

ВЫБОР СПОСОБА ЗАЛИВКИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Кузин А.А., студент;

Яценко А.Ф., канд. техн. наук, доц.;

Донецкий национальный технический университет

Дан анализ способов заливки, принят баковый аккумулятор и приведен пример его расчета для конкретных условий.

Автоматическое управление значительно повышает надежность и экономичность водоотливных установок, что полностью подтверждается опытом их эксплуатации на угольных шахтах Донбасса. Большую роль в автоматизации играет простой и надежный способ заливки насосных установок. По способу заливки водоотливные установки можно разбить на 2 группы:

- 1) насосы всегда заполнены водой и тем самым к моменту пуска в ход рабочие колеса находятся в воде и не требуют предварительной заливки;
- 2) насос и всасывающий трубопровод перед запуском необходимо заполнять водой.

Автоматическая заливка водой осуществляется следующими способами:

- вспомогательным насосом, установленным во всасывающем трубопроводе основного, и работающим последовательно с основным в течение нормального режима;
- вспомогательным насосом, конструктивно не связанным с основным, работающим только в предпусковой период для заливки основного насоса и всасывающего трубопровода, имеющего приёмный клапан;
- отсасыванием вакуумнасосом из корпуса основного насоса и всасывающего трубопровода воздуха, замещаемого водой, поступающей под действием атмосферного давления;
- заливкой водой из нагнетательного става автоматическим открыванием запорного приспособления на обводной трубке обратного клапана.

В практике автоматизации водоотливных установок угольных шахт широкое распространение получили баковые аккумуляторы. В качестве примера приведем расчет бакового аккумулятора для следующих условий.

Исходными данными для расчета являются:

Геометрическая высота бакового аккумулятора $H_1=4,1$ м

Диаметр всасывающего трубопровода $d_B=0,25$ м

Длина участка всасывающего трубопровода от свободной поверхности воды до верхнего патрубка бакового аккумулятора $l_1=9$ м

Рабочая подача насоса $Q_p=300$ м³/ч

Длина участка подводящего трубопровода от верхнего патрубка бакового аккумулятора до подводящего патрубка насоса $l_2=2,3$ м

Погружение приёмной сетки в колодце $l_0=1,5$ м

Геометрическая высота всасывания насоса $H_{вг}=2,8$ м

Определяем вакуумную высоту всасывания в пусковой период (вода l_1 поднимается от уровня приемного колодца до патрубка бакового аккумулятора)

$$H_{BA} = H_1 + \left(\lambda \frac{l_1}{d} + \sum \xi + 1 \right) \varphi^2 \frac{v_{\Pi}^2}{2g} = 4,1 + \left(0,03 \cdot \frac{9,0}{0,25} \cdot 2,6 + 1 \right) \cdot 0,15^2 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 4,11 \text{ м,}$$

где

$$\lambda = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{d}} = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{0,25}} = 0,03 \text{ – коэффициент Дарси,}$$

$\sum \xi$ – сумма местных сопротивлений на l_1

$$\sum \xi = \xi_{ПС} + 2\xi_K = 2,0 + 2 \cdot 0,3 \approx 2,6$$

$$\varphi \approx 0,15$$

v_{Π} – скорость подъема воды во всасывающем трубопроводе.

$$v_{\Pi} \approx 1,0 \text{ м/с}$$

Определяем вакуумную высоту всасывания в установленном режиме

$$H_{BAK} = H_B + \left(\lambda \frac{l_1+l_2}{d} + \sum \xi' + 1 \right) \frac{v^2}{2g} = 2,8 + \left(0,03 \cdot \frac{9,0+1,5}{0,25} + 3,4 + 1 \right) \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,8} = 3,29 \text{ м}$$

$\sum \xi'$ – сумма местных сопротивлений на всей длине всаса

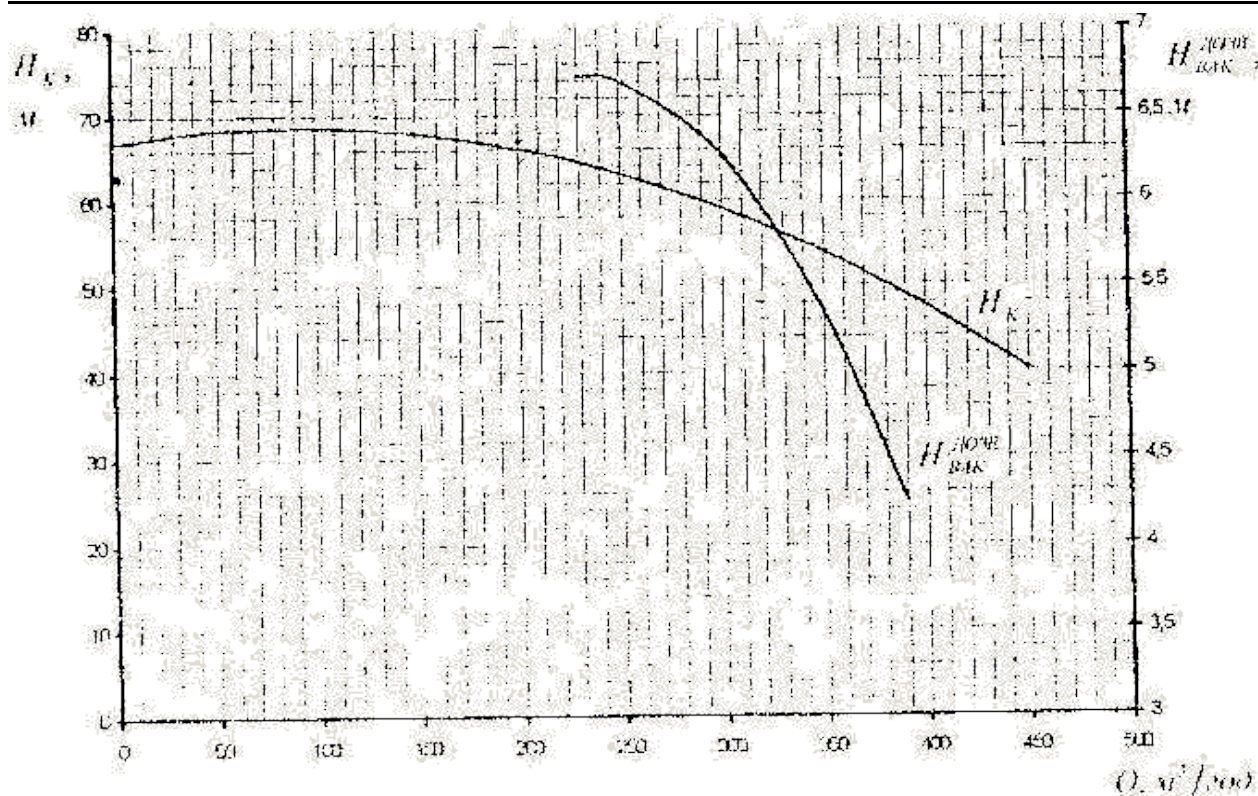
$$\sum \xi' = \xi_{ПС} + 3\xi_K + \xi_{эж} = 2,0 + 3 \cdot 0,3 + 0,5 = 3,4$$

v – скорость воды в насосе

$$v = \frac{4Q_H}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 3600} = 1,7 \text{ м/с}$$

Q_H – подача насоса в уравновешенном (рабочем) режиме.

Проверка на отсутствие кавитации в установочном и пусковом режимах



$$H_{\text{БАК}} < H_{\text{БАК}}^{\text{ДОП}} \quad 4,11 < 6,3$$

$$H_{\text{БАК}} < H_{\text{БАК}}^{\text{ДОП}} \quad 3,29 < 6,3$$

$$H_{\text{БАК}}^{\text{ДОП}} = f(Q_H)$$

Определяем степень расширения воздуха бакового аккумулятора в верхней точке в пусковом режиме

$$\varepsilon = \frac{P_H}{P_K}$$

P_H – абсолютное давление начальное в верхней точке бакового аккумулятора

P_K – абсолютное давление конечное в верхней точке бакового аккумулятора

$$P_H = P_A = 0,1 \text{ МПа} = 10 \text{ мм вод.ст.}$$

$$P_K = P_A - \rho g H_{\text{БАК}} = 10 - 4,11 = 5,89$$

$$\varepsilon = \frac{P_A}{P_A - \rho g H_{\text{БАК}}} = \frac{10}{10 - H_{\text{БАК}}} = \frac{10}{10 - 4,11} = 1,7$$

Определяем относительные теоретические ёмкости бакового аккумулятора

$$K = \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon \cdot q} = \frac{1,7}{1 - 1,7 \cdot 9,8} = 6,84, \text{ где}$$

q – средний удельный расход воздуха (объём воздуха, который удаляется единицей объёма воды проходящие через нижние боковые отверстия эжектора)

$$q \approx 0,15$$

$$V = 1,2 \cdot K \cdot V_1 = 1,2 \cdot 6,84 \cdot 0,022 = 0,19 - \text{ёмкость бакового}$$

аккумулятора

$$V_1 = \frac{\pi d^2}{4} (l_1 - l_0) = \frac{3,14 \cdot 0,25^4}{4} (9,0 - 1,5) = 0,022$$

V_1 – объём воздуха, удаляемый из участка всасывающего трубопровода l_1

Баковый аккумулятор изготавливается из трубы диаметром $D=0,5 \dots 0,7$ м

$$B = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,19}{3,14 \cdot 0,5^2} = 0,97 - \text{длина бакового аккумулятора}$$

Размеры эжектора

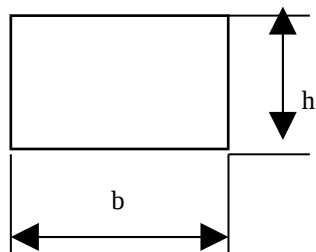
$$w = \frac{4 \cdot B \cdot D^{3/2}}{3 + \mu \sqrt{2g}} = \frac{4 \cdot 0,97 \cdot 0,5^{3/2}}{3 + 0,75 \sqrt{2 \cdot 9,8}} = 0,21$$

w – сумма площадей поперечного сечения 4 верхних (нижних)

окон

t – время заполнения водой l_1

$$t = \frac{1,2(l_1 - l_0)}{V_{II}} = \frac{1,2 \cdot (9,0 - 1,5)}{1} = 9$$



$$h = \sqrt{\frac{w}{g}} = \sqrt{\frac{0,67}{6,32}} = 0,21 \text{ м}$$

$$b = 2h = 2 \cdot 0,14 = 0,28 \text{ м}$$

$$Q_{\text{пуск}} = 0,19/9 = 0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Список источников:

1. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки//В.С.Пак и В.Г.Гейер М: Углетехиздат, 1955.-352 с.
2. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки//Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. - М: Недра, 1987. - 272 с.