

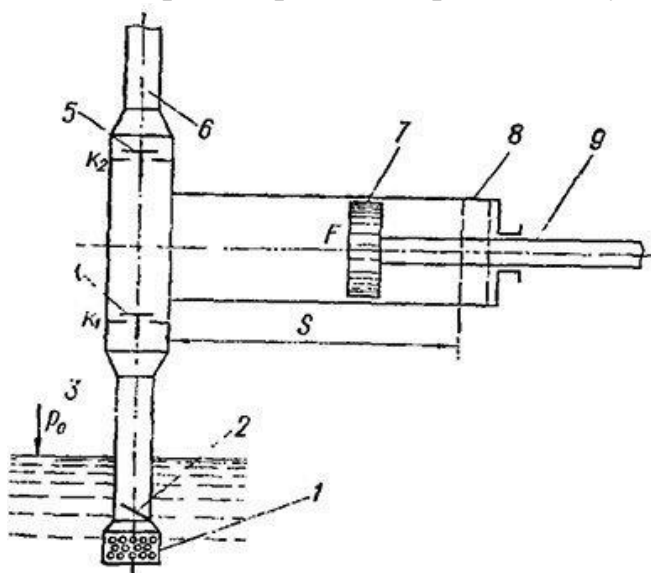
Поршневой насос: принцип работы, устройство, действие



Поршневой жидкостный насос является одним из первых представителей насосов. Механическое вытеснение жидкости является одним из первых принципов перекачивания жидкости. В настоящее время конструкция поршневого насоса претерпела множество улучшений и в современном виде поршневой насос имеет прочный корпус и обладает широкими возможностями для взаимодействия.

Принцип работы поршневого насоса

Работа поршневого жидкостного насоса основана на принципе вытеснения. Основными рабочими органами поршневого насоса являются: цилиндр и поршень. Поршень перемещается в цилиндре совершая возвратно-поступательное движение.



Работа поршневого насоса в общем случае выглядит следующим образом.

В цилиндре (позиция 8) перемещается поршень (позиция 7), жестко соединенный со штоком (позиция 9), являющимся исполнительный частью приводного кривошипно-шатунного механизма. При ходе поршня “вправо” полезный объем цилиндра, т.е. объем, заполняющийся жидкостью, увеличивается, вследствие чего давление в нем уменьшается.

Всасывающий клапан (позиция 4) при этом поднимается, жидкость под действием внешнего давления на ее поверхности, чаще всего атмосферного, входит

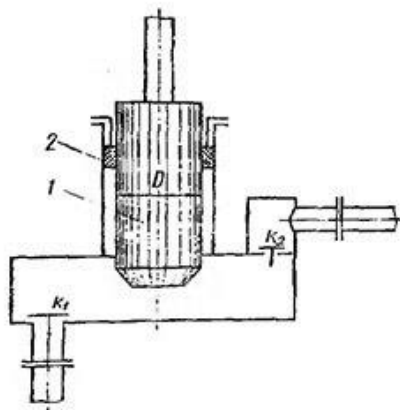
в цилиндр через сосун (позиция 1), открытый обратный клапан (позиция 2) и всасывающую трубу (позиция 3).

При ходе поршня “влево” жидкость, ранее вошедшая в цилиндр, выталкивается движущимся поршнем. Давление в цилиндре насоса при этом повышается.

Всасывающий клапан (позиция 4) закрывается, а нагнетательный клапан (позиция 5) поднимается и жидкость из цилиндра поступает в нагнетательный трубопровод (позиция 6).

Подача жидкости в нагнетательный трубопровод происходит вследствие вытеснения из цилиндра движущимся поршнем предварительно засосанной жидкости.

Плунжерные насосы



Плунжерный насос - это разновидность насосов вытеснения. Отличием плунжерного насоса является рабочий орган - плунжер. Его задачей является перемещение вдоль оси цилиндра. Перемещаются плунжеры за счет электропривода, раскручивающего коленвал.

Всасывание жидкости в цилиндр насоса происходит при движении плунжера вверх. При этом всасывающий клапан K1 поднимается и жидкость под действием внешнего давления входит в цилиндр насоса. При возвратном движении плунжера вниз клапан K1 прижимается к своему гнезду, закрывая его, а нагнетательный клапан K2 открывается, пропуская вытесняемую из цилиндра жидкость в нагнетательный трубопровод.

Плунжер 1 насоса в работе соприкасается только с элементами сальника 2, уплотняющими плунжер в цилиндре.

При этом тщательность уплотнения достигается сжимаемой сальниковым стаканом набивкой, уменьшающей трение и износ соприкасающихся поверхностей.

Благодаря этому цилиндр плунжерного насоса не изнашивается, а служит только емкостью, заполняемой и опорожняемой в зависимости от направления движения плунжера.

Устройство поршневого насоса

В основу устройства поршневого насоса входит полый металлический цилиндр, в котором протекают все рабочие процессы.



Поршневой насос для воды в общем случае состоит из: **1.** клапанов **2.** поршня, перемещающегося в цилиндре **3.** шатунного механизма **4.** кривошипа

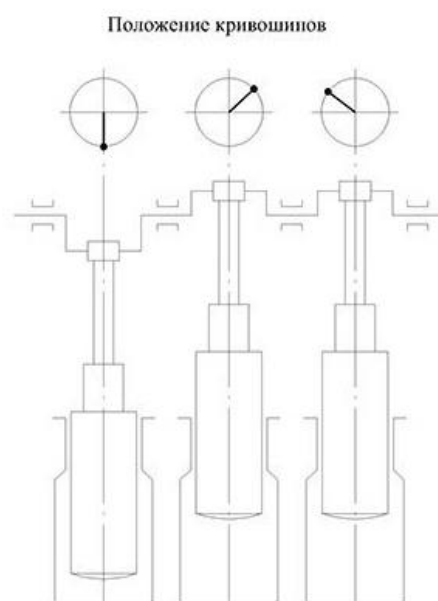
Назначение клапанов насоса состоит в том, чтобы впускать воду, при этом препятствуя её движению назад. В роли клапанов в зависимости от конструкции может выступать шарик или мембрана.

- Гидравлические поршневые насосы в качестве уплотняющего элемента обратном клапане используют шарик, изготовленный из стекла, пластика или металла.

- В мембранно поршневой насос в качестве клапана устанавливается резиновая пластина (мембрана), закрепленная с одной стороны.

- Перемещение поршня в цилиндре достигается благодаря вращению кривошипа, закрепленного на одном валу с электродвигателем.

В устройство поршневого насоса современного типа входит несколько клапанов, штоки которых закреплены на одном кривошипе. Вращаясь в подшипниках такие регулируемые насосы поршневого типа способны обеспечить стабильную подачу.



Плунжерные насосы способны работать с водной средой и любыми жидкостями, напоподобие воды, которые отличаются низкой вязкостью и не могут вступать в реакцию с металлическими деталями оборудования. Прибор работает, как дозатор. Плунжерный насос может быть ручной или автоматический. При этом дозировочный насос осуществляет перекачку жидкости за счёт высокого давления.

В отличие от поршневого особенностью плунжерного насоса является отсутствие внутреннего уплотнения поршня. Это приводит к широкому использованию их в области высоких давлений.

При этом плунжерный насос высокого давления обладает рядом преимуществ:

- насос довольно прост в монтаже;
- управлять плунжерным насосом высокого давления не составляет большого труда;
- предусмотрена система смазки, позволяющая легко к ней добраться;
- есть возможность отрегулировать плунжерный насос высокого давления на выход нужного рабочего давления.

Отличие поршня от плунжера

По конструкции рабочего органа, вытесняющего жидкость из цилиндра, поршневые насосы бывают с дисковым поршнем и плунжерные.

Поршень насоса (на рисунке слева) имеет вид диска, уплотнение которого в цилиндре осуществляется с помощью специальных пружинящих разрезных металлических (а чаще всего чугунных) колец. Тщательное уплотнение дискового поршня в цилиндре может быть осуществлено также с помощью резиновых или кожаных манжет.

В отличии от поршня, плунжер (на рисунке справа) - это пустотелый цилиндр, длина которого намного больше диаметра. Он перемещается в уплотняющем сальнике, не соприкасаясь со стенками рабочего цилиндра. Плунжеры изготавливаются в виде стержня (штока).

Рабочие характеристики

Подача поршневого насоса

Подачей насоса называется объемное количество жидкости, подаваемое насосом в нагнетательный трубопровод в единицу времени. Это определение относится ко всем насосам независимо от типов их конструкций.

Подача поршневого насоса Q выражается произведением вытесненного за один ход объема V на число рабочих ходов за единицу времени.

Объем $V=f \cdot S$, где f – площадь поршня, а S – его ход.

Подача $Q = f \cdot (S \cdot i / 60)$, где i – число ходов в минуту.

$S \cdot i / 60 = V_{ср}$ – средняя скорость движения поршня с учетом перемещения только при рабочем ходе.

Таким образом, $Q = f \cdot V_{\text{ср}}$.

Если рассматривать характеристику насоса, то подача поршневого насоса циклически изменяется во времени, график подачи жидкости в напорный трубопровод для насоса одностороннего действия имеет прерывистый характер.

В целях выравнивания графика подачи применяют поршневые насосы двойного действия.

Подача плунжерного насоса

Подача плунжерного насоса тройного действия равна утроенной подаче насоса одинарного действия.

$$Q = 3 \cdot f \cdot (S \cdot i / 60)$$

Трехплунжерный насос создает в сравнении с поршневыми насосами равномерную подачу жидкости в систему нагнетания и, как правило, не нуждается в установке специальных устройств для выравнивания графика подачи.

Это свойство является существенным достоинством данного типа насосов.

Аксиально поршневой насос. Радиально поршневой насос

Аксиально поршневой насос

Аксиально поршневой насос работает по следующему принципу: вал насоса при вращении вокруг своей оси придает движение элементам блока цилиндров. Вращение вала и наклонного диска заставляет цилиндры не только двигаться по кругу, но и совершать перемещение вперед – назад. Тем самым увеличивая объем камеры на всасе, и уменьшая его на нагнетании.

Такое движение вала насоса называется аксиальным отсюда и название агрегата – аксиально поршневой насос.

Соединение рабочей камеры насоса с всасыванием и нагнетанием происходит последовательно и за один полный оборот поршень забирает рабочую среду на всасе и выталкивает её на нагнетании.

Соединение области всаса и области нагнетания происходит в распределяющем устройстве, за счет того, что цилиндрический блок плотно прижат к распределяющему устройству. Между секторами распределительного устройства располагаются уплотняющие перемычки.

1. Для того, чтобы избежать риска возникновения гидроудара в уплотняющие перемычках сделаны дроссельные канавки, которые стабилизируют давление в камере

2. Механизм работы такого оборудования устроен немного сложнее, чем обычного поршневого насоса, но вместе с тем есть и определенные преимущества.

3. Аксиально поршневой насос имеет компактные размеры и показывает при этом хорошие мощностные характеристики, а возможность управления скоростью вращения создает фактически регулируемый поршневой насос.

Радиально поршневой насос

Радиально поршневой насос работает по следующему принципу: ротор вращается вместе с поршнями при этом поршни скользят по корпусу, прижимаясь к нему за счет пружин.

Рабочая камера расположена между всасывающим и нагнетающим клапанами. Сам поршень прижимается пружиной к эксцентрично расположенному кулачку, поэтому при вращении вала каждый поршень совершает возвратно поступательное движение.

Когда поршень выдвигается из камеры в камере увеличивается объем и создается область разрежения при этом всасывающий клапан открывается, а нагнетающий закрывается и жидкость заполняет рабочую камеру.

Потом поршень движется обратно и объем камеры уменьшается, а давление в камере увеличивается. Поэтому всасывающий клапан закрывается, а нагнетающий открывается и жидкость под давлением вытесняется в нагнетающий патрубок.

За один оборот вала каждый поршень совершает процесс всасывания и нагнетания.

Поршневой воздушный насос

Поршневой воздушный насос, всасывающий газ или воздух при давлении ниже атмосферного и выталкивающие их в атмосферу, называются вакуум-насосом.

В пищевой промышленности вакуум-насосы применяются главным образом, для отсасывания несконденсировавшихся паров и газов в выпарных станциях, варочных станциях заводов и фабрик, оборудованных вакуум-аппаратами, а также для создания вакуума в секциях вакуум-фильтров. Чаще применяются вакуум-насосы низкого вакуума, которые создают у своего всасывающего патрубка вакуум до 92-95% от атмосферного давления.

По принципу действия поршневой воздушный насос является компрессором, всасывающим газ при пониженном давлении, сжимающим его, а затем нагнетающим этот газ. Хотя практически давление нагнетания ненамного превышает атмосферное, степень сжатия в поршневом воздушном насосе значительно больше, чем в обычном компрессоре.

При такой степени сжатия объемный КПД выходит небольшим – около 35%. Для повышения объемного КПД используют технические методы выравнивания давления на всасывании и нагнетании насоса, таким образом достигается высокий объемный КПД.

Преимущества и недостатки поршневого и плунжерного насоса

Огромным преимуществом насоса является его надежность и высокая ремонтпригодность. Эти два параметра вытекают не только из принципа работы, но и из конструкции насоса - насос изготавливается из высокопрочных материалов.

Насос способен работать со средами у которых высокие требования к условиям пуска.

Огромным преимуществом этого типа насосов, в отличие от циркуляционных насосов, является наличие возможности “сухого” всасывания, которым может похвастаться не каждый насос.

Из недостатков следует отметить низкую производительность. В настоящее время на рынке существуют модели, где этот показатель находится на приемлемом уровне, но у таких насосов отмечаются повышенные требования к параметрам эксплуатации, что выливается в высокую стоимость насоса.

В насосах вытеснения величина напора принципиально не ограничена. Повышение же подачи может быть достигнуто лишь увеличением конструктивных размеров и числа рабочих ходов (числа оборотов).

В поршневых и плунжерных насосах, вследствие цикличности движения тела вытеснения поток жидкости является неустановившимся, и повышение скорости потока, а следовательно, и подачи за счет увеличения числа оборотов ограничено явлениями инерции.

Отсюда областью применения поршневых и плунжерных насосов становятся высокие давления при относительно малых подачах.

В прессовых установках и химической промышленности строятся насосы с напором в 1000 атмосфер и более.

Специализированные поршневые насосы допускается использовать при работе с агрессивными средами, взрывоопасными смесями и некоторыми видами топлива.

Но область применения этого типа насосов не ограничивается только промышленной сферой. Эти насосы применяют так же для обеспечения чистой водой в бытовых нуждах.

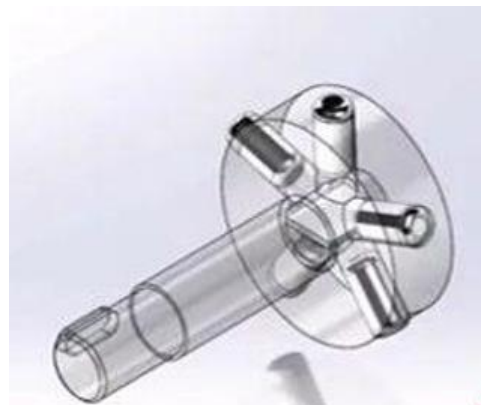
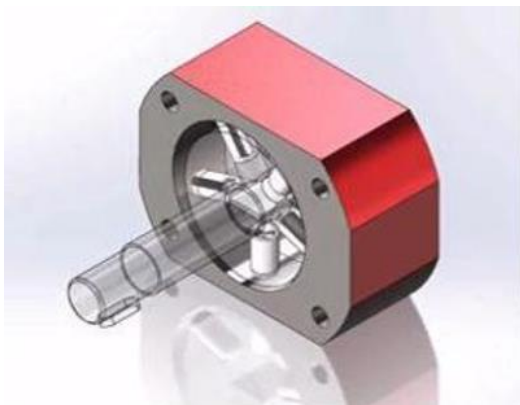
Хотя поршневой жидкостный насос не рассчитан на большие объемы циркуляции, но отличается высокой надежностью и при своевременном техническом уходе способен проработать очень длительный срок.

Поршневой насос относится к типу насосов вытеснения. Для составления мнения об этом типе насосов прочитайте статью о винтовых насосах.

Поршневые насосы занимают отдельную нишу на рынке, они удовлетворяют требования как частных пользователей, так и потребности крупных производств. Потребность же насосов этого типа в бытовых нуждах обусловлена как простотой их конструкции и нетребовательностью содержания, так и высоким эксплуатационным ресурсом техники этого типа.

Как работает радиально-поршневой насос

Радиально-поршневой насос – это роторно-поршневой насос, у которого ось вращения ротора перпендикулярна осям рабочих органов или составляет с ними угол более 45°.

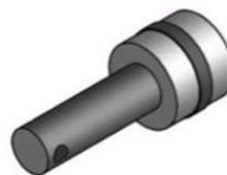


Вытеснителями в радиально-поршневых насосах являются поршни или плунжеры, линейное перемещение которых, обеспечивается, за счёт эксцентриситета между поверхностями ротора и корпуса, или вала и корпуса.

Рабочие органы радиального насоса



Плунжер



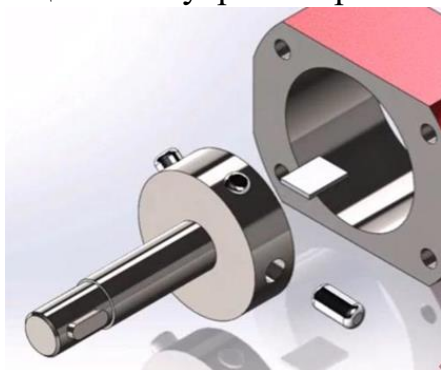
Поршень

Если в радиальном насосе установлены плунжеры, то его называют **радиально-плунжерным**. Если поршни – **радиально-поршневым**.

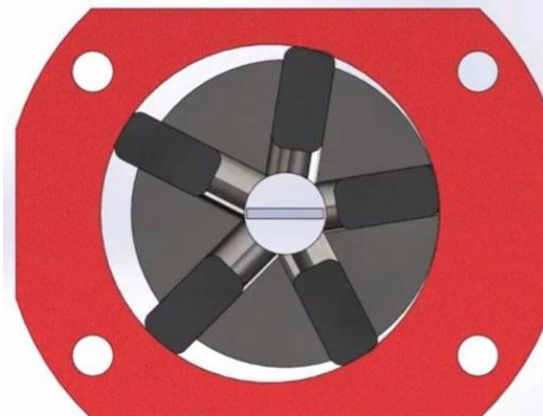
Плунжеры или поршни могут быть установлены во вращающемся роторе или находиться вне ротора.

Принцип работы радиально-плунжерного насоса

Плунжеры размещены в отверстиях, выполненных в роторе. Зазоры между поверхностями плунжеров и ротора минимальны. При этом плунжеры могут легко перемещаться внутри отверстий.



1. Ротор с плунжерами установлен в корпусе насоса с эксцентриситетом.
2. При вращении вала, за счёт центробежной силы, плунжеры прижимаются к внутренней поверхности корпуса.
3. За счёт эксцентриситета, плунжеры совершают линейное перемещение внутри ротора.

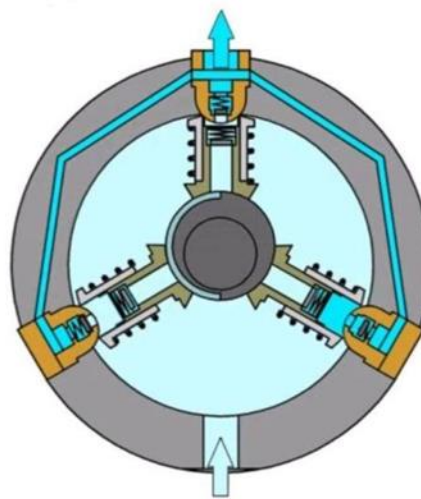


В момент увеличения объёма рабочей камеры, полость под плунжером заполняет рабочей жидкостью. При уменьшении объёма рабочей камеры, жидкость вытесняется плунжером в напорную магистраль.

Полости всасывания и нагнетания, в представленном примере, разделены пластиной.

Рассмотрим принцип работы реального радиально-поршневого насоса с тремя поршнями.

В корпусе насоса установлен вал, имеющий шейку, выполненную с эксцентриситетом.

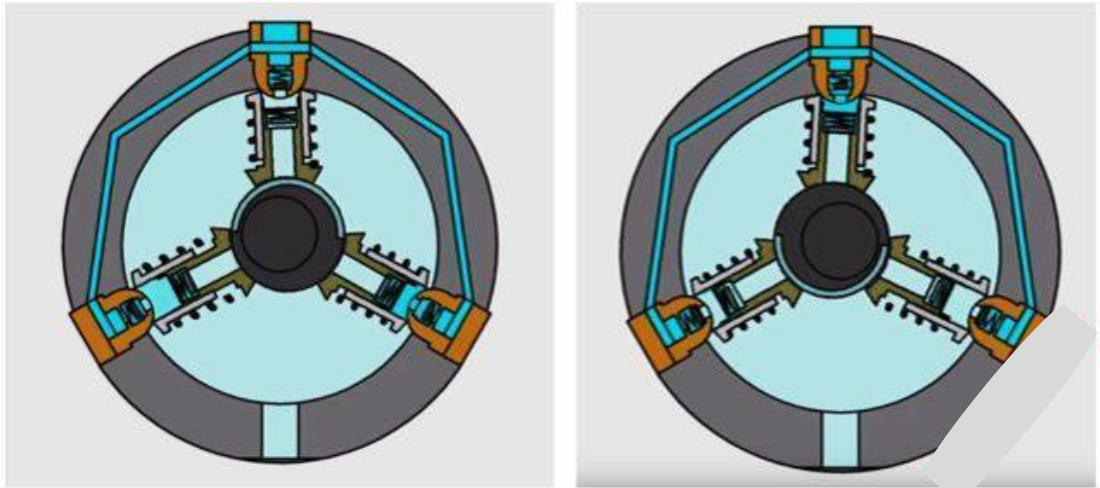


На эту шейку опираются полые поршни, которые могут линейно перемещаться во втулках, установленных на сферических опорах.

1. Прижим поршней поверхности вала обеспечивается пружиной.
2. Внутри поршней установлен всасывающий обратный клапан.
3. Внутри сферической опоры – нагнетательный обратный клапан.

4. При вращении вала, поршни совершают линейное перемещение внутри втулок, изменяя объём рабочей камеры.
5. В момент увеличения объёма рабочей камеры, за счёт создающегося разрежения, всасывающий клапан открывается, а напорный клапан прижимается к седлу.
6. В момент уменьшения объёма рабочей камеры напорный клапан, за счёт возрастания давления в камере, открывается.

Рабочая жидкость вытесняется в линию нагнетания. Всасывающий клапан на этом этапе закрыт.



Радиально-поршневые насосы позволяют создать и длительно работать на высоком давлении до 700 атмосфер. Их используют в гидравлических системах металлургических прессов, прокатных станов, установок по обработке полимеров, зажимных устройствах станков.

