



# ФГБОУ ДПО НИЖЕГОРОДСКИЙ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ФПС

**Дисциплина: «Пожарная техника»**

Тема:

**Общие сведения о насосах.**

Разработано на цикле специальных дисциплин  
(пожарная тактика)

Старшим преподавателем Борисовым В.В.

2014 год



## Цель занятия:

**Учебная:** изучить принцип действия, устройство, тактико-технические данные, правила эксплуатации объёмных, струйных и центробежных насосов;



# Литература:

## **основная:**

1. Преснов А.И. и др. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006.-507 с.
2. Терещнев В.В. и др. Пожарная техника. Пожарные машины - М.: Центр пропаганды, 2007.-328 с.

## **дополнительная:**

1. Тажетдинов. Р.У. Насосы. Виды, классификация, область применения – Н.Новгород Учебный центр ФПС МЧС России, 2008. – 46 с.



# Учебные вопросы:

1. Виды насосов.
2. Объёмные насосы.
3. Струйные насосы.
4. Центробежные насосы.

# Вопрос №1 Виды насосов.



- Насосы- это машины, преобразующие подводящую энергию в механическую энергию перекачиваемой жидкости или газа.
- В пожарной технике применяют насосы различного вида. Наибольшее применение находят механические насосы, в которых механическая энергия твёрдого тела, жидкости или газа преобразуется в механическую энергию жидкости.

Согласно ГОСТ 17398 “Насосы. Термины и определения”, насосы по принципу действия подразделяются на две основные группы: динамические и объёмные, в зависимости от природы преобладающих сил, под действием которых происходит перемещение перекачиваемой среды в насосе.

Таких сил бывает три:

- массовая сила (инерции)
- жидкостное трение (вязкость)
- сила поверхностного давления.

# Параметры, характеризующие насосы

Для насосов с механическим приводом вращательного движения исходным параметром энергетического питания является угловая скорость  $W$  (рад/час) или частота вращения  $N$  (об /мин).

Для струйных насосов параметром энергетического питания является количество подводимой жидкости.

**Подача насоса** - это количество жидкости, проходящей через насос в единицу времени. Количество жидкости измеряют в единицах объёма (куб. м. или л.), единицах массы (кг.) или единицах веса (Н). Чаще всего подачу пожарных насосов указывают в объёмных единицах (куб. м в секунду или литр в секунду).

**Напор насоса** - это разность удельных механических энергий жидкости на выходе из насоса и на входе в него.

Рассмотренные параметры насоса взаимосвязаны. Невозможно оценить подачу и напор насоса, не указав при этом частоту вращения рабочего колеса. Номинальные параметры насоса должны быть всегда указаны для номинальной частоты вращения рабочего колеса. Например, номинальные параметры насоса ПН-40УА: напор-100 метров, подача - не менее 40 литров в секунду при номинальной частоте вращения 2700 об/мин.

- **Полный коэффициент полезного действия насоса учитывает все основные потери энергии в насосе. Соотношения между численными значениями различных КПД насоса ПН-40УА и полным КПД насоса: при подаче 40 л/с полный КПД равен 0,58, при этом объёмный КПД равен 0,86, гидравлический-0,79, механический-0,85.**

Необходимо различать геометрическую и вакуумметрическую высоту всасывания насоса.

**Геометрическая высота всасывания** - это расстояние по вертикали от уровня жидкости в водоёме до оси насоса.

**Вакуумметрическая высота** - это энергия, выраженная в метрах, которая необходима при установившемся движении для подъёма жидкости на высоту всасывания, на создание скоростного напора и преодоление сопротивления во всасывающей линии.

Показания вакуумметра (моновакуумметра) соответствуют вакуумметрической высоте всасывания, которая зависит от удельной энергии её насыщенных паров. При повышении температуры всасываемой жидкости вакуумметрическая высота всасывания увеличивается.

**Мощность насоса** бывает полезной и потребляемой. Полезная (эффективная) мощность насоса идёт на повышение полезной энергии жидкости, т. е. на совершение работы по перемещению определённого объёма жидкости с определённым удельным весом на высоту  $H$  за единицу времени.

Мощность, потребляемая насосом (полная), всегда больше, чем полезная (эффективная). Часть энергии затрачивается на механические, гидравлические и объёмные потери в насосе.



## Вывод по вопросу:

В динамических насосах энергия к жидкости передаётся за счёт действия массовых (инерционных) сил или сил жидкостного трения.

В объёмных насосах энергия к жидкости передаётся за счёт действия сил давления на поверхность жидкости.



## Вопрос № 2. Объёмные насосы.

Насосы, в которых преобладают силы поверхностного давления, составляют группу объёмных насосов.

**Объёмные насосы по конструктивному исполнению подразделяются на:**

- - поршневые
- - шестерённые
- - пластинчатые (шиберные)
- - водокольцевые.

Во всех этих насосах жидкость перемещается под действием поверхностного давления при переменном объёме пространства, занимаемого жидкостью.

## Поршневые насосы

Поршневые насосы классифицируются по различным признакам.

По способу приведения в действие их можно разделить на приводные и ручные. Приводные поршневые насосы действуют от отдельно расположенного двигателя (электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания и др.). Поршень у этих насосов приводится в движение кривошипно-шатунным механизмом .

По расположению цилиндров насосы делятся на вертикальные и горизонтальные. По устройству вытеснителя — на собственно поршневые или насосы дисковым поршнем и плунжерные или скальчатые.

Наиболее характерной классификацией поршневых насосов является классификация по кратности действия.

Различают насосы простого, дифференциального, двойного и многократного действия. Кратность действия насоса зависит от числа рабочих камер.

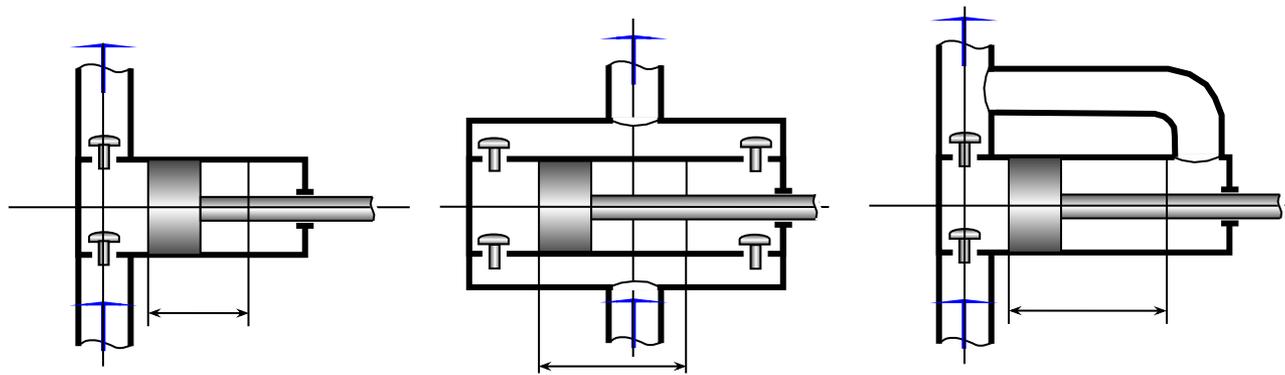
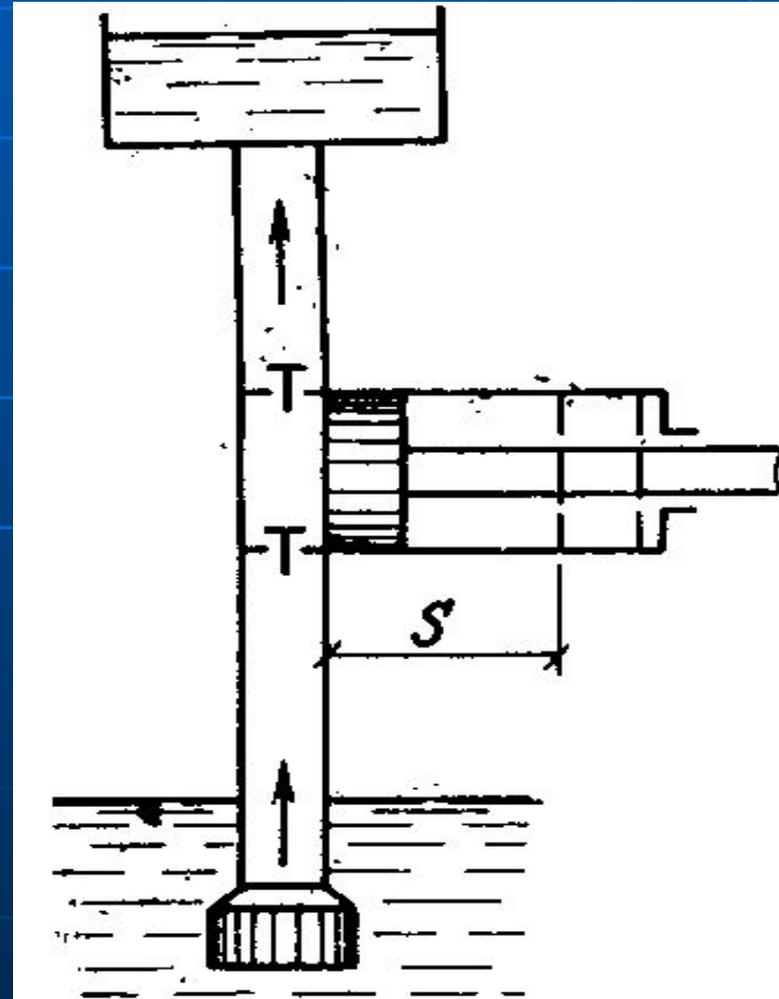
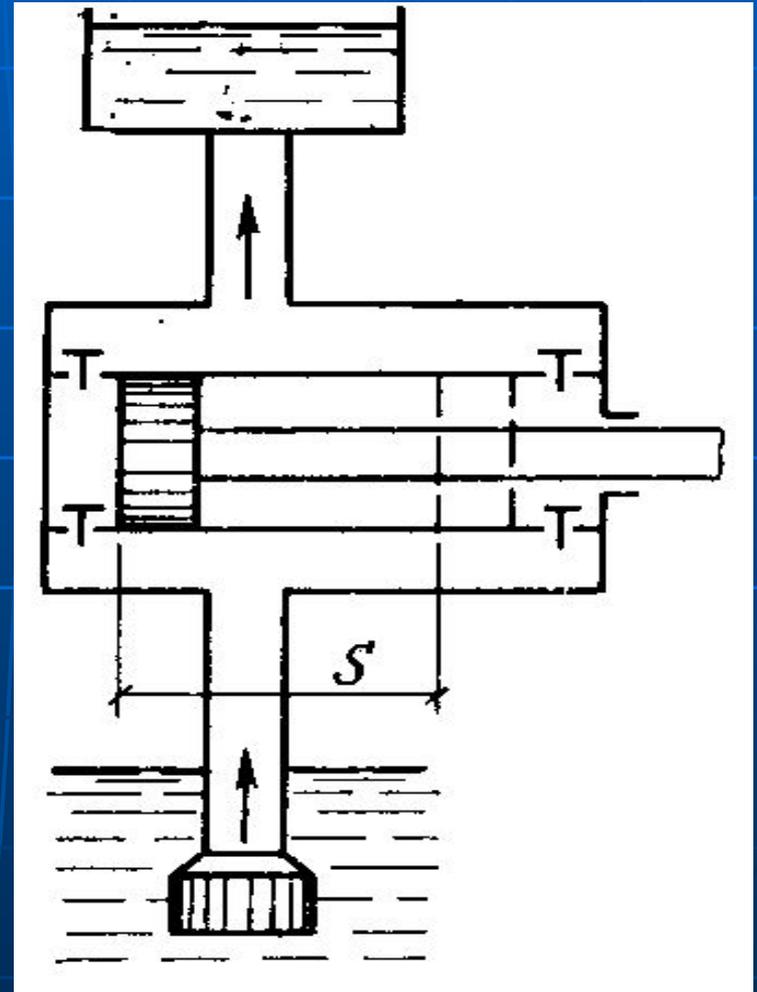


Рис. 3.1 Схемы поршневых насосов простого действия (слева), двойного действия (по центру), дифференциального действия (слева); S – ход поршня.

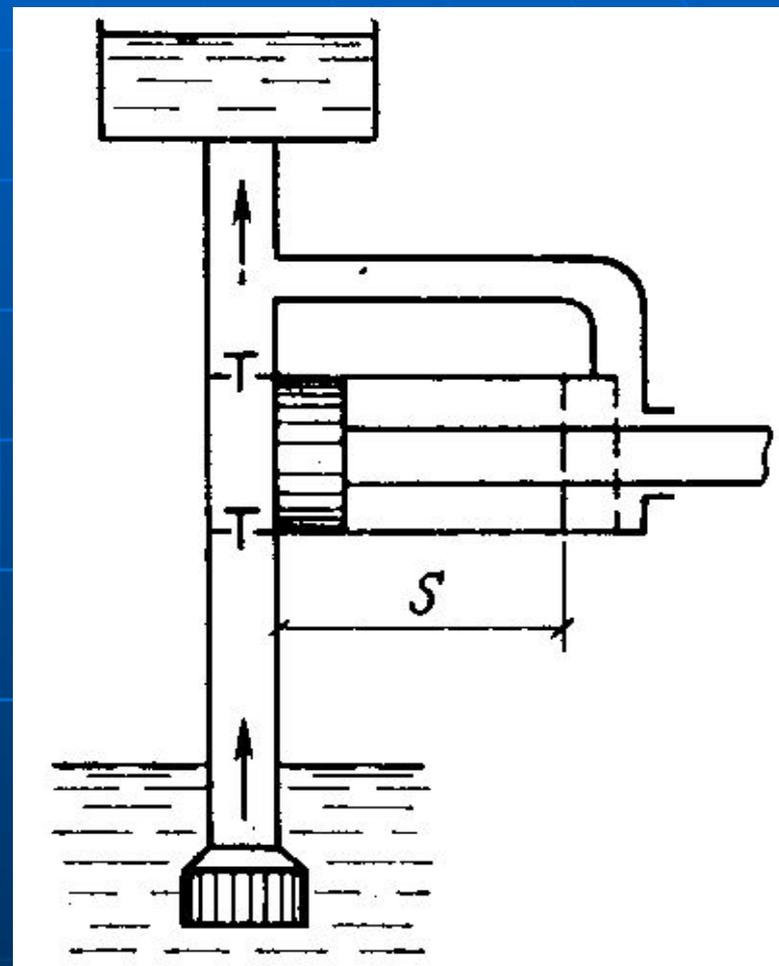
У поршневых насосов простого действия за два хода поршня (где  $S$  – величина хода поршня) происходит одно всасывание и одно нагнетание.



У поршневых насосов двойного действия за один двойной ход поршня происходит два всасывания и два нагнетания, т.е. всасывание и нагнетание совершаются при каждом ходе поршня.



У поршневых насосов дифференциального действия за один цикл происходит одно всасывание и два нагнетания по половине объёма. Этим достигается непрерывность процесса нагнетания жидкости.



## Достоинство поршневых насосов :

- пригодность для перекачивания самых разнообразных жидкостей - горячих и холодных, вязких и весьма текучих, чистых и имеющих примеси во взвешенном состоянии;
- независимость подачи от развиваемого напора, что делает их приспособленными для перекачивания жидкостей с меняющейся в зависимости от температуры вязкостью;
- хорошая всасывающая способность;
- возможность достижения весьма высоких напоров при любых, даже незначительных, подачах;
- ВЫСОКИЙ К.П.Д.

## Недостатки :

- тихоходность и большая масса насоса;
- относительная сложность конструкции;
- неравномерность подачи, для уменьшения которой в ряде случаев приходится устанавливать воздушные колпаки;
- непригодность без специальных устройств для регулирования подачи.

## Область применения :

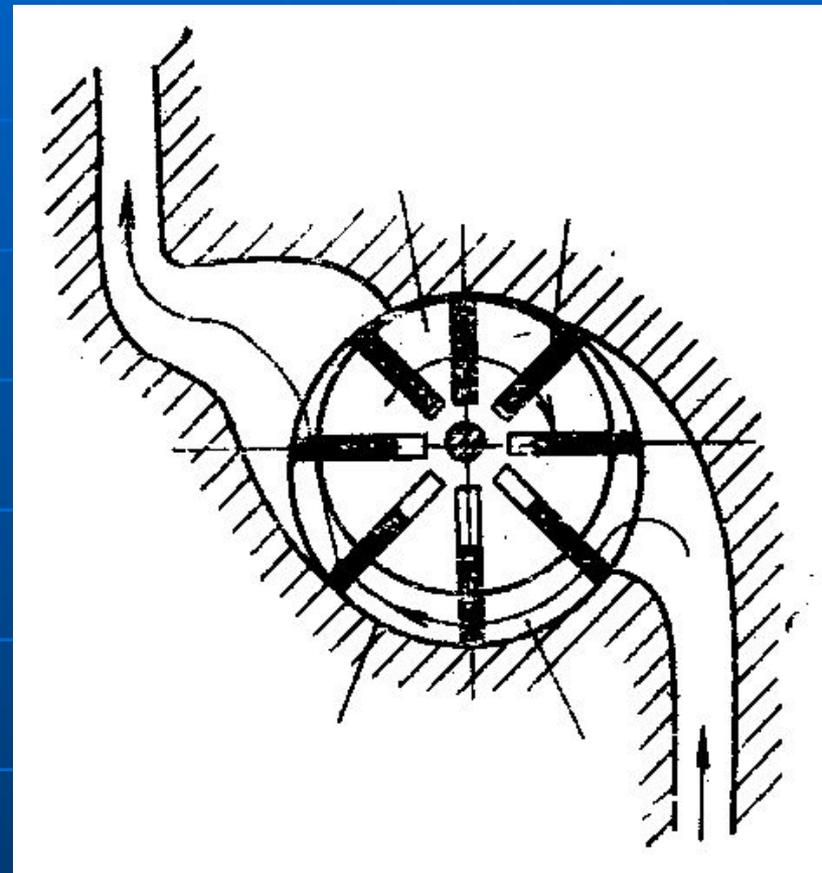
1. для заполнения огнетушителей и баллонов стационарных установок углекислой и галоидуглеводородами (зарядные станции);
2. испытания корпусов огнетушителей (гидропрессы);
3. подачи топлива у дизельных двигателей (плунжерные насосы);
4. обеспечения аварийной работы гидросистемы автолестниц (ручной насос);
5. обеспечения работы пневматического привода тормозов автомобиля (компрессоры);
6. В качестве автономной вакуумной системы.

## Ротационные насосы

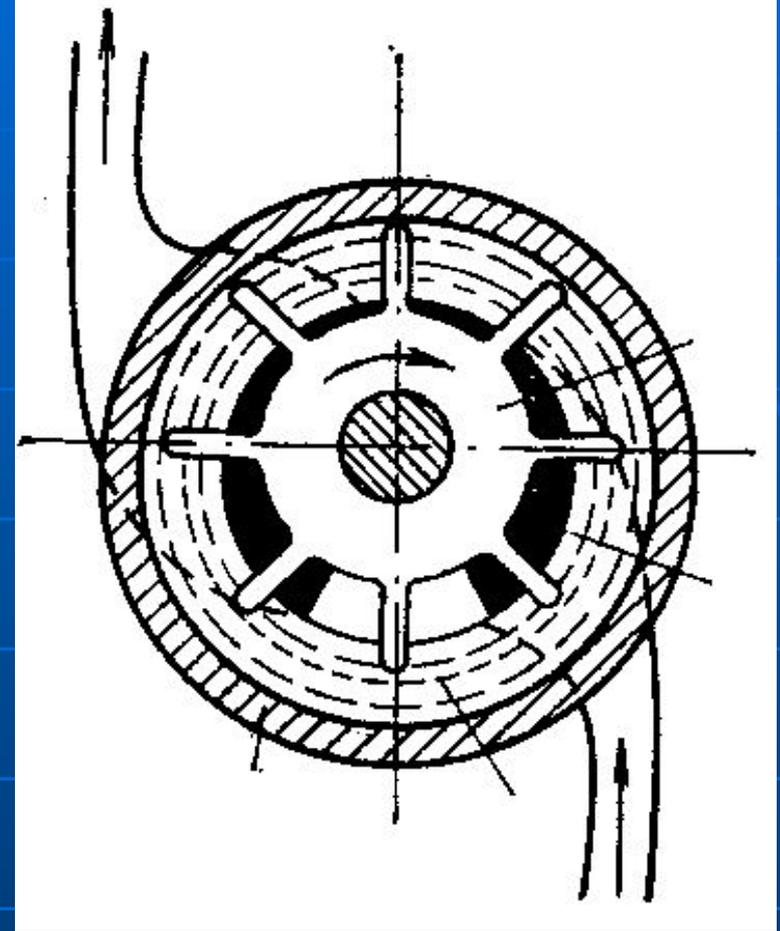
Ротационные насосы являются насосами объёмными, действующими по принципу вытеснения. Они преобразуют механическую энергию, подведённую к их приводному валу, в энергию перемещаемой жидкости при помощи специальных вытеснителей, совершающих вращательное или вращательно-поступательное движение.

В зависимости от параметров, свойств перекачиваемой жидкости и условий эксплуатации ротационные насосы бывают различных типов и конструкций: шиберные, шестерённые, винтовые и кулачковые.

В шиберном насосе при вращении ротора 2, эксцентрично расположенного в корпусе насоса 1, объём 4 между двумя шиберами 2 в первый полупериод увеличивается, а затем уменьшается. Происходит постоянное всасывание жидкости справа и нагнетание слева. Шиберы в таких насосах выполнены в виде пластин, которые радиально перемещаются в специальных пазах ротора.



**В водокольцевом насосе ротор 1 с радиальными лопатками эксцентрично размещён в цилиндрическом корпусе 2, который предварительно заполняют водой. При вращении ротора вода отбрасывается к периферии, образуя водяное кольцо 4. Рабочий объём 3 между лопатками ротора сначала увеличивается, а затем уменьшается, происходит всасывание и нагнетание.**



В основе работы этих насосов лежит уравнение Менделеева-Клайперона:

$$P \cdot V / T = \text{const},$$

где:  $P$  – давление среды в камере насоса;  
 $V$  – рабочий объём камеры насоса;  
 $T$  – температура перекачиваемой среды.

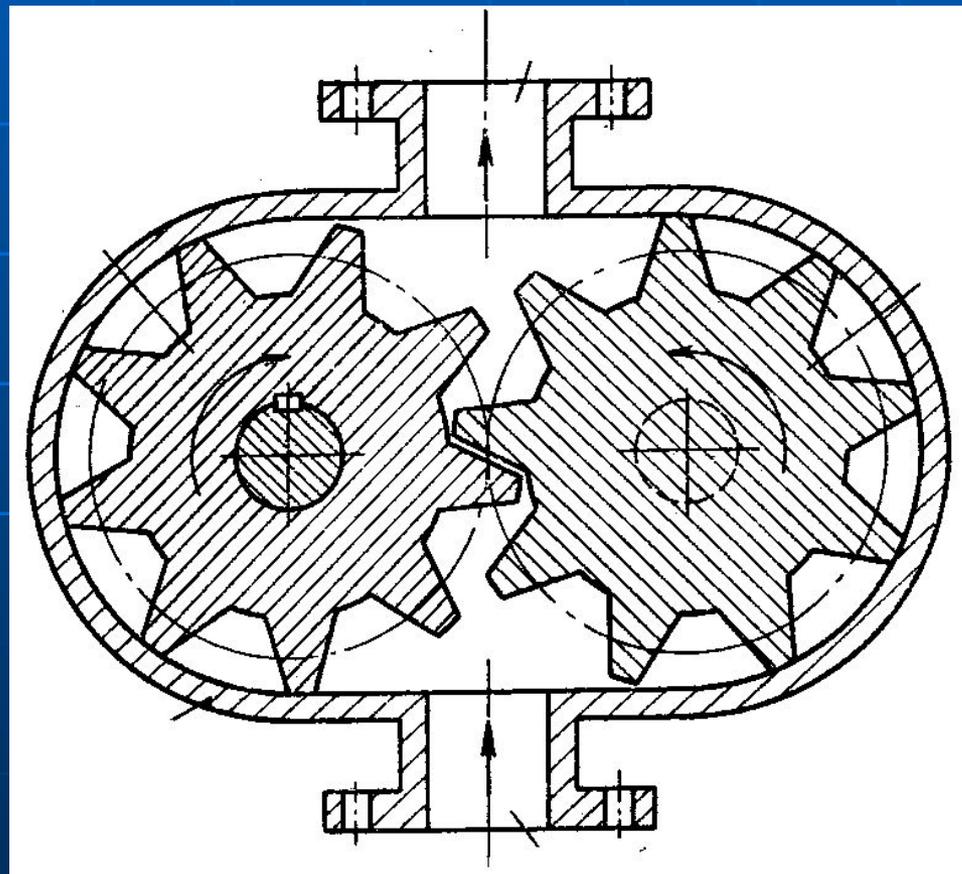
Если считать, что температура перекачиваемой среды остаётся неизменной ( $T = \text{const}$ ), то данное уравнение примет следующий вид:  $P \cdot V = \text{const}$ .

Таким образом, очевиден принцип работы объёмных насосов: перемещение среды (жидкости или газа) под действием давления при изменяющемся объёме.

На некоторых образцах пожарной и приспособленной техники в качестве насосного агрегата используется простой и эффективный навесной шестерённый насос НШН-600М. К недостаткам объёмных насосов следует отнести их относительно невысокую производительность и чувствительность к наличию механических примесей в перекачиваемой среде.

Именно поэтому наибольшее распространение в насосных агрегатах (установках) пожарных автомобилей получили динамические насосы, из которых более подробно будут рассмотрены струйные и центробежные насосы.

В шестерённом насосе , в его корпусе , размещены ведущая и ведомая шестерни. При вращении шестерён в направлении, указанном на рисунке, жидкость из всасывающей полости захватывается зубьями шестерён и поступает в напорную полость. В напорной полости зубья входят в зацепление и вытесняют жидкость в напорный патрубок.



## Достоинство :

- компактность, малые габариты и масса;
- быстроходность, позволяющая использовать в качестве привода электродвигатели и двигатели внутреннего сгорания;
- обеспечение достаточной равномерности подачи без применения воздушных колпаков;
- возможность получения высоких напоров – Р до  $980\text{Н/см}^2$  ( $100\text{ кг/см}^2$ ) и более;
- надёжность работы при высоте всасывания 6,5-7 м;
- пригодность для перекачивания разнообразных жидкостей: высоковязких с содержанием газов и значительной упругостью насыщенных паров ( $t$  до  $250^{\circ}\text{C}$ ) как чистых, так и загрязнённых, химически активных и др.;
- самовсасываемость и отсутствие вакуумных систем.

## Недостатки :

- сложность изготовления рабочих органов;
- большие трудности в устройстве подшипников из-за больших давлений;
- наличие осевых сил у винтовых и косозубых шестерённых насосов;
- непригодность для регулирования подачи без специальных устройств;
- значительный износ роторов и корпуса.

## Область применения :

- в качестве вакуум-аппаратов на пожарных машинах и мотопомпах (шиберные и в меньшей степени водокольцевые);
- для подачи воды на пожар (НШН-600, ...);
- для циркуляции масла в системе смазки двигателя автомобиля;
- работы гидравлического привода автолестниц (масляные насосы, гидромоторы);
- ограничения скорости сдвигания колен лестниц (гидротормозы).

**Навесной шестеренный насос НШН-600** относится к объёмным насосам и применяется в основном в сельской местности и предназначен для забора и подачи воды от водоисточника к месту пожара. Насос самовсасывающий, устроен следующим образом:

- две стальные шестерни с одинаковым количеством зубьев эвольвентного профиля,
- корпус чугунный с всасывающим и выкидным патрубками,
- корпус предохранительного клапана,
- клапан предохранительный бронзовый,
- пружина клапана,
- ведущий и ведомый валы,
- шарикоподшипники с установочными крышками,
- сальниковые уплотнения,
- пресс-масленка,
- отверстие для присоединения мановакуумметра и подачи пенообразователя,
- зубчатая муфта или храповик.

НШН-600 монтируется на переднем бампере грузовых автомобилей, а также на передней части быстроходных тракторов с помощью специального подвесного приспособления (косынка, кронштейн с фиксаторами и привод от коленчатого вала двигателя. При вращении шестерён, вода заключённая во впадинах между зубьями, из камеры всасывания переносится в камеру нагнетания, там, где зубья расходятся, образуется разрежение, а где сходятся — давление.

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НШН-600.

Число оборотов, об /мин. -1500

Производительность, л /мин. -600

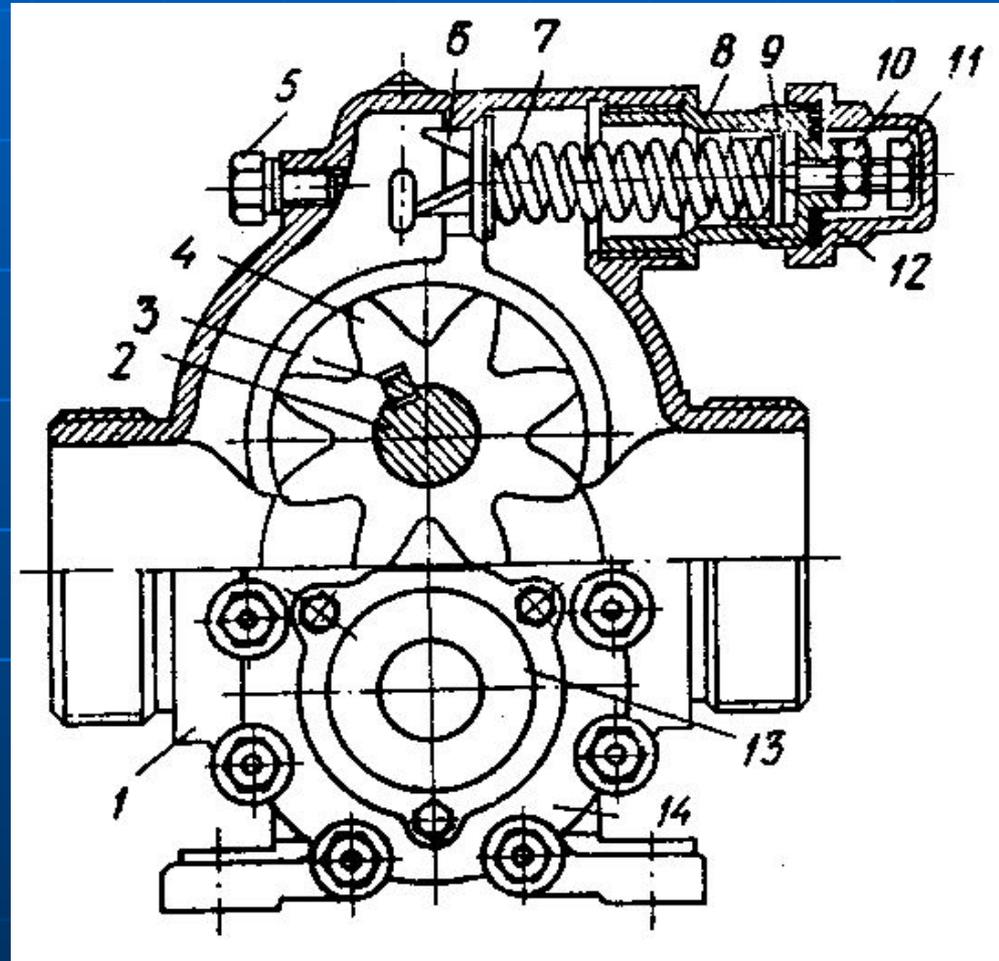
Потребляемая мощность, л.с. -17

Высота всасывания, м. -7

Время всасывания, сек. -30

Вес, кг. -26

В комплект насоса входят:  
привод насоса, навесное  
приспособление, заводская  
рукоятка, два всасывающих  
рукава диаметром 75 мм, сетка  
всасывающая СВ-80, два  
напорных льняных рукава  
диаметром 66мм и три —  
диаметром 51 мм, разветвление  
трёхходовое РТ-70, стволы  
ручные РС-70 и РС-50.



У шестерёнчатых насосов есть один существенный недостаток: они не могут, в отличие от центробежных насосов, работать "на себя" (пока вращаются шестерни вода забирается и подаётся в выкидную линию). Для того, чтобы при закрытом стволе не выходили из строя рукава, всасывающая и напорная полости соединены между собой каналом, посередине которого установлен предохранительный клапан, который перепускает воду из напорной полости во всасывающую. При помощи пружины клапан регулируется на начало открытия от 7,5 до 11 атм.

Передача крутящего момента от коленчатого вала двигателя к ведущему валу насоса осуществляется через специальный храповик, промежуточный вал привода и соединительную муфту. Специальный храповик ввёртывается вместо серийного и фиксируется шайбой с винтами.

Навесное приспособление имеет косынку из листовой стали с четырьмя отверстиями, кронштейн из алюминиевого сплава с отверстиями и двумя пружинными фиксаторами, три крепёжных болта и один регулировочный (центральный) болт. Косынка приваривается к переднему бамперу шасси автомобиля и окрашивается в красный цвет. Кронштейн крепится к косынке болтами; соосность и отсутствие биения обеспечиваются регулировочными болтом. Насос в сборе с приводом своими лапами вставляется в пазы кронштейна и фиксируется двумя фиксаторами в рабочем или нерабочем положениях.

## Вывод по вопросу:



Насосы объёмного типа обладают рядом преимуществ перед другими типами насосов, в первую очередь высокой величиной создаваемого напора и хорошей всасывающей способностью. Последнее качество определяет использование объёмных насосов (особенно поршневых и плунжерных) в насосных агрегатах пожарных автомобилей в качестве вакуумных аппаратов.

## **Вопрос №3 Струйные насосы.**

Струйные насосы по принципу действия относятся к смешанным насосам, т.к. значительную роль в их работе играют и силы инерции, и силы жидкостного трения.

Они отличаются от других насосов тем, что у них нет подвижных частей, а рабочим органом является сама рабочая среда, в качестве которой могут служить жидкости и газы. В зависимости от рабочей среды струйные насосы разделяются на газоструйные и водоструйные.

В струйном насосе рабочая среда подходит к насадку , который имеет сопло. На выходе из сопла жидкость, обладая запасом кинетической энергии, имеет максимальную скорость.

Увеличение скорости потока рабочей жидкости приводит к уменьшению давления в струе и камере ниже атмосферного. Эжектируемая жидкость под действием атмосферного давления поступает в камеру и уносится рабочей струей в расширяющуюся камеру диффузора , где уменьшается скорость и увеличивается пьезометрический напор (давление) жидкости.

Работа струйного насоса основана на законе сохранения энергии

потока:

$$E_k + E_p = \text{const},$$

где:

$E_k$  – кинетическая энергия ;

$E_p$  – потенциальная энергия.

На основании этого закона Бернулли вывел формулу для движения потока жидкости в определённом сечении трубопровода:

$$P/\gamma + V^2/2g + Z = \text{const} ,$$

где:  $P/\gamma$  – пьезометрический напор (удельная потенциальная энергия давления);

$P$  – рабочее давление потока;  $\gamma$  – удельный вес жидкости;

$V^2 / 2g$  – скоростной напор (удельная кинетическая энергия давления);  $V$  – средняя скорость потока;  $g$  – ускорение свободного падения;  $Z$  – энергия положения.

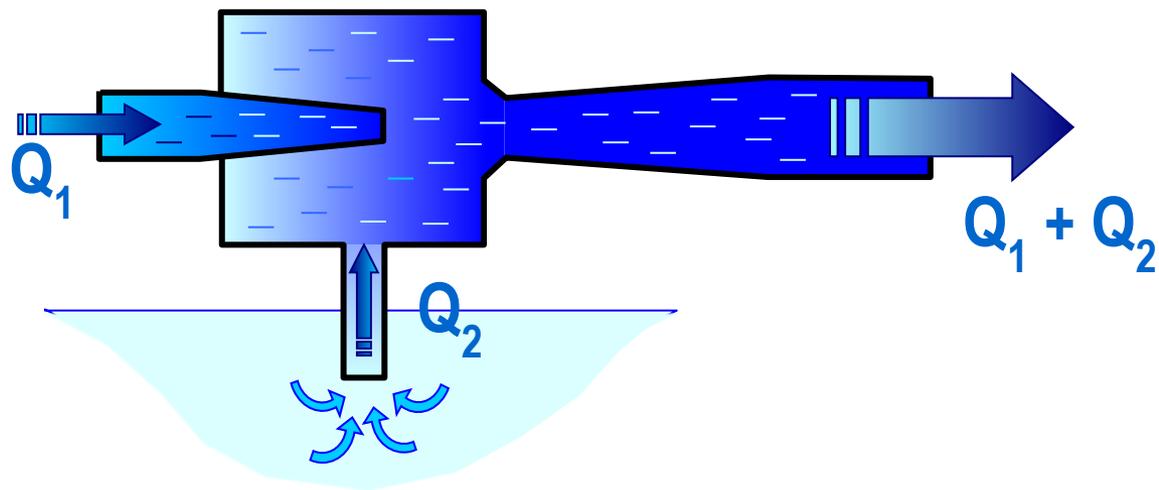


Рис. 3.5 Схема водоструйного насоса

$Q_1$  – расход рабочей среды,  $Q_2$  – расход эжектируемой среды

При работе струйного насоса рабочая среда  $Q_1$  (жидкость или газ) подходит к насадку с некоторым запасом потенциальной  $P/\gamma$  и кинетической  $V^2/2g$  энергии. Уменьшаясь в сечении, насадок увеличивает скорость потока  $V$  и, тем самым, кинетическую энергию потока. Тогда, в соответствии с законом сохранения энергии потока, пропорционально уменьшается потенциальная энергия потока, а именно рабочее давление потока  $P$ .

Увеличивая скорость потока можно получить такое уменьшение давления, что в вакуумной камере у сопла создается разрежение (давление ниже атмосферного). Под действием атмосферного давления в вакуумную камеру поступает эжектируемая среда  $Q_2$  и далее струей рабочей среды  $Q_1$  уносится в диффузор. В расширяющемся диффузоре скорость движения потока рабочей и подсосываемой среды увеличивается, т. е. происходит преобразование кинетической энергии в потенциальную.

# Основными частями струйных насосов

являются:

- **насадок**, который обеспечивает качественное получение струи при наименьшем напоре, конусность насадка 13 градусов.
- **вакуум-камера**, в которой создаётся разрежение, необходимое для подсоса среды,
- **диффузор**, который обеспечивает восстановление потенциальной энергии потока при минимальной потере напора. Диффузор может иметь горловину или камеру смешения, обеспечивающую подсос жидкости. Расстояние между концом насадка и началом горловины равно одному или двум диаметрам насадка.

## Достоинства струйных насосов:

- простота конструкции;
- отсутствие движущихся частей;
- невысокая стоимость;
- возможность забора разнообразных веществ;
- простота эксплуатации;

## Недостатки струйных насосов:

- малый КПД (10-26 %);
- сложность регулирования подачи;
- отказы в работе при увеличении сопротивления на выходе.

# Область применения струйных насосов:

- гидроэлеваторы;
- пеносмесители;
- дозаторы;
  - стволы СВП и ГПС
- газоструйные вакуум-аппараты.

# ГИДРОЭЛЕВАТОР Г-600.

Гидроэлеватор Г-600 предназначен для забора воды из водоисточника с низким уровнем воды, превышающим высоту всасывания пожарных насосов, а также из водоисточников с заболоченными берегами, когда затруднён подъезд пожарных машин ближе 6-7 метров. Он может быть также использован и в качестве водоуборочного эжектора для удаления воды, пролитой при тушении пожара.

.колено

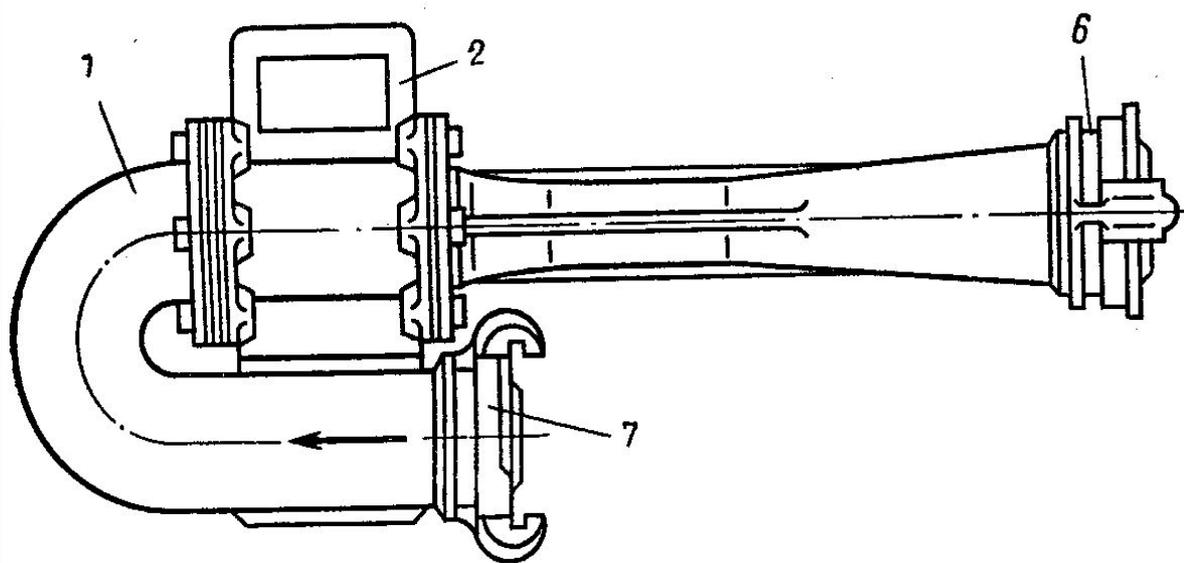
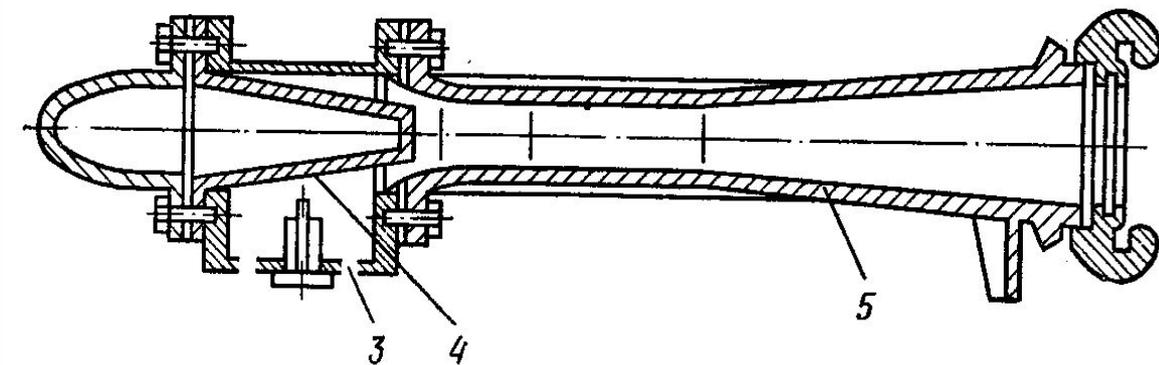
.камера

.решетка

.сопло

.диффузор

6-7. соединительные  
ГОЛОВКИ



## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г-600.

Рабочее давление, кгс/кв. см.	- до 10
Производительность, л /мин.	- 600
Высота подъёма при давлении 8 кгс/кв. см.	-18 метров
Условные проходы, мм.:	
подводящего патрубка	- 80
отводящего патрубка	- 80
Диаметр насадка, мм.	- 17,5
Диаметр горловины диффузора, мм.	- 38
Вес, кг.	- 6,9

## Вывод по вопросу:



Основным преимуществом струйных насосов является простота конструкции, за счёт чего область их применения в пожарной технике весьма широка. Их используют в качестве пеносмесителей, а в насосных установках в качестве вакуумных насосов. В пожарной технике эжектирующая способность данных насосов находит своё применение в работе гидроэлеваторов, пеногенераторов и другого оборудования.

## Вопрос №3 Центробежные насосы.

Центробежные насосы работают по принципу использования центробежной силы, возникающей при вращении жидкости в полости насоса при помощи рабочего колеса:

$$F = m \cdot a = m \cdot \omega^2 \cdot R,$$

где:  $F$  – центробежная сила;

$m$  – масса жидкости;

$a$  – ускорение движения жидкости;

$\omega$  - угловая скорость;

$R$  – радиус рабочего колеса.

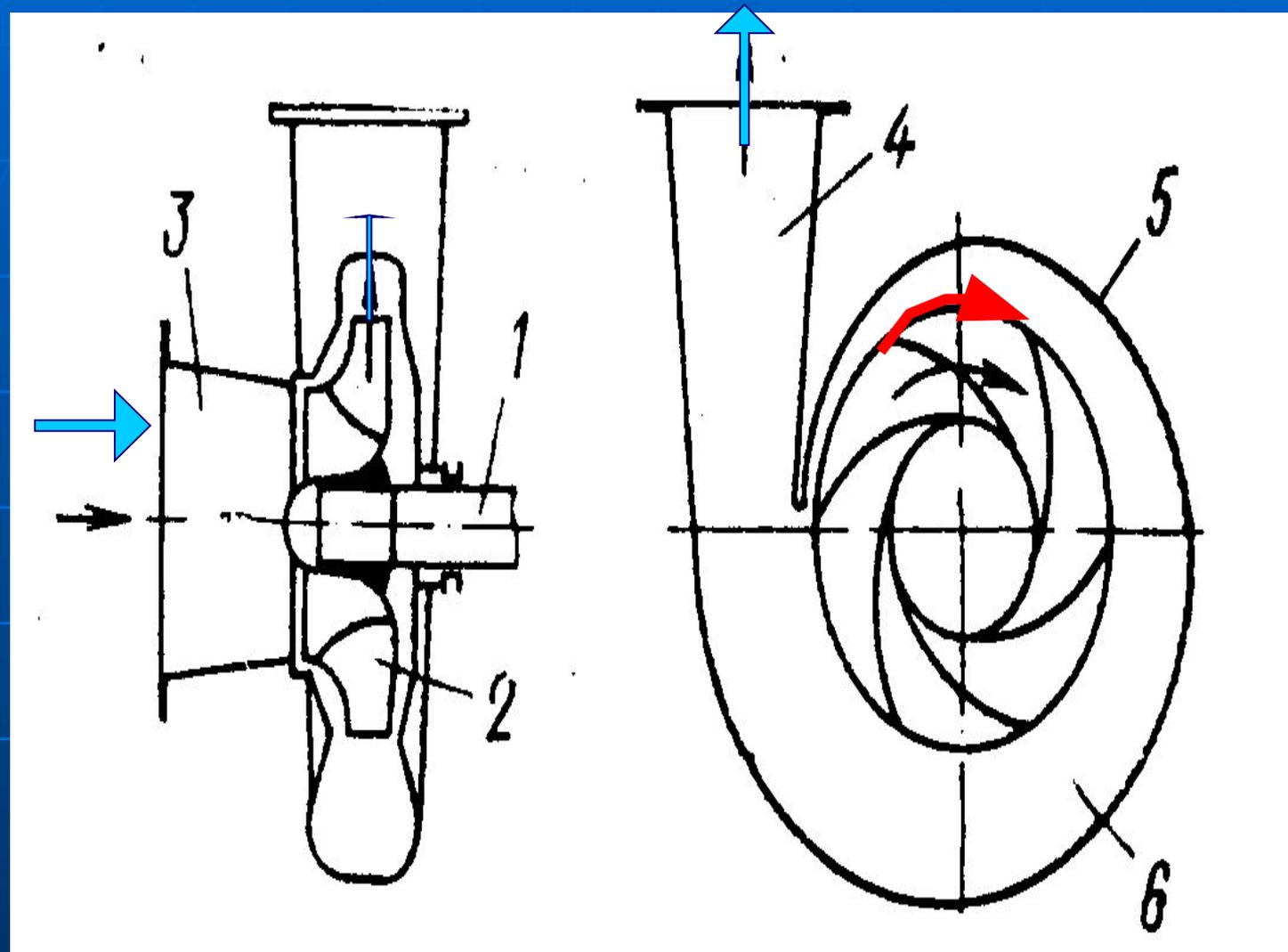


Схема центробежного насоса

1 – вал; 2 – рабочее колесо; 3 – всасывающий патрубок;  
4 – напорный патрубок; 5 – корпус; 6 – спиральная камера.

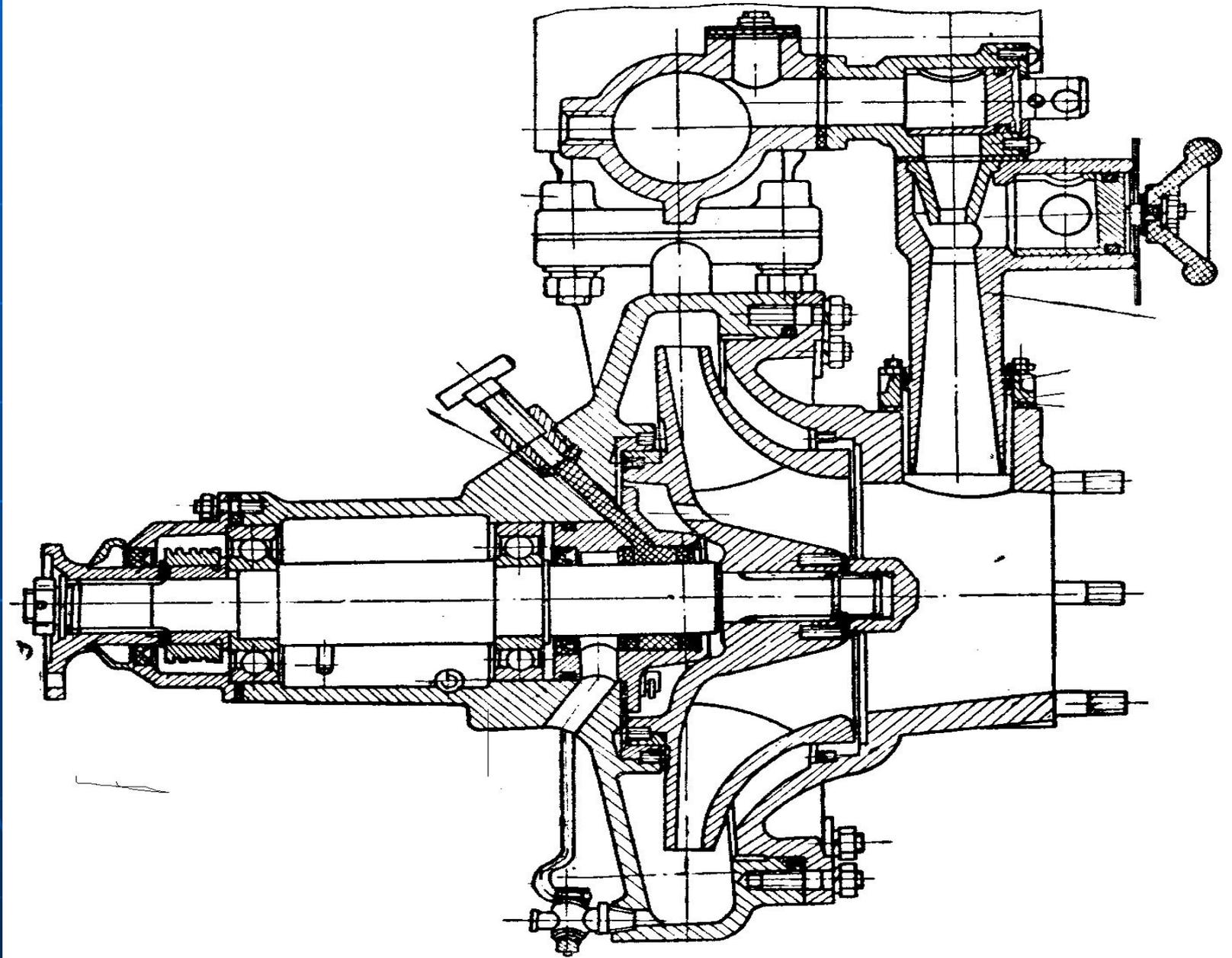
Основной частью насоса является рабочее колесо с профилированными лопатками. При вращении колеса, посаженного на вал (корпус насоса предварительно заполняется жидкостью), вода, находящаяся в каналах колеса, также начинает вращаться и под действием центробежной силы перемещается от центра рабочего колеса к периферии. В результате перемещения воды в центре рабочего колеса создаётся разрежение, куда через всасывающую линию 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 и в расположенном за ним диффузоре, 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.

Наиболее распространенным пожарным насосом, используемым практически на всех пожарных автомобилях автоцистернах является пожарный насос ПН-40 УА – нормального давления, высоконапорный, спиральный, одноступенчатый, с односторонним подводом, с горизонтальным расположением вала рабочего колеса.



	Параметр	ПН-40УА	ПН-60	ПН-110	ПНК-40/3
1.	Напор, м	100	100	100	100
2.	Подача, л/с	40	60	110	40
3.	Частота вращения, об/мин.	2700	2500	1350	2700
4.	КПД	0,58	0,60	0,6	0,58
5.	Кавитационный запас, м	3	3,5	3,5	3
6.	Потребляемая мощность, кВт	68	98	150	67,7
7.	Число и диаметр патрубков, мм: Всасывающих Напорных	1x125 2x70	2x125 2x80	1x200 2x100	
8.	Габариты, мм: Длина Ширина Высота	700 1000 700	800 1000 1000	850 1400 1000	600 350 650
9.	Масса, кг	75	200	700	140

Однако, несмотря на характеристики, указанные в паспортных данных насоса, максимальный напор и максимальную производительность насоса ПН-40У можно обеспечить лишь при геометрической высоте всасывания не более 3,5 метров. При превышении геометрической высоте всасывания более 3,5 метров производительность пожарного насоса резко падает и составит лишь около 20 л/сек.

## Вывод по вопросу:



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, т.к. масса воздуха в 775 раз меньше массы воды.

**Вывод по теме:** механические насосы получили наиболее широкое распространение в пожарной охране из-за простоты своей конструкции, простоты в обслуживании и эксплуатации, надёжности в работе, долговечности в эксплуатации. Данные насосы обеспечивают подачу относительно достаточного количества огнетушащих средств в очаг пожара, позволяют использовать естественные и искусственные водоёмы для целей пожаротушения. При эксплуатации механических насосов необходимо строго выполнять инструкцию по эксплуатации завода-изготовителя, своевременно проводить техническое обслуживание.

# Закрепление нового материала:



1. Что называется насосом?
2. Каков физический смысл уравнения Менделеева-Клайперона?
3. Каков физический смысл уравнения Бернулли?
4. Какое обязательное условие работы центробежных насосов?



## Задание на самоподготовку:

1. Изучить принцип действия насосов.

Преснов А.И. и др. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006.-507 с

Тажетдинов Р.У. Насосы. Виды, классификация, область применения – Н.Новгород Учебный центр ФПС МЧС России, 2008. – 46 с. (стр.4-40)

# КОНЕЦ УРОКА



Презентация рассмотрена на заседании цикла  
специальных дисциплин (пожарная тактика)  
Протокол № 11 от « 24 » июня 2014 г.