быстроходные тепловые, а затем электрические двигатели, центробежные насосы получили более широкое применение. В 1838 русский инженер А. А. Саблуков на основе созданного им ранее вентилятора построил одноступенчатый центробежный насос, в 1846 американский инженер Джонсон предложил многоступенчатый горизонтальный насос, в 1851 аналогичный насос был создан в Великобритании по патенту Гуинна (насос Гуинна), в 1899 русский инженер В. А. Пушечников разработал вертикальный многоступенчатый насос для буровых скважин глубиной до 250 м . Этот насос, построенный в Париже на заводе Фарко (насос Фарко), предназначался для водоснабжения Москвы, имел подачу 200 м 3 /ч , кпд до 70%. В России первые центробежные насосы начали изготовлять в 1880 на заводе Г. Листа в Москве.
- Развитие осевых насосов основывалось на опыте аналогичных им гидротурбин . Проектирование и исследование осевых (пропеллерных и поворотно-лопастных) насосов относится к концу 19 - началу 20 вв. Эти насосы разрабатываются начиная с 1932 на заводе "Борец" (под руководством М. Г. Кочнева), во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидромашиностроения (С. С. Руднев и др.), в харьковском институте "Промэнергетика" (Г. Ф. Проскура и др.), а с 1934 на опытной установке в г. Дмитрове (под руководством И. Н. Вознесенского). Большую роль в создании теории и совершенствовании конструкции центробежных и осевых насосов сыграли труды Л. Эйлера, О. Рейнольдса, Н. Е. Жуковского, С. А. Чаплыгина, К. Пфлайдерера и др. учёных.
- Третье направление развития устройств для напорной подачи жидкостей объединяет несколько путей создания и совершенствования насос-аппаратов. Прототипы вытеснителей, согласно свидетельству Герона, изготовлялись уже в Древней Греции (устройства для вытеснения из сосуда воды подогретым воздухом или водяным паром). Первым вытеснителем производственного назначения была предложенная в 1698 английским инженером Т. Севери паровая водоотливная установка. Это устройство можно считать прототипом изобретённого в Германии в 1871 Халлем пульсометра , имевшего 2 камеры и действовавшего автоматически.
- Идея использования сжатого воздуха для подачи воды высказывалась в 1707 Папеном и др. инженерами, но практически была применена значительно позже (в 20 в.) - в монжусе и в двухкамерном водоподъёмнике вытеснения для водяных скважин (конструкция инженера В. П. Савотина). Подача воды под действием давления продуктов сгорания жидкого топлива была осуществлена в Великобритании в 1911 Н. Л. Гемфри.
- Принципиально иной способ подачи воды или нефти из скважин с помощью сжатого воздуха или др. газа был применен в газлифтах , которые были предложены в середине 19 в., а позднее нашли и практическое применение (с 1897 в России на нефтепромыслах в Баку, с 1901 в США).
- С изобретением Монгольфье в 1796 автоматически действующего гидравлического тарана наметился ещё один путь развития устройств для напорной подачи жидкости, принцип действия которых был основан на использовании для подачи воды периодически создаваемых гидравлических ударов. В дальнейшем были предложены различные конструкции гидравлических таранов.
- Одной из разновидностей насос-аппаратов явился водоструйный насос , который как лабораторный прибор был предложен английским учёным Д. Томпсоном в 1852 и служил для отсасывания воды и воздуха. Первый промышленный образец струйного аппарата применил инженер Нагель в 1866 (предположительно в Германии) для удаления воды из шахт. Позднее созданы различные струйные насосы в виде водо-водяных эжекторов, паро-водяных инжекторов и многие др. Основы теории струйных насосов были заложены в работах Г. Цейнера и У. Ранкина во 2-й половине 19 в. и получили существенное развитие в 30-х гг. 20 в. благодаря исследованиям американских инженеров О'Брайена и Гослина и советских специалистов Л. Д. Бермана, К. К. Баулина, А. Н. Ложкина, Е. Я. Соколова, Н. М. Зингера и др. Позднее предложен гидропневматический водоподъёмник для скважин (В. П. Сироткин, Я. С. Суреньянц), в конструкции которого объединены струйный насос и эрлифт. Одним из направлений развития насос-аппаратов является создание магнитогидродинамических насосов . Первые такие насосы на постоянном токе были предложены Голденом (1907) и Гартманом (1919) и насосы на переменном токе - Чаббом (1915). Однако широко их стали применять только в 50-60-е гг. 20 в., главным образом в связи с успехами атомной энергетики. Т. о., техника подъёма и перемещения вначале только воды, а затем нефти и др. жидкостей в каждую эпоху в основном соответствовала уровню развития производительных сил и производственных отношений.

Основные типы современных насосов

- **Центробежные насосы** являются наиболее распространёнными и предназначаются для подачи холодной или горячей (t° > 60°C) воды, вязких или агрессивных жидкостей (кислот и щелочей), сточных вод, смесей воды с грунтом, золой и шлаком, торфом, раздробленным каменным углём и т.п. Их действие основано на передаче кинетической энергии от вращающегося рабочего колеса тем частицам жидкости, которые находятся между его лопастями. Под влиянием возникающей при этом центробежной силы P частицы подаваемой среды из рабочего колеса перемещаются в корпус H. и далее, а на их место под действием давления воздуха поступают новые частицы, обеспечивая непрерывную работу насоса.
- Рабочие колёса насоса могут быть не только с односторонним подводом жидкости, но и с двухсторонним, что позволяет почти полностью уравнивать давление жидкости на внешние боковые поверхности колеса. Одной из важных практических характеристик рабочих колёс центробежных и некоторых др. насосов является коэффициент быстроходности n s - число оборотов в 1 мин такого рабочего колеса, которое геометрически подобно рассматриваемому и при подаче Q = 75 л/сек развивает напор H = 1 м .
- Для создания больших напоров применяют **многоступенчатые насосы**, в которых жидкость проходит последовательно несколько рабочих колёс, получая от каждого из них соответствующую энергию. Важнейшей особенностью центробежных насосов является непосредственная зависимость напора, а также мощности, кпд и допустимой высоты всасывания от подачи, которая для каждого типа насоса выражается соответствующими графиками, называемыми характеристиками. Кпд центробежного насоса при определенном режиме его работы достигает максимального значения, а затем с увеличением подачи снижается.
- **Осевые насосы** предназначаются главным образом для подачи больших объёмов жидкостей. Их работа обусловлена передачей той энергии, которую получает жидкость при силовом воздействии на неё лобовой поверхности вращающихся лопастей рабочего колеса. Частицы подаваемой жидкости при этом имеют криволинейные траектории, но, пройдя через выправляющий аппарат, начинают перемещаться от входа в насос до выхода из него, в основном вдоль его оси (откуда и название).
- Существуют 2 основных разновидности осевых насосов: жестколопастные с лопастями, закрепленными неподвижно на втулке рабочего колеса, называемые пропеллерными, и поворотно-лопастные, оборудованные механизмом для изменения угла наклона лопастей. Насосы обеих разновидностей строят обычно одноступенчатыми, реже двухступенчатыми.
- Изменением наклона лопастей рабочего колеса достигается регулирование подачи с поддержанием кпд на высоком уровне в широких пределах.
- **Вихревые насосы** обладают хорошей способностью самовсасывания, т. е. возможностью начинать действие без предварительного заполнения всасывающей трубы подаваемой средой, если она имеется в корпусе насоса. Благодаря этому они применяются для подачи легкоиспаряющихся или насыщенных газами капельных жидкостей и в комбинации с центробежными насосами. Существуют 2 разновидности вихревых насосов: закрытого и открытого типа. В вихревом насосе закрытого типа частицы жидкости из ячеек, расположенных по периферии рабочего колеса, под влиянием центробежных сил будут переходить в канал корпуса насоса и затем, передав часть своей кинетической энергии находящейся там среде, возвратятся в др. ячейки. Совершая винтообразное вихревое перемещение, каждая частица за время её нахождения в насосе несколько раз побывает в ячейках ротора и получит от него определенную энергию. В результате такого многоступенчатого действия вихревые насосы по сравнению с такими же (по размерам и скорости вращения) центробежными насосами развивают в 3-7 раз больший напор, но работают с более низким (в 2-3 раза) кпд. В вихревых насосах открытого типа жидкость подводится вблизи вала насоса, проходит между лопатками рабочего колеса и отводится к выходному отверстию в корпусе из открытого (без перемычки) периферийного канала. В зарубежной литературе вихревые насосы называются фрикционными, регенеративными, турбулентными, самовсасывающими и др.
- **Поршневые насосы** отличаются большим разнообразием конструкций и широтой применения. Действие поршневых насосов состоит из чередующихся процессов всасывания и нагнетания, которые осуществляются в цилиндре насоса при соответствующем направлении движения рабочего органа - поршня или плунжера. Эти процессы происходят в одном и том же объёме, но в различные моменты времени. По способу сообщения рабочему органу поступательно-возвратного движения насосы разделяют на приводные (обычно с коленчатым валом и шатунным механизмом) и прямодействующие. Чтобы периодически соединять рабочий объём то со стороной всасывания, то со стороной нагнетания, в насосе предусмотрены всасывающий и нагнетательные клапаны. Во время работы насоса жидкость получает главным образом потенциальную энергию, пропорциональную давлению её нагнетания. Неравномерность подачи, связанная с изменением во времени скорости движения поршня или плунжера, уменьшается с увеличением кратности действия насоса и может быть почти полностью устранена применением воздушно-гидравлического компенсатора. Поршневые насосы классифицируют на горизонтальные и вертикальные, одинарного и многократного действия, одно- и многоцилиндровые, а также по быстроходности, роду подаваемой жидкости и др. признакам. По сравнению с центробежными насосы поршневые имеют более сложную конструкцию, отличаются тихоходностью, а следовательно, и большими габаритами, а также массой на единицу совершаемой работы. Но они обладают сравнительно высоким кпд и независимостью (в принципе) подачи от напора, что позволяет использовать их в качестве дозировочных. Поршневые насосы могут создавать при нагнетании жидкости давления порядка 100 Мн / м 2 (1000 кгс / см 2) и более.
- **Роторные насосы** получили распространение главным образом для осуществления небольших подач жидкости. По особенностям конструкции рабочих органов роторные насосы можно подразделить на зубчатые (в том числе шестерённые), винтовые, шиберные, коловратные, аксиально- и радиально-поршневые, лабиринтные и др. Каждый из них имеет свои разновидности, но объединяющий их признак - общность принципа действия, в основном аналогичного действию поршневых насосов. Роторные насосы отличаются отсутствием всасывающего и нагнетательного клапанов, что является их большим преимуществом и упрощает конструкцию.
- **Зубчатый насос** с внешним зацеплением двух шестерён - наиболее распространённый - всасывает жидкость при выходе зубьев одного колеса из впадин другого и нагнетает её при входе зубьев одной шестерни в зацепление с другой. Зубчатые насосы снабжаются предохранительным клапаном, который при достижении максимально допустимого давления перепускает жидкость со стороны нагнетания на сторону всасывания. Зубчатые насосы используют для подачи нефтепродуктов и др. жидкостей без абразивных примесей.
- **Шиберный пластинчатый насос** действует в результате изменения рабочих объёмов, заключённых между соседними пластинами и соответствующими участками поверхностей ротора и корпуса насоса. В левой части насоса при вращении по часовой стрелке эксцентрично расположенного ротора этот объём увеличивается, из-за чего давление в нём понижается и создаётся возможность для всасывания жидкости. В другой части насоса при вращении ротора межлопаточные пространства уменьшаются, что обеспечивает нагнетание подаваемой среды. Эти насосы бывают одинарными и сдвоенными. Они предназначены для нагнетания чистых не очень вязких минеральных масел до давления 6 Мн / м 2 (60 кгс / см 2) и более и применяются в системах гидропривода и др. устройствах.
- **Струйные насосы** из числа насос-аппаратов имеют наиболее широкую область применения и наибольшее разнообразие конструкций. Одним из них является водоструйный насос , действие которого состоит в основном из трёх процессов - преобразования потенциальной энергии рабочей жидкости в кинетическую (в коническом сходящемся насадке), обмена количеством движения между частицами рабочей жидкости и подаваемой среды (в камере смешения), а также перехода кинетической энергии смеси рабочей и транспортируемой жидкостей в потенциальную (в диффузоре). Благодаря этому в камере смешения создаётся разрежение, что обеспечивает всасывание подаваемой среды. Затем давление смеси рабочей и транспортируемой жидкостей значительно повышается в результате снижения скорости движения, что делает возможным нагнетание. Струйные насосы просты по устройству, надёжны и долговечны в эксплуатации, но их кпд не превышает 30%.

Области применения насосов

- Особенности конструкции и принцип действия различных насосов определяют диапазоны подачи и напора, в пределах которых целесообразно применять насосы того или иного типа. Использование трёх основных типов насосов характеризуется данными, указанными в табл.
- Области использования основных типов насосов.

Параметры	Поршневой	Центробежный	Осевой
Подача Q , м 3 /ч	1-200	1-100000	100-100000
Напор Н, м	10-10000	1-4500	1-20

Рассматривая области применения устройств для напорной подачи жидкостей, следует также иметь в виду, что ещё в 19 в., особенно в Великобритании, насосы использовались (до внедрения электропривода) как генераторы гидравлической энергии. Эта энергия от центральных энергетических установок (с поршневыми насосами и паровыми машинами) по специальным водопроводам высокого давления передавалась на промышленные предприятия к потребителям. С начала 20 в. стали применять центробежные и роторные насосы в качестве генераторов гидравлической энергии в гидравлических передачах и системах гидропривода машин , в которых наряду с гидравлическими двигателями они являются основным элементом. Особенность поршневого жидкостного насоса, состоит в том, что этим насосом можно поднять жидкость с глубины нескольких метров не опуская насоса в воду. Например поршневой жидкостный насос используется для поднятия воды с глубоких скважин(для качания воды с колодца что бы полить огород), а также можно использовать в перекачке жидкостей из одной ёмкости в другую.

Используемая литература

- Используемая Лит.: Насосы. Каталог-справочник, 3 изд., М.- Л., 1990; Караваев А. Е., Очерк по истории развития лопастных насосов , М.- Л., 1958; Пфляйдерер К., Лопаточные машины для жидкостей и газов, пер. с нем., 4 изд., М., 1960; Степанов А. И., Центробежные и осевые насосы , пер. с англ., 2 изд., М., 1960; Голубев А. И., Лабиринтные насосы для химической промышленности, М., 1961; Ломакин А. А., Центробежные и осевые насосы , 2 изд., М.- Л., 1996; Чиняев И. А., Роторные насосы , Л., 1969.