

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Клапаны поршневых насосов

Цель работы: Знание разновидностей и принципа действия клапанов поршневых насосов.

Содержание работы: Изучить разновидности клапанов поршневых насосов по разделу 3.1. настоящих методических указаний.

1. Найти на стендах лаборатории клапаны поршневых насосов. Определить их разновидность и изучить устройство.
2. Изучить по разделу 3.2 устройство клапанов буровых насосов. Перечислить основные конструктивные решения, обеспечивающие клапанным узлам буровых насосов возможность работы их в условиях эксплуатации буровой установки.
3. Дать анализ достоинств, недостатков и области применения различных видов клапанов.
4. Проверить усвоение материала лабораторной работы по контрольным вопросам.

Требования к отчету: В отчете привести схемы существующих разновидностей клапанов и используемые для их изготовления материалы.

1. Провести анализ достоинств и недостатков клапанов по следующим пунктам:
 - гидросопротивление клапанов
 - шумовые характеристики клапанов
 - надежность в работе (в т.ч. герметичность)
 - изнosoустойчивость
 - доступность при ремонтах и ремонтпригодность. Выводы по вышеприведенным пунктам анализа обосновать.
2. На основе сделанных выводов и материала, приведенного в разделах 3.1 определить наиболее рациональные области применения различных видов клапанов.

3.1 ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ

Клапаны в поршневых насосах предназначены для разобщения рабочей камеры насоса от пространства всасывания и нагнетания. При этом обеспечивается движение жидкости только в одном определенном направлении.

Клапаны, устанавливаемые на всасывающей и нагнетательной частях насоса, обычно выполняются одинаковыми. Применение клапанов того или иного типа зависит, главным образом, от рода перекачиваемой жидкости и числа ходов поршня.

По принципу действия они подразделяются на *самодействующие* (автоматические) и *принудительного действия*.

Самодействующие клапаны открываются давлением жидкости на их нижнюю поверхность, а закрываются под действием собственного веса и давления пружины. Клапаны принудительного действия приводятся в движение от вала насоса через передаточный механизм

Клапаны современных поршневых насосов выполняют большей частью самодействующими. Самодействующие клапаны в зависимости от рода движения подразделяются на *подъемные* и *откидные* или шарнирные.

Конструктивная схема откидного клапана изображена на рисунке 3.1 в. Откидные клапаны имеют ограниченное применение в насосах при небольших давлениях.

Подъемные клапаны выполняются *тарельчатыми* (рисунок 3.1 а), *кольцевыми* (рисунок 3.1 г) и *шаровыми* (рисунок 3.1 б).

Тарельчатый клапан представляет собой расположенный горизонтально круглый или конический диск (тарелку), прикрывающий находящийся под ним отверстие в так называемом седле клапана, которое укрепляется в гнезде, выточенном в корпусе клапанной коробки.

При работе насоса за счет разности давлений диск поднимается и открывает проход для жидкости, а затем опускается - садится на седло от собственного веса (*грузовые клапаны*) или под действием веса и натяжения пружины (*пружинные клапаны*).

Недостаток грузовых клапанов - большой вес, вредно отражающийся на их работе и вызывающий сильные удары при посадке клапана на седло. Поэтому грузовые клапаны применяют лишь в тихоходных насосах, а также тех случаях, когда перекачиваемая жидкость имеет высокую температуру или обладает сильными коррозионными свойствами, что делает невозможным длительную работу пружин. Во всех других случаях ставят пружину.

Кольцевые клапаны (рисунок 3.1 б) отличаются от тарельчатых тем, что вместо диска здесь используется кольцо, располагающееся над кольцевой щелью в седле клапана. Жидкость здесь протекает по наружным и внутренним стенкам кольца. Благодаря этому площадь прохода для жидкости больше, чем в тарельчатом клапане. Отсюда размеры кольцевых клапанов при одной и той же подаче насоса получаются меньше размеров тарельчатых клапанов, так как при одинаковых диаметрах клапана они имеют большее проходное сечение для жидкости. Однако кольцевой клапан устроен сложнее. Иногда в этих клапанах имеется несколько концентрических колец и, соответственно, несколько кольцевых щелей (многокольцевые клапаны).

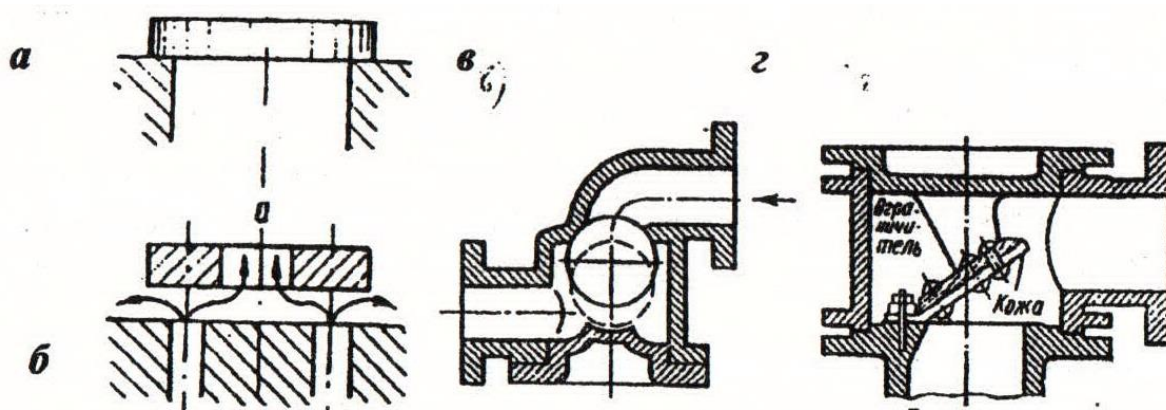


Рисунок 3.1. Клапаны

а – тарельчатый с плоским седлом; б – кольцевой; в – шаровой; г – откидной

В насосах большой производительности часто применяют групповые клапаны, состоящие из нескольких отдельных однотипных клапанов,

устанавливаемых в одной общей клапанной коробке. При этом количество жидкости проходящее через каждый клапан, уменьшается пропорционально числу клапанов, соответственно также уменьшаются их размеры и вес.

Для обеспечения правильной работы клапана и точной посадки тарелки на седло клапаны снабжают специальными направляющими устройствами в виде направляющих ребер на тарелке, которые могут быть с верхним, нижним или двумя направлениями и втулки, скользящей по укрепленному в седле шпинделю (рисунок 3.2).

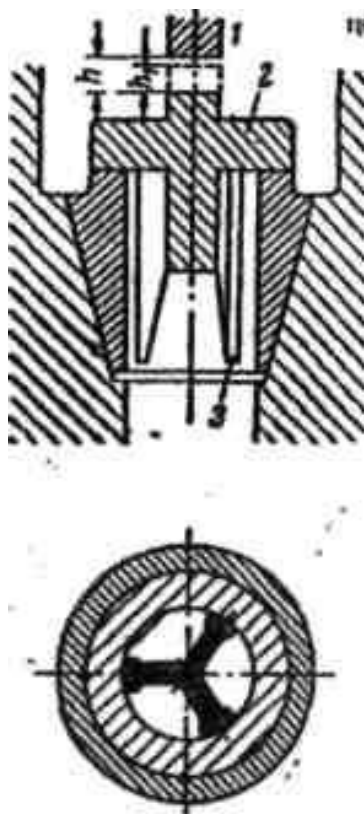


Рисунок 3.2. Тарельчатый клапан с направляющими ребрами:

1 – ограничитель подъема; 2 – тарелка клапана; 3 – ребра

Так как тарелка обычно имеет небольшую толщину, то во избежание возможного прогиба ее усиливают ребрами жесткости - нижними или верхними. Шпиндель, служащий для установки пружины, отливают за одно целое с клапаном или ввинчивают в него.

Седла клапанов обычно обрабатывают по наружной поверхности на конус. Наиболее распространенный способ их крепления – посадка с натягом

в конические расточки гнезд. Седла мелких клапанов (также групповых) часто ввинчивают в плиту клапанной коробки.

Необходимая для нормальной работы насоса плотность клапана в закрытом его положении достигается тщательной притиркой рабочей поверхности тарелки или кольца с соответствующей посадочной поверхностью седла (для чистых жидкостей) или использованием резиновых и полиуритановых уплотнений, расположенных на клапане или седле.

Шаровые клапаны используют в тихоходных насосах при перекачивании густых и сильно загрязненных жидкостей. Их достоинство - компактность, что позволяет применять их в скважинных насосах. Отверстие в седле таких клапанов выполняют коническим с углом наклона поверхности не больше 45° .

Материалом для изготовления клапанов служат бронза, чугун и сталь. Из чугуна обычно выполняют только седла клапанов насосов низкого давления. В насосах для перекачки нефти и нефтепродуктов клапаны и седла часто изготавливают из углеродистой или легированной стали или бронзы.

Для изготовления пружины применяют сталь (от ржавления предохраняют никелированием) и латунь.

Для уплотняющих поверхностей клапанов (тарелок) используют резину, кожу и дерево в насосах низкого давления; эбонит и бронзу в насосах среднего давления. Бронзу, которая выдерживает удары, хорошо прирабатывается и создает надежное уплотнение, применяют и в насосах высокого давления.

3.2 Клапаны буровых насосов

В буровых поршневых насосах применяют только самоподъемные клапаны тарельчатого типа. Кольцевые клапаны практически не используют, так как при упругом уплотнении клапана это приводит к значительному увеличению разницы между давлением в цилиндре и над клапаном в момент его открытия. Однако имеется ряд предложений в некоторых случаях заменять тарельчатые клапаны кольцевыми.

Условия работы клапанов насоса.

Клапаны работают в растворах, которые имеют большую вязкость и статическое сопротивление сдвигу. Растворы содержат 2% и более песка, глину и утяжелители. В них могут быть химические реагенты: известь, каустическая сода, дубильные кислоты и др.

Клапаны могут быть подвержены кратковременным нагрузкам при нулевой и очень большой подаче для продавливания частиц выбуренной породы, осевшей в затрубном пространстве и трубах, либо при образовании сальников в процессе бурения вязких пород.

Клапаны подвержены быстрому износу посадочных поверхностей тарелки и седла. Это происходит в результате их контакта с абразивными зернами, особенно при закрытии клапана. В момент раздробления зерен в металлических деталях в местах контакта с зерном возникают максимальные напряжения значительно превышающие предельные удельные давления, принимаемые в расчет в предположении сплошного контакта сопряженных посадочных поверхностей. Последнее невозможно в условиях работы насоса на абразивосодержащих промывочных растворах.

В насосах, работающих при давлениях более 20 МПа, на тарелку клапана действуют большие силы (300-400 кН).

Требования, предъявляемые к тарельчатым клапанам бурового насоса.

Учитывая условия работы клапанов на буровой, к ним предъявляются следующие требования:

- полная герметичность закрытого клапана;
- безотказность в работе;
- повышенная износостойкость деталей;
- небольшие гидравлические сопротивления открытого клапана;
- легкость и простота замены деталей клапана в условиях буровой.

Наиболее полно удовлетворяют этим требованиям тарельчатые клапаны, управляемые потоком перекачиваемой жидкости.

Конструкции тарельчатых клапанов буровых насосов. Конструкции тарельчатых клапанов буровых насосов весьма разнообразны. Они могут отличаться расположением и схемой действия уплотнительных элементов (сопряжением посадочных поверхностей седла и тарелок), конструкцией крышек клапанной коробки и другим особенностями конструктивного исполнения основных составляющих элементов.

Уплотнители клапанов насоса – наиболее ответственный элемент, определяющий долговечность клапана. Они включают уплотняющее кольцо и посадочные поверхности седла и тарелки.

Формы узла сопряжения этих трех элементов должны так сочетаться с твердостью уплотнительного кольца и давлением, чтобы не вызвать чрезмерных деформаций и износа какой-либо из его элементов под действием циклической нагрузки.

Если тарелка клапана садится на седло раньше, чем уплотняющее кольцо, то раствор, прорываясь в щель клапана быстро размывает посадочные поверхности. Если же уплотняющее кольцо садится на седло ранее тарелки, то под действием давления пластичный материал будет вдавлен в щель и его уплотняющая кромка быстро разрушится. Поэтому уплотняющие кольца для высоких давлений делают большого сечения со скругленными краями (рисунок 3.3) из жестких пластмасс полиуретана или синтетических резин, иногда армированных тканью.

Существующий ряд конструкций уплотнителей клапанов буровых насосов подразделяются на группы по следующим признакам:

- по форме посадочных поверхностей седла и тарелки;
- по расположению уплотнительных колец на тарелке или на седле;
- по конструкции направляющих (стержневая или крестовая);
- по материалу, примененному для уплотнения резины или пластмассы;
- по форме контакта уплотнителя с седлом;
- по материалу, из которого изготовлена тарелка и седло клапана.

На рисунке 3.3 представлены различные уплотняющие элементы клапанов

(область А здесь – деформируемая часть уплотнительного кольца под действием давления).

Уплотнения с плоским кольцом постоянной толщины показаны на рисунке 3.3 а. Данные уплотнения работают удовлетворительно при давлении 10-25 МПа, при давлении более 25 МПа срок их службы сокращается.

Уплотнения с утолщенным ободом кольца (рисунок 3.3 б) достаточно хорошо работают при давлениях 15-20 МПа, однако при давлении более 20 МПа их работоспособность сильно снижается. Уплотняющие кольца с круглым (рисунок 3.3 в) и ромбовидным (рисунок 3.3 г) сечением, изготовленные из полиуретана или жестких резин, при давлении более 20 МПа долговечнее, чем другие конструкции.

На рисунке 3.3 а показан клапан с уплотняющим кольцом на седле. Основные составляющие клапана - седло 1, тарелка 2, образующие вместе с пружиной 4, крышкой 10 и упорным винтом 11 клапанную коробку.

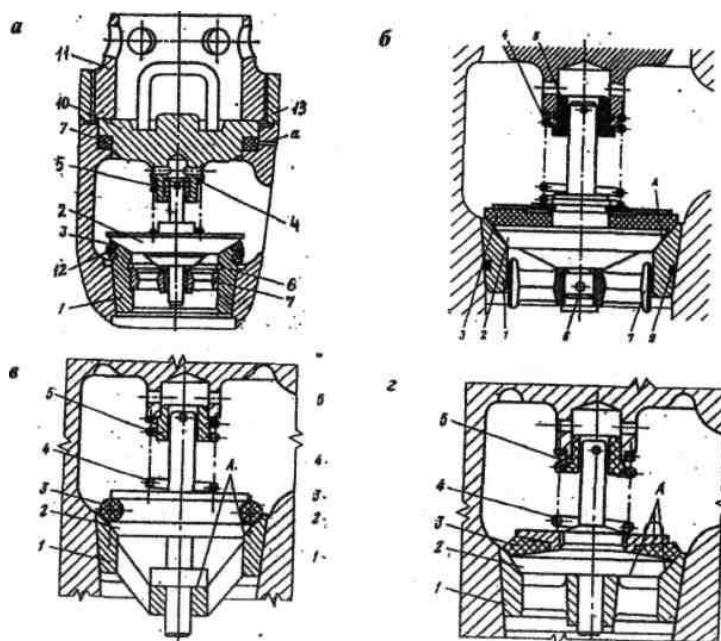


Рисунок 3.3 - Конструкции клапанов

а - уплотнение с плоским кольцом постоянной толщины; б - уплотнение с утолщенным ободом кольца; в - уплотнение с кольцом круглого сечения; г - уплотнение с кольцом ромбовидного сечения. 1-седло; 2-тарель со штоком; 3 - уплотнение тарели; 4-пружина; 5,8-втулки направляющие, нижняя и верхняя; 6-фиксатор; 7-крестовина направляющая; 9-уплотнение седла

Во внутренней расточке седла установлена крестовина 7 с резиновой втулкой 8 для нижнего направляющего штока тарелки. Крестовина не воспринимает осевой нагрузки от тарелки и удерживается в седле пружинным кольцом 6. Седло снабжено внутренним конусом для посадки тарелки. Уплотнение клапана обеспечивается резиновой манжетой 3, манжета выступает относительно внутреннего посадочного конуса седла, в связи с чем улучшается герметизация клапана, смягчаются удары при его работе, что способствует повышению срока службы седла и тарелки клапана.

Металлическая обойма 12 предохраняет манжету от развала. Клапанное отверстие гидрокоробки закрывается крышкой 10, снабженной ручкой, крышка герметизируется манжетой 7, установленной в расточке гидрокоробки. Уплотнение затягивается упорным винтом 11, накрученным на фланец 13 гидрокоробки. Герметичность уплотнения контролируется по появлению утечек через контрольное отверстие *a* в гидрокоробке. В случае повреждения резьбы фланец заменяют новым и поэтому сохраняется более дорогая гидрокоробка. Винт 11 снабжен упорной резьбой крупного шага, обычно применяемой при больших односторонних осевых нагрузках.

Дно крышки имеет прилив, в расточке которого установлена резиновая втулка 5 для верхнего направляющего штока тарелки. Витая пружина 4, установленная между крышкой и тарелкой, обеспечивает нормально закрытое положение клапана и своевременную посадку тарелки при работе насоса. Начальная (установочная) нагрузка пружины примерно в 10 раз превышает вес тарелки клапана.

Размещение уплотняющего кольца клапана на седле уменьшает массу рассматриваемой конструкции и улучшает ее динамические качества. Однако практика эксплуатации показала, что клапан с уплотнением на седле менее долговечен, чем клапан с уплотнением на тарели.

На рисунке 3.3 б изображен клапан с уплотняющим кольцом постоянной толщины и острой уплотняющей кромкой; этот клапан обладает небольшим ресурсом долговечности при высоких давлениях. Нижняя

направляющая крестовина укреплена на клапане, что увеличивает его массу и отрицательно сказывается на работе. Тарель можно посадить только на конический ее пояс, в результате чего возникают большие контактные напряжения.

Некоторые конструкции клапанов для работы при высоких давлениях показаны на рисунке 3.3 в и г: на рисунке 3.3 в - клапан с уплотняющим кольцом круглого сечения с двумя опорными поверхностями - на коническом пояске тарели и торцовой части нижней направляющей, а на рисунке 3.3 г - клапан с уплотняющим кольцом большой толщины; ромбовидная форма обеспечивает высокую долговечность. Конструкция клапана облегчена, тарель снабжена стержнем, движущимся в направляющих втулках седла и верхней крышки. Посадка тарели осуществляется одновременно на конический пояс и крестовину седла.

3.3 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить основные разновидности клапанов поршневых насосов. Особенности их устройства.
2. Каковы основные недостатки грузовых клапанов? Пружинных?
3. Каковы преимущества кольцевых клапанов? Тарельчатых?
4. Область использования шаровых клапанов.
5. Каковы требования предъявляемые к тарельчатым клапанам бурового насоса?