

Насосы. Основные параметры.

Насос - машина для преобразования механической энергии двигателя в энергию потока жидкости.

- **Подача** - количество жидкости, перекачиваемой насосом в единицу времени ($Q, \text{м}^3/\text{с}$).

- **Напор** - энергия, сообщаемая единице веса жидкости, проходящей через насос ($H, \text{м}$)

$$H = E_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} - A_{\hat{a}\hat{o}} = \frac{\hat{o}_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} - \hat{o}_{\hat{a}\hat{o}}}{\gamma} + \frac{v_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}^2 - v_{\hat{a}\hat{o}}^2}{2g} + (z_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} - z_{\hat{a}\hat{o}})$$

- где E - удельная энергия потока;

-

Мощность насоса, Вт:

Полезная мощность - энергия, приобретенная за единицу времени жидкостью, прошедшей через насос: $N_{\text{пол}} =$

Потребляемая мощность - энергия, подводимая к валу от двигателя за единицу времени.

Мощность, потребляемая насосом $N_{\text{потр}}$, больше полезной мощности $N_{\text{пол}}$ на величину потерь в насосе. Эти потери оцениваются **коэффициентом полезного действия насоса η** .

$$\eta = \frac{N_{\text{пол}}}{N_{\text{потр}}}, \%$$

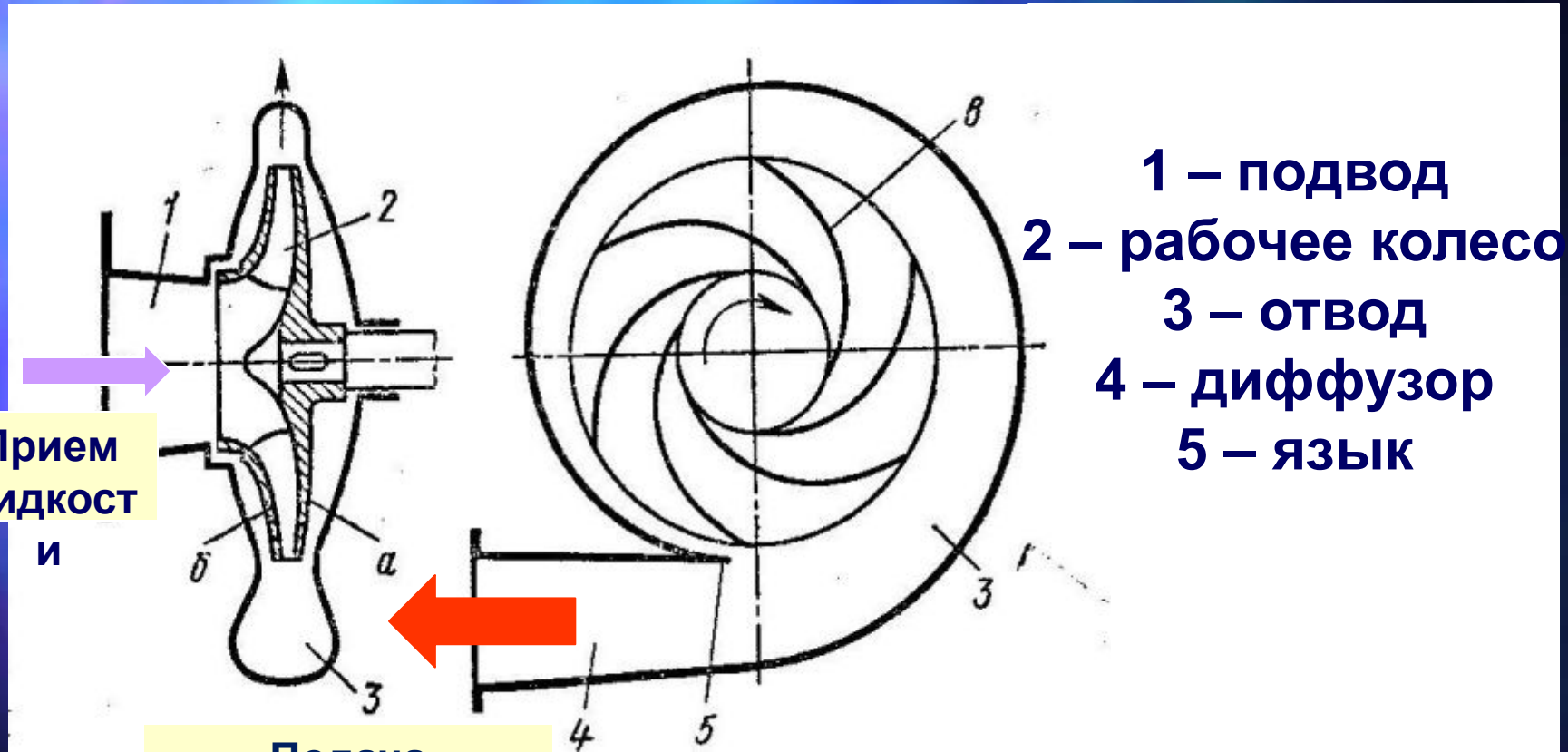
По мощности, потребляемой насосом, подбирают электродвигатель.

Потери в насосе разделяют на три вида: гидравлические (учитываются $\eta_{\text{г}}$), объемные ($\eta_{\text{о}}$) и механические ($\eta_{\text{мех}}$).

Общий К.П.Д. насоса:

$$\eta = \eta_{\text{мех}} \eta_{\text{г}} \eta_{\text{о}}$$

Центробежный насос



- 1 – подвод
- 2 – рабочее колесо
- 3 – отвод
- 4 – диффузор
- 5 – язык

Прием
жидкости

Подача
жидкости
насосом

Основные параметры центробежных насосов

Подача – расход жидкости через напорный патрубок

Напор

Потребляемая мощность $N_{\text{потр}} = M \omega$

где ω – угловая скорость вала насоса

Гидравлическая мощность – энергия, передающаяся рабочим колесом жидкости:

$$N_{\text{Г}} = Q_{\text{к}} \gamma H_{\text{Т}}$$

$H_{\text{Т}}$ – теоретический напор – энергия, переданная рабочим колесом единице веса проходящей жидкости

$$H_{\text{Т}} = H + h_{\text{пот}}$$

$h_{\text{пот}}$ – гидравлические потери при течении жидкости в рабочих органах насоса; $Q_{\text{к}}$ – количество

жидкости, проходящей через колесо насоса

$$\eta_{\text{г}} = \frac{N_{\text{г}}}{N_{\text{потр}}}$$

Гидравлические потери – потери на гидравлическое сопротивление подвода и отвода

$$\eta_{\text{а}} = \frac{I}{I_{\text{ò}}}$$

■ **Объемные потери** – утечки в рабочей камере насоса (q_k)

$$\eta_i = \frac{Q}{Q + q_e}$$

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

■ **Коэффициент быстроходности:**

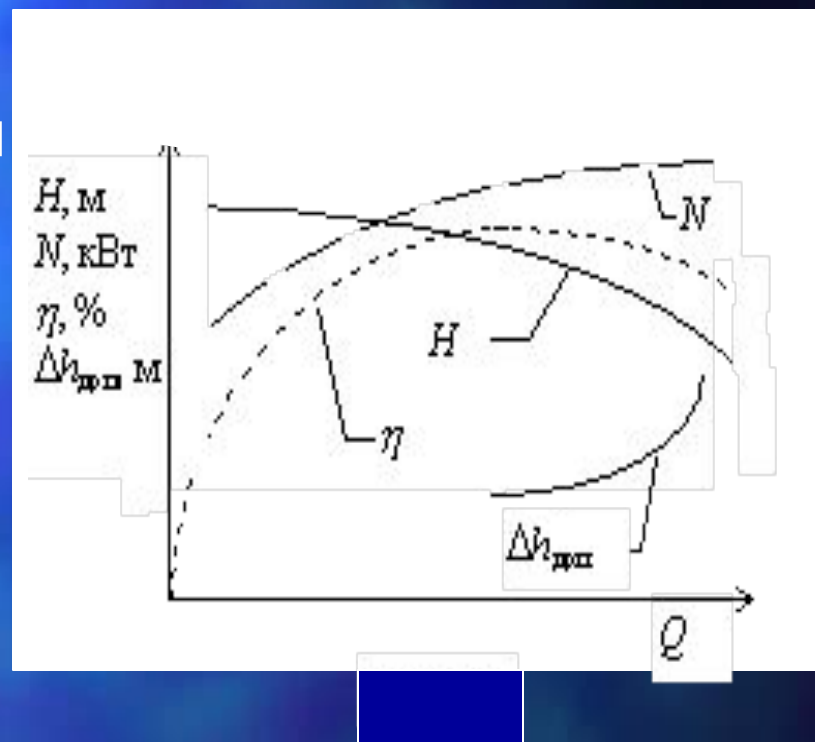
■ **Пересчет параметров насоса:**

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

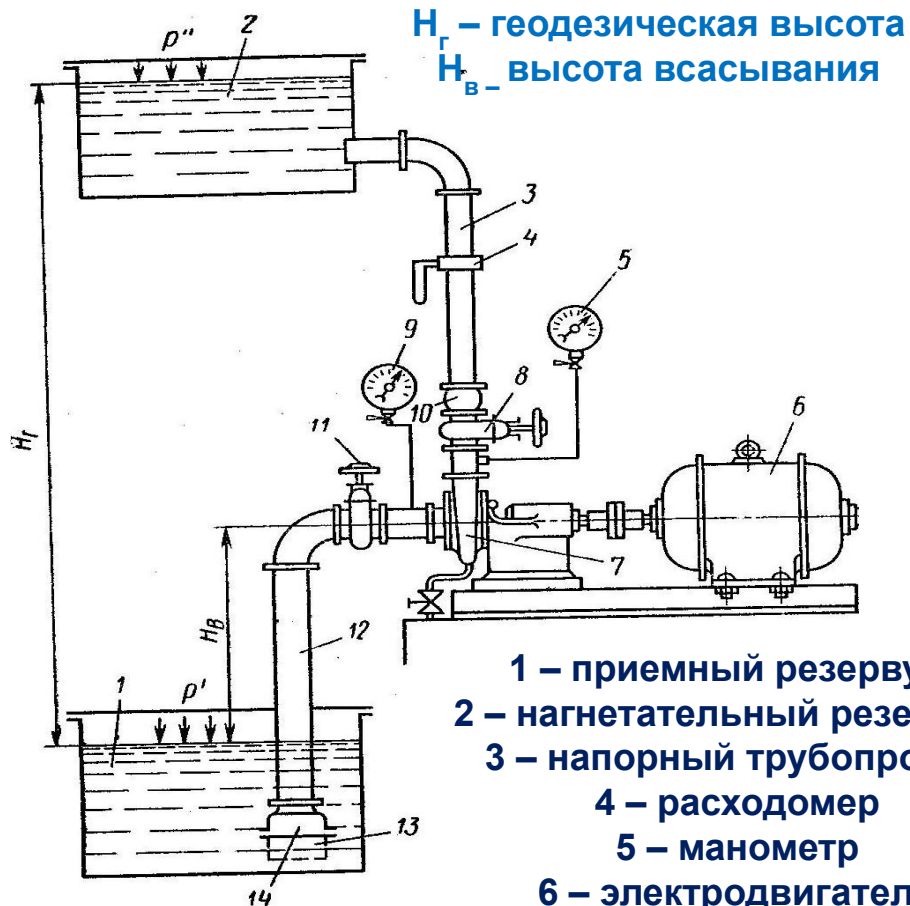
Характеристики центробежного насоса

Характеристики насоса -

зависимости между основными рабочими параметрами: $H(Q)$ – напорная характеристика и т.п. Знание основных характеристик позволяет более рационально использовать насосы на различных режимах.



Насосная установка

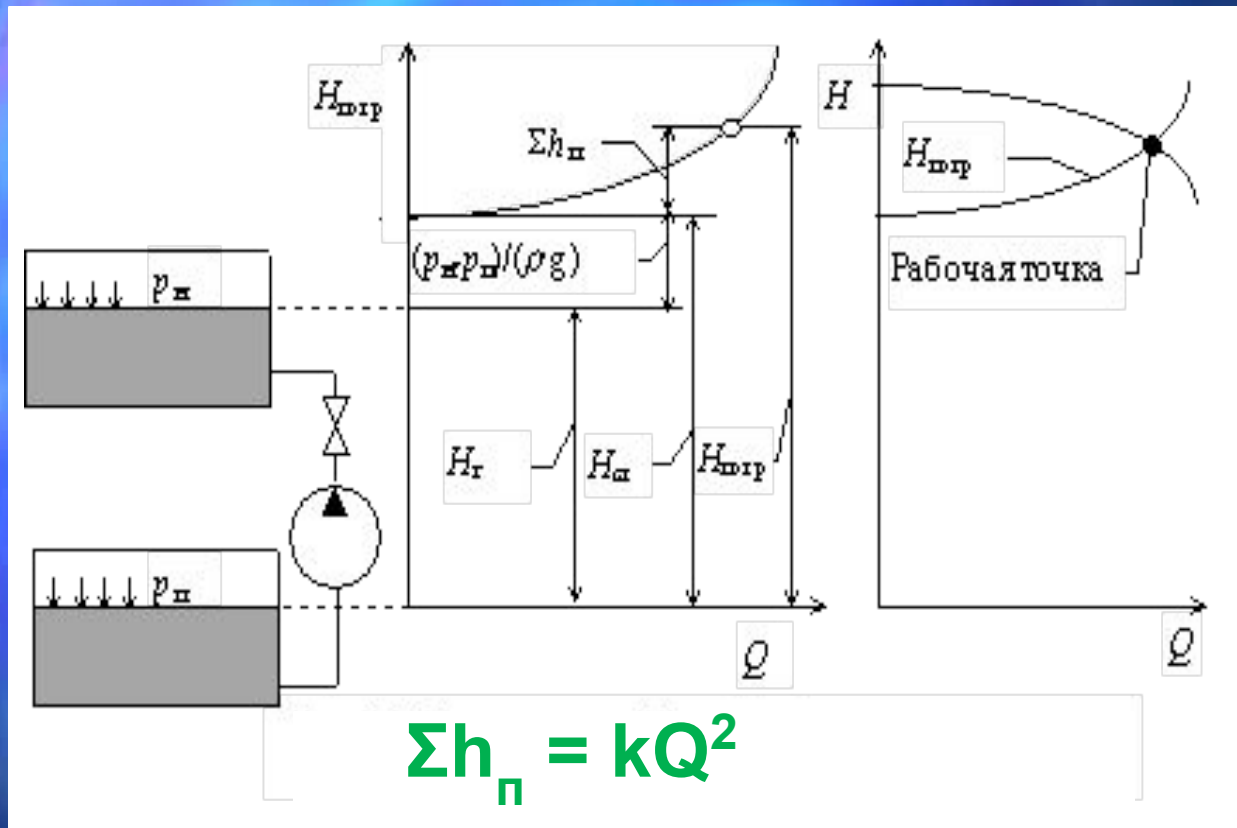


- 1 – приемный резервуар
- 2 – нагнетательный резервуар
- 3 – напорный трубопровод
- 4 – расходомер
- 5 – манометр
- 6 – электродвигатель
- 7 – насос
- 8 - регулирующая задвижка
- 9 – манометр-вакуумметр
- 10 – обратный клапан
- 11 – монтажная задвижка
- 12 - подводящий трубопровод
- 14 – приемная сетка

Потребный напор установки:

$$H_{\text{потр}} = I_{\text{а}} + \frac{p'' - p'}{\gamma} + \sum h_{\text{потр}}$$

Характеристика насосной установки



k – сопротивление трубопроводов установки

Величины, характеризующие рабочий процесс объемных насосов

Идеальная подача – подача несжимаемой жидкости при отсутствии утечек через зазоры

Текущее значение идеальной подачи

$$Q_{\dot{e}.\dot{o}.} = S_i \frac{h}{2} \omega \sin \alpha$$

Осредненное значение идеальной подачи

V_0 – рабочий объем насоса

V_k - объем одной камеры

z – количество камер

n – частота рабочих циклов

k – кратность действия (число подач камеры за один цикл)

Действительная подача – подача с учетом утечек и сжимаемости жидкости:

$$Q_d = Q_{\dot{e}.} - q_y - q_{\text{сж}}$$

Неравномерность подачи

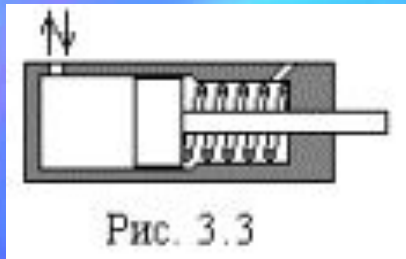
$$\sigma = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\dot{e}.}}$$

$$Q_{\dot{e}.} = V_0 n = \frac{V_k z n k}{z n k}$$

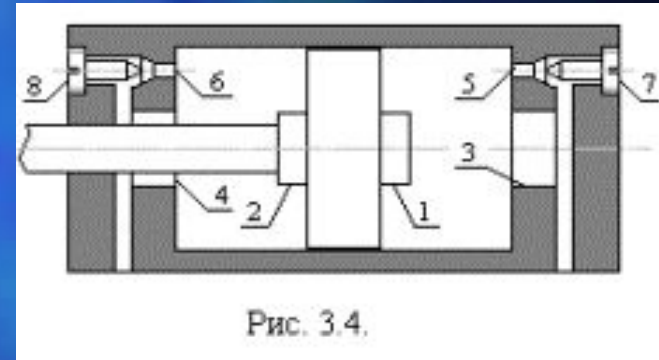
Объемные гидродвигатели

Гидроцилиндры

Одностороннего действия



Двухстороннего действия



$$\eta_0 = \frac{vS}{Q} = \frac{vS}{vS + q}$$

v – скорость поршня

S – площадь поршня

q – утечки по поршню и штоку

$$\eta_{i \text{ ао}} = \frac{F}{pS} = \frac{F}{F + F_T}$$

p – разность давления в левой и правой полостях цилиндра

F_T – сумма сил трения в уплотнениях

Радиально-поршневые насосы и гидродвигатели

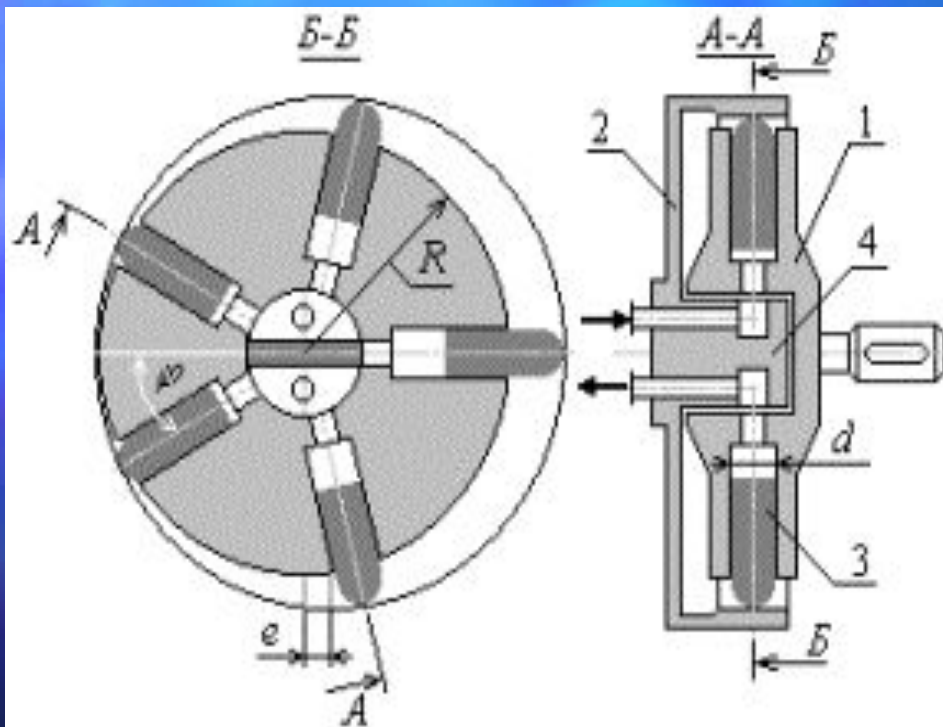


Рис. 3.11.

- 1- ротор
- 2 – статор
- 3 – поршни
- 4 –
распределительная
цапфа

Аксиально-поршневые насосы и гидродвигатели

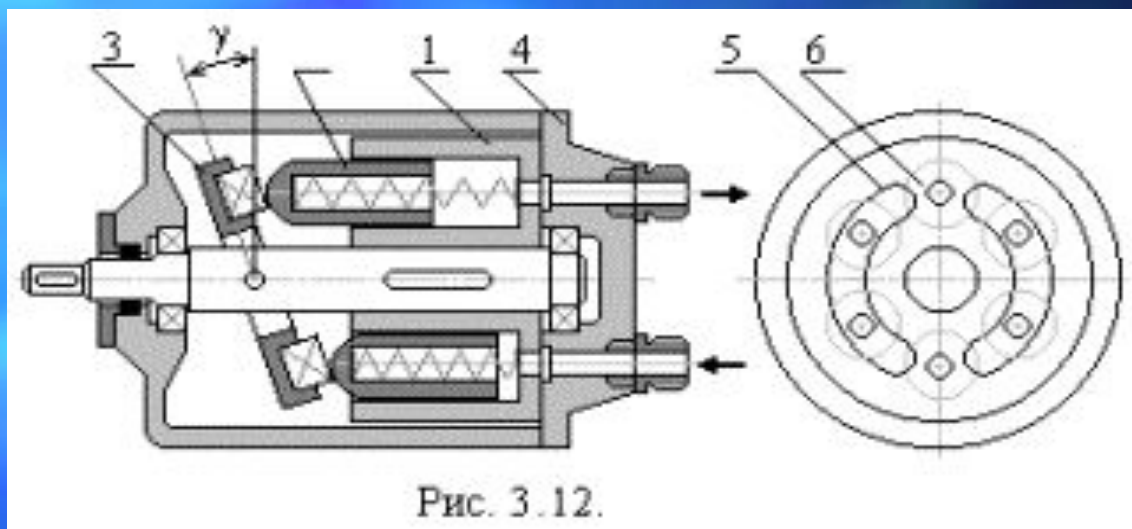


Рис. 3.12.

- 1 – шайба
- 2 – поршни
- 3 – неподвижный диск
- 4 – крышка
- 5 – дугообразные канавки
- 6 – разделительная

Гидромоторы

- объемные гидродвигатели вращательного движения (шестеренные, винтовые, радиально- и аксиально-поршневые)
- **Идеальный расход** за один оборот: $Q_{и} = V_0 n$,
- V_0 – объем рабочей камеры; n – частота вращения мотора
- **Полезная мощность**: $N_{пол} = M\omega$
- Потребляемая мощность: $N_{потр} = Q p_{г.м.}$,
- $p_{г.м.}$ - разность давлений на входе и выходе гидромотора

$$\eta_0 = \frac{Q_{\dot{e}}}{Q_{\dot{e}} + q_{\dot{o}}}$$