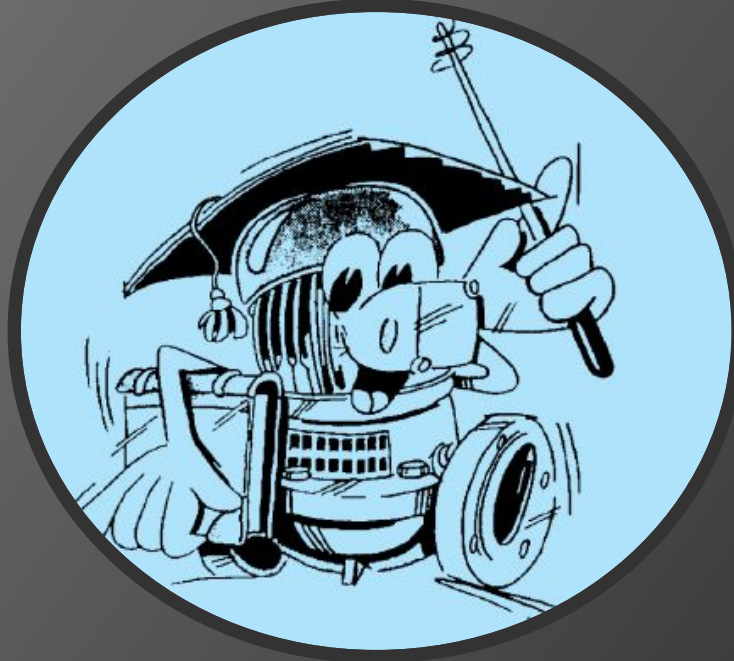




НАСОСЫ И НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ.

Подача воды - сейчас и раньше

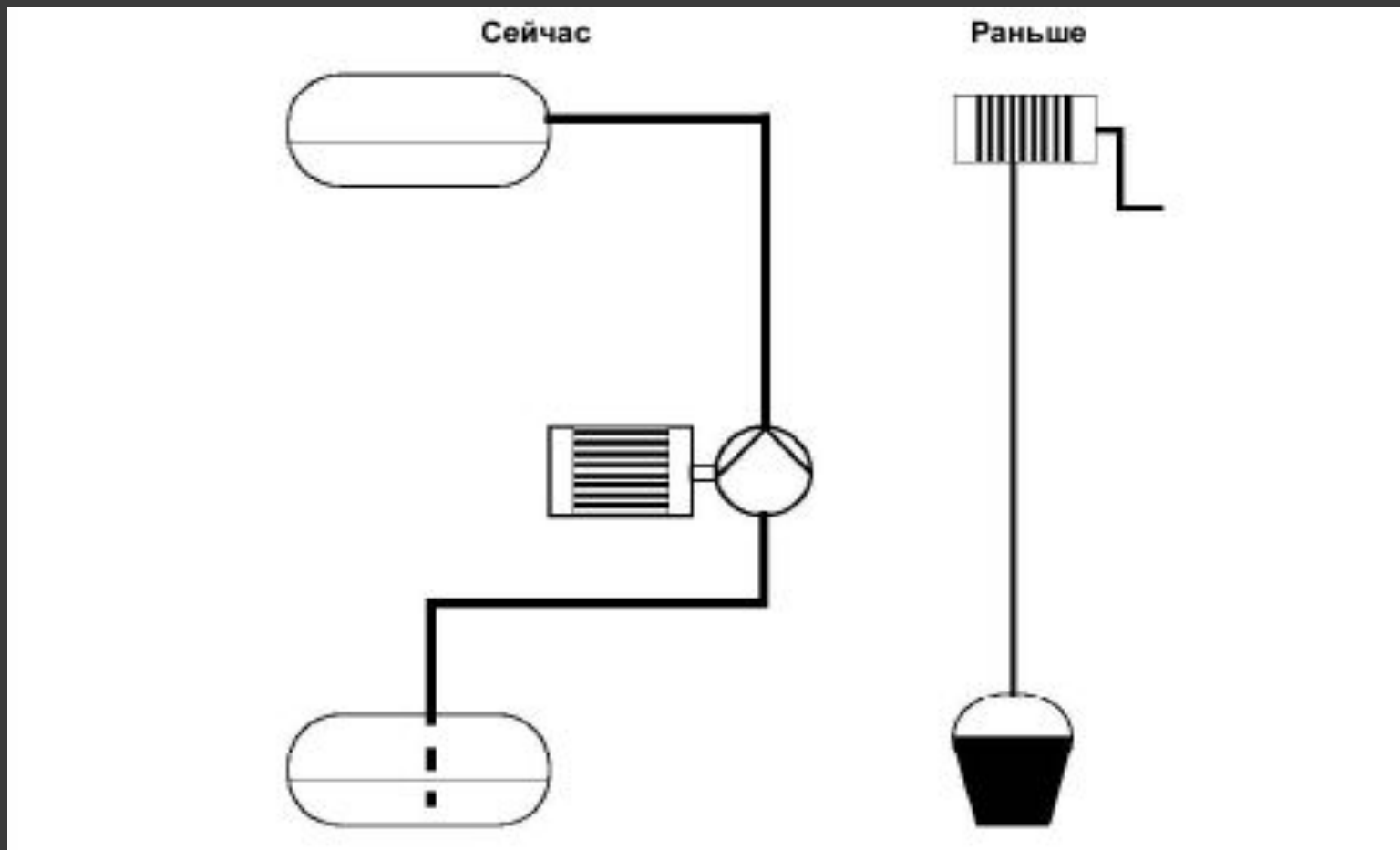


Схема установки насоса

Чтобы выбрать оптимальный насос для решения конкретных задач, необходимо учитывать следующие физические условия.

1. Характеристики жидкости

- плотность ("тяжесть" жидкости)
- давление насыщенных паров (температура кипения)
- температура
- вязкость ("густоту" жидкости)

2. Объем, который необходимо подать (расход)

3. Высота всасывания:

разница в уровне между насосом и точкой забора жидкости.

4. Высота нагнетания:

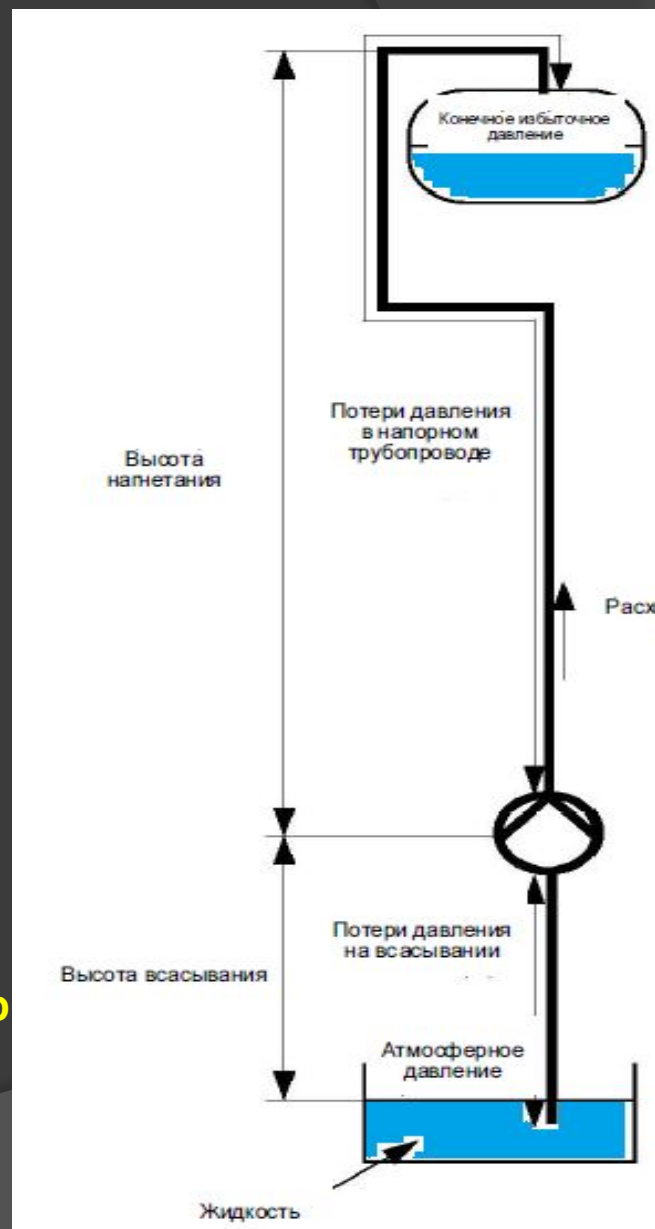
разница в уровне между насосом и наивысшей точкой, в которую подается жидкость

5. Потери давления на всасывании (потери на трение)

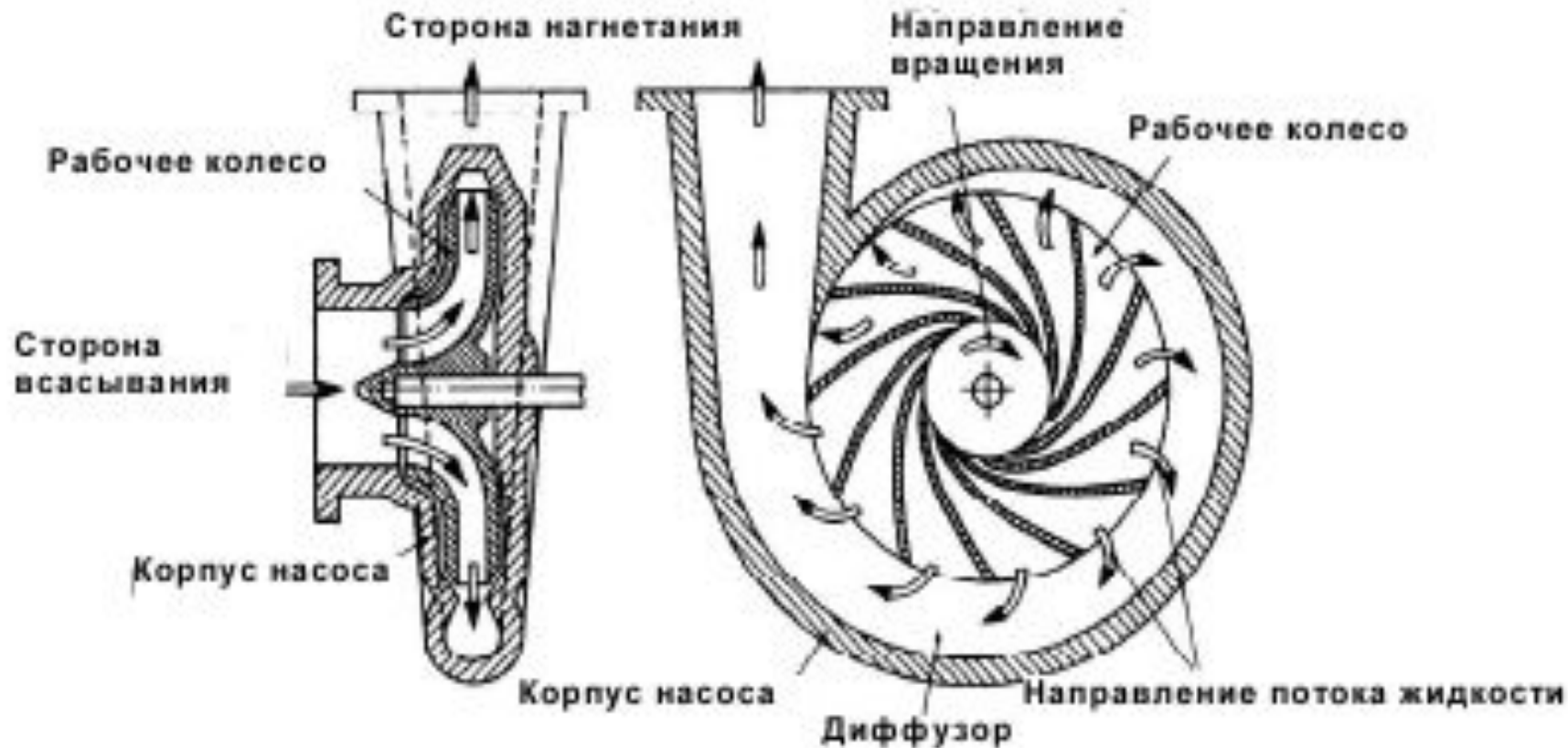
6. Потери давления в напорном трубопроводе (потери на трение)

7. Конечное избыточное давление

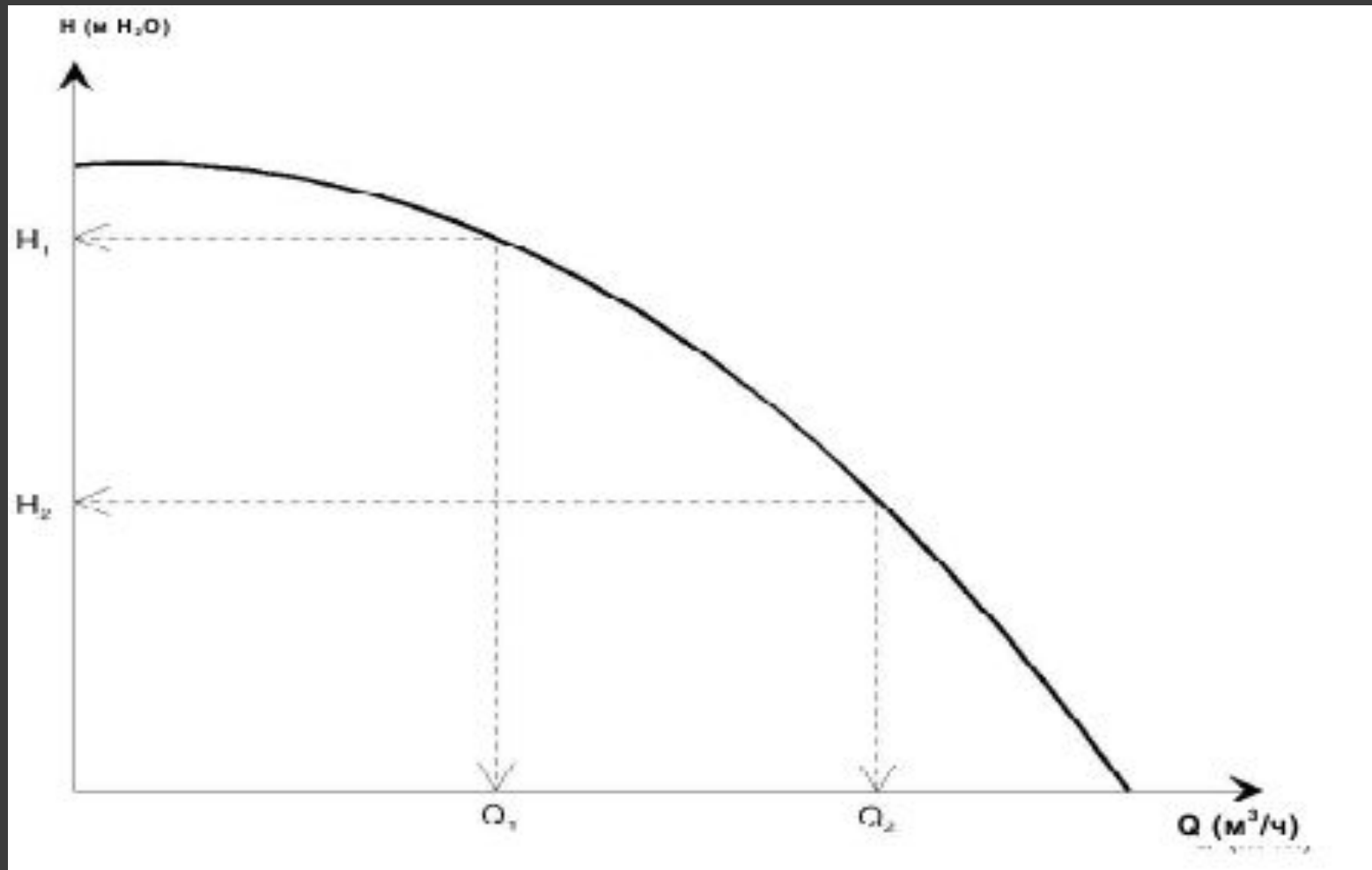
8. Начальное избыточное давление



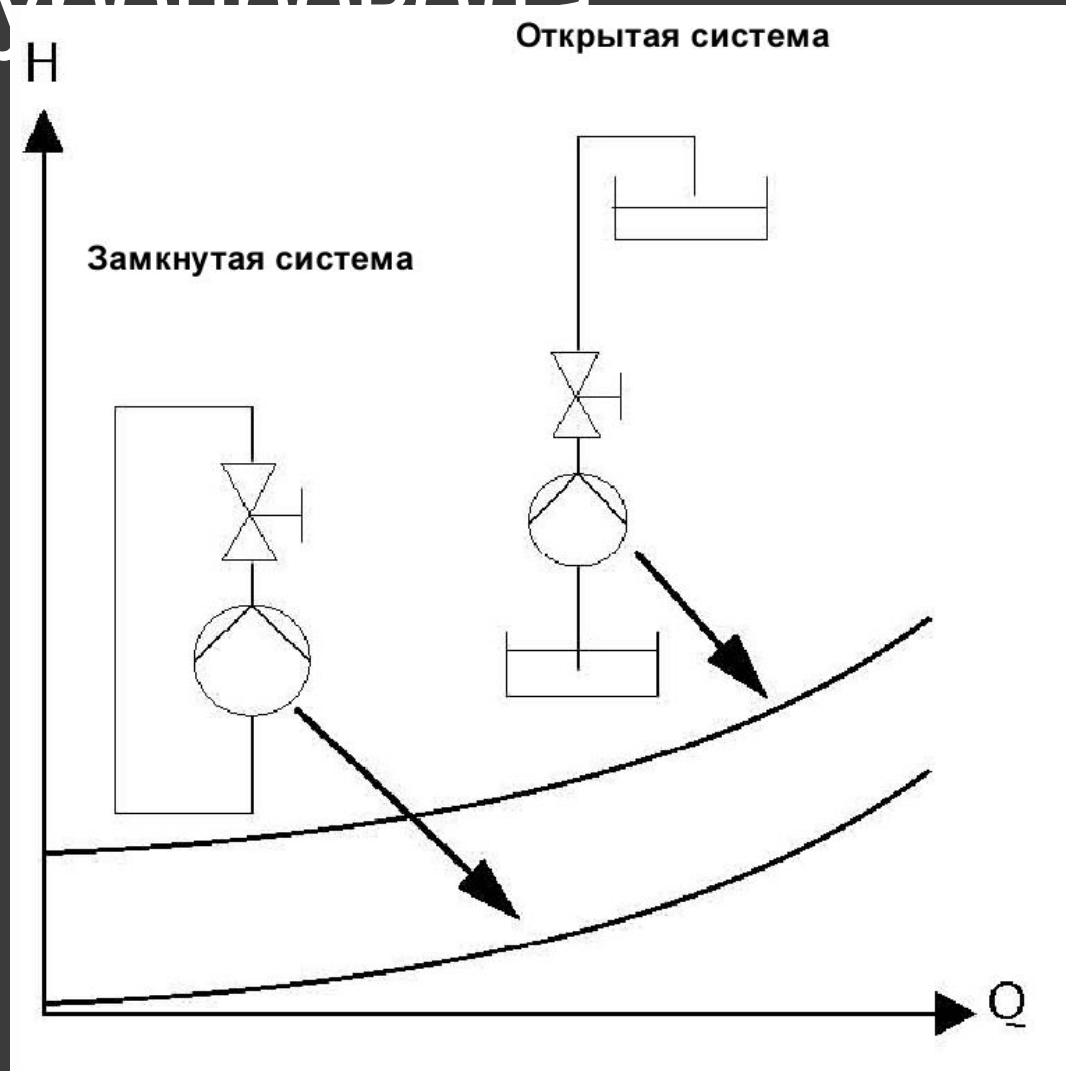
Конструкция центробежного насоса



Рабочие характеристики насоса



Характеристики трубопровода

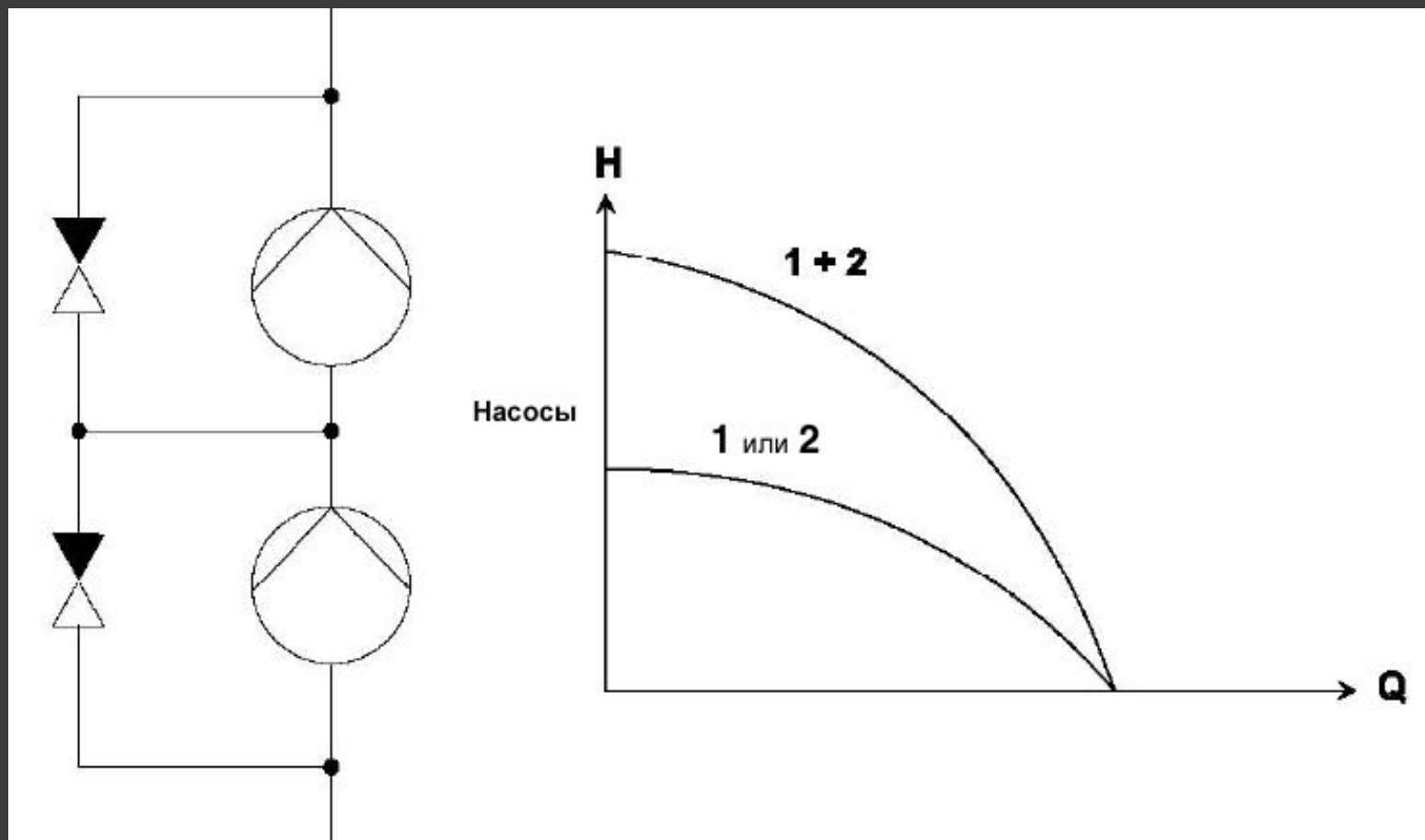


Рабочая точка

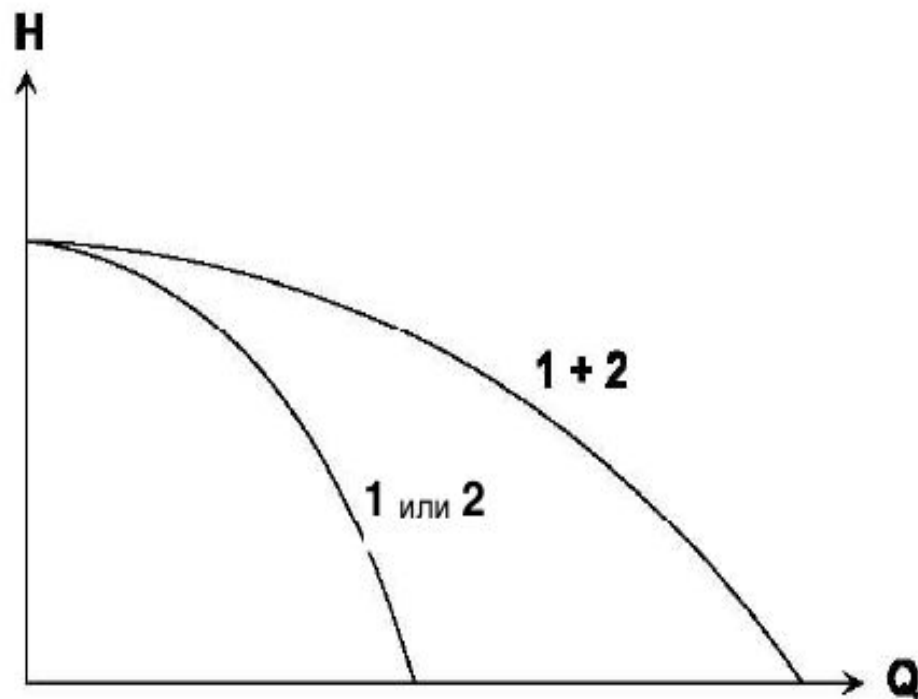
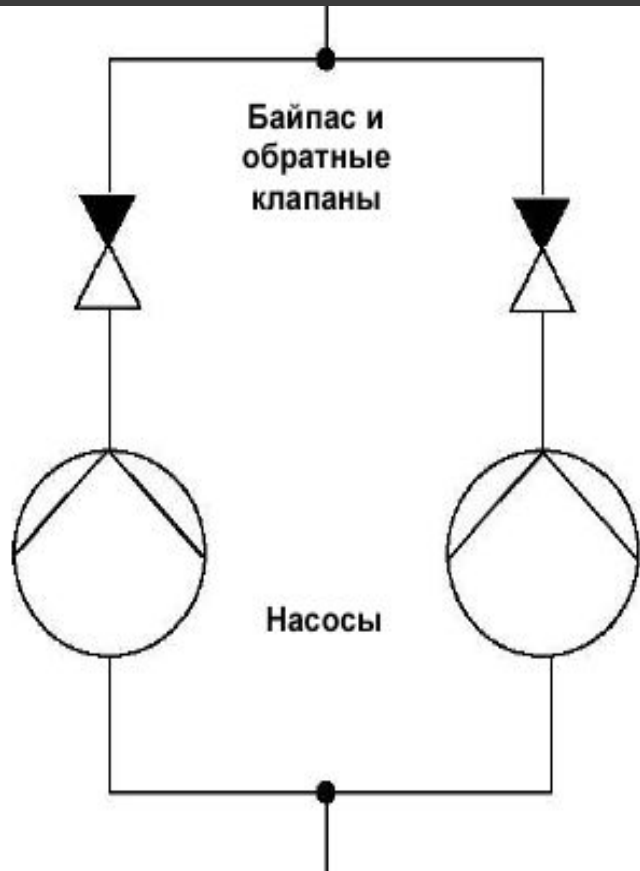
- это точка пересечения графика характеристики насоса с графиком характеристики гидросистемы



Последовательно включенные насосы



Параллельно включенные насосы



КПД насоса

КПД насоса показывает, какая часть механической энергии, переданной насосу через его вал, преобразовалась в полезную гидравлическую энергию.

$$\frac{\text{Гидравлическая мощность}}{\text{Потребляемая мощность}} = \eta$$

На КПД влияют:

- форма корпуса насоса;
- форма рабочего колеса и диффузора;
- качество шероховатости поверхности;
- уплотнительные зазоры между всасывающей и напорной полостями насоса.

Чтобы потребитель имел возможность определить КПД насоса в конкретной рабочей точке, большинство изготовителей насосного оборудования прилагают к диаграммам рабочих характеристик насоса диаграммы с графиками характеристик КПД

Потребляемая мощность

P_1 : Мощность, потребляемая электродвигателем из электросети.

У электродвигателей, непосредственно присоединенных к валу насосов, как это имеет место в приводе циркуляционных насосов, максимальное значение потребляемой мощности указывается на фирменной табличке с техническими данными.

P_1 также можно определить по следующей формуле:

$$P_1 = V \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \quad [\text{Вт}]$$

(3-фазные электродвигатели)

$$P_1 = V \times I \times \cos \varphi \quad [\text{Вт}]$$

(1-фазные электродвигатели)

где:

V = напряжение (В)

I = сила тока (А)

$\cos \varphi$ = коэффициент мощности (-)

Потребляемая мощность

P2: мощность на валу электродвигателя.

В случае, когда электродвигатель и насос являются отдельными узлами (включая стандартные и погружные электродвигатели), на фирменной табличке указывается максимальная мощность на валу электродвигателя.

P3: Мощность, потребляемая насосом

Текущая нагрузка электродвигателя может быть определена по кривой мощности насоса. В случае непосредственного присоединения электродвигателя к валу насосов: **$P_3 = P_2$** .

P4: Мощность насоса (Phydraulic)

Значение мощности насоса определяется по формуле:

$$P_4 = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad [\text{кВт}]$$

Типовые закономерности

1. Влияние диаметра (d) рабочего колеса на напор, подачу и потребляемую мощность.

Напор пропорционален диаметру во второй степени:

Согласно этой закономерности, удвоение диаметра повысит напор в 4 раза.

$$H_b = H_a \cdot \left(\frac{d_b}{d_a}\right)^2$$

Подача пропорциональна диаметру в третьей степени:

Согласно этой закономерности, удвоение диаметра повысит подачу в 8 раза.

$$Q_b = Q_a \cdot \left(\frac{d_b}{d_a}\right)^3$$

Потребляемая мощность пропорциональна диаметру в пятой степени:

Согласно этой закономерности, удвоение диаметра повысит потребляемую мощность в 32 раза.

$$P_b = P_a \cdot \left(\frac{d_b}{d_a}\right)^5$$

Типовые закономерности

2. Влияние частоты вращения (n) рабочего колеса на напор, подачу и потребляемую мощность.

Подача пропорциональна частоте вращения:

Согласно этой закономерности, удвоение частоты вращения в два раза повысит подачу.

$$Q_b = Q_a \cdot \frac{n_b}{n_a}$$

Напор пропорционален квадрату частоты вращения:

Согласно этой закономерности, удвоение частоты вращения в 4 раза повысит напор.

$$H_b = H_a \cdot \left(\frac{n_b}{n_a}\right)^2$$

Потребляемая мощность пропорциональна частоте вращения в третьей степени:

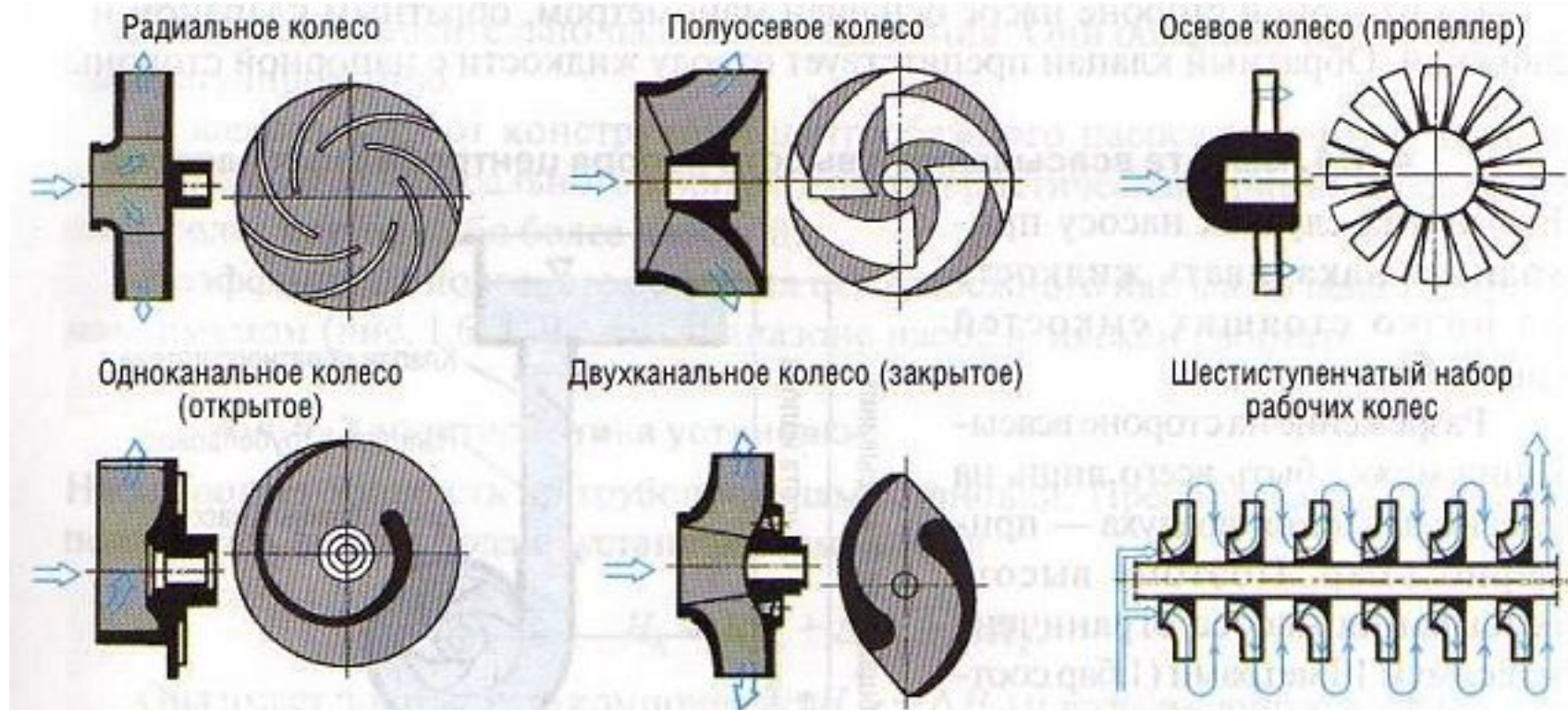
Согласно этой закономерности, удвоение частоты вращения в 8 раз повысит потребляемую мощность.

$$P_b = P_a \cdot \left(\frac{n_b}{n_a}\right)^3$$

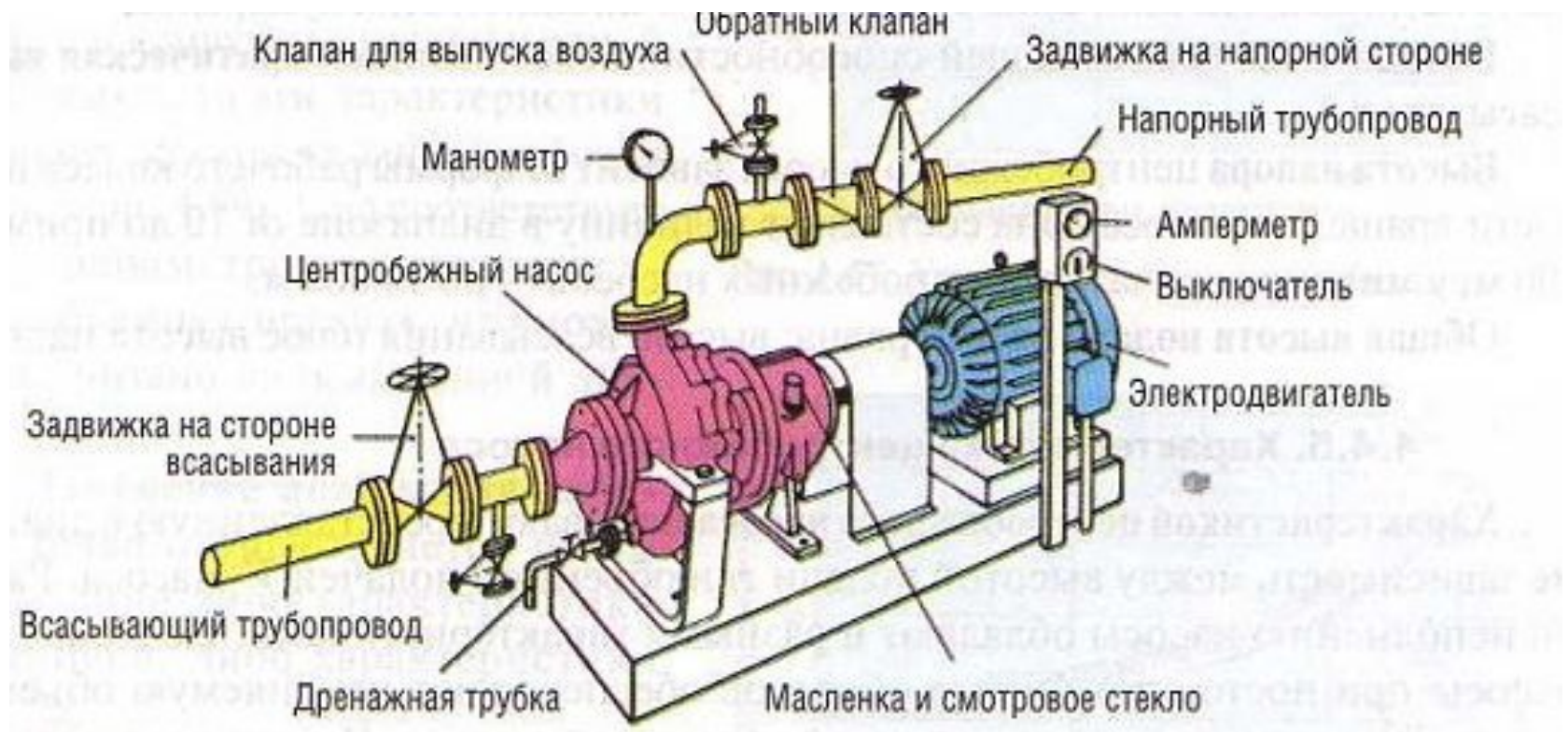
Перемещение жидкости



Рабочее колесо центробежного насоса



Конструкция центробежного насоса



Кавитация

При локальных понижениях давления в насосе из жидкости начинают выделяться пары и растворенные в ней газы. Это явление называется кавитацией.

Пузырьки пара, увлекаемые жидкостью по каналам колеса в область более высоких давлений быстро конденсируются. Жидкость мгновенно проникает в пустоты, образуящиеся при конденсации пузырьков.

Это приводит к многочисленным мелким гидравлическим ударам. Отсюда шум, резкое снижение подачи, напора насоса, быстрое его разрушение.

Для предотвращения кавитации:

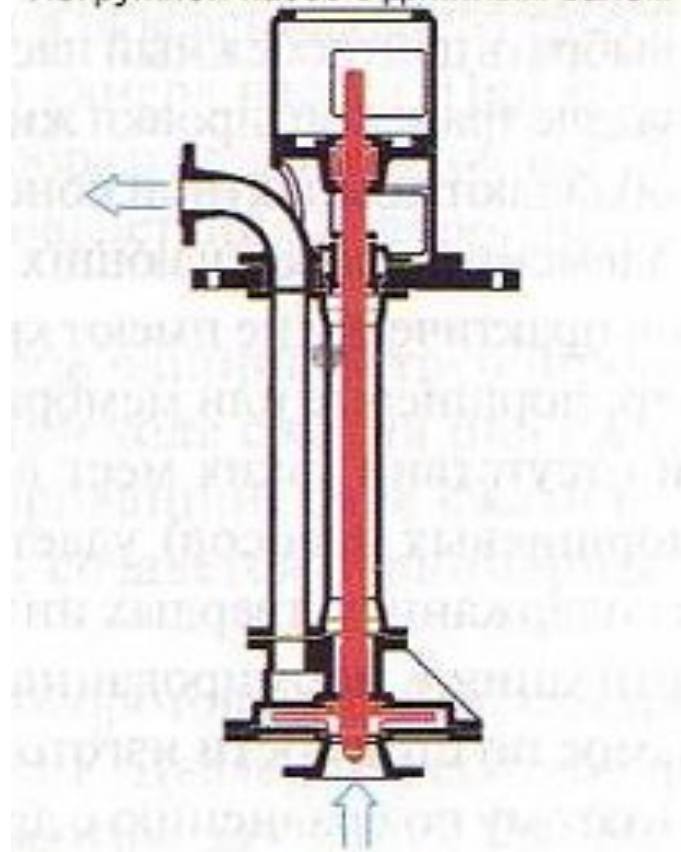
повышают давление жидкости на входе в насос

снижают высоту всасывания

При определении высоты всасывания из рассчитанного значения $h_{вс}$ вычитают некоторую высоту – **кавитационный запас**

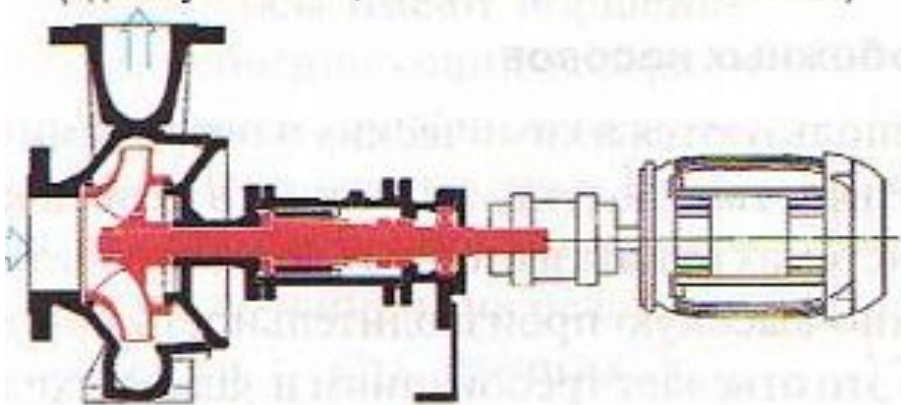
Конструктивное оформление насосов

Погружной насос с длинным валом

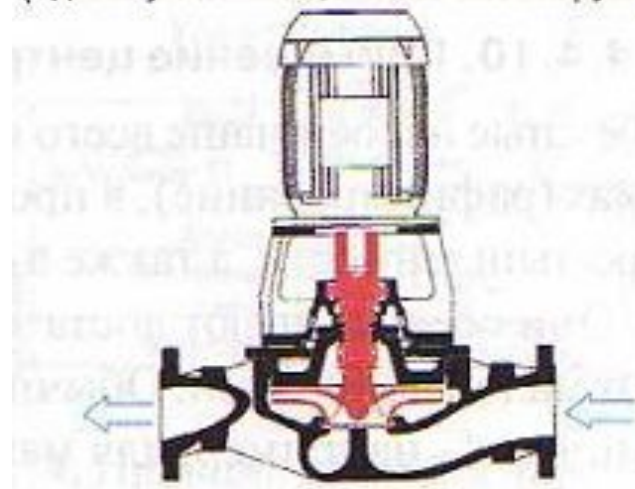


Конструктивное оформление насосов

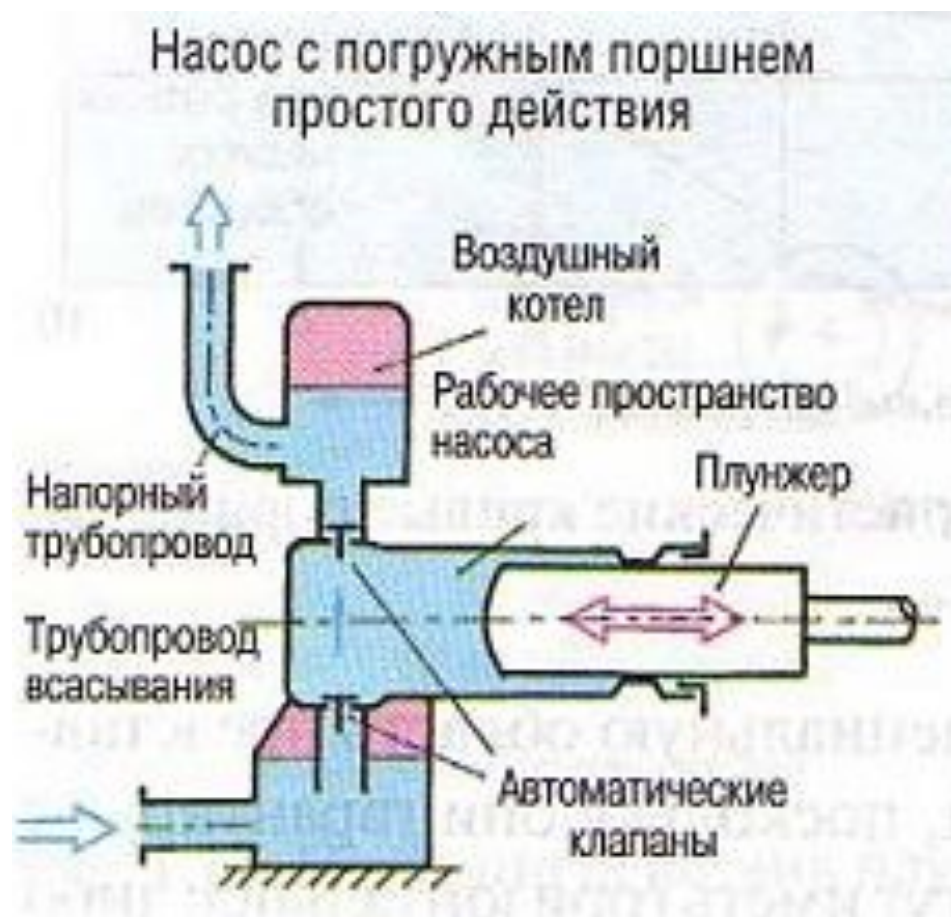
Стандартный насос
для химической промышленности
(одноступенчатый, технологическое исполнение)



Встраиваемый насос
для химической промышленности
(одноступенчатый, блочная конструкция)



Плунжерный насос



Объемные насосы

Поршневые,
плунжерные

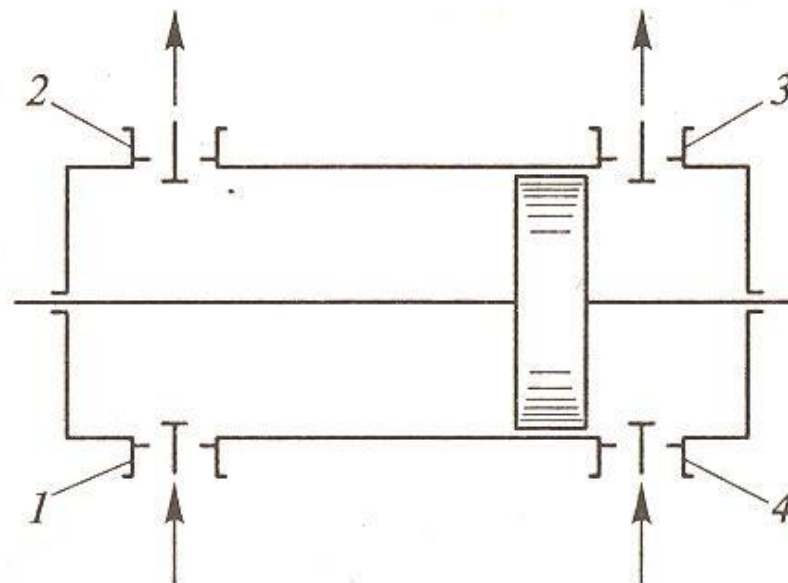
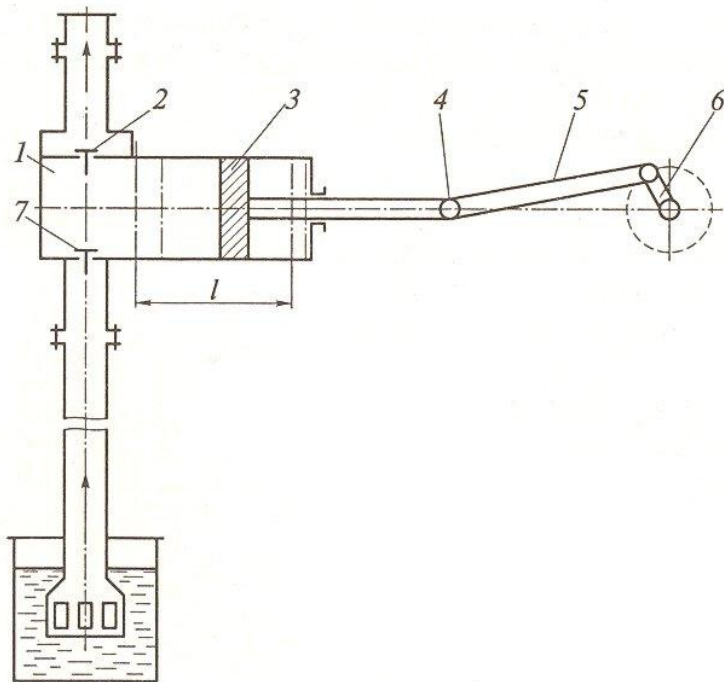
Шестеренные

Винтовые

Пластинчатые
(роторные)

Монтежю

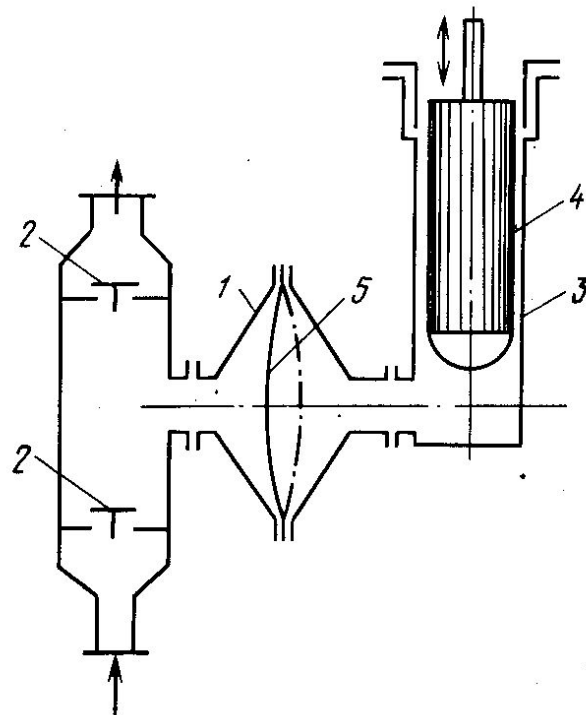
Поршневой насос



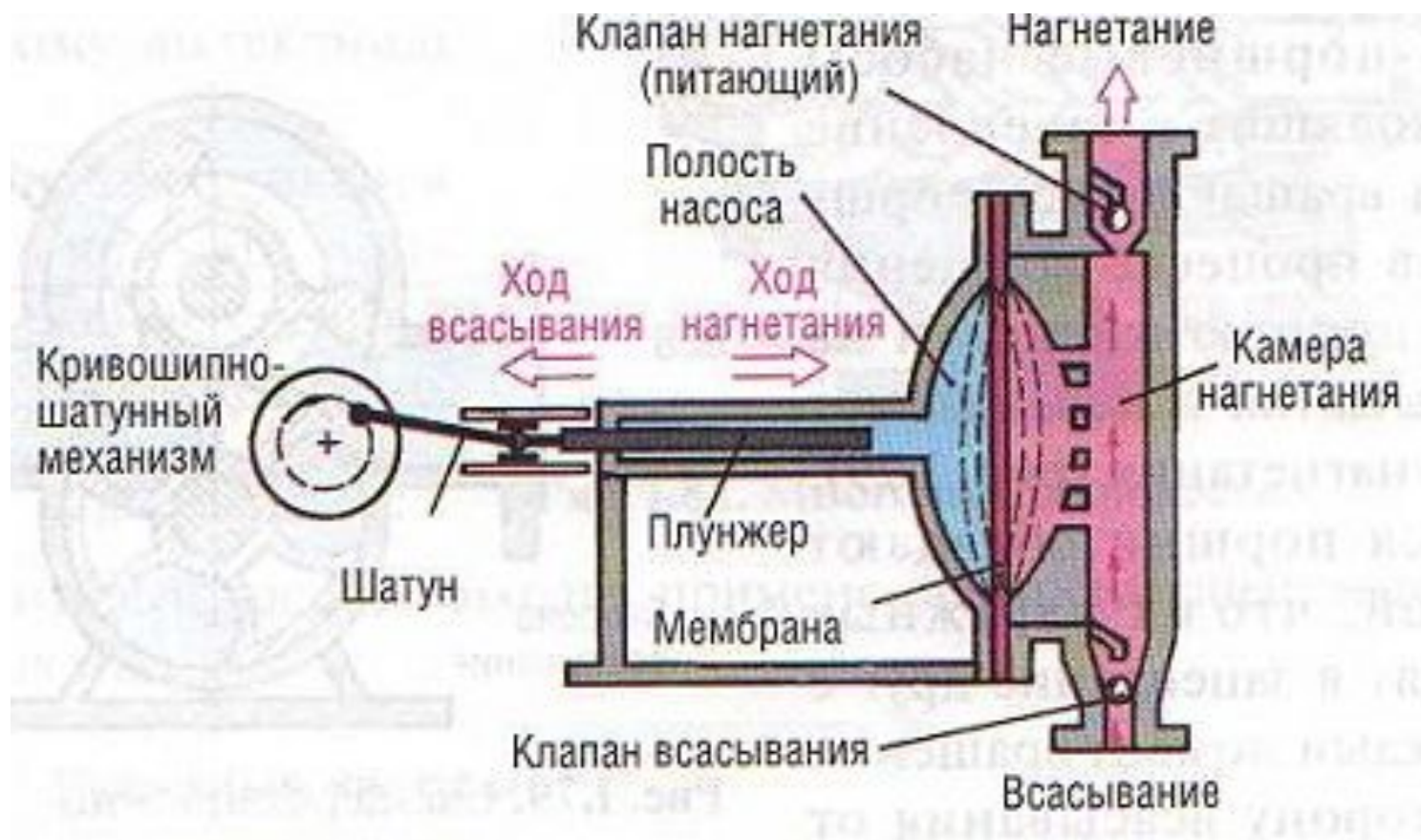
Установка насоса



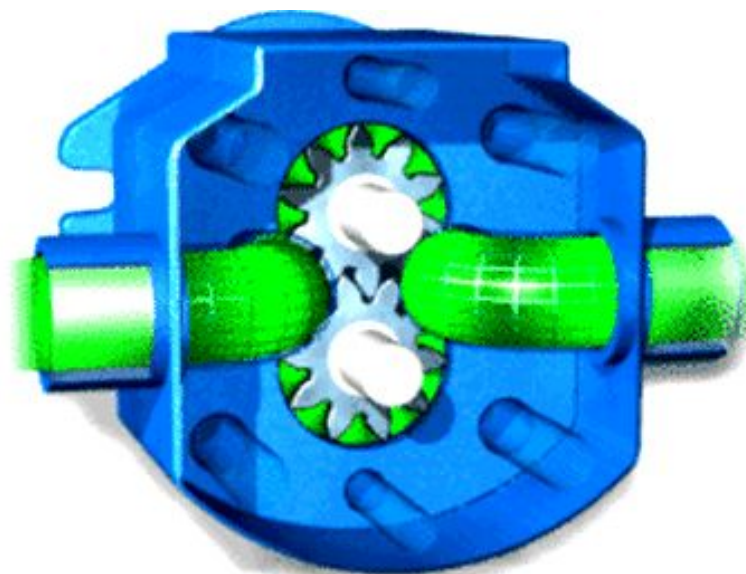
Плунжерно-мембранный насос



Мембранный насос



Шестеренчатый насос



Шестеренчатый насос

При вращении шестерен создаётся разрежения, жидкость поступает в корпус, перемещается по направлению вращения в нагнетательный патрубок. Насосы обладают реверсивностью, т.е. при изменении направления вращения шестерен области всасывания и нагнетания меняются местами

$$Q = \frac{2flzn\eta_v}{60} \quad \text{Расход шестеренчатого насоса}$$

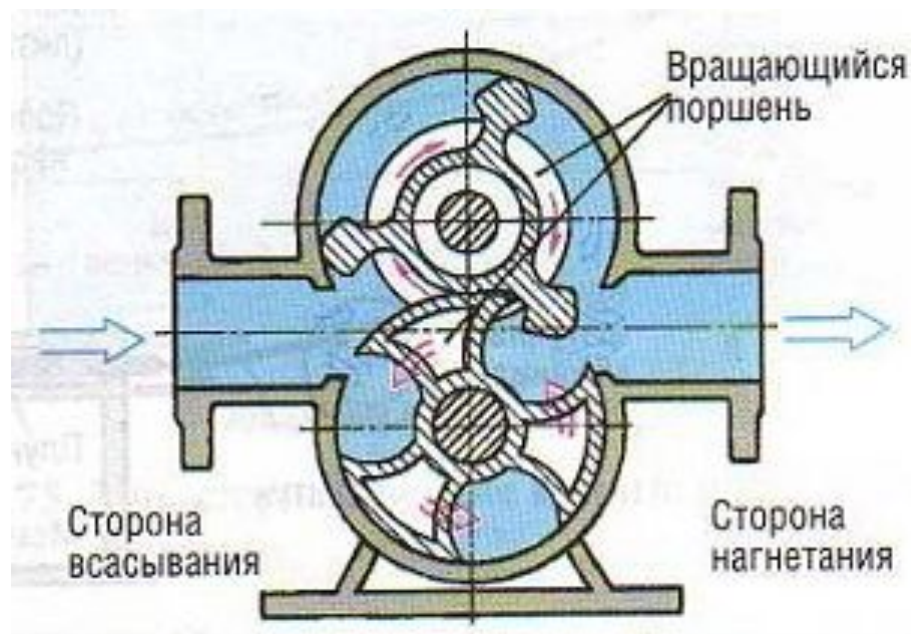
f – площадь поперечного сечения впадины между зубьями

l – длина зуба шестерни

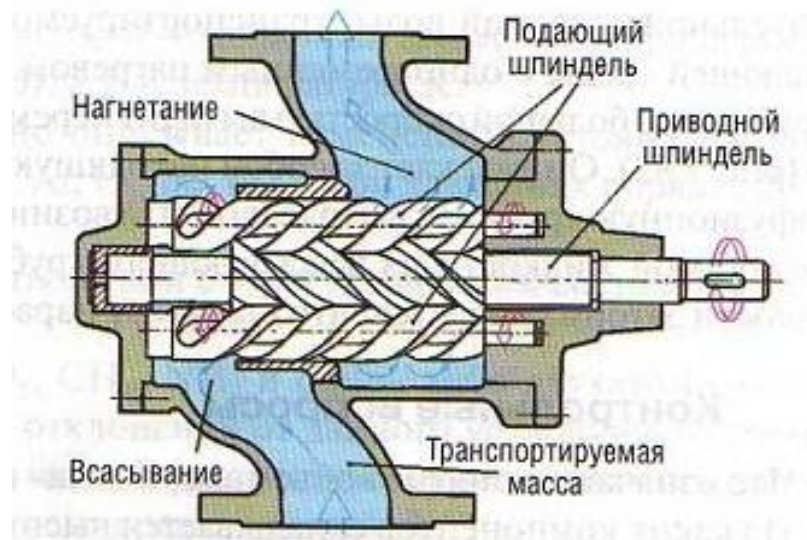
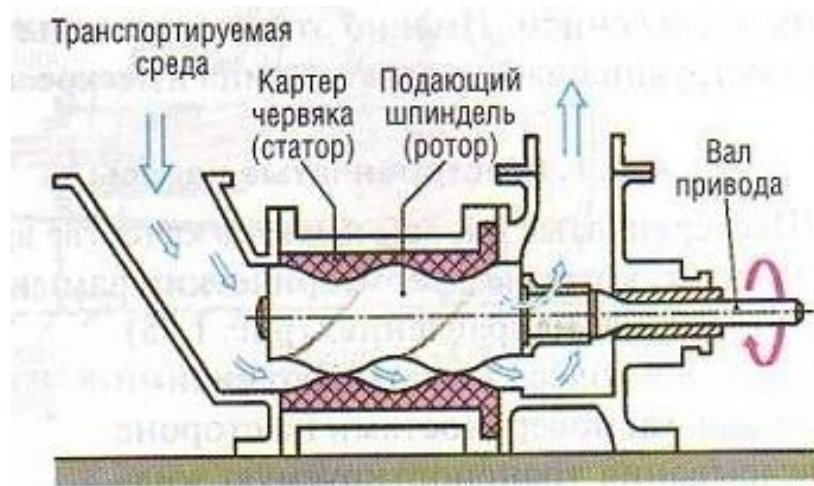
z – число зубьев

n – частота вращения шестерен

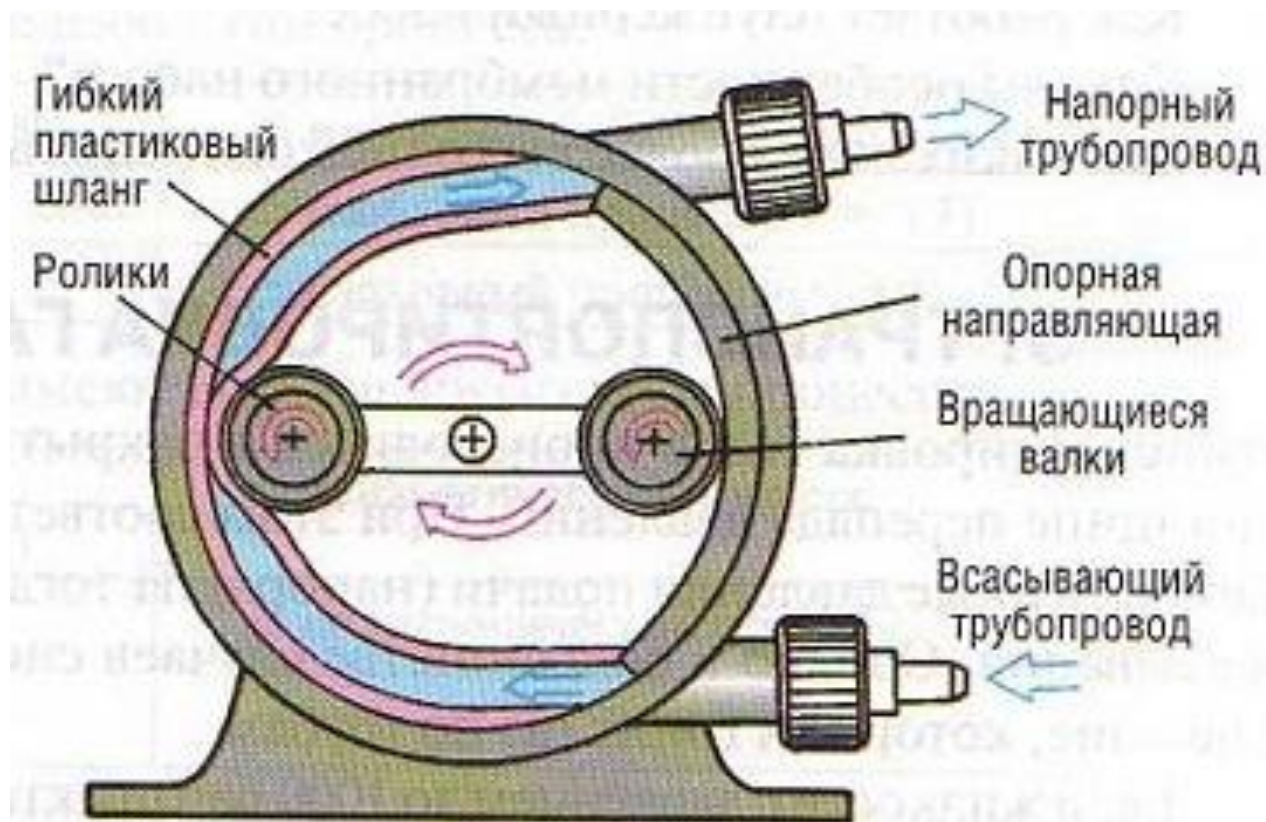
Роторные насосы



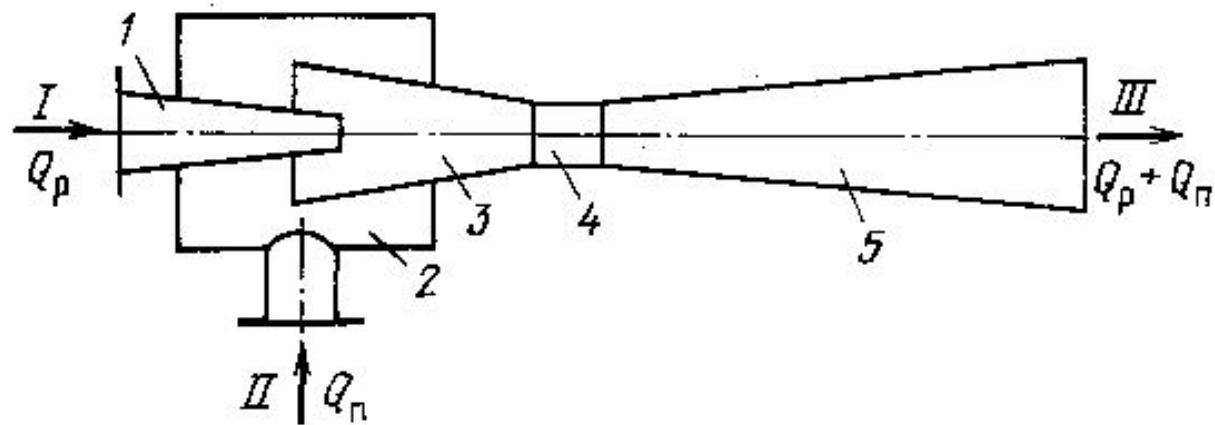
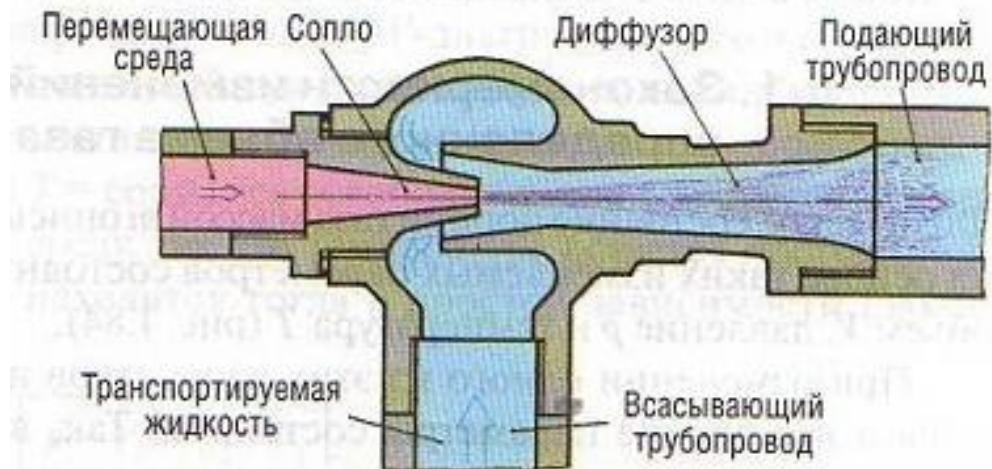
Винтовые насосы



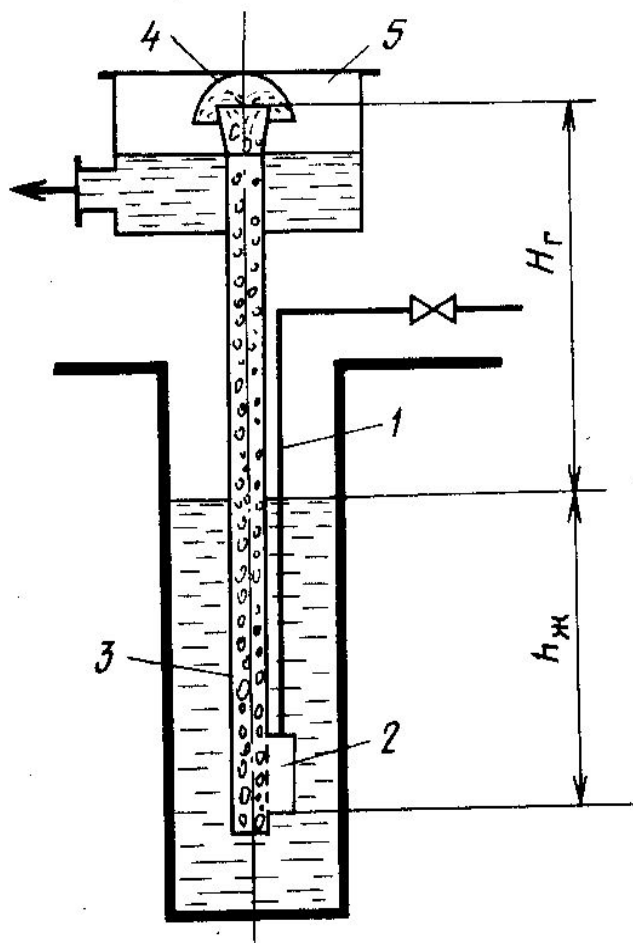
Рукавный насос



Струйный насос



Эрлифт (газлифт)



- 1 – линия подачи газа,
- 2 – распределитель газа,
- 3 – подъемная труба,
- 4 – отбойник, 5 - сборник

$$H_{\Gamma} = \frac{h_{\text{ж}} (\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{см}})}{\rho_{\text{см}}}$$

Высота подъема H_{Γ} (без учета потерь в трубе)