

Лекция 3

Основные параметры гидропривода

Содержание лекции:

1. Основные параметры гидромашин

Основные параметры гидромашин

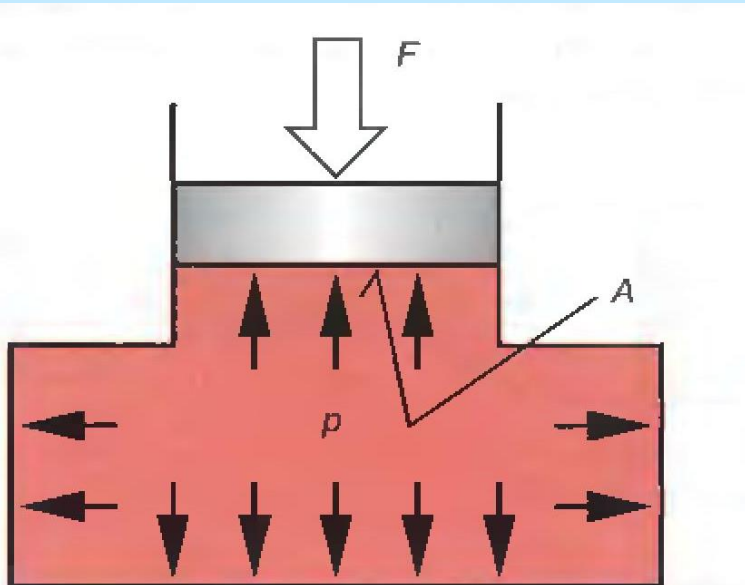
К основным параметрам гидромашин относят:

- давление,
- подачу,
- напор,
- мощность,
- коэффициент полезного действия (КПД)

Основные параметры гидромашин

Давление

$$P = F/A$$



Единицы измерения

$$Па = \frac{Н}{м^2},$$

$$МПа = 10^6 Па = \frac{Н}{мм^2},$$

$$бар = 10^5 Па = 750 мм.рт.ст.,$$

$$ат = 101325 Па = 760 мм.рт.ст.,$$

$$мм.рт.ст = 133,3 Па,$$

$$\frac{кгс}{м^2} = 9,81 Па,$$

$$\frac{кгс}{см^2} = 98100 Па.$$

Основные параметры гидромашин

Различают:

- Абсолютное давление
- Избыточное (манометрическое) давление
- Вакууметрическое (вакуум) давление

Основные параметры гидромашин

Абсолютное давление – давление, отсчитанное от абсолютного нуля

$$P_{абс} = P_{атм} + P_{изб} = P_{б} + P_{м}, \text{ где}$$

$P_{атм}$ – атмосферное давление,

$P_{изб}$ – избыточное давление,

$P_{б}$ – барометрическое давление,

$P_{м}$ – манометрическое давление.

Основные параметры гидромашин

Если абсолютное давление в жидкости или газе меньше атмосферного, то говорят, что имеет место *разрежение*, или *вакуум*.

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}.$$

Давление насоса - разность между давлением на выходе из насоса P_2 и давлением на входе в него P_1 :

$$P_n = P_2 - P_1.$$

Основные параметры гидромашин

Напор

Напор – это энергия, сообщаемая единице веса жидкости, проходящей через насос.

Напор H принято измерять в метрах столба перекачиваемой жидкости.

$$\begin{aligned} H &= E_{\text{ВЫХ}} - E_{\text{ВХ}} = \\ &= \frac{p_{\text{ВЫХ}} - p_{\text{ВХ}}}{\rho g} + \frac{V_{\text{ВЫХ}}^2 - V_{\text{ВХ}}^2}{2g} + (z_{\text{ВЫХ}} - z_{\text{ВХ}}) \end{aligned}$$

Основные параметры гидромашин

Подачей называют количество жидкости, перекачиваемой насосом в единицу времени.

Различают:

объемную подачу, равную объему перекачиваемой жидкости в единицу времени

$$Q = \frac{V}{t} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \frac{\text{л}}{\text{с}} \right) \quad \left(1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 1000 \frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$

массовую подачу, которая равна массе жидкости, перекачиваемой в единицу времени G , кг/с.

$$G = \rho \cdot Q \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Основные параметры гидромашин

Объемную подачу также можно найти по формуле

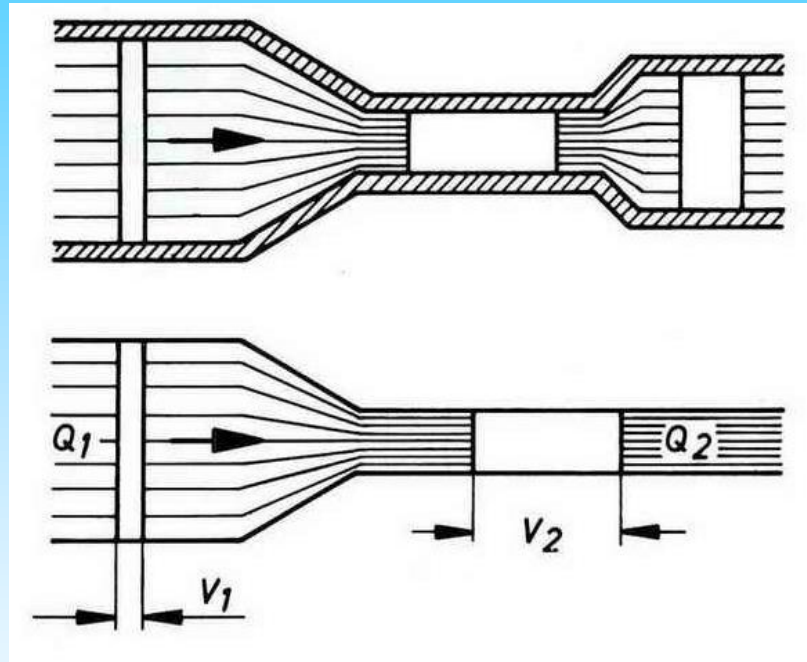
$$Q = v \cdot S \left(\frac{M}{c} \cdot M^2 = \frac{M^3}{c} \right),$$

где v – скорость потока жидкости в канале,

S – площадь поперечного сечения канала.

Основные параметры гидромашин

Уравнение неразрывности потока



$$Q = v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 = \text{const}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1}, \quad v_2 = \frac{Q}{A_2}.$$

Основные параметры гидромашин

Для трубы круглого сечения имеем:

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad \Rightarrow \quad v_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{Q}{0,785 d_1^2}$$
$$A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \quad \Rightarrow \quad v_2 = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{Q}{0,785 d_2^2}$$

Основные параметры гидромашин

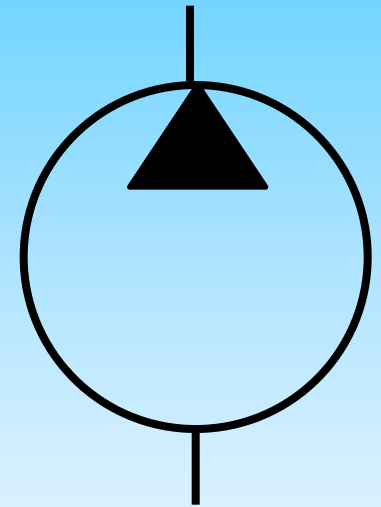
1. Подача насоса

Теоретическая подача насоса

$$Q_{нт} = q_n n_n,$$

q_n - рабочий объем насоса

n_n - частота вращения насоса



Фактическая подача насоса всегда меньше теоретической

$$Q_n < Q_{нт}$$

Основные параметры гидромашин

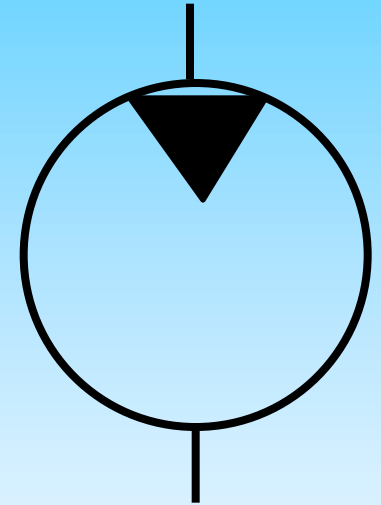
2. Расход гидродвигателя

Теоретический расход гидродвигателя
вращательного действия

$$Q_{гт} = q_2 n_2,$$

q_2 - рабочий объем гидродвигателя

n_2 - частота вращения гидродвигателя



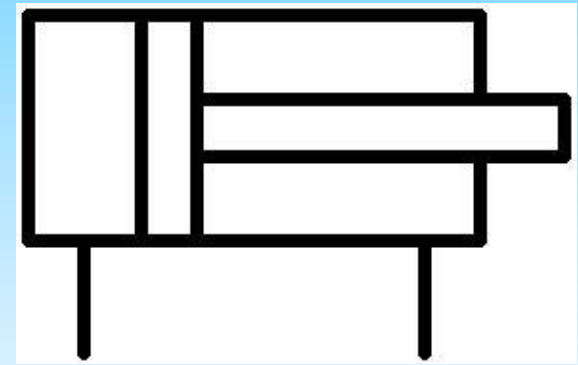
Основные параметры гидромашин

Теоретический расход гидродвигателя
поступательного действия

$$Q_{гт} = v_n S_n,$$

v_n - скорость поршня

S_n - площадь поршня



Фактический расход гидродвигателя всегда
больше теоретического

$$Q_г > Q_{гт}$$

Основные параметры гидромашин

3. Мощность насоса представляет собой энергию, подводимую к нему от двигателя за единицу времени.

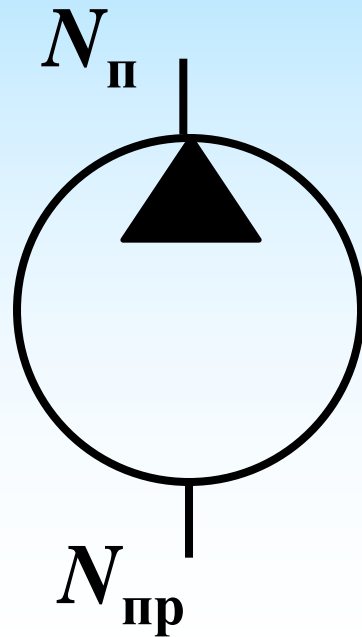
- **Полезная мощность насоса** N_{Π} (мощность, передаваемая потоку) определяется выражением

$$N_{\Pi} = Q \cdot P_n = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

Основные параметры гидромашин

- *Мощность, потребляемая насосом N , больше полезной мощности на величину потерь в нем.*

Она измеряется на вращающемся звене насоса (на валу, приводном штоке). Потери в насосе учитываются с помощью КПД насоса.



$$N_{\Pi} < N_{пр}$$

Основные параметры гидромашин

Коэффициент полезного действия равен отношению полезной мощности насоса к потребляемой:

$$\eta = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{пр}}}$$

Основные параметры гидромашин

4. Выходная характеристика гидродвигателя вращательного действия:

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega} = \frac{N}{2\pi n} = \frac{1}{2\pi} qP$$

поступательного действия:

$$R = P \cdot S_n$$

R - усилие на поршне

Основные параметры гидромашин

5. Потери в гидромашине разделяют на три вида:

- гидравлические,
- объемные,
- механические.

Основные параметры гидромашин

- **Гидравлические потери** - доля полной энергии потребляемой гидромашинной, теряемая на преодоление гидравлических сопротивлений внутри машины.

Их величину оценивают *гидравлическим КПД*.

$$\eta_{\Gamma} = \frac{N_{\text{вх}} - \Delta N_z}{N_{\text{вх}}} = 1 - \frac{\Delta N_z}{N_{\text{вх}}} = 1 - \frac{Q \cdot \Delta P_z}{N_{\text{вх}}}$$

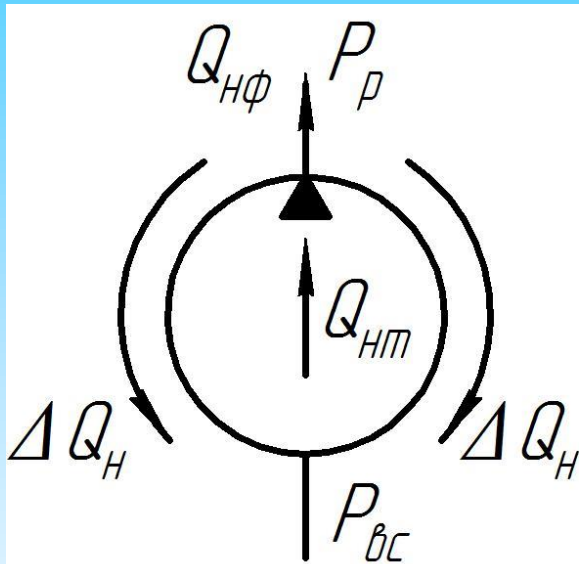
Основные параметры гидромашин

Объемные потери- потери мощности за счет внутренних перетоков (утечек) рабочей жидкости в гидромашине.

Обусловлены наличием зазоров в насосе, через которые жидкость получает возможность перетекать из области с большим давлением в область с меньшим давлением.

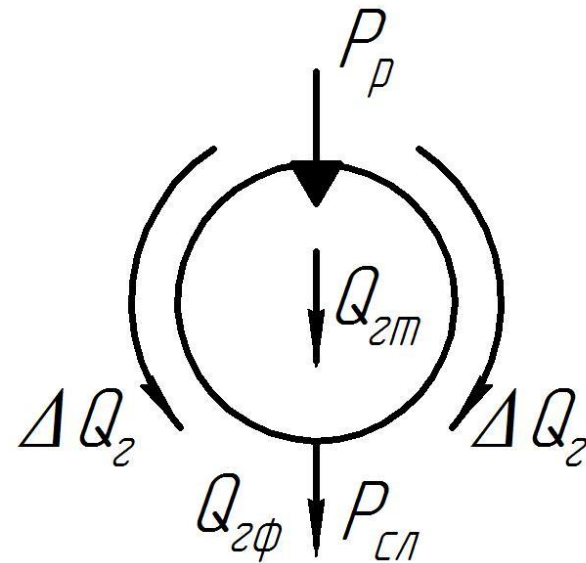
Основные параметры гидромашин

Этот вид потерь оценивают *объемным КПД*



$$Q_{HФ} = Q_{HM} - \Delta Q_H$$

$$\eta_{OH} = \frac{Q_H}{Q_{HM}} = 1 - \frac{\Delta Q_H}{Q_{HM}}$$



$$Q_{2Ф} = Q_{2M} + \Delta Q_2$$

$$\eta_{O2} = \frac{Q_{2M}}{Q_2} = 1 - \frac{\Delta Q_2}{Q_2}$$

Основные параметры гидромашин

Механические потери - доля полной, потребляемой гидромашинной, энергии, расходуемая на преодоление трения в подвижных соединениях, в подшипниках и уплотнениях, а также на дисковое трение поверхностей, вращающихся в жидкости.

Они оцениваются *механическим КПД*.

$$\eta_m = \frac{N_{вх} - \Delta N_m}{N_{вх}} = 1 - \frac{\Delta N_m}{N_{вх}}$$

Основные параметры гидромашин

Коэффициент полезного действия гидромашины равен произведению гидравлического, объемного и механического коэффициентов полезного действия

$$\eta = \eta_{\Gamma} \eta_{\text{O}} \eta_{\text{M}}$$

Гидравлическими потерями, в связи с их малостью, часто пренебрегают. Тогда

$$\eta = \eta_{\text{O}} \eta_{\text{M}}$$