

Тема 2.

Общие сведения о насосах







Классификация насосов

Насосы классифицируются по нескольким признакам:
принципу действия,
конструктивному исполнению,
назначению,
отраслевому применению,
величине подачи и напора.

Она регламентирована ГОСТ 17398-72. «Насосы. Термины и определения». ГОСТ ISO 17769-1-2014 «Насосы жидкостные и установки».


Наиболее общей классификацией насосов является классификация по принципу действия. Согласно ГОСТу, насосы делятся по данному признаку на две группы:
динамические и объемные





Динамическими называют насосы, в которых жидкость под воздействием гидродинамических сил перемещается в камере (незамкнутом объеме), постоянно сообщаящиеся с входом и выходом насоса.

Объемными называют насосы, в которых жидкость перемещается путем периодического изменения объема камеры, попеременно сообщаящееся со входом и выходом насоса.






Динамические насосы подразделяются на лопастные и насосы трения и инерции.


Лопастными называют насосы, в которых жидкость перемещается за счет энергии, передаваемой ей при обтекании лопастей рабочего колеса.

Эти насосы объединяют две основные группы насосов: центробежные и осевые.


В насосах трения и инерции жидкость перемещается под действием сил трения и инерции. Данная группа включает насосы: дисковые, вихревые, червячные и насосы без движущихся деталей.

Среди насосов этой группы выделяют насосы без движущихся частей (без учета клапанов): струйные, гидравлические тараны (гидротараны), вытеснители, эрлифты.





Группа объемных насосов включает насосы возвратно-поступательного действия, в которую входят поршневые, плунжерные, диафрагменные и роторные насосы, объединяющие шестеренные, пластинчатые, винтовые и подобные им насосы.



НАСОСЫ

Динамические

Лопастные

центро-
бежные

осевые

Трения и и инерции

дисковые

вихревые

червячные

без движущихся
деталей

струйные

гидротараны

эрлифты

Объемные

Роторные

шестеренные

винтовые

пластинчатые

шиберные

шиберно-
роликовые


водокольцевые

Возвратно- поступательные

поршневые

плунжерные

диафрагменные




Конструкции насосов весьма разнообразны.

В пожарной технике находят применение лишь ограниченное число представителей различных групп насосов.

Поэтому приводить полную классификацию насосов по другим признакам не представляется необходимым.

Наибольшее применение в пожарной технике нашли следующие насосы:

центробежные,
струйные,
шестеренные,
шиберные,
шиберно-роликовые,
водокольцевые,
поршневые,
плунжерные,
диафрагменные.



Объемные насосы.


Объемные насосы - поршневые (простого, двойного и дифференциального действия), плунжерные и роторные (шиберные, водокольцевые, шестеренные, кулачковые и винтовые).

Работа их основана на принципе попеременного изменения рабочего объема камеры

$$pV = \text{const},$$


где V - рабочий объем камеры насоса;

p - давление среды в камере насоса.



У поршневых насосов во время всасывания, вследствие возвратно-поступательного движения поршня в цилиндре, рабочий объем камеры увеличивается, создается разрежение и в нее под действием атмосферного давления через всасывающий клапан поступает вода.

Во время нагнетания объем камеры уменьшается, воде сообщается энергия движения и она выдавливается через нагнетательный клапан в напорную линию.



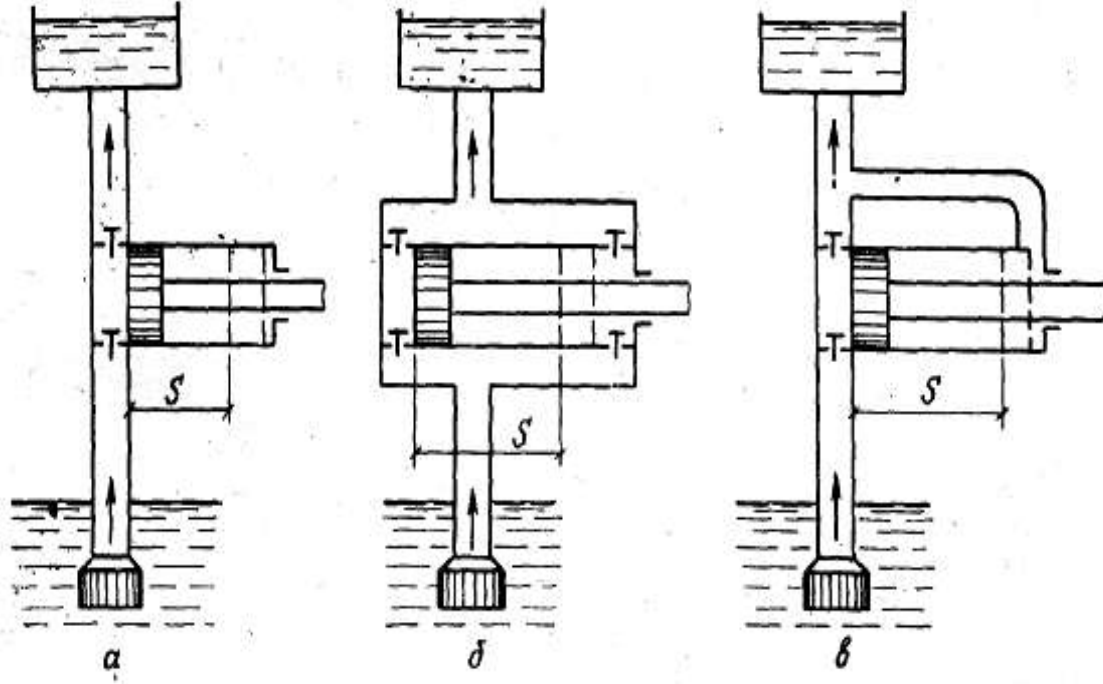


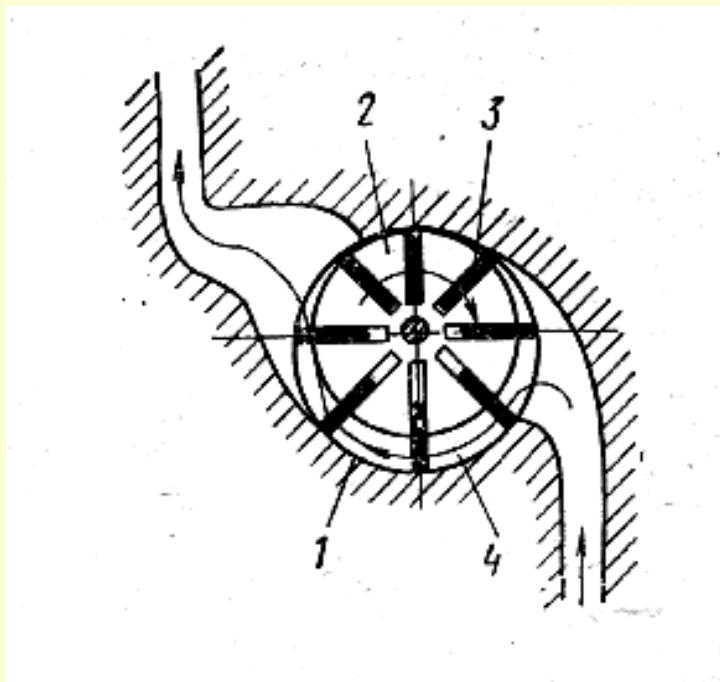
Схема поршневых насосов а - простого действия; б - двойного действия;
 в - дифференциального действия; S - ход поршня

За один двойной ход поршня (цикл) у поршневого насоса:

простого действия происходит одно всасывание и одно нагнетание;

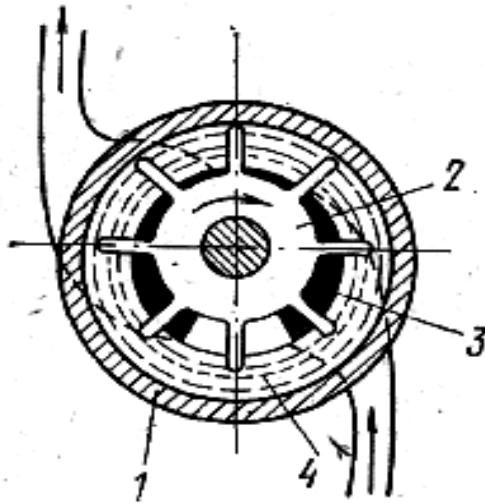
двойного действия - два всасывания и два нагнетания, т.е. всасывание" и 'нагнетание совершаются при каждом ходе поршня;

дифференциального действия - одно всасывание и два нагнетания по половине объема,' т.е. всасывание происходит периодически, а нагнетание непрерывно.



У шибера насоса при вращении ротора 2, эксцентрично расположенного в корпусе насоса 1, в первый период увеличивается рабочий объем 4, заключенный между двумя шиберами 3, внешней поверхностью ротора 2, внутренней поверхностью корпуса 1 и двумя боковыми крышками - происходит всасывание.

Во второй период вращения ротора рабочий объем уменьшается - происходит нагнетание.



У водокольцевого насоса в цилиндрическом корпусе 1 эксцентрично размещен ротор 2 с радиальными лопатками, заклиненный на валу.

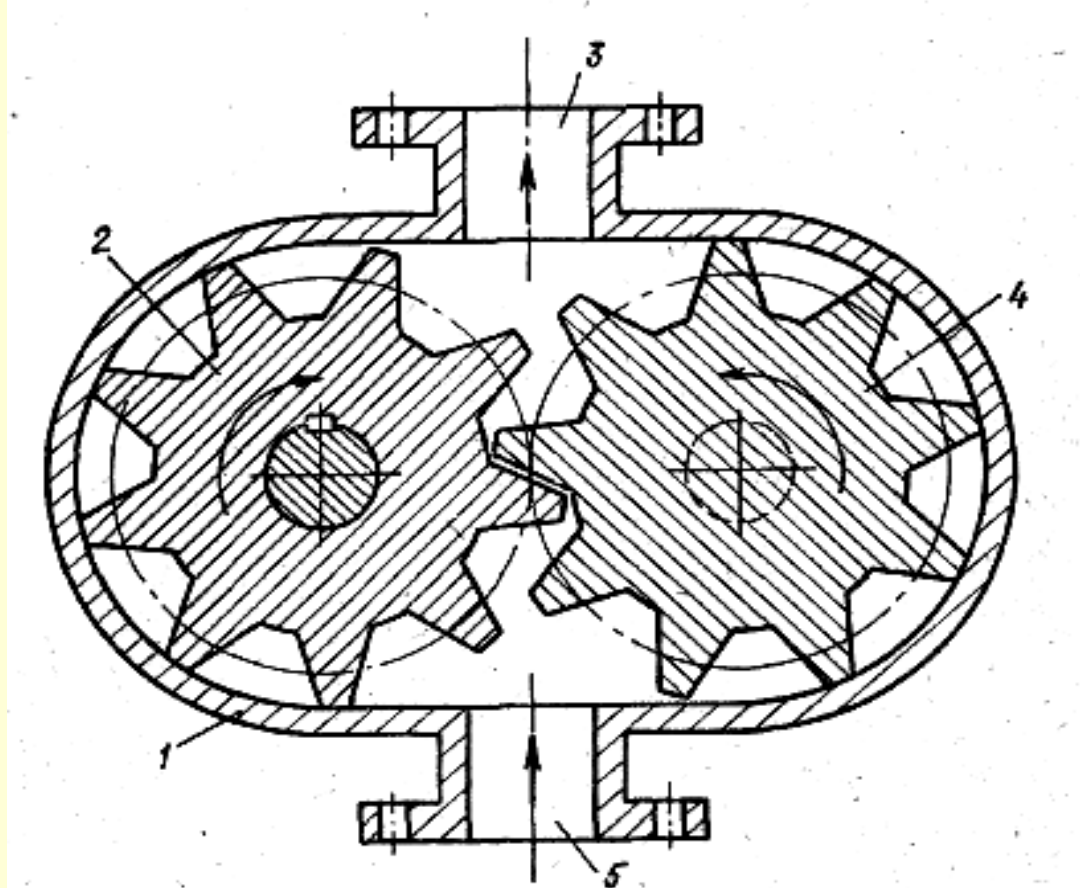
К торцовой плоскости примыкают всасывающий и нагнетательный трубопроводы.

Корпус насоса предварительно заполняют водой.

При вращении ротора вода отбрасывается к периферии, образуя водяное кольцо 4, concentричное корпусу насоса 1, в которое погружаются донцы радиальных лопаток.

Рабочий объем 3, образованный двумя радиальными лопатками, внешней поверхностью ротора 2, водяным кольцом 4 и двумя боковыми крышками, сначала увеличивается, потом уменьшается.

При увеличении объема 3 происходит всасывание, при уменьшении - нагнетание.



У шестеренного насоса ведущая 2 и ведомая 4 шестерни размещены с малыми зазорами в корпусе 1.

При вращении шестерен жидкость, заполняющая впадины зубьев, переносится из полости всасывания 5 в полость нагнетания 3.

В полости всасывания 5 зубья шестерен выходят из зацепления, а в полости нагнетания 3 входят в зацепление.

Струйные насосы

Струйные насосы (насосы трения) - гидроэлеваторы, эжекторы и инжекторы.

Работа их основана на принципе эжекции, т.е. на передаче энергии от рабочей среды к нагнетаемой жидкости.

В качестве рабочей среды. могут служить вода, газ и пар.

Работа насосов отвечает законам неразрывности и сохранения энергии потока жидкости

$$Q = Sv; \quad \rho/\gamma + v^2/2g + z = \text{const}$$

где Q - общий расход жидкости;

S - площадь живого сечения;

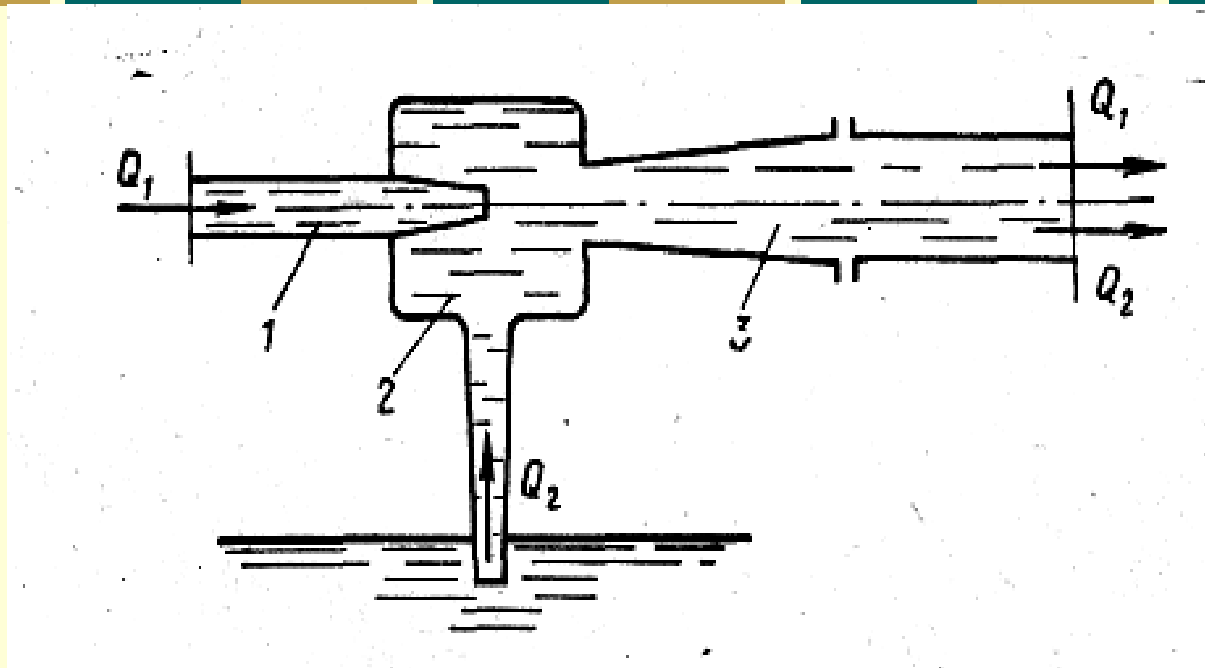
v - средняя скорость потока;

ρ - рабочее давление потока;

γ - удельный вес жидкости;

g - ускорение свободного падения;

z - энергия положения.

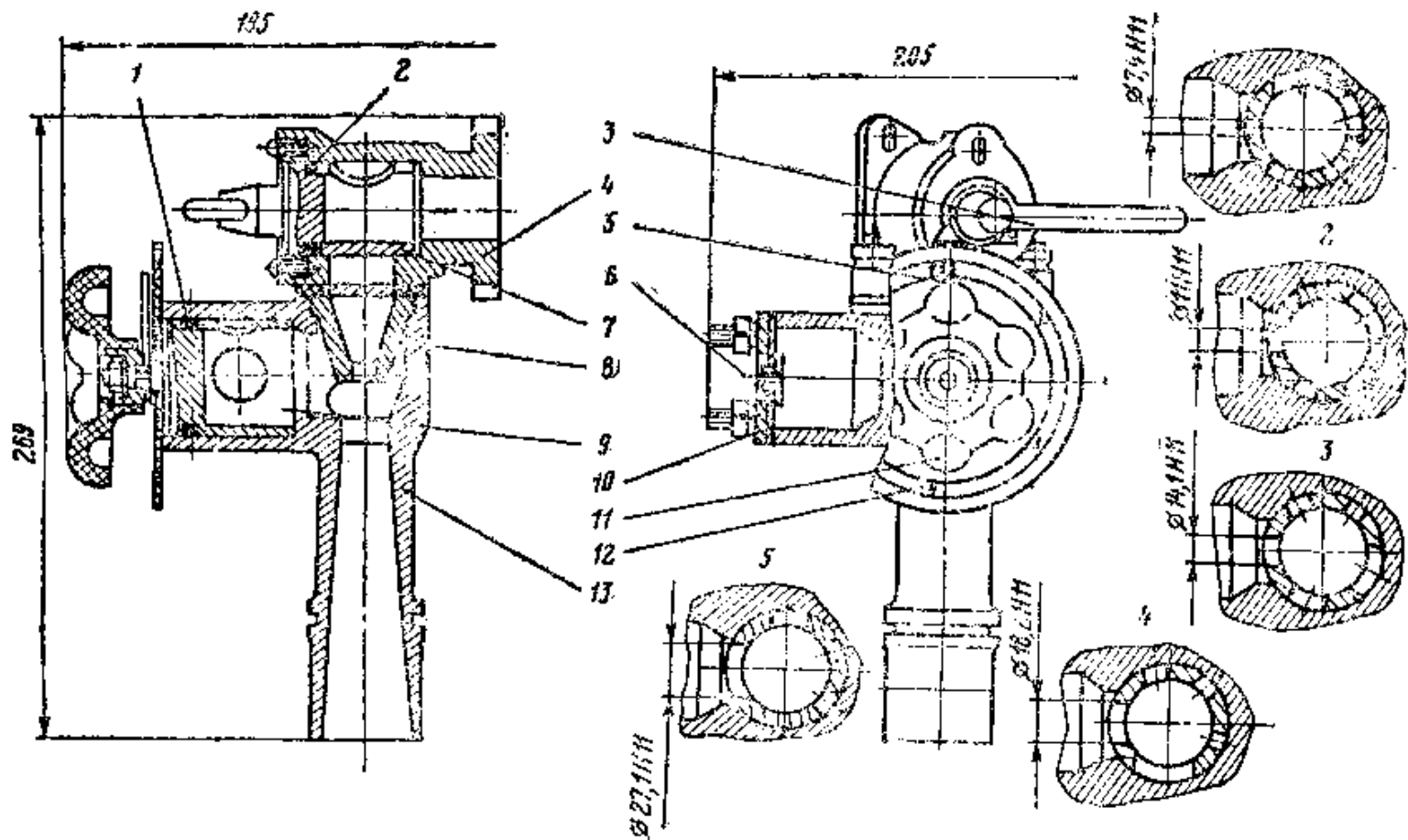


У струйного насоса рабочая среда Q_1 подходит к насадку 1 с некоторым запасом потенциальной p/γ и кинетической $v^2/2g$ энергии.

Уменьшаясь в сечении, насадок 1 увеличивает кинетическую энергию при уменьшении потенциальной, создавая в вакуумной камере 2 разрежение.

Под действием атмосферного давления в камеру 2 поступает эжектируемая среда Q_2 и далее струей рабочей среды уносится в диффузор 3.

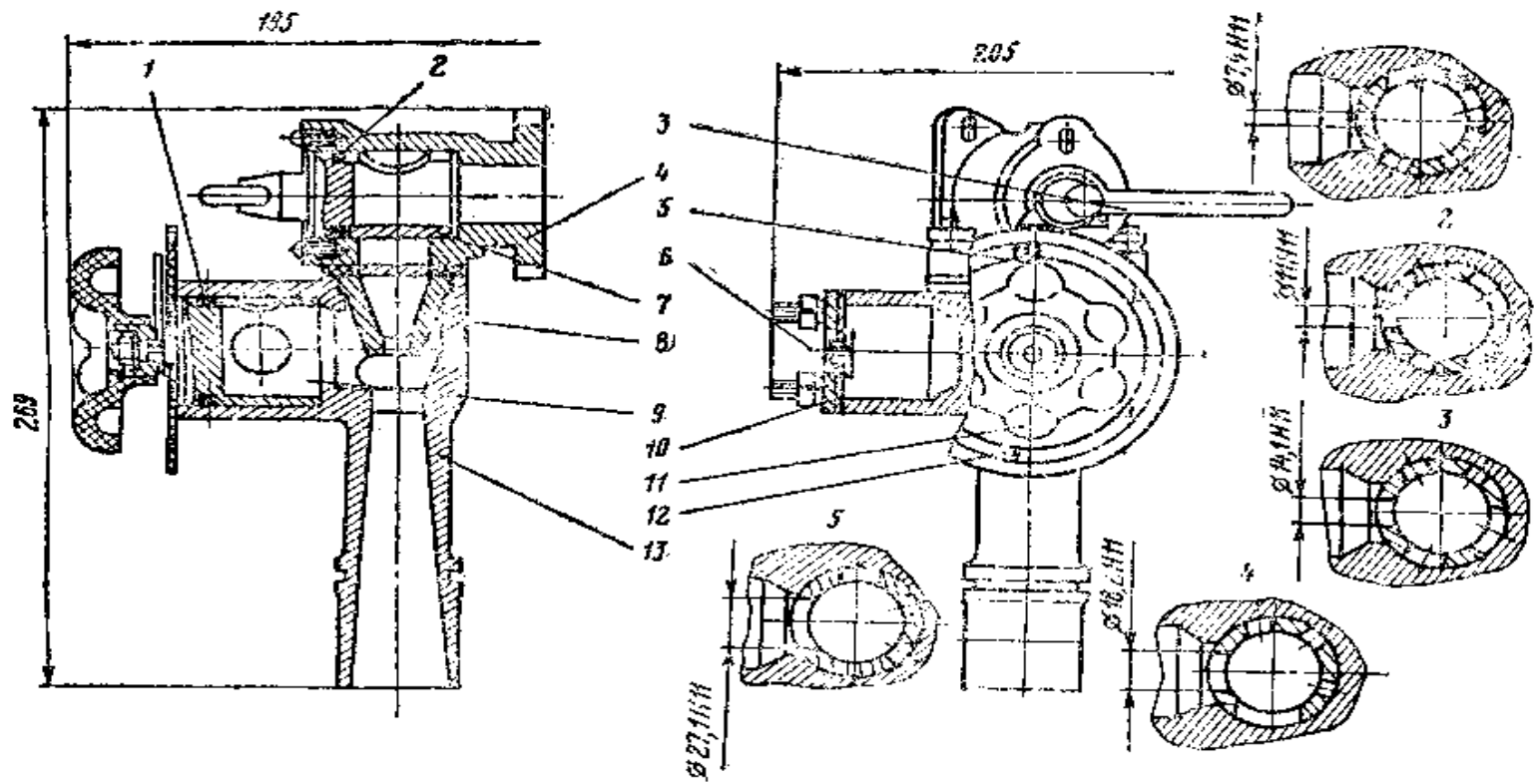
В расширяющемся диффузоре 3 скорость движения потока рабочей и подсосываемой среды уменьшается, а напор увеличивается, т.е. происходит преобразование кинетической энергии в потенциальную.



Пеносмеситель ПС-5 служит для дозирования и подачи пенообразователя в насос.

Он состоит из корпуса 13, сопла 8, корпуса крана 4, дозатора 9, пробки 7, шкалы 12, стрелки 5, маховичка 11, обратного клапана 6, крышки 10 и ручки 3.

Пробка крана 7 и дозатор 9 уплотнены резиновыми кольцами 1 и 2.

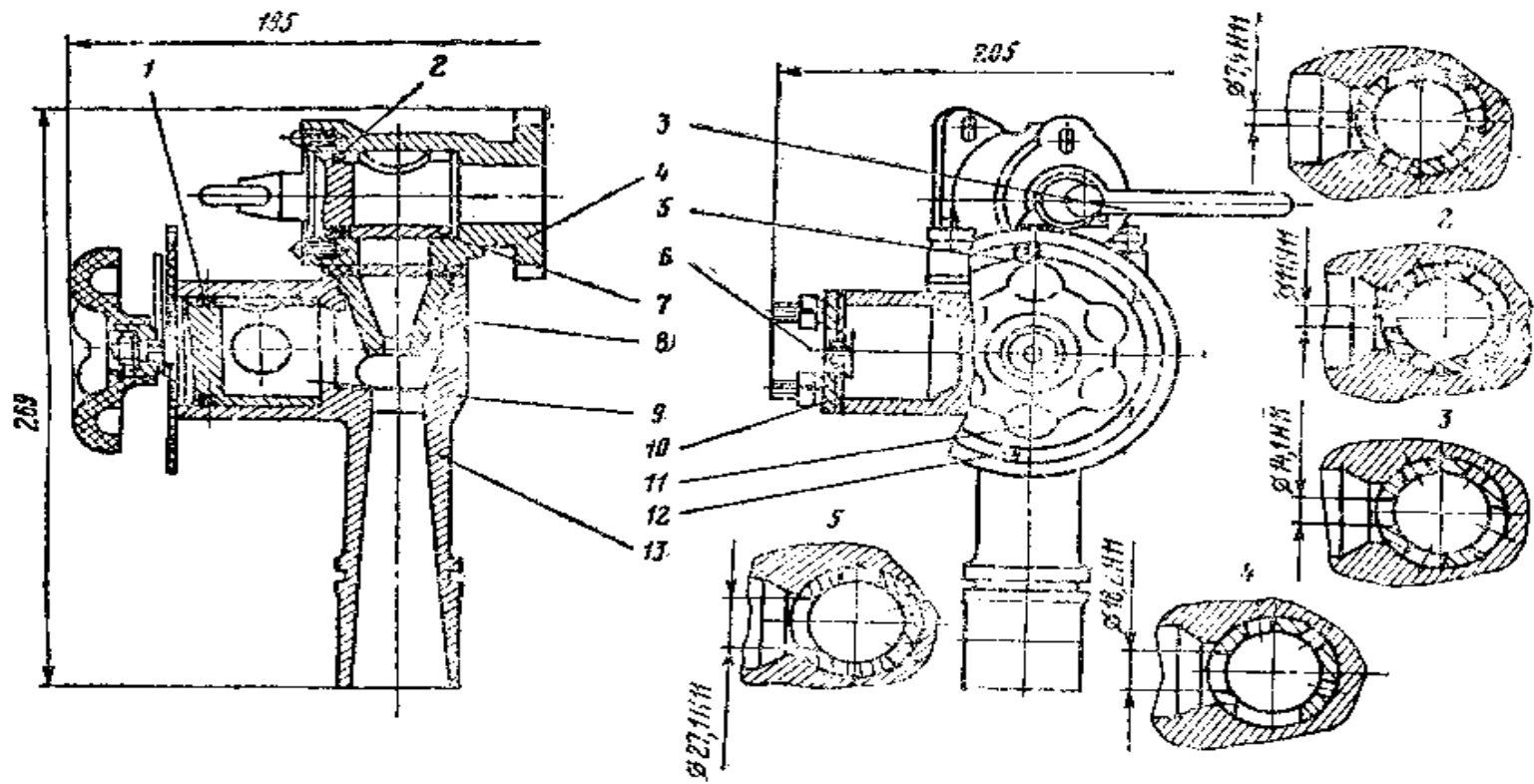


Для включения пеносмесителя следует повернуть кран ручкой 3 против часовой стрелки до упора.

Вода из коллектора с большой скоростью поступит в сопло 8 и диффузор корпуса 13.

При этом в полости вокруг сопла образуется разрежение и подсасывается пенообразователь.

В диффузоре пенообразователь смешивается с водой, затем поступает во всасывающую полость насоса и далее в виде эмульсии подается к воздушно-пенным стволам.

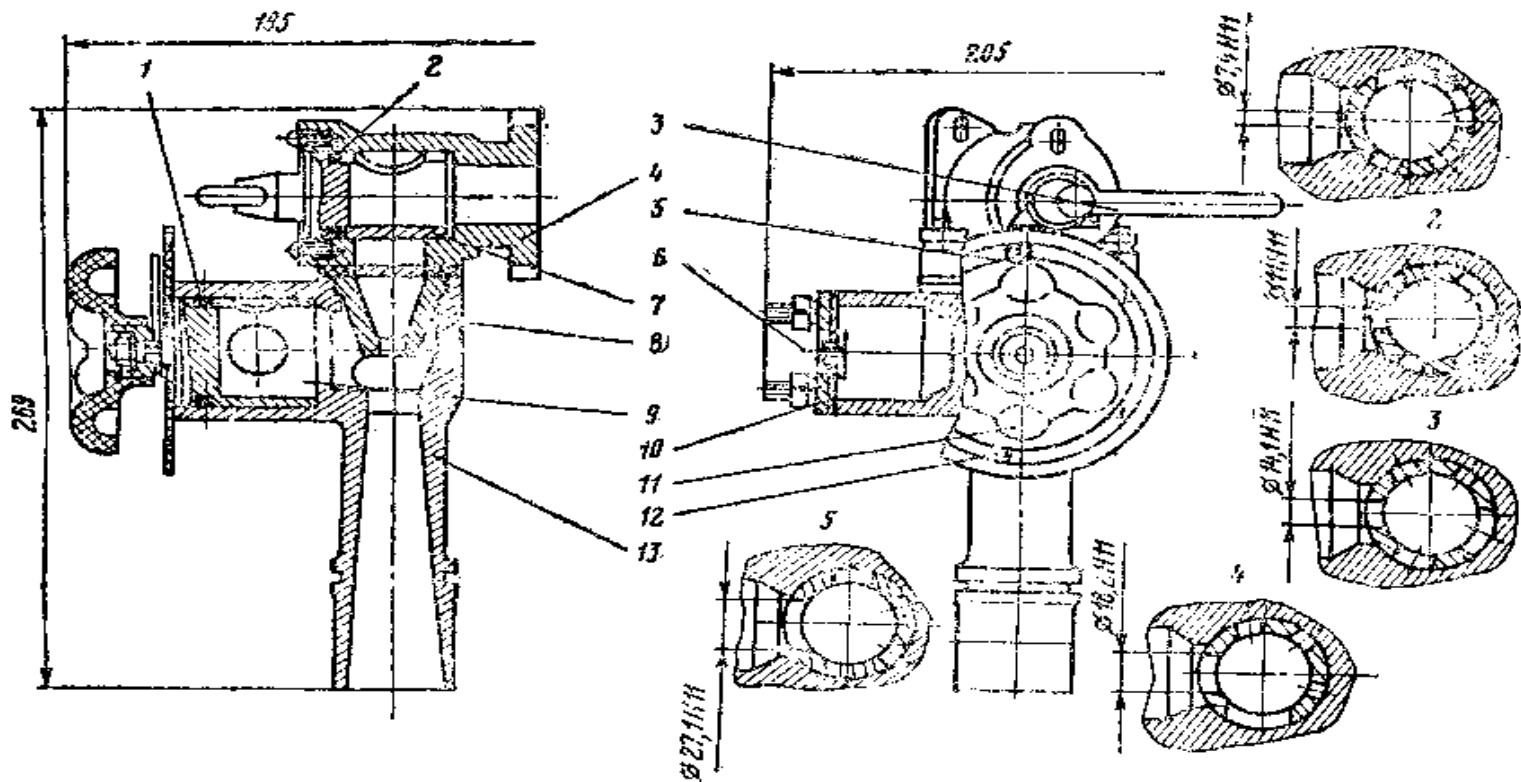


Дозировка пенообразователя осуществляется дозатором 9, который имеет пять рабочих положений.

Цифры на шкале обозначают количество стволов ГПС-600 и СВП-4, подсоединенных к насосу через рукавные линии.

Производительность пеносмесителя устанавливается поворотом маховичка 11 до совмещения стрелки 5 с соответствующим делением шкалы 12.

Наибольшее допустимое число одновременно работающих стволов (по подаче воды насосом): ГПС-600 - 5 шт., СВП-4 - 4 шт.



Пеносмеситель имеет обратный клапан 6, предотвращающий проникновение воды в емкость для пенообразователя во время работы насоса с подпором.

Во время работы пеносмесителя на насосе должен поддерживаться напор от 70 до 80 м (в зависимости от длины и диаметра рукавных линий) и подпор не более 25м.



При эксплуатации пеносмесителя необходимо следить за его герметичностью, состоянием прокладок и резиновых колец, а также своевременно подтягивать крепежные детали.

После окончания работы пеносмеситель необходимо промыть водой.





Центробежные насосы

Работают по принципу использования центробежной силы

$$F = ma = m\omega^2 R,$$

где F - центробежная сила;

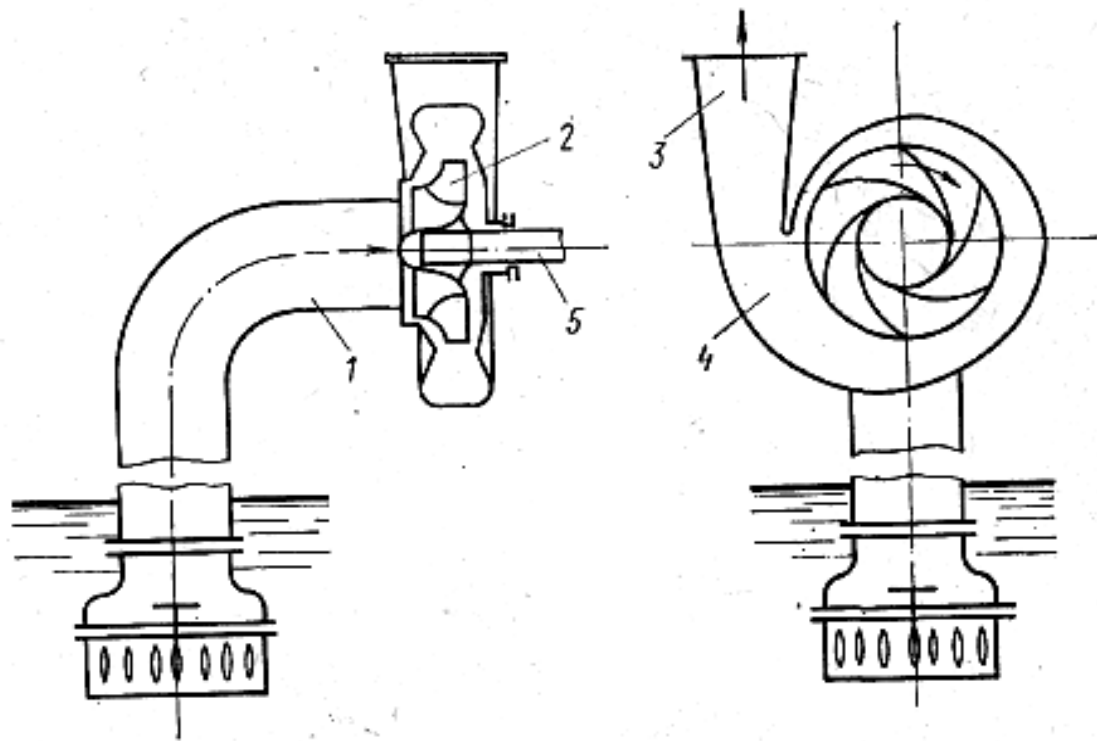
m - масса жидкости;

a - ускорение движения жидкости;

ω - угловая скорость;

R - радиус рабочего колеса.

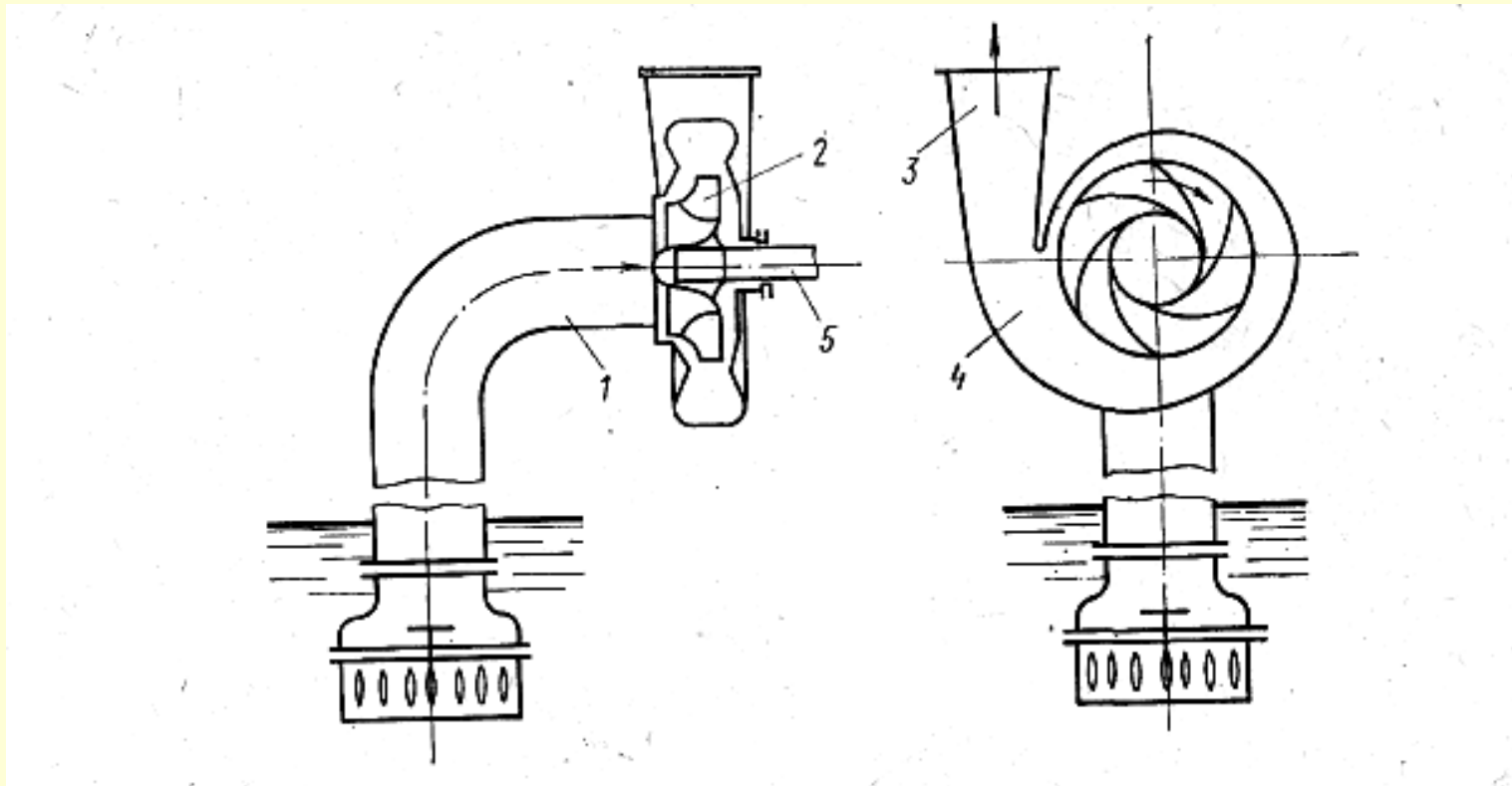




Основной частью насоса является рабочее колесо 2 с профилированными лопатками.

При вращении колеса, посаженного на вал 5 (корпус насоса предварительно заполняется жидкостью), вода, находящаяся в каналах колеса, также начинает вращаться и под действием центробежной силы F перемещается от центра рабочего колеса к периферии.

В результате перемещения воды в центре рабочего колеса создается разрежение, куда через всасывающую линию 1 под действием атмосферного давления непрерывно поступает вода.



Механическая энергия двигателя при этом частично затрачивается на увеличение потенциальной и кинетической энергии давления потока.

В расширяющемся спиральном отводе 4 и в расположенном за ним диффузоре 3, а в некоторых конструкциях насосов - в расширяющихся каналах направляющих аппаратов скорость движения потока жидкости уменьшается и кинетическая энергия потока преобразуется в потенциальную.

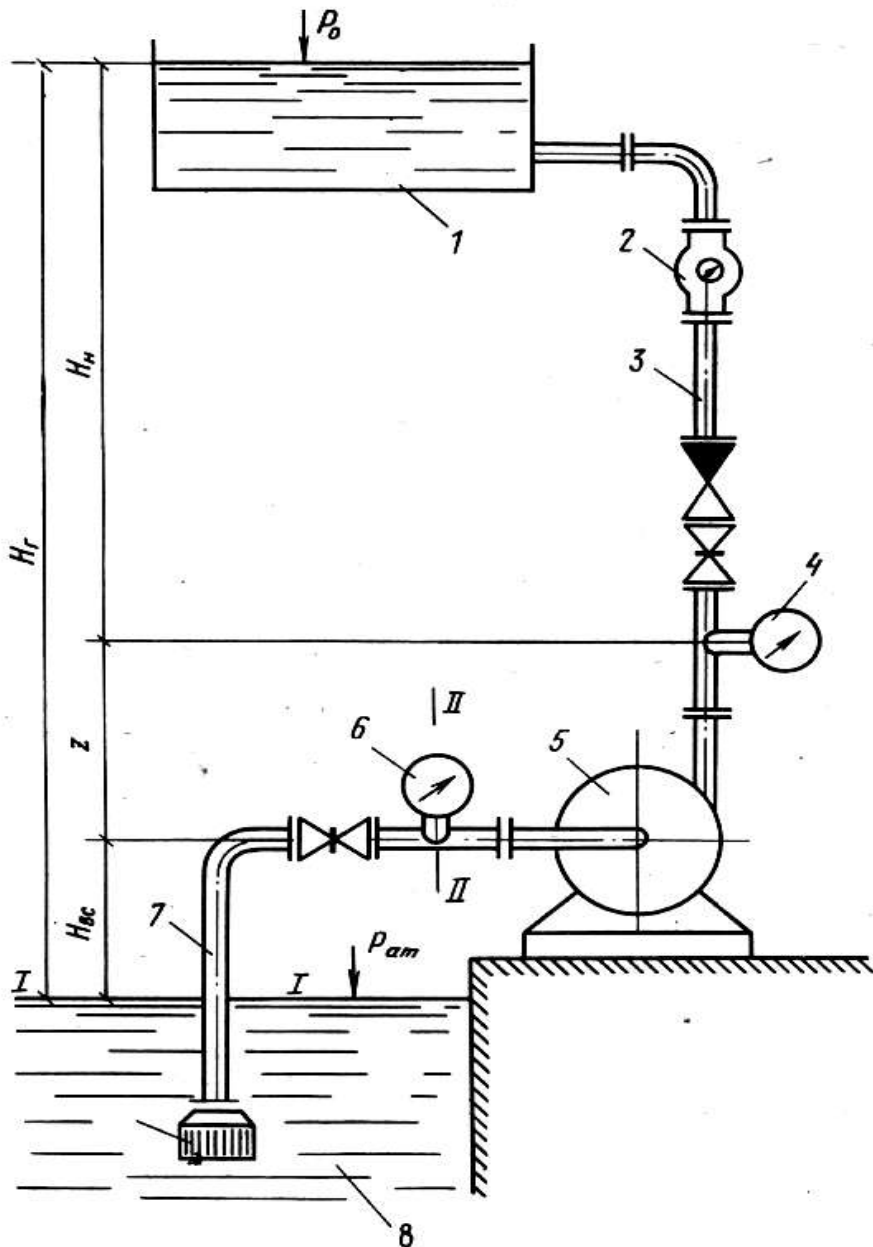


Обязательное условие работы центробежных насосов - предварительная заливка их водой перед пуском в работу.

При наличии внутри корпуса и рабочего колеса воздуха центробежная сила будет недостаточной для (перемещения его по каналам рабочего колеса и создания разрежения, так как, масса воздуха в 775 раз меньше массы воды.

Характерным признаком центробежного насоса является общее направление потока жидкости от центра к периферии.


Основные рабочие параметры насосов



1 – геометрической высотой всасывания H_{nc} называется расстояние в метрах по вертикали от оси насоса до уровня поверхности жидкости в водоеме 8.

2 – геометрической высотой нагнетания H_n называется расстояние в метрах по вертикали от оси насоса до наивысшей точки нагнетания.

3 – манометрической высотой нагнетания $H_{ман}$ называется показание манометра 4 выраженное в метрах столба жидкости, подаваемой насосом.



Мощность насоса. Рабочие органы насоса во время работы передают энергию потоку жидкости.


Для возмещения этой энергии, непрерывно уходящей в поток, к рабочим органам насоса должна подводиться энергия от двигателя.


Полный КПД насоса. При передаче энергии от насоса к перекачиваемой жидкости происходят следующие потери энергии:

объемные,

гидравлические,

механические.





Объемные - это потери в насосе в результате утечки жидкости, они учитываются объемным КПД.


Величина объемного КПД характеризует степень герметичности насоса и условия его работы.


Гидравлические - это потери напора в насосе на трение и местные сопротивления; они учитываются гидравлическим КПД.

Значение гидравлического КПД показывает меру расхода энергии в насосе на преодоление сопротивления движения жидкости.

Механические - потери мощности на трение в подшипниках и сальниках насоса; они учитываются механическим КПД.


Значение механического КПД характеризует качество изготовления и рациональность конструкции подшипников, сальников и других узлов, где происходит трение деталей.





Полный КПД насоса учитывает все потери, которые возникают в нем при перекачивании жидкости. Он представляет собой произведение трех частных коэффициентов потерь.

Пожарные насосы должны быть удобно расположены для обслуживания, работать на загрязненной воде, обладать **антикавитационными свойствами**, стойкостью к коррозии при работе на морской воде, иметь пологую форму характеристики изменения напора при увеличении или уменьшении подачи перекачиваемой жидкости, минимально возможные габариты и массу.




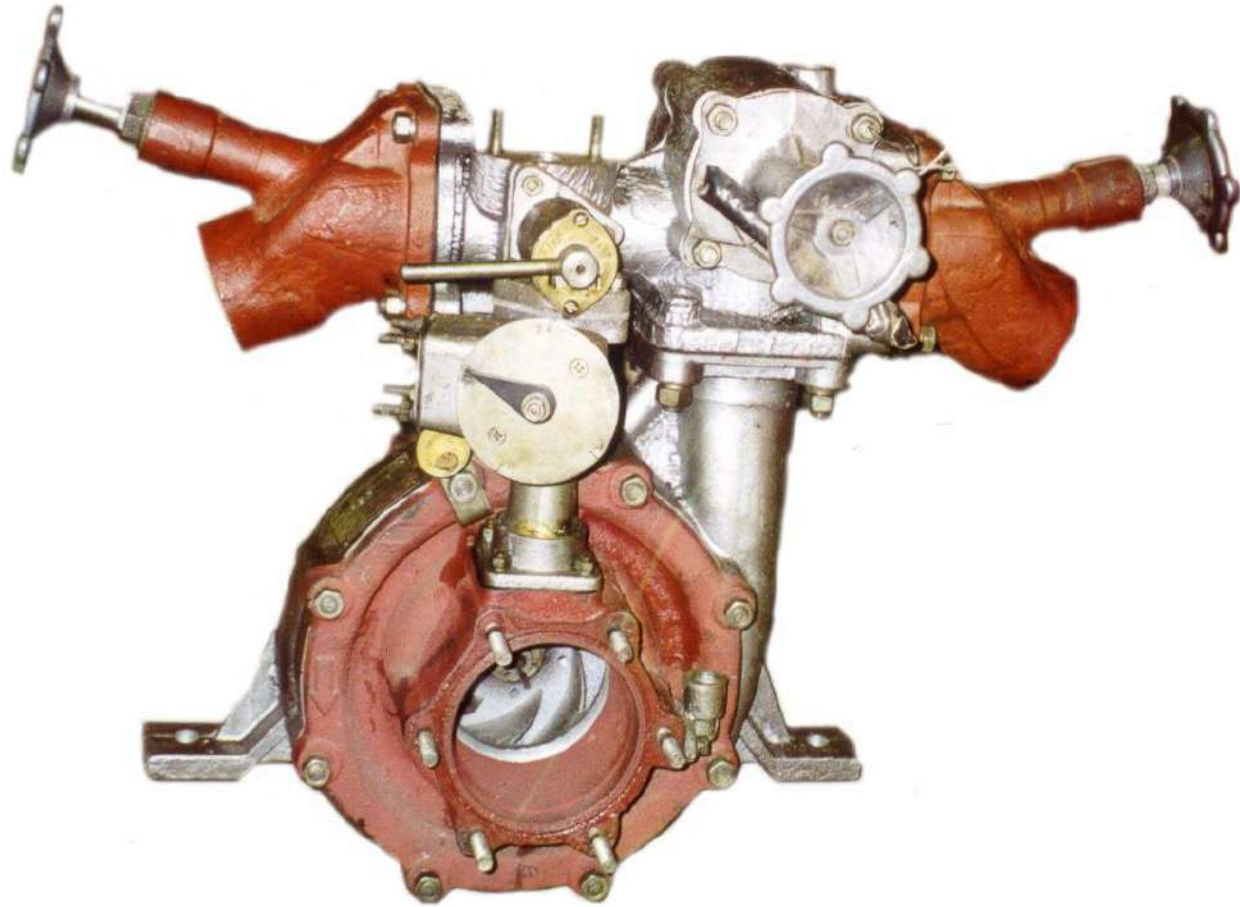


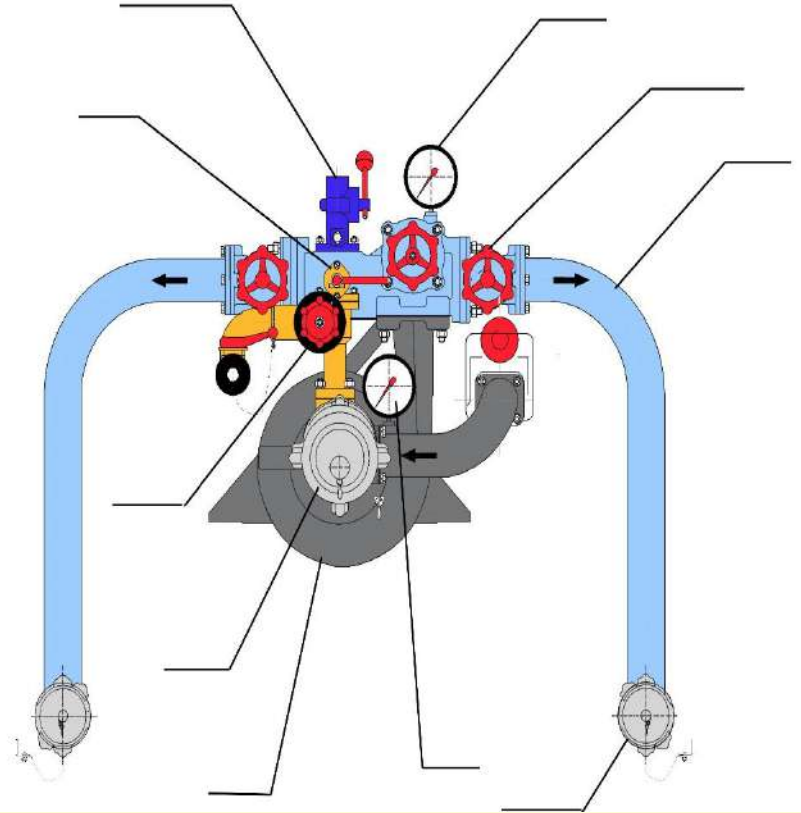
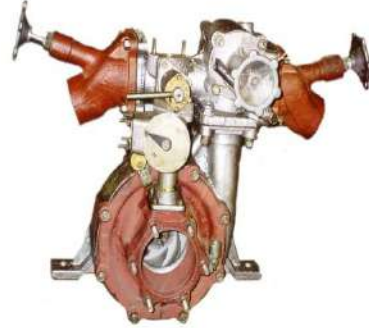
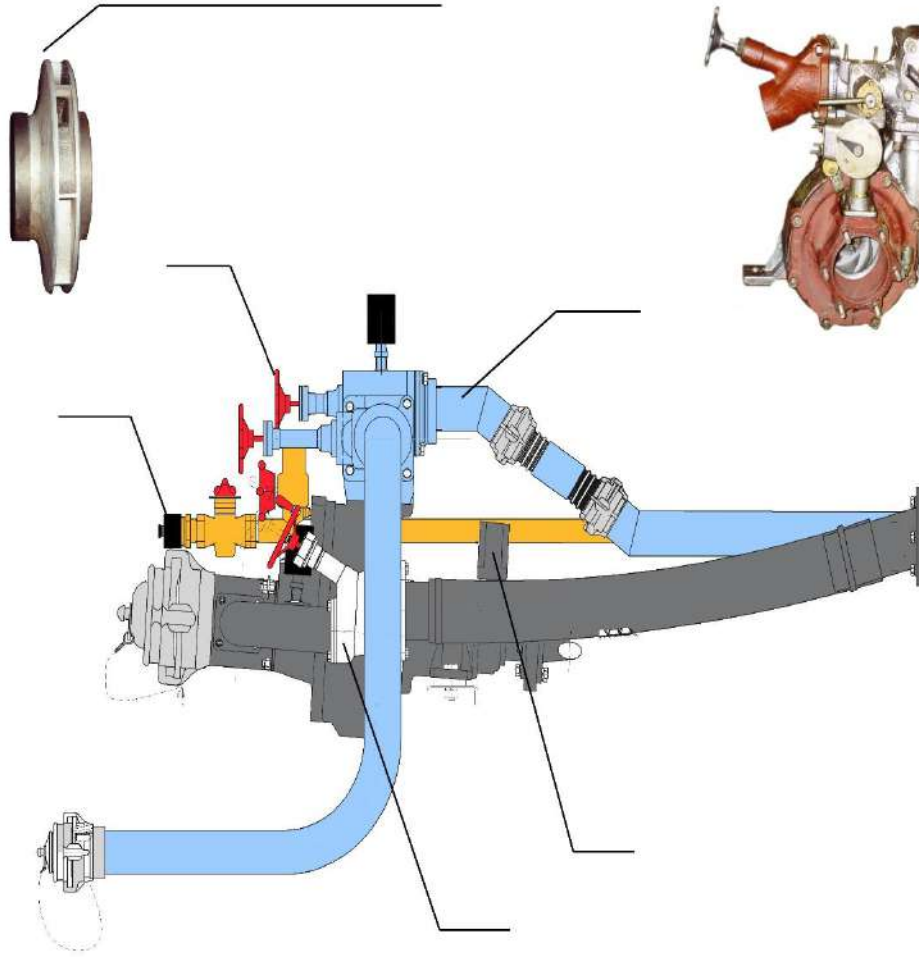
Пожарный насос ПН-40 УА

Насос ПН-40УА предназначен для подачи воды или водных растворов при тушении пожаров и устанавливается на пожарных автомобилях.

Условием безотказной работы насоса является соблюдение всех правил ухода, установленных настоящим паспортом.







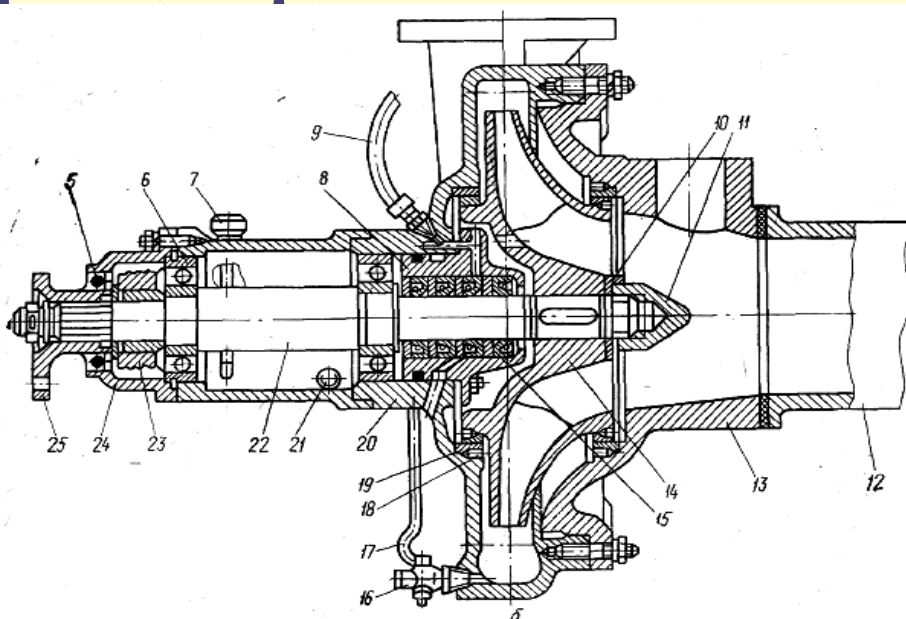
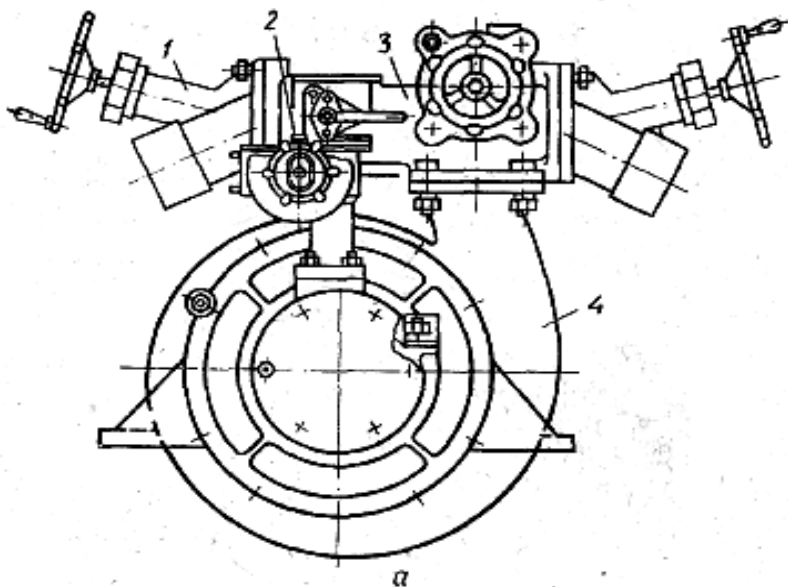
Наименование показателей, единицы измерений	Значения
Тип	Центробежный, одноступенчатый, консольный
подача, м ³ /ч (л/с)	144 (40)
напор полный, м	100
кавитационный критический запас, м, не более	3
частота вращения вала насоса, с ⁻¹ (об/мин)	45 (2700)
потребляемая мощность, кВт	67
Предельная частота вращения вала насоса, с ⁻¹ (об/мин)	46,7 (2800)
Предельный напор на входе в насос, М	80
Предельный напор на выходе из насоса, м	110
КПД насоса, не менее	0,58



Тип пеносмесителя	ПС-5
Число положений дозатора	5
Дозировка пенообразователя	
при работе стволов СВП-4, %	4,5
при работе генераторов пены средней кратности ГПС-600, %	6



Устройство и принцип работы



Пожарный насос ПН-40УА (рис. 1а) - унифицированный центробежный одноступенчатый консольный насос.

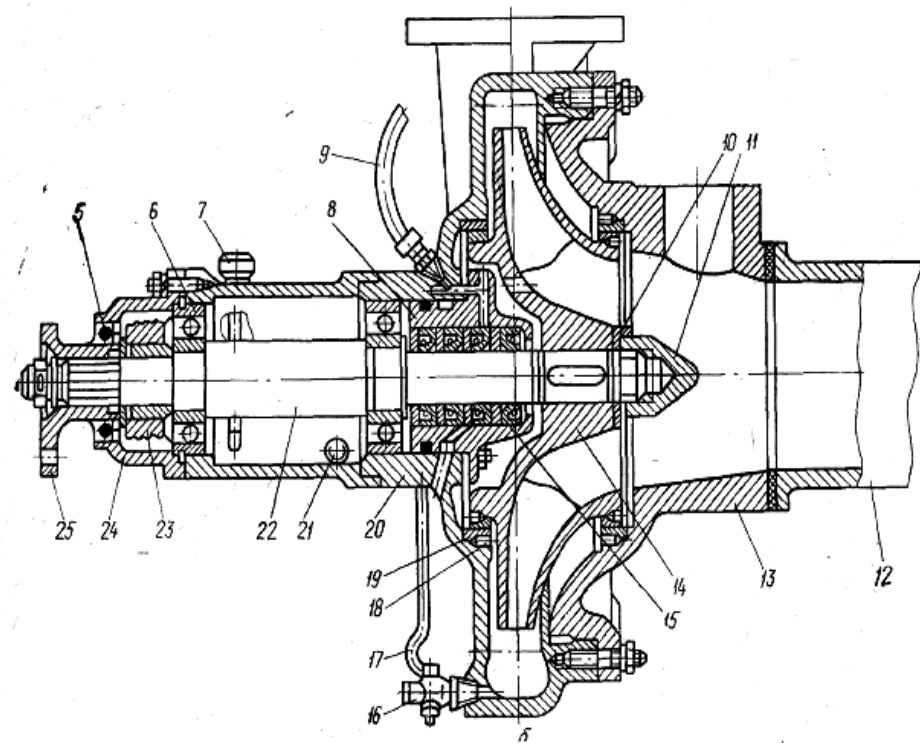
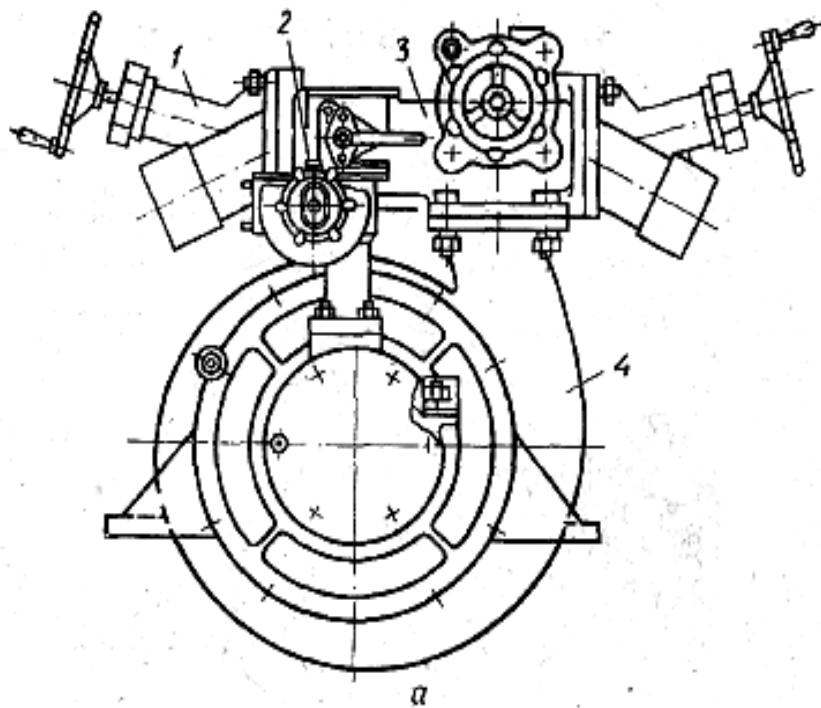
Он состоит из собственно насоса 4, коллектора 3, пеносмесителя ПС-5 2 и двух задвижек 1.

Корпус 20, крышка 13 и рабочее колесо 14 (рис. 1, б) отлиты из алюминиевого сплава (АЛ9В), а всасывающий патрубок 12 из чугуна (СЧ-15-32).

Корпус насоса 20 разъемный, имеет цилиндрическую часть (масляную ванну) и один спиральный отвод, оканчивающийся фланцем.

Крышка центрируется в цилиндрической расточке корпуса и крепится к корпусу шпильками, для обеспечения герметизации соединения устанавливается резиновое кольцо.

К крышке корпуса винтами крепится уплотнительное кольцо из морозостойкой резины.



В шарикоподшипниках 6, запрессованных в корпусе насоса, расположен стальной (40X) вал 22.

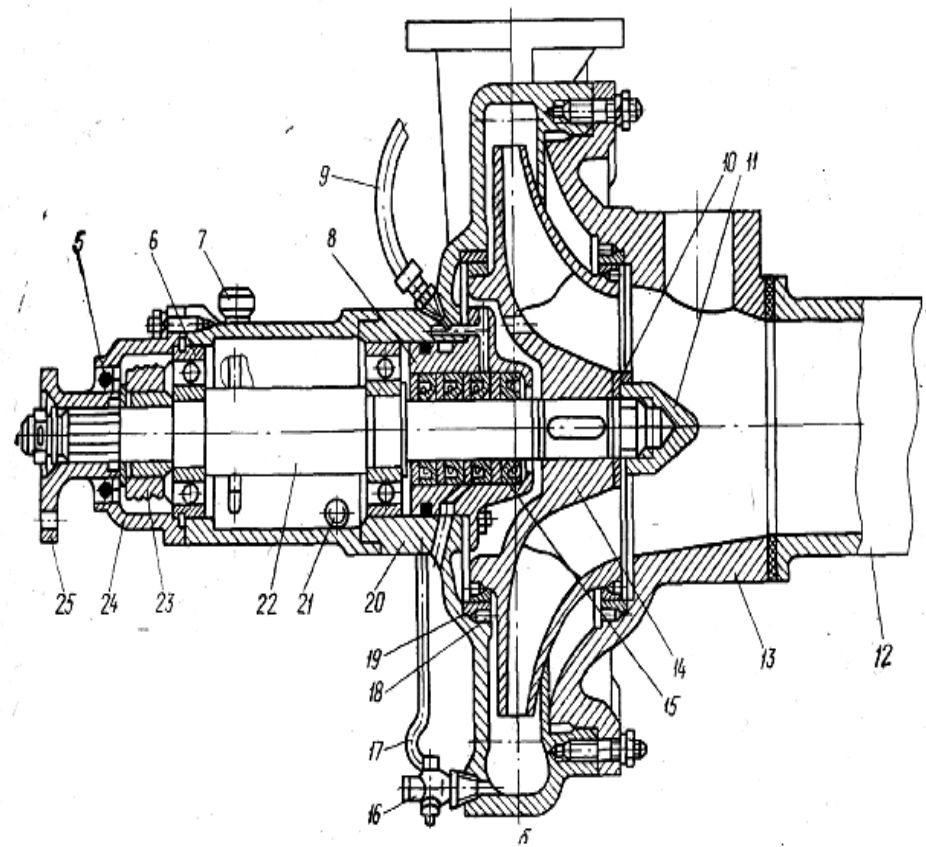
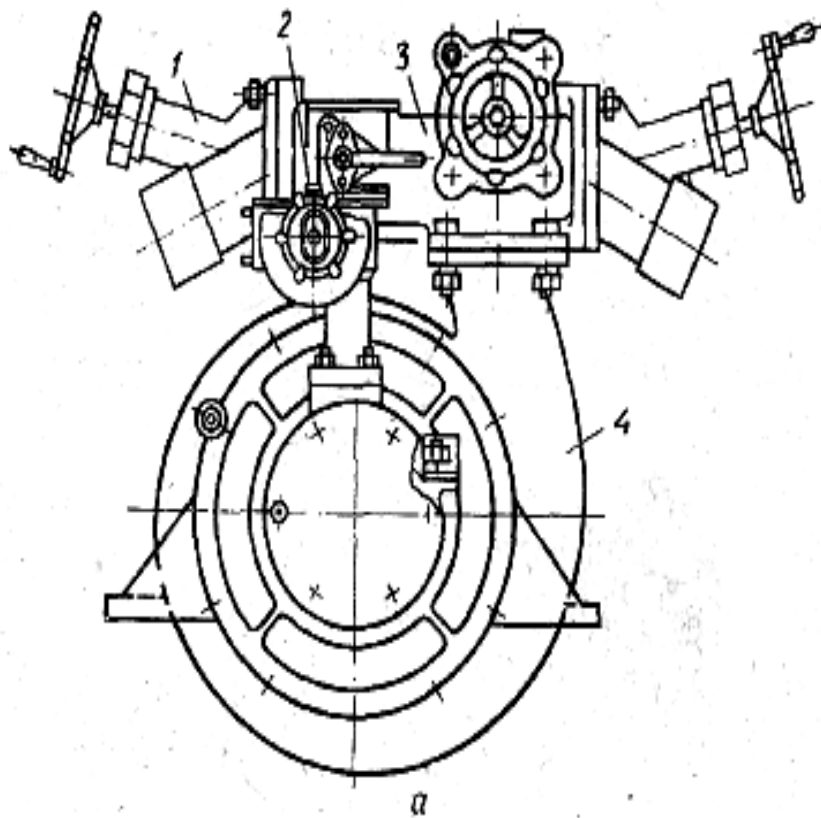
На консольной части вала на двух призматических шпонках установлено рабочее колесо 14, закрепленное гайкой 11 и стопорной шайбой 10.

Рабочее колесо имеет семь лопаток и семь разгрузочных отверстий, расчетный диаметр его 320 мм.

Напорная и всасывающая полости насоса уплотнены бронзовыми (Бр ОЦС 6-6-3) кольцами 19, размещенными в корпусе, крышке и на рабочем колесе. Каждое кольцо крепится двумя винтами 18.

Вал насоса 22 уплотнен четырьмя резиновыми каркасными сальниками АСК-45 15, расположенными в съемном стакане 8.

Сальники представляют собой резиновые манжеты со стальными пружинными кольцами и располагаются таким образом, что препятствуют утечке воды из насоса и подосу воздуха в него.

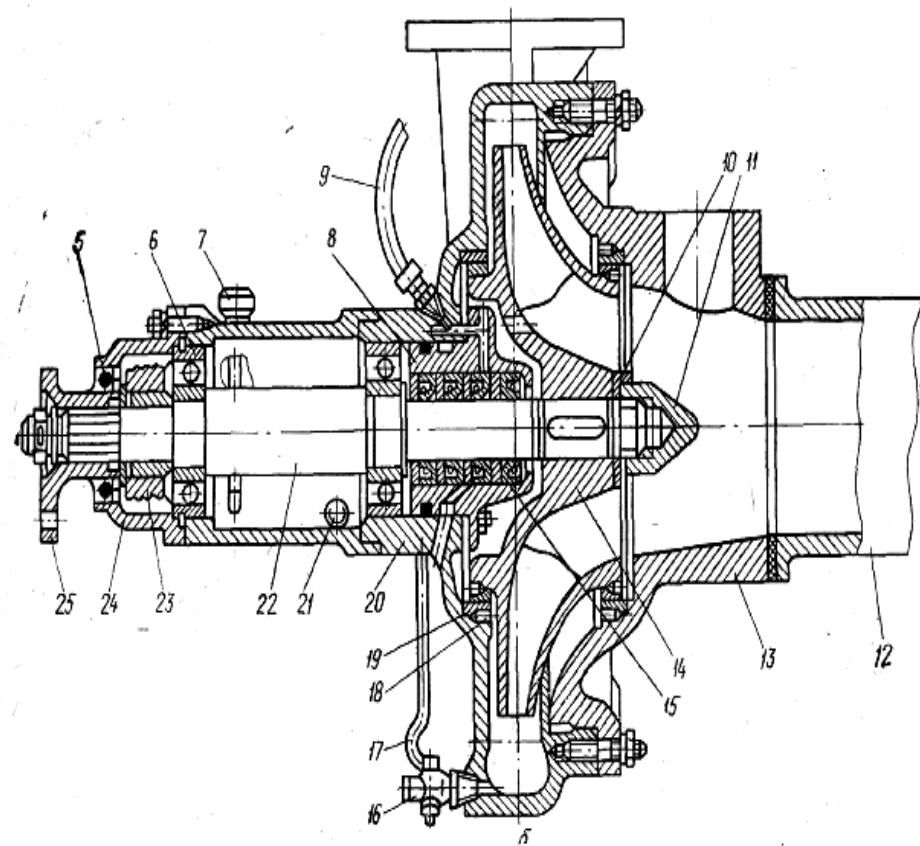
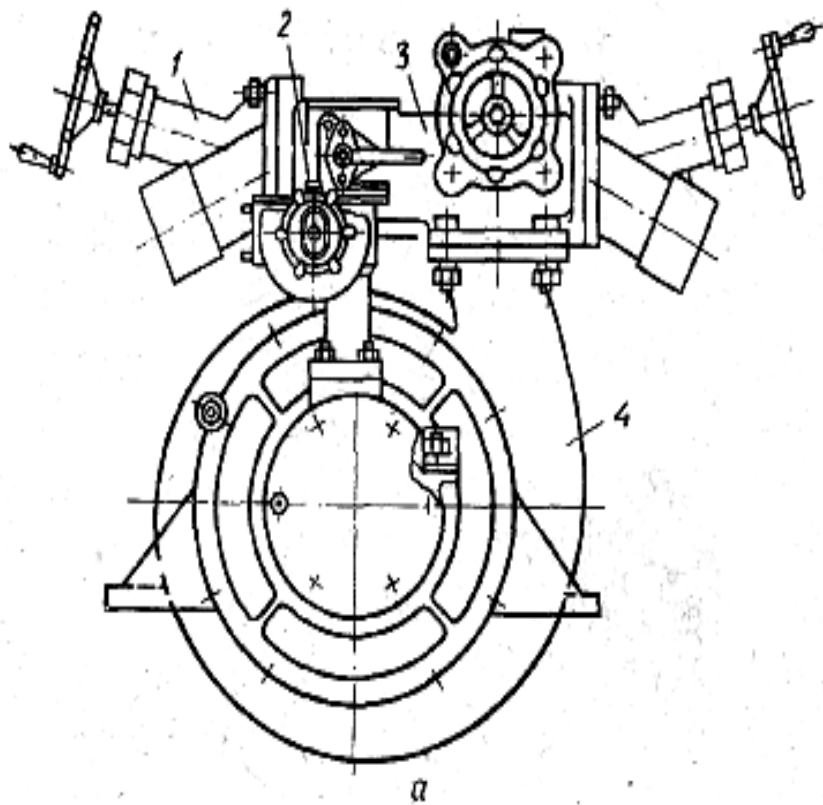


Стакан 8 уплотнен резиновым кольцом и крепится к корпусу болтами, законтренными проволокой.

Маслораспределительное кольцо стакана соединено каналами со шлангом 9 и масленкой, закрепленной с помощью кронштейна на крышке насоса.

Сальники смазываются смазкой УС автомобильной или универсальной УС-1 (пресс-солидол).

Водосборное кольцо стакана соединено каналом с дренажным отверстием корпуса насоса, утечка воды из которого указывает на износ сальников.



На шлицевой части вала насоса 22 посажена распорная втулка с червяком привода тахометра 23 и муфта фланца 25, закрепленная при помощи шайбы, гайки и шплинта.

Направление вращения вала по часовой стрелке, если смотреть со стороны привода.

Корпус привода тахометра 24 имеет резиновый самоуплотняющийся сальник 5 (манжету).

Через червячную пару (червяк и червячное колесо) с передаточным отношением 1:4 вращение передается тахометру.