

ПРИЙМАК А.С. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ)
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКОВОГО АККУМУЛЯТОРА
ДЛЯ ЗАЛИВКИ НАСОСОВ ВОДОЙ ПЕРЕД ПУСКОМ**

Розглянуто один з найефективніших способів заливки відцентрового насосу перед пуском за допомогою бакового акумулятора. Здійснено розрахунок бакового акумулятора.

По причине того, что воздух обладает плотностью примерно в 800 раз меньше, чем вода, центробежные насосы перед пуском необходимо заливать водой. Напор насоса, работающего на воздухе, будет в 800 раз меньше, чем напор насоса, работающего на воде. То есть насос без предварительной заливки будет работать как вентилятор. Например, насос ЦНС 60-200 будет развивать напор $200/800=0,25$ м, чего явно недостаточно для самозаливки даже при высоте всасывания, равной 1,0 м.

Наиболее распространенным способом заливки насосов является способ с использованием воды из противопожарного трубопровода или из нагнетательного става. Несмотря на свою простоту, перечисленные способы имеют ряд недостатков, среди которых следует назвать:

- ручной режим управления, что не позволяет автоматизировать процесс управления насосами;
- частичное опорожнение нагнетательного трубопровода перед пуском, что может вызывать временные кавитационные явления в насосах;
- обязательная установка обратного клапана во всасывающем трубопроводе, что увеличивает потери напора во всасывающем трубопроводе, а в присутствии твердых частиц в воде снижает надежность процесса заливки насоса перед пуском;
- обратный клапан во всасывающем трубопроводе подвергает насос гидравлическим ударам при его неисправностях.

Достаточно простым и отработанным способом заливки является баковый аккумулятор, который позволяет автоматизировать процесс заливки и убрать обратный клапан из всасывающего трубопровода. При наличии бакового аккумулятора, представляющего собой сосуд с двумя патрубками (Рис. 1), проточная часть насоса и бак всегда заполнены водой.

Когда насос не работает, подводящий (всасывающий) трубопровод заполнен воздухом. Чтобы удалить воздух, применяют эжекторы 4. В период пуска основного насоса вода из бакового аккумулятора поступает в насос через кольцевую щель 7, образованную эжектором 4 и нижним патрубком. Проходя с большой скоростью, вода подсасывает из подводящей линии воздух, а образующаяся водовоздушная смесь удаляется насосом в отводящий трубопровод 6. Поэтому обратный клапан 3 переносится от нагнетательного патрубка на расстояние не менее 6-ти кратной длины подводящего трубопровода 2. После заливки насоса баковый аккумулятор автоматически пополняется водой, после этого устанавливается нормальный режим работы насоса.

Потребная вместимость бака в 2,8–4 раза больше объема подводящего трубопровода на длине от нижнего уровня до бака. Меньшее значение принимается при наличии эжектора, большее – при отсутствии.

Важно при остановке насоса обеспечить "срыв вакуума" что достигается уравнительной трубкой 8. В противном случае будет работать сифон и вода из бака уйдет. По этой же причине сливное отверстие шланга разгрузочного устройства следует располагать на отметке верхнего патрубка бакового аккумулятора.

Преимущества рассмотренной схемы: простота и надежность, высокая степень готовности к пуску насосных агрегатов, уменьшение коррозионного износа насосов за счет постоянного заполнения их водой, самоочищение приемной сетки обратным потоком воды.

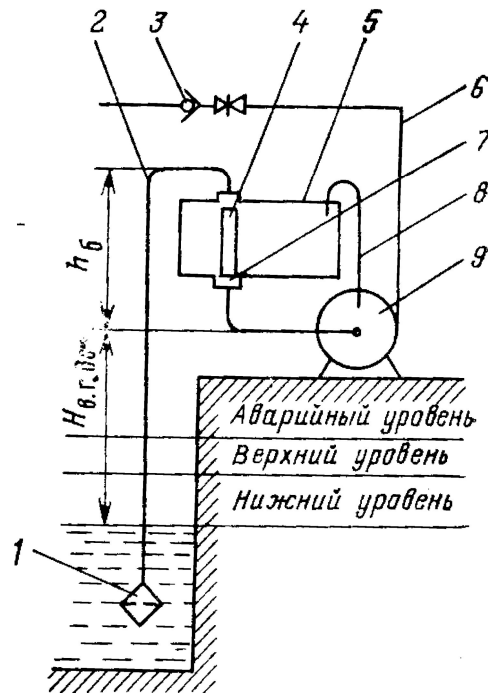


Рис. 1 – Заливка центробежного насоса при помощи бакового аккумулятора
 1 – приёмная сетка, 2 – всасывающий трубопровод, 3 – обратный клапан на линии нагнетания, 4 – эжектор, 5 – баковый аккумулятор,
 6 – напорный трубопровод, 7 – кольцевая щель, 8 – уравнивательная трубка,
 9 – центробежный насос

Для расчета бакового аккумулятора воспользуемся уравнением Бойля-Мариотта:

$$P_n V_n = P_k V_k, \quad (1)$$

где P_n – начальное давление во всасывающем трубопроводе, заполненном воздухом, значение которого примем равным атмосферному давлению $P_n = P_a$,

V_n – начальный объем всасывающего трубопровода, заполненного воздухом перед пуском, значение которого определим по уравнению:

$$V_n = \frac{\pi d_{вс}^2}{4} \ell_{вс}, \quad (2)$$

где $d_{вс}$ – диаметр всасывающего трубопровода, $d_{вс} = 0,105$ м,

$\ell_{вс}$ – длина всасывающего трубопровода заполненного воздухом перед пуском, значение которой примем равной $\ell_{вс} = 10,0$ м,

P_k – конечное давление в аккумулялирующем баке, значение которого без учета потерь напора во всасывающем трубопроводе примем равным:

$$P_k = P_a - \rho g h_{bc}, \quad (3)$$

где h_{bc} – максимальная геометрическая высота всасывания насоса, значение которой примем равной $h_{bc} = 3,0$ м.

Подставляя значения в уравнение (1), определим объем бакового аккумулятора. Так как при его расчете были приняты допущения, в конечное уравнение введем поправочный коэффициент 1,5. Тогда:

$$V_6 = 1,5 \frac{P_a \cdot \ell_{bc} \cdot \pi d_{bc}^2}{(P_a - \rho g h_{bc}) \cdot 4} = 1,5 \cdot \frac{10^5 \cdot 10,0 \cdot 3,14 \cdot 0,105^2}{(10^5 - 1000 \cdot 9,81 \cdot 3) \cdot 4} = 0,134 \text{ м}^3.$$

Согласно литературным источникам, длина и диаметр бакового аккумулятора взаимосвязаны зависимостью:

$$\frac{L}{D} = 1,5 \dots 2,5, \quad (4)$$

Примем $L/D = 2,5$, тогда

$$V_6 = L \frac{\pi d^2}{4} = 2,5D \frac{\pi D^2}{4} = 2,5 \frac{\pi D^3}{4}, \quad (5)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_6}{2,5 \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,134}{2,5 \cdot \pi}} = 0,408 \text{ м.}$$

Согласно ГОСТ 10704–76 для изготовления аккумулярующего бака примем стандартный стальной сварной прямошовный трубопровод наружным диаметром 426 мм и внутренним диаметром, равным 408 мм.

Длину бакового аккумулятора примем равной $L = 1050$ мм, тогда его объем составит:

$$V_6 = L \frac{\pi D^2}{4} = 1,05 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,408^2}{4} = 0,138 \text{ м}^3.$$

Так как принятый объем бакового аккумулятора больше расчетного ($0,138 > 0,134 \text{ м}^3$), будем считать расчет законченным.

Предварительное заполнение центробежного насоса и всасывающей линии перед пуском является предпосылкой успешной автоматизации насосных установок. Особенно это актуально для центробежных насосов, эксплуатируемых в шахтных условиях, когда очень важна чёткая, слаженная и надёжная работа насосных агрегатов. Применение баковых аккумуляторов для обозначенных целей значительно упрощает данную задачу.

Литература:

1. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки. – М.: Недра, 1987. – 270 с.
2. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М.: Стройиздат, 1971. – 304 с.
3. Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Держгірпромнагляду 22.03.10 р. №62. Київ, 2010 – 430 с.