

## Лабораторно-практическая работа 4

### Изучение устройства центробежных насосов главного и участкового водоотлива

**Тема:** Изучение устройства центробежных насосов главного и участкового водоотлива

**Цель работы:** Изучение устройства центробежных насосов главного и участкового водоотлива подземных рудников Корпорации Казахмыс, познакомиться с техническими характеристиками насосов и видами технического обслуживания и ремонта.



**Водоотлив** – необходим для удаление шахтных и карьерных вод из шахтных выработок.

От надежности работы водоотливных установок зависят безопасность, экономичность и бесперебойность работы шахт. Современные водоотливные установки, особенно большой производительности, представляют сложный комплекс, в который входят горные выработки и оборудование: насосные камеры, трубные ходки, насосы, двигателя, трубные коллекторы.

Основными задачами водоотлива является:

- откачка шахтных вод
- очистка водоприемников
- очищение илоотстойников самоходной техникой
- обеспечение рудников оборотной водой для бурения

#### **Устройство и работа**

Насосные станции главного водоотлива подземных рудников Казахмыс заглубленного типа, с расположением насосных агрегатов ниже уровня воды в водосборниках. Непосредственно над насосной станцией располагается камера центральной распределительной подстанции.

Откачка шахтной воды осуществляется по 2-м нагнетательным трубопроводам по скважинам. Один из которых является резервным. На поверхности вода поступает в коллектор шахтных вод.

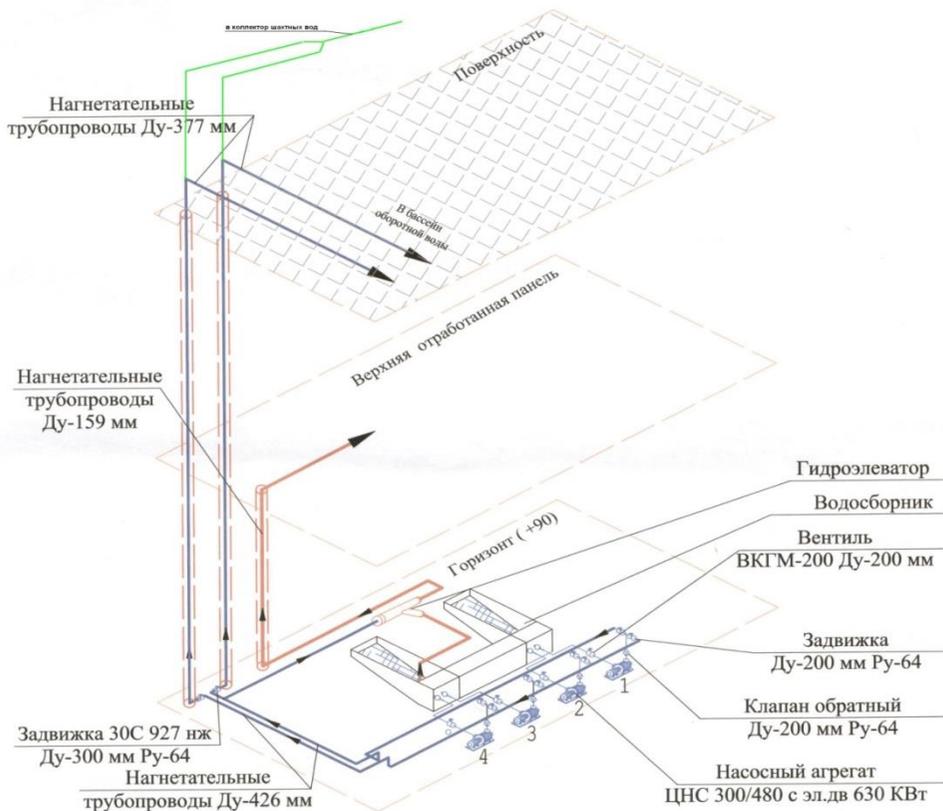
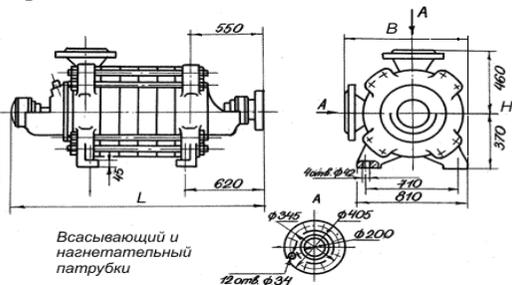
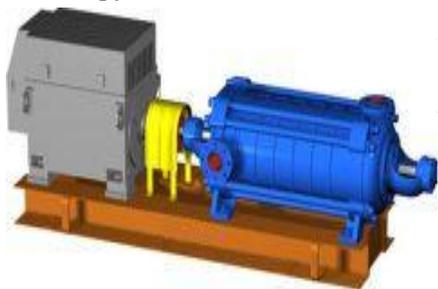


Схема водоотливного комплекса шахты

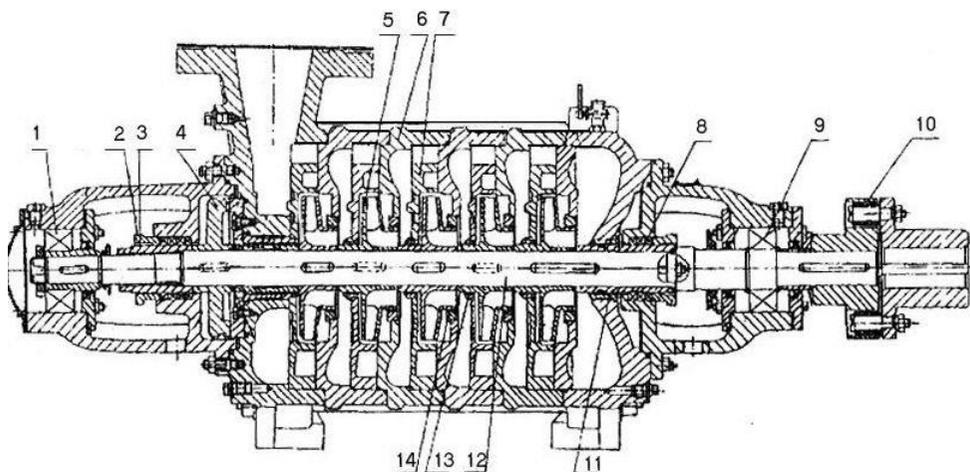
### Конструкция насоса секционного горизонтального ЦНС



Размеры и вес насоса ЦНС 300-360

число ступеней	N насоса,	габаритные размеры насоса,	M насоса,	габаритные размеры агрегата, мм LxВxН	M агрегата,
----------------	-----------	----------------------------	-----------	---------------------------------------	-------------

	кВт	мм LxВxH	кг		кг
6	420	1845x865x830	1800	3060x1050x1096	3470



Основные детали насоса: 1-подшипник; 2-крышка сальника; 3-защитная втулка; 4-диск гидравлической пяты; 5-рабочее колесо; 6-секция: 7-лопаточный отвод; 8-сальниковая навинка; 9-подшипник; 10-муфта; 11-втулка гидрозатвора; 12-вал; 13 и 14-кольцо уплотняющее.

### Конструкция насоса секционного горизонтального ЦНС 300-360

Основными конструктивными блоками насоса являются корпус и ротор.

К корпусу относятся крышки линий всасывания и нагнетания, направляющие аппараты, передний и задний кронштейны. Корпуса направляющих аппаратов, крышки всасывания и нагнетания стягиваются стяжными болтами.

Направляющий аппарат, кольцо (с уплотняющими кольцами) и рабочее колесо образуют секцию насоса. Стыки корпусов направляющих аппаратов уплотняются резиновыми кольцами, выполненными из масло-бензостойкой резины.

Благодаря тому, что корпус насоса состоит из отдельных секций, имеется возможность, не меняя подачи, менять напор путем установки нужного числа рабочих колес и направляющих аппаратов с корпусами. При этом меняется только длина вала и стяжных шпилек.

Ротор насоса состоит из вала, на котором установлены рабочие колеса, кольцо, рубашка вала, дистанционная втулка, регулировочные кольца и диск разгрузки. Все детали на валу стягиваются гайкой ротора.

Опорами ротора служат два радиальных сферических подшипника, установленные в переднем и заднем кронштейнах по скользящей посадке, позволяющей ротору перемещаться в осевом направлении на величину "разбега" ротора.

Подшипниковые камеры уплотняются манжетами, установленными в крышках подшипников.

Кронштейн с наружной стороны закрыт крышкой, в которой смонтировано устройство контроля смещения ротора.

Места выхода вала из корпуса подшипников и камер уплотняются сальником.

### **Принцип работы насоса секционного горизонтального ЦНС 300-360**

Работа насоса основана на взаимодействии лопаток вращающегося рабочего колеса и перекачиваемой жидкости.

Вращаясь, рабочее колесо сообщает круговое движение жидкости, находящейся между лопатками. Вследствие возникающей центробежной силы жидкость от центра колеса перемещается к внешнему выходу, а освободившееся пространство вновь заполняется жидкостью, поступающей из всасывающей трубы под действием создаваемого разрежения.

Выйдя из рабочего колеса первой секции, жидкость поступает в каналы направляющего аппарата и затем во второе рабочее колесо с давлением, созданным в первой секции, откуда - в третье рабочее колесо с увеличенным давлением, созданным во второй секции и т.д.

Вышедшая из последнего рабочего колеса жидкость через направляющий аппарат поступает в крышку нагнетания и из нее в нагнетательный трубопровод.

Во время работы насоса, вследствие давления воды на неравные по площади боковые поверхности рабочих колес, возникает осевое усилие, которое стремится сместить ротор насоса в сторону всасывания.

Для уравнивания осевого усилия в насосе предусмотрено разгрузочное устройство, состоящее из диска разгрузки, кольца и втулки разгрузки и дистанционной втулки.

Жидкость из последней ступени проходит через кольцевой зазор между втулкой разгрузки и дистанционной втулкой и давит на диск разгрузки с усилием, равным сумме усилий, действующих на рабочие колеса, но направленным в сторону нагнетания. Ротор насоса оказывается уравновешенным, равенство усилий устанавливается автоматически.

Выходящая из разгрузочной камеры жидкость охлаждает сальник со стороны нагнетания.

Сальник со стороны всасывания омывается жидкостью, поступающей под давлением из всасывающего трубопровода. Жидкость, проходя по рубашке вала через сальниковую набивку, предупреждает засасывание воздуха в насос и одновременно охлаждает сальник. Большая часть жидкости проходит через зазор между рубашкой вала и втулкой гидрозатвора в полость всасывания, часть проходит между рубашкой вала и сальником со стороны всасывания, охлаждая его, остальная часть выходит наружу через штуцер.

Затяжка сальника должна обеспечивать возможность просачивания перекачиваемой жидкости между валом и сальниковой набивкой наружу в количестве 5-15 л/ч. Меньшее количество свидетельствует об излишнем затягивании сальника, что увеличивает потери на трение и ускоряет износ рубашки вала и гайки ротора.

Ротор насоса приводится во вращение электродвигателем, присоединенным к насосу через упругую втулочно-пальцевую муфту, состоящую из двух полумуфт (насоса и электродвигателя) и пальцев с резиновыми втулками.

Направление вращения ротора насоса по часовой стрелке, если смотреть со стороны электродвигателя.

Насос и электродвигатель устанавливаются на общей фундаментной плите так, чтобы между полумуфтами оставался зазор 10 мм при роторе насоса, сдвинутом до отказа в сторону всасывания.

Перед эксплуатацией электродвигатель агрегата должен быть заземлен.

Насос ЦНС имеет возможность самовсасывания. Данное условие достигается за счет установки внутри насоса клапана.

В составе насосного агрегата ЦНС, как правило, на насос устанавливают общепромышленные асинхронные электродвигатели. Чаще всего для этих целей применяется трехфазный асинхронный двигатель с коротко замкнутым ротором.

Насосы изготавливаются как с сальниковыми, так и с торцовыми уплотнениями.

Утечки через торцовые уплотнения - согласно технической документации на торцовые уплотнения.

Опорные кронштейны насоса выполнены из чугуна, материал проточной части насосов ЦНС СЧ-20, Сталь 35Л, вал сталь 40х, направляющий аппарат, кольцо и корпус направляющего аппарата, втулка сальника - из прессматериала АГ-4В.

Уплотнение вала насоса осуществляется с помощью - сальниковой набивки сечением 10 мм.

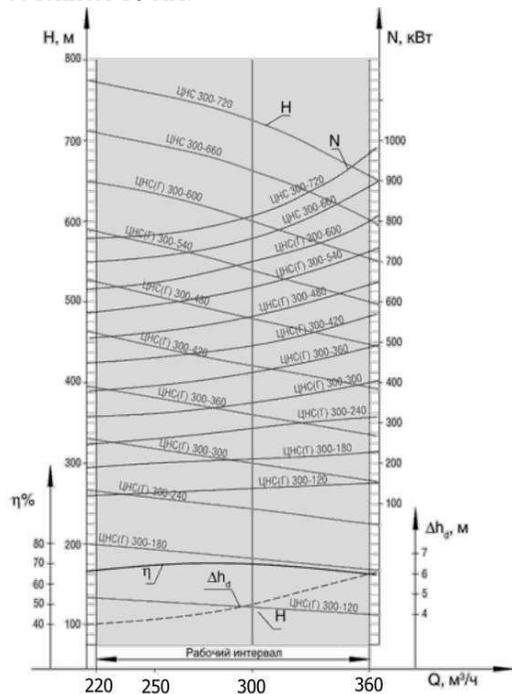


Рис. Графические Характеристики насосов ЦНС 300-360, испытанных в воде, плотностью 997 кг/м куб при частоте вращения 1500 об/мин

**Условные обозначения** насоса секционного горизонтального ЦНСАт 300-360 УХЛ 4 ТУ 3631-003-00217389-96 где, ЦНС - центробежный насос секционный; А - агрегат; Т - уплотнение торцовое (без обозначения уплотнение сальниковое); 300 - подача (м<sup>3</sup>/час); 360 - напор (м); УХЛ 4 - климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69; ТУ 3631-003-00217389-96 - технические условия исполнения

#### Маркировка и пломбирование

На корпусе насоса прикреплена табличка, содержащая:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя (полное или сокращенное);

- наименование и обозначение изделия;
  - порядковый номер изделия;
  - год выпуска изделия;
  - основные параметры:
- 1) подача;

- 2) напор;
  - 3) частота вращения;
  - 4) потребляемая мощность;
- масса изделия.

На торце напорного патрубка должен быть нанесен порядковый номер насоса.

Гайки стяжных шпилек пломбируются.

Пломбы могут быть сняты только в присутствии представителя предприятия-изготовителя.

### **Установка и монтаж**

Перед монтажом насос ревизии (разборке) не подлежит.

Фланцы насоса освобождаются от пломб и заглушек перед присоединением трубопроводов. Попадание посторонних предметов внутрь насоса недопустимо.

Насос и электродвигатель устанавливаются на общей фундаментной плите так, чтобы между полумуфтами муфты оставался зазор в 6-8 мм при роторе насоса, сдвинутом до отказа в сторону всасывания.

Затем укрепляют насос и электродвигатель болтами и приступают к проверке совпадения их осей (Рисунок 5) с помощью выверенной линейки, накладываемой на полумуфты или индикаторы. Несоосность осей полумуфт не должна превышать 0,2 мм. Центровка полумуфт достигается подкладыванием под лапы насоса или электродвигателя тонких металлических прокладок и легким сдвигом насоса и электродвигателя (при слегка отпущенных болтах) в горизонтальной плоскости.

Одновременно необходимо при помощи штангенциркуля или нутромера проверить параллельность торцевых плоскостей полумуфт. Непараллельность этих поверхностей не должна быть более 0,2 мм.

Для безопасности обслуживающего персонала муфта должна обязательно защищаться кожухом.

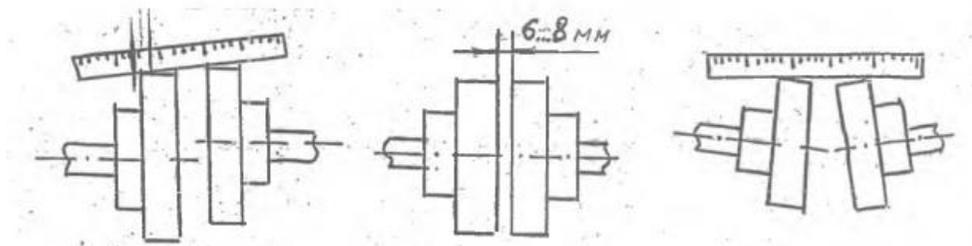


Рисунок 5 - Выверка соединения осей полумуфт насоса и электродвигателя

### **Всасывающий трубопровод**

Особое внимание должно быть обращено на тщательность сборки и полную герметичность всасывающего трубопровода, который должен быть по возможности коротким, с наименьшим числом колен, без резких переходов и острых углов.

Всасывающий трубопровод должен идти, поднимаясь к насосу. Это необходимо для того, чтобы воздух или пары выделяющиеся из перекачиваемой жидкости при всасывании могли легко удаляться. Это также необходимо для полного вытеснения воздуха при заливке насоса.

Все соединения трубопроводов должны быть легко доступны для наблюдения и ремонта.

Диаметр всасывающего трубопровода не должен быть меньше диаметра всасывающего патрубка насоса. При большой длине всасывающий трубопровод должен иметь внутренний диаметр, превышающий диаметр входного патрубка и под соединяться к нему через конфузор - сходящийся переходник.

Всасывающий трубопровод должен иметь приемный клапан, который необходимо расположить ниже уровня воды не менее, чем на 0,5 м, чтобы воздух не мог проникнуть в насос, расстояние между дном колодца и сеткой приемного клапана должно быть не менее 0,5 м, чтобы, с одной стороны, не препятствовать проходу воды в трубопровод, а с другой — не допускать проникновения в трубопровод песка и грязи. Расстояние от стенок колодца до приемного клапана с сеткой должно быть не менее 0,5 м.

Следует избегать устройства общего всасывающего трубопровода для нескольких трубопроводов. Лишние соединения - задвижки и краны недопустимы т.к. они могут быть причиной подсоса воздуха. Живое сечение сетки приемного клапана должно быть в 4-5 раз больше сечения трубопровода.

### **Напорный трубопровод**

Насос подсоединяется к напорному трубопроводу через обратный клапан и задвижку.

Обратный клапан необходим для защиты насоса от гидравлического удара, который может возникнуть вследствие обратного течения жидкости при внезапном прекращении подачи электроэнергии. Задвижка в нагнетательном трубопроводе нужна как для отделения насоса от напорного водопровода при ремонте, так и для пуска насоса в работу. Кроме того, задвижка служит для регулирования производительности и напора насоса.

Трубопроводы должны иметь самостоятельные опоры и не передавать усилие на насос.

Не допускается стягивание окончательно смонтированных насоса и трубопроводов при наличии зазора или перекосе между ними.

### **Подготовка насоса к пуску**

После того, как насос и электродвигатель окончательно смонтированы, приступаем к подготовке насоса к запуску.

Для этого необходимо:

- проверить наличие смазки в подшипниках. Заполнение подшипниковой камеры смазкой не должно превышать 1/3-1/2 свободного объема камеры, т.к. излишнее количество смазки вызывает нагрев подшипникового узла;

- осмотреть сальники, которые должны быть набиты плотно, но не туго.

Сальники надо подтягивать с таким расчетом, чтобы перекачиваемая жидкость могла просачиваться между валом и набивкой сальника наружу. Излишнее затягивание сальников ускоряет износ втулок, увеличивает потери на трение и понижает коэффициент полезного действия (далее - КПД);

- проверить - свободно ли вращается и установлен ли по риску, нанесенной на втулку 40 со стороны муфты, ротор насоса (проверка положения риски производится при роторе, сдвинутом до упора в сторону всасывания). Риска должна

находиться заподлицо с торцевой плоскостью крышки переднего подшипника (Рисунок 6);

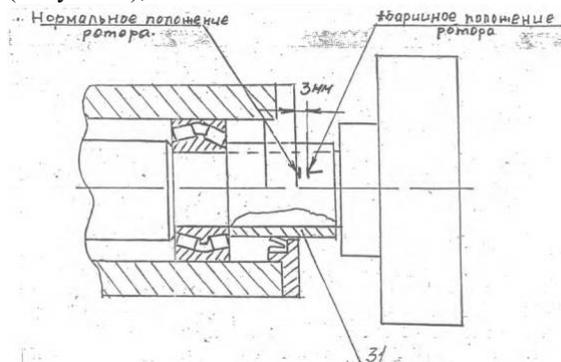


Рисунок 6 - Установка ротора по риску

- проверить правильность направления вращения электродвигателя: ротор электродвигателя должен вращаться против часовой стрелки, если смотреть со стороны муфты. Обратное вращение ротора не допускается.

Пальцы вставляют в муфту только после того, как убеждаются в правильности направления вращения ротора электродвигателя.

Если он вращается неправильно то необходимо поменять фазами две жилы питающего кабеля;

- проверить в порядке ли всасывающий и нагнетательный трубопроводы, затянуты ли фланцы, не пропускает ли приемный клапан воду и установлены ли спускные пробки.

После проверки исправности насоса и готовности его к работе, приступают к заливке насоса и всасывающего трубопровода водой из нагнетательного трубопровода или через отверстие М2 Ох 1,5 в крышке всасывания. Для этого открывают кран пробно-спускной П-6-10 ТУ 26-07-1454 83, расположенный наверху крышки всасывания и заливают насос до тех пор, пока через воздушный краник не будет бить струйка воды без воздушных пузырьков. Одновременно проверяется герметичность всасывающего трубопровода и устраняют места течи.

После проверки исправности насоса и заливки, насос готов к пуску.

### Пуск и остановка насоса

Производите пуск насоса при закрытой задвижке

При пуске насос должен нагружаться постепенно. После того как электродвигатель включен и достиг полного числа оборотов, постепенно открывают регулируемую задвижку. Этим избегается перегрузка электродвигателя при пуске.

В то же время не следует работать слишком долго при закрытой задвижке, т.к. это приводит к значительному нагреванию жидкости в насосе. Регулируя степень открытия задвижки, можно получить нужную подачу или напор.

Когда насос уже пущен, надо проверить, работает ли загрузочное устройство, т.е. вытекает ли вода из трубки разгрузки 7 (см. рисунок 4) крышки нагнетания.

Из сливной трубки должно вытекать от 3 % до 6 % перекачиваемой жидкости от номинальной подачи насоса.

Проверяется затяжка сальников. Рекомендуется проводить затяжку сальников таким образом, чтобы через сальник наружу просачивалось 0,25-0,5 л/мин перекачиваемой жидкости.

Соединив вакуумметр с насосом, необходимо убедиться устойчивы ли показания стрелки, и затем вновь соединить вакуумметр с атмосферой. Большие колебания стрелки вакуумметра указывают на негерметичность всасывающего трубопровода.

При остановке насоса постепенно закрывают регулирующую задвижку и после этого выключают электродвигатель.

### **Техническое обслуживание**

Безопасная и длительная работа насоса зависит от правильной эксплуатации и своевременного технического обслуживания.

При эксплуатации необходимо вести наблюдение за его техническим состоянием, режимами работы, нагревом подшипников, за внешними утечками через гидравлическую пяту и периодически проводить техническое обслуживание.

Техническое обслуживание и устранение возможных неисправностей и отказов должны производиться лицами, подготовленными к обслуживанию насоса.

При подготовке и проведении работ по обслуживанию насоса должны быть соблюдены меры безопасности, предусмотренные руководством и типовыми инструкциями по охране труда.

При техническом обслуживании электрооборудования необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на электрооборудование.

### **Порядок технического обслуживания**

Техническое обслуживание сводится к наблюдению за насосом во время работы и к своевременной его смазке.

Во время работы насоса необходимо:

- периодически проверять показания манометра и вакуумметра;
- периодически проверять температуру подшипников. Установившаяся температура подшипников не должна превышать 80 °С;
- следить за правильной работой сальников. Необходимо, чтобы через сальники просачивалась вода. Благодаря чему воздух не проникает в насос. При нагревании сальника следует усилить протекание воды, ослабив нажим крышки сальника;
- следить за правильной работой разгрузочного устройства, проверяя температуру и качество воды, выходящей из разгрузочного устройства. Установившееся превышение температуры воды, вытекающей из разгрузочного устройства, по отношению к температуре воды, перекачиваемой насосом, должно быть не более 2 °С.

Повышенный нагрев воды указывает на перекос диска разгрузки и кольца в разгрузочном устройстве или плотное прилегание кольца к крышке нагнетания, что приводит к быстрому износу разгрузочного устройства;

- периодически во время остановки насоса проверять — не сместилась ли относительно торца крышки подшипников риска, нанесенная на втулке 40, т.е. не сработались ли кольца разгрузки.

### **Консольные насосы участкового водоотлива**



насос типа К-100/65 горизонта – 90 м

### Консольные насосы. Описание и назначение.

Консольным насос называется так, потому что, у него рабочая часть расположена консольно относительно станины. См рис 1

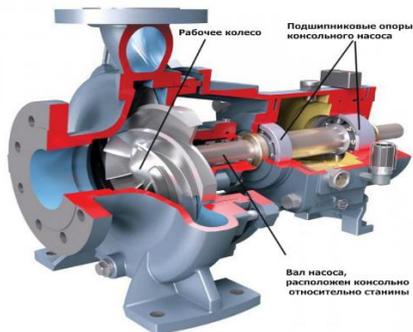


Рис 1. Устройство консольного насоса Рис 2 Рабочее колесо консольного насоса

Консольное расположение - это значит у вала (или оси), на котором находится колесо, только одна опора по отношению к колесу.

Рабочим органом консольного насоса является центробежное колесо. См. Рис2

Центробежное колесо **консольного насоса** состоит из двух дисков, между которыми находятся лопасти, соединяющие их в единую конструкцию. Лопасти плавно изогнуты в сторону, противоположную направлению движения колеса. Это наиболее распространенное, так называемое, закрытое рабочее колесо. Однако встречаются насосы и с открытым рабочим колесом, состоящие из одного диска.

**Принцип работы насоса** При вращении колеса **консольного насоса** на жидкость, находящуюся внутри колеса, действует центробежная сила, прямо пропорциональная расстоянию частицы жидкости от центра колеса и квадрату угловой скорости вращения колеса. Под действием этой силы жидкость выбрасывается из рабочего колеса в напорный патрубок, в центре колеса создается разрежение, а в периферийной его части - повышенное давление. Движение жидкости по всасывающему трубопроводу происходит вследствие разности давлений над свободной поверхностью жидкости в приемном резервуаре и в центральной области колеса.

Как правило, к группе **консольных насосов** относятся центробежные одноступенчатые, чугунные насосы с односторонним подводом жидкости к рабочему колесу. Колесо такого насоса располагается на конце вала (консоли), установленного в подшипниках корпуса насоса или электродвигателя. Основную массу консольных насосов для воды составляют наиболее распространенные насосы типа К и насосы типа КМ. В насосах типа К подвод крутящего момента от вала электродвигателя на вал насоса происходит через упругую муфту.

В насосах типа КМ рабочее колесо установлено на конце удлиненного вала электродвигателя. Материал деталей проточной части консольных насосов для воды, в основном, серый чугун.

Исполнение насоса по узлу уплотнения определяется температурой перекачиваемой воды и давлением на входе в насос.

В одинарный мягкий сальник затворная жидкость не подается. В двойное сальниковое уплотнение при температуре перекачиваемой жидкости до +90С затворная жидкость подается в тупик, а при температуре свыше 90 С - на проток.

К одинарному торцовому уплотнению может подводиться перекачиваемая жидкость из напорного трубопровода. В двойное торцовое уплотнение затворная жидкость подается только на проток. Затворная жидкость во всех случаях подается под давлением, превышающим давление перед уплотнением на 0,5...1,5 кгс/кв.см.

В качестве затворной жидкости может быть использована любая нетоксичная и невзрывоопасная жидкость с температурой не выше 40С, содержащая частицы размером до 0,2 мм с объемной концентрацией их до 0,1%. Наибольшее допустимое избыточное давление перекачиваемой жидкости на входе: для консольных насосов с сальниковым уплотнением - 3,5 кгс/кв.см, с торцовым уплотнением - 6 кгс/кв.см.

Допускаемая величина внешней утечки воды через сальниковое уплотнение до 3 л/час (через сальник должна просачиваться жидкость, чтобы смазывать и охлаждать уплотняющую поверхность). Утечка через торцовое уплотнение существенно меньше и в идеале может быть близка к нулю. Консольные насосы промышленного назначения выпускаются отечественными насосными заводами по международному стандарту ИСО2858 и по ГОСТам (параметрическое обозначение) примерно в равном количестве.

## **Литература**

1. Хаджиков Р. Н., Бутаков С. А. Горная механика. – М.: Недра, 1982
2. Попов В.М. Шахтные насосы (теория, расчет и эксплуатация): Справочное пособие.-М.; Недра, 1993.-224 с.
3. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту шахтных главных водоотливных установок. М., Недра, 1983, 104 с.
4. Абрамов А.П. Стационарные машины. Расчет водоотливных установок горнодобывающих предприятий: Учеб.пособие; ГУ казГТУ-Кемерово, 2003.-143 с.