

РАБОТА ГИДРОЭЛЕВАТОРА ПРИ ПОДСОСАХ ВОЗДУХА

Малеев В.Б., канд. техн. наук, доц., Холоша А.С. аспирант,
Малыгин С.С., канд. техн. наук, доц.,
Донецкий национальный технический университет

На основе экспериментальных данных проанализировано влияние подсосываемого воздуха на рабочий режим гидроэлеватора. Установлено максимальное значение количества воздуха, попадающего во всас струйного насоса при работе последнего в качестве подпорного устройства.

On the basis of experimental data the influence of the suction air on the working mode of hydroelevator has been analyzed. The maximum value of quantity of the air getting into the suction pipe of the jet pump during the work of the latter as supporting device has been determined.

В процессе эксплуатации шахтных водоотливных установок часто возникает необходимость изменения подачи насосных агрегатов. Существует несколько способов регулирования, один из которых впуск воздуха во всасывающий трубопровод насоса. Подвод воздуха осуществляется ниже уровня воды в колодце, но выше обратного клапана (рисунок 1).

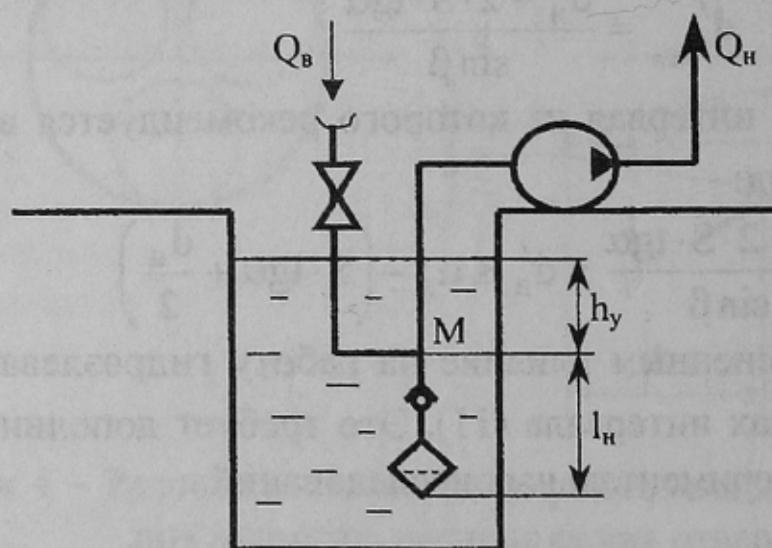


Рисунок 1 – Регулирование подачи насоса впуском воздуха во всасывающий трубопровод.

Расход воздуха во всасывающем трубопроводе определяется по формуле:

$$Q_B = \sqrt{\frac{(a_{\Pi} Q^2 - h_y) \cdot \rho}{a_B \rho_B}} \quad (1)$$

где Q – расход воды во всасывающем трубопроводе;

a_{Π} – сопротивление подводящего (всасывающего) трубопровода;

h_y – расстояние от уровня воды до точки подвода воздуха;

ρ, ρ_B – плотность воды и воздуха соответственно;

a_B – сопротивление воздухоподводящего трубопровода.

При снижении уровня h_y будет возрастать количество воздуха, поступающего во всасывающий трубопровод. Таким образом несоответствие между притоком и подачей насоса влечет изменение количества воздуха, поступающего во всас насоса, вследствие чего изменяется его напорная характеристика. Однако, во избежании срыва потока и сброса насосом нагрузки относительный расход воздуха не должен превышать 20%.

Из-за возможности гидроэлеватора откачивать “насухо” часто может возникнуть ситуация, когда во всас попадает воздух. Это может произойти, например по мере откачивания гидроэлеватором воды из колодца в схеме НУО – 1. В этом случае негативное воздействие кавитации коснется проточной части гидроэлеватора.

При работе гидроэлеватора в качестве подпорного устройства

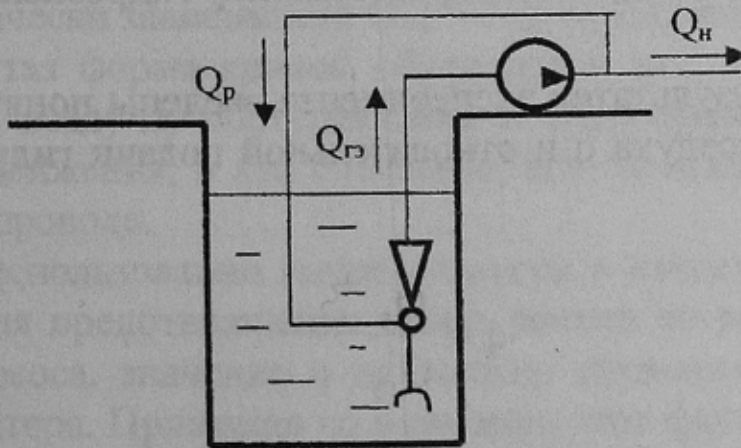


Рисунок 2 – Схема работы подпорного гидроэлеватора

[1] (рисунок 2), воздух, подаваемый во всас насоса, может вызвать срыв потока во всасывающем трубопроводе. Поэтому нужно учесть влияние подсосываемого воздуха на рабочий режим гидроэлеватора.

Необходимо отметить, что каких-либо литературных данных о влиянии впуска воздуха во всас на напорную характеристику гидроэлеватора, и поэтому все исследования базировались на экспериментальных данных. Экспериментальная установка представлена на рисунке 3.

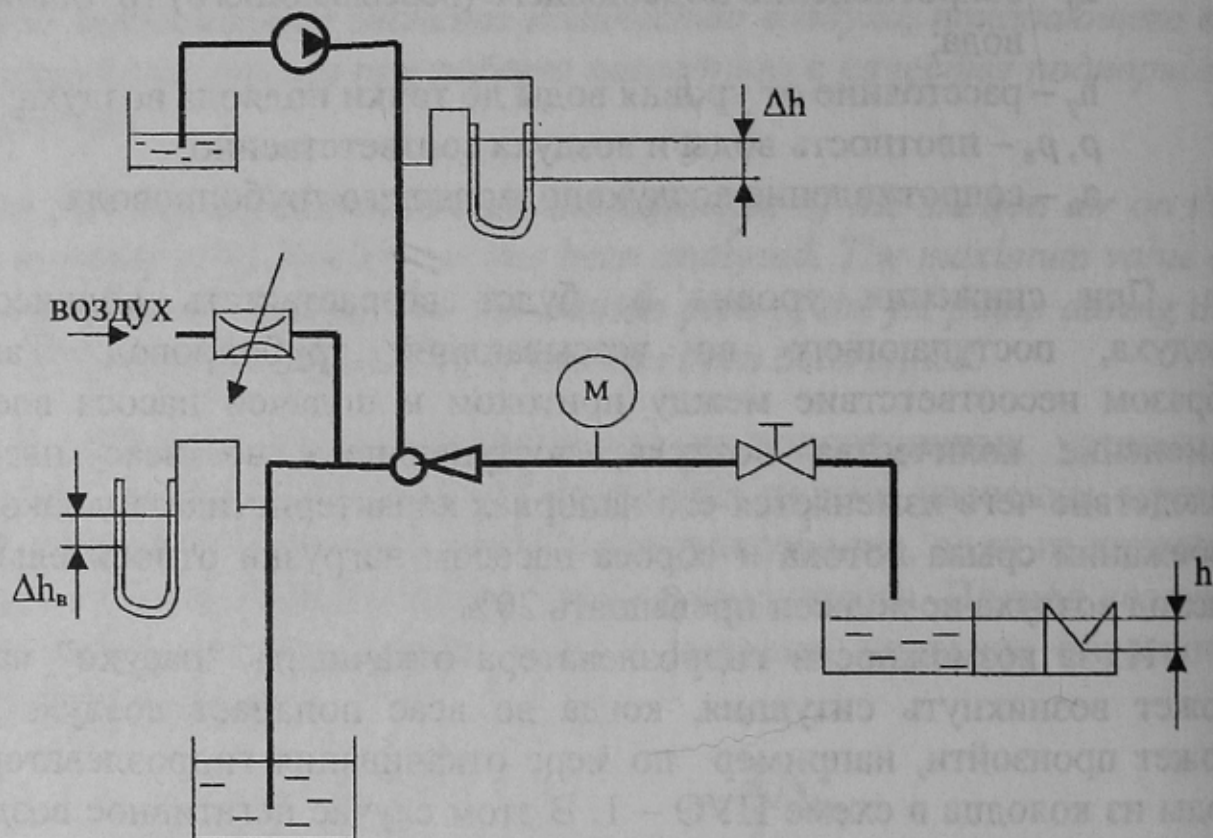


Рисунок 3 – Экспериментальная установка для определения влияния подсоса воздуха на характеристику гидроэлеватора.

Для оценки результатов эксперимента введены понятия относительного расхода воздуха q и относительной подачи гидроэлеватора α .

$$q = \frac{Q_{\text{в}}}{Q'_{\text{гэ}}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{в}}$ – расход воздуха;
 $Q'_{\text{гэ}}$ – подача гидроэлеватора при впуске воздуха во всас.

$$\alpha = \frac{Q'_{гэ}}{Q_{гэ}} \quad (3)$$

где $Q_{гэ}$ – подача гидроэлеватора в аналогичных условиях без впуска воздуха во всас.

Путем обработки экспериментальных данных на ЭВМ получена функциональная зависимость, которая имеет вид:

$$\alpha = 1 - Aq + Bq^2 \quad (4)$$

где A и B – экспериментальные коэффициенты.

Из уравнений 3 и 4 имеем:

$$Q'_{гэ} = Q_{гэ} (1 - Aq + Bq^2) \quad (5)$$

Для испытываемого гидроэлеватора значения коэффициентов получены путем обработки экспериментальных данных и составляют $A = 1,07$; $B = 0,76$.

Таким образом, с учетом коэффициентов, функциональная зависимость для испытываемого гидроэлеватора имеет вид:

$$Q'_{гэ} = Q_{гэ} (1 - 1,07q + 0,76q^2) \quad (5')$$

Графически зависимость $Q'_{гэ} = f(q)$ представлена на рисунке 4.

Вогнутая форма кривой обусловлена тем, что при увеличении количества воздуха, поступающего в трубопровод, возрастает скорость его движения, и как следствие, его сжимаемость во всасывающем трубопроводе.

При использовании гидроэлеватора в качестве подпорного устройства, для предотвращения срыва потока во всасывающем трубопроводе насоса, значение q не должно превышать 20 % от подачи гидроэлеватора. Принимая во внимание этот факт можно определить минимальное значение подачи гидроэлеватора при подсосе воздуха для нормальной работы основного насоса.

$$Q'_{гэ} = Q_{гэ} \left(1 - \frac{A}{5} + \frac{B}{25} \right) \quad (6)$$

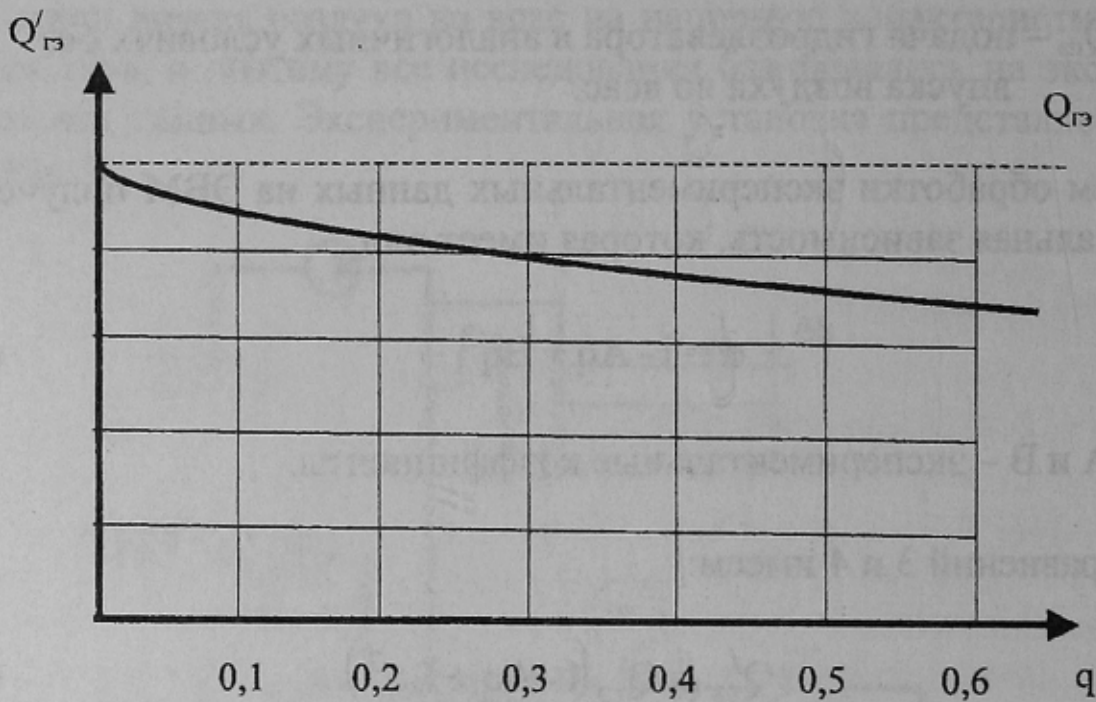


Рисунок 4 – Зависимость $Q'_{гэ} = f(q)$

Для испытываемого гидроэлеватора минимальная подача составит:

$$Q'_{гэ} = Q_{гэ} \left(1 - \frac{1,07}{5} + \frac{0,76}{25} \right) = 0,816 \cdot Q_{гэ}$$

Значение минимально возможной подачи гидроэлеватора зависит от величины коэффициентов А и В, но в общем оно составляет не более 80 % от подачи гидроэлеватора без подсоса воздуха.

Список источников.

1. В.Б.Малеев и др. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях К.: Техника, 1989. – 132 с.