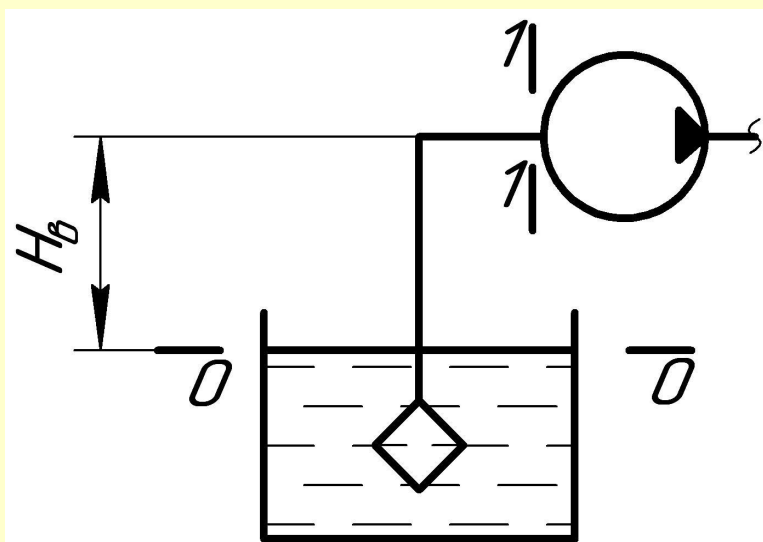


Высота всасывания насоса. Условия бескавитационной работы насоса

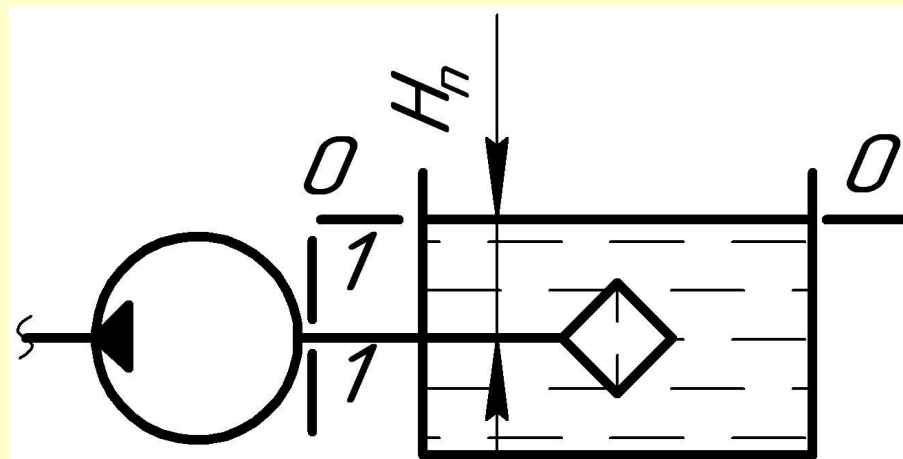
Лекция 8

1. Высота всасывания насоса

При создании насосных установок насосы могут располагаться как выше (рис. 1, *а*), так и ниже (рис. 1, *б*) уровня перекачиваемой жидкости. В первом случае насосы имеют положительную геометрическую высоту всасывания (определяется как разница отметок оси всасывающего патрубка насоса и уровня свободной поверхности перекачиваемой жидкости), а во втором случае - отрицательную высоту всасывания (подпор).



а)



б)

Рисунок 1 - Схема насосных установок:

а) – расположение насоса выше уровня свободной поверхности перекачиваемой жидкости;

б) - расположение насоса ниже уровня свободной поверхности перекачиваемой жидкости

Для определения геометрической высоты всасывания насоса воспользуемся уравнением Бернулли для сечений 0-0 и 1-1 и плоскости сравнения, совпадающей с сечением 0-0 (рис. 1, *a*):

$$\frac{p_0}{g\rho} = H_B + \frac{p_1}{g\rho} + \frac{v_1^2}{2g} + h_n \quad (1)$$

где H_B — расстояние от приемного уровня до оси насоса, называемое высотой всасывания;

v_1 и p_1 — скорость жидкости и абсолютное давление во входной патрубке насоса;

h_n — гидравлические потери в подводящем трубопроводе.

Тогда геометрическая высота всасывания

$$H_B = \frac{p_0 - p_1}{g \rho} - \frac{v_1^2}{2g} - h_n \quad (2)$$

Таким образом, давление у входа в насос тем меньше, чем больше высота всасывания и гидравлическое сопротивление подводящего трубопровода и чем меньше давление в приемном резервуаре. При достаточно больших высоте всасывания и сопротивлении подводящего трубопровода или при слишком малом давлении в приемном резервуаре давление у входа в рабочее колесо становится настолько малым, что возникает кавитация. Таким образом, кавитация ограничивает высоту всасывания насоса.

Из уравнения (2) видно, что геометрическая высота всасывания не зависит от типа насоса и его технических показателей.

Максимально возможное значение геометрической высоты всасывания в условиях действия на свободную поверхность жидкости атмосферного давления $p_0 = p_6 \approx 9,81 \cdot 10^5$ Па и плотности жидкости $880 \dots 1000$ кг/м³ ограничивается величиной $10,0 \dots 11,4$ м. При действии на поверхность жидкости избыточного давления p_m значения соответствующие увеличиваются на величину $\frac{p_m}{g \rho}$.

Увеличить геометрическую высоту всасывания в соответствии с (2) возможно также за счет уменьшения потерь давления во всасывающей трубе (при уменьшении ее длины и потерь в местных опорах) и средней скорости жидкости, которую предлагается ограничивать значениями $0,8 \div 1,2$ м/с.

Для надежной работы насоса необходимо, чтобы абсолютное давление в его внутреннем пространстве в течение всего рабочего цикла превышало давление насыщенных паров перекачиваемой жидкости при данной температуре.

При невыполнении этого условия возникает явление **кавитации** (парообразование и выделение растворенных в жидкости газов с образованием парогазовых пузырей при снижении местного давления ниже уровня $P_{н.п}$ и практически мгновенное их схлопывание в области давления выше $P_{н.п}$), которое приводит к эрозийному разрушению рабочих органов насоса и изменению рабочих параметров и характеристик.

Кавитационный запас, при котором происходит кавитация, называется критическим.

Кавитационный запас - это превышение полного напора жидкости во входном патрубке насоса над давлением ее насыщенного пара. По определению кавитационный запас

$$\Delta h = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{p_{н.п}}{\rho g}$$

где — $p_{н.п}$ давление насыщенного пара жидкости.

Если весь кавитационный запас преобразуется в области минимального давления в кинетическую энергию жидкости и расходуется на преодоление гидравлического сопротивления подвода насоса, то давление понизится до давления насыщенного пара жидкости и возникнет кавитация.

Для определения критического кавитационного запаса производят кавитационного испытания насоса, в результате которых для каждого режима работы насоса получают **кавитационную характеристику**, которая представляет собой зависимость напора от кавитационного запаса при постоянной частоте вращения и подаче.

Допустимый кавитационный запас

$$\Delta h_{доп} = (1,2... 1,3) \Delta h_{кр}$$

Выбрав допустимый кавитационный запас, найдем максимально допустимую высоту всасывания

$$H_{B.доп} = \frac{p_{\delta} - p_{н.н}}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - h_n$$

где p_{δ} — барометрическое давление

2. Условия бескавитационной работы насоса

По условию бескавитационной работы насоса необходимо, чтобы

$$H_{B.доп} \geq H_{вак} \quad (3)$$

где $H_{вак}$ - действительная вакууметрическая высота всасывания насоса, которая при условии $p_0 = p_6$ определяется из уравнения (2)

$$H_{вак} = \frac{p_6 - p_1}{\rho g} = H_B + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_n$$

Для соблюдения условия (3) в случае потребности необходимо уменьшать потери давления во всасывающей трубе, в том числе и за счет увеличения ее диаметра. Если эти меры не приводят к выполнению условия (3), необходимо уменьшать значение геометрической высоты всасывания вплоть до отрицательного ее значения - подпора (рис. 2). Следует отметить, что при такой схеме уменьшается вероятность подсоса воздуха насосом.

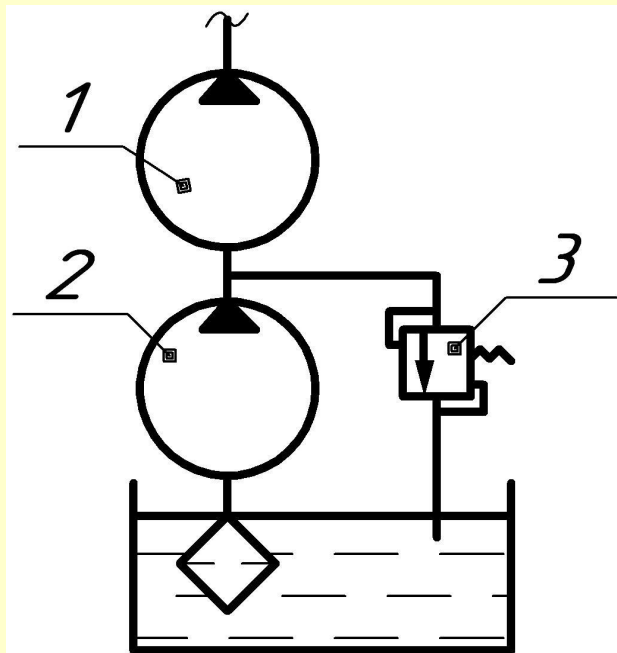


Рисунок 2 - Использование вспомогательных (бустерных) насосов