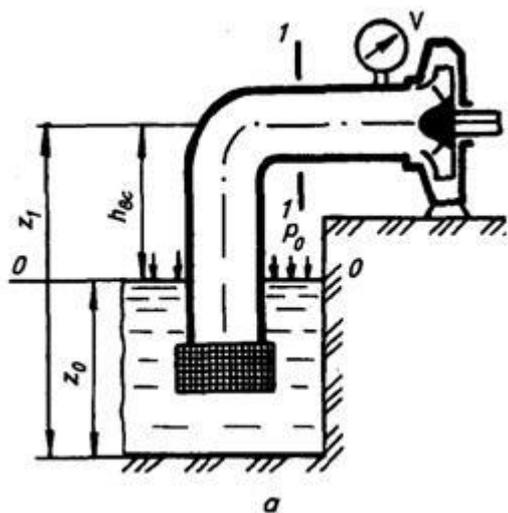


Допустимая высота всасывания и кавитация

При работе насоса разность давлений в приемном резервуаре и в корпусе насоса должна быть достаточной, чтобы преодолеть давление столба жидкости и гидравлические сопротивления во всасывающем трубопроводе, поэтому расчет и проектирование всасывающей линии представляют собой одну из самых ответственных задач при проектировании насосной установки.

Вертикальное расстояние от уровня жидкости в приемном резервуаре до центра рабочего колеса насоса называют **геометрической высотой всасывания $h_{вс}$** . Для нахождения допустимой геометрической высоты всасывания запишем уравнение Бернулли. Для сечений $O-O$ и $1-1$ (рис. а):



$$z_0 + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{V_0^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + \sum h_s$$

где $\sum h_s$ — сумма потерь напора во всасывающем трубопроводе.

Учитывая, что $z_1 - z_0 = h_{вс}$, а также то, что $V_0 = 0$ (приемный резервуар достаточно больших размеров), получим

$$h_{вс} = \frac{p_{ат} - p_1}{\rho g} - \frac{V_1^2}{2g} - \sum h_s$$

Если давление p_1 опустится до давления насыщения паров перекачиваемой жидкости p_s при данной температуре, то наступит кавитация.

Кавитация в переводе на русский язык означает *пустотообразование*.

Явление кавитации представляет собой процесс нарушения сплошности течения жидкости, который происходит там, где давление, понижаясь, достигает давления насыщенных паров жидкости. Этот процесс сопровождается образованием большого числа пузырьков, наполненных парами жидкости и газами, выделившимися из нее. Находясь в области пониженного давления, пузырьки объединяются, превращаясь в большие пузыри каверны. Поток жидкости каверны сносят в область повышенного давления, где разрушаются вследствие конденсации заполняющего их пара. В центре каждой каверны происходит соударение частиц жидкости, что вызывает гидравлические удары. Опытами установлено, что, когда пузыри лопаются, повышаются местное давление и местная температура.

При этом местное давление достигает значений, больших 100 МПа, что сопровождается образованием положительно и отрицательно заряженных частиц ионов.

Это явление приводит к разрушению рабочих органов насоса. Поэтому кавитация в насосах недопустима. Особенно быстро разрушаются алюминий и механически обработанный чугун, а наиболее стойкой оказывается обладающая большой вязкостью нержавеющей сталь. При шлифовке и полировке стойкость металлов против кавитационного разрушения повышается. Применение стойких в отношении кавитационного разрушения материалов позволяет непродолжительное время работать в условиях местной кавитации.

Первым и главным условием устранения кавитации является правильное назначение допустимой высоты всасывания.

Практически давление на входе в насос выбирают несколько больше, чем давление насыщения паров, т. е.

$$p_1 = p_s + \Delta p_{\text{зап}}$$

где $\Delta p_{\text{зап}}$ - *запас давления*, гарантирующий от наступления кавитации.

Следовательно,

$$h_{\text{вс}} = \frac{p_{\text{ат}} - p_s}{\rho g} - \Delta h_{\text{зап}} - \frac{V_1^2}{2g} - \sum h_s$$

Где $\Delta h_{\text{зап}} = \Delta p_{\text{зап}} / \rho g$ *кавитационный запас напора*,

Из формулы видно, что для увеличения геометрической высоты всасывания необходимо уменьшать потери во всасывающем трубопроводе, скорость при входе в насос и давление насыщения паров. В связи с этим всасывающую линию насоса делают возможно короче, большого диаметра, с минимумом перегибов и местных сопротивлений. Снизить значение $P_{св}$ в большинстве случаев невозможно, так как оно определяется только температурой перекачиваемой жидкости. Однако если представляется такая возможность, то эту температуру необходимо уменьшить.

Максимальная геометрическая высота всасывания насосов не может быть более $P_{ат}/\rho g$, что для воды составляет 10 м. Высота всасывания центробежных насосов обычно не превышает 6...7 м. Если по расчету получается $h_{вс} < 0$, то насос необходимо ставить ниже уровня жидкости в приемном резервуаре (затопленный насос). Так как

$$\frac{P_{ат} - P_1}{\rho g} = H_{ВАК} \quad [\text{напомним, что } P/\rho g \text{ - это } = H, \text{ т.е. напор(!)}]$$

где $H_{вак}$ — вакуумметрическая высота всасывания,

то можно записать

$$H_{ВАК} = h_{вс} + \frac{V_1^2}{2g} + \sum h_s$$

Следовательно, вакуумметрическая высота всасывания складывается из геометрической высоты всасывания $h_{вс}$, потерь напора $\sum h_s$ во всасывающем трубопроводе и скоростного напора при входе в насос $V_1^2/2g$.

Допустимая вакуумметрическая высота всасывания всегда меньше высоты на кавитационный запас, т. е.

$$H_{вак}^{доп} = H_{вак} - \Delta h_{зап}$$

В каталогах и паспортах насосов приводят допустимую вакуумметрическую высоту или **допустимый кавитационный запас**.

находим геометрическую высоту всасывания насоса:

$$h_{BC} = H_{\text{Вак}}^{\text{Доп}} - \frac{V_1^2}{2g} - \sum h_S$$