

результатов. Длительная эксплуатация прибора показала высокую стабильность измерений и сохранение чувствительности при многосуточных измерениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Petricek V. Q-meter for polarized target // Nucl. instrum. and Meth. - 1968. - 58. 111.
2. Matsuda T., Norikawa N., Nakanishi Ts. et al. Phase-sensitive Detector for the determination of the polarization. - Preprint DPNU-89-61. - Nagoya Univ., 1989.
3. Киселев Ю.Ф., Сирунян А.М., Степанян С.С. Q-метр с цифровым регистратором // ПТЭ. - 1991. - №1. - С. 99.
4. Киселев Ю.Ф., Матафонов В.И. Измерение поляризации протонной поляризованной мишени. - Препринт Р13-10101, ОИЯИ, 1976.
5. Сирунян А.М., Степанян С.С. Аппаратура для измерения степени поляризации протонов в поляризованной мишени // Изв. АН АрмССР. Физика. - 1980. - 24. вып. 4. - С. 193.
6. Баятян Г.Л., Парфенов Л.Б., Степанян С.С. Система измерения степени поляризации для поляризованной мишени. - Препринт ЕФИ-740(55)- 84. - Ереван, 1984.

ЕрФИ

10.01.1995

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. П), т. XLIX, № 1, 1996, с. 44-47.

УДК 532.542

ГИДРАВЛИКА

Э.П. АЩИЯНЦ

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА В НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Առաջարկվում է ճնշման խողովակաշարի վրա հալադարձ փականից հետո տեղադրել օդային խուց, իսկ նրանից հետո ափսոսի վրա անցք ունեցող հալադարձ փական, որը փոքրացնում է օդային խուցի ծավալը ճնշումը թուլատրելի սահմաններում պահելու պայմանով: Բերված են հաշվարկային առնչություններ և փորձնական հետազոտության արդյունքներ:

Рекомендуется в начале напорного трубопровода насосной станции наряду с установкой воздушного колпака использовать также дополнительный обратный клапан с отверстиями в тарелки, что позволяет значительно уменьшить объем воздуха в колпаке. Приведены расчетные формулы и результаты экспериментального исследования.

Ил. 2. Библиогр. 4 назв.

An auxiliary inverted valve with orifices in plates is recommended to use at the beginning of the pressure pipeline of a pumping station alongside with an air valve installation, and this permits to decrease, to a great extent, the air volume in a valve. The estimated formulas and results of experimental studies are given.

Ил 2. Ref. 4.

Одним из простых способов гашения гидравлического удара в напорных трубопроводах насосных станций является установка воздушного колпака в начале трубопровода. В [1] приводится зависимость, определяющая максимальный напор в начале трубопровода при установке воздушного колпака, которая имеет вид

$$H_u = H_r - C V_u K / g, \quad (1)$$

где H_r — абсолютный гидростатический напор в начале трубопровода; C — скорости распространения волны гидравлического удара; V_u — максимальная обратная скорость в трубопроводе при заполнении воздушного колпака водой; g — ускорение силы тяжести; K — коэффициент, значение которого зависит от параметров C , H_r , а также ℓ , W_u и A , где W_u — объем воздуха в колпаке при абсолютном гидростатическом напоре H_r ; ℓ , A — длина и площадь сечения трубопровода.

В [1] приводится график зависимости коэффициента K от вышеуказанных параметров, согласно которому при больших значениях параметров H_r , A и ℓ для эффективного гашения гидравлического удара необходима установка воздушного колпака с большим объемом воздуха, что нецелесообразно, а в большинстве случаев невозможно. Поэтому наиболее рациональным представляется уменьшение обратной скорости течения жидкости в трубопроводе. Этого можно достичь путем установки на трубопроводе дополнительного обратного клапана с отверстиями в тарелке. На рис. 1 показана схема установки воздушного колпака на трубопроводе с дополнительным обратным клапаном.

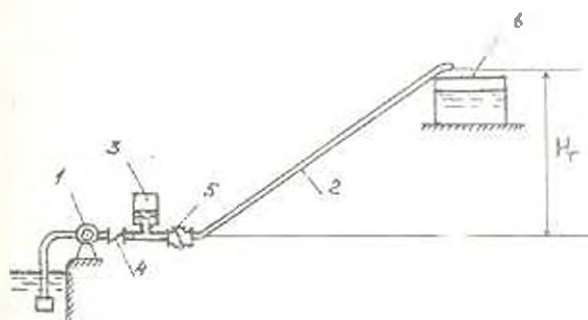


Рис. 1. Схема напорной установки

1 - насосный агрегат, 2 - напорный трубопровод, 3 - воздушный колпак,
4, 5 - основной и дополнительный обратные клапаны, 6 - резервуар.

При наличии дополнительного обратного клапана с отверстием в тарелке задачами расчета являются: определение площади отверстия в тарелке дополнительного обратного клапана, обеспечивающей заданное повышение давления в трубопроводе; расчет максимальной скорости заполнения колпака водой и максимального повышения давления в трубопроводе; определение оптимального объема воздуха в колпаке при напоре H_r .

Расчет производится методом последовательных приближений. Первоначальный объем воздуха в колпаке определяется по формуле [1]:

$$W_u = A \ell V_u^2 / 2gH_r \left[(H_r - H_{\text{min}}) / H_{\text{min}} - \ln(H_r / H_{\text{min}}) \right], \quad (2)$$

где V_0 — скорость установившегося движения в трубопроводе;
 $H_{\min}$ — минимальный абсолютный напор в колпаке.

Имея W_0 , из уравнения Бернулли для неустановившегося движения получаем зависимость, определяющую объем жидкости, вытекшей из колпака при понижении давления от H_r до $H_{\min}$:

$$W_r = W_0 \ln(H_r / H_{\min}) + V_0^2 A l / 2g H_r \quad (3)$$

Если значение допускаемого напора в трубопроводе принять равным $H_k = H_r + h_{\text{тр}}$, где $h_{\text{тр}}$ — потери напора на преодоление гидравлических сопротивлений при установившемся движении, учитывая, что процесс сжатия воздуха в колпаке происходит по изотермическому закону, то согласно [2], площадь отверстия A в тарели обратного клапана определится как

$$A_1 = \frac{1.06(H_k - H_a)\sqrt{g}A}{\mu C \sqrt{H_k - H_{\min}} (W_0 + W_r) / [(W_0 - W_r) - g A t_n (H_k - H_a) / C]} \quad (4)$$

где H_k — максимальное значение напора в трубопроводе при наличии воздушного колпака и отсутствии отверстий в тарели дополнительного обратного клапана; $\mu = 0.64$ — коэффициент истечения из малого отверстия; t_n — продолжительность повышения давления в трубопроводе до значения H_a .

Необходимо отметить, что при наличии воздушного колпака время значительно превышает фазу удара и определяется согласно [1, 3], а коэффициент сопротивления тарели с отверстием ξ_0 — по формуле [4]:

$$\xi_0 = (A / A_1 \epsilon - 1)^2, \quad (5)$$

где ϵ — коэффициент сжатия [4].

Значение максимальной скорости заполнения водой воздушного колпака рассчитывается по формуле [1]:

$$V_m = \sqrt{[a p^2 - b(p^2 s^2 - 2sp + 2) + (2b - ap^2)e^{-ps}] / p^3}, \quad (6)$$

где $a = 2g(H_r - H_{\min}) / \ell$, $P = \xi / \ell$, $b = 2g\beta H_{\min} / \ell$, $\beta = A^2 / W_0 W_r$,

$$S = W_r / A$$

Зависимость $V_m / V_0 - A_1 / A$ показана на рис. 2. Имея V_0 и K , согласно (1) определяется максимальный напор в трубопроводе. Если он превышает H_k , то необходимо несколько увеличить объем воздуха в колпаке и расчет повторить.

Для выяснения корректности рекомендуемых расчетных формул были проведены соответствующие эксперименты на напорной установке, где было смонтировано предлагаемое устройство. Длина трубопровода экспериментальной установки $\ell = 128$ м, диаметр трубопровода $d = 100$ мм, абсолютный статический напор в месте установки воздушного колпака $H_1 = 30.5$ м. До и после воздушного колпака на трубопроводе установлены обратные клапаны диаметром 100 мм. Гидравлический удар в трубопроводе создавался путем обесточивания двигателя насоса, подающего воду в трубопровод. Скорость распространения волны гидравлического удара составляла $c = 1100$ м/с.

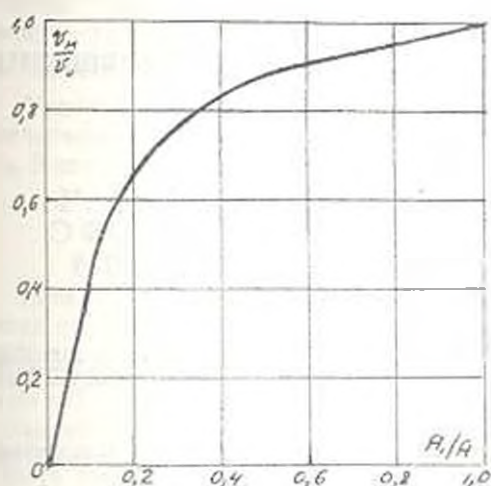


Рис. 2. Кривая зависимости V_m/V_0 от отношения A_1/A

отверстий в тарели дополнительного обратного клапана с суммарной площадью, равной $A_1/A=0,05$, и вышеуказанных значениях W_0 и V_0 , максимальный абсолютный напор равен $H_m=34$ м, т.е. не превышает его рабочего значения $H_r = H_0 + h_{тр} = 37,5$ м.

Таким образом, результаты расчета по предлагаемым формулам хорошо согласуются с экспериментальными данными, а использование дополнительного клапана с отверстиями в тарели позволяет значительно повысить эффективность гашения гидравлического удара и использовать воздушные колпаки с меньшим объемом воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ащиянц Э.П. Аналитические методы расчета воздушных колпаков-гасителей гидравлического удара // Изв. АН Армении. Сер. ТН.-1984. - Т.46, № 2. - С.
2. Ащиянц Э.П. Расчет площади отверстия в тарели обратного клапана с целью эффективного гашения гидравлического удара // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.-1982. - Т.27. 165.-С. 44-45.
3. Алышев В.М., Жаворонков Е.Г., Савостьянов А.Ф. Диаграммы для расчета воздушно-гидравлических колпаков-гасителей гидравлического удара // Вопросы проектирования оросительных систем / Сб. научн. тр. / Союзводпроект. - М., 1983. - С. 202-207.
4. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. - М., 1987. - 414 с.

АрмНИИВНИГ

10. 03. 1992

При наличии на трубопроводе только одного основного обратного клапана максимальный абсолютный напор при гидравлическом ударе H_m достигал 143 м, а при наличии воздушного колпака ($W_0=0,012$ м³)-60 м.

Значение минимального абсолютного напора $H_{мин}$ при $W_0=0,012$ м³ и $V_0=1,6$ м/с было равно 14 м. При установке на трубопроводе, помимо основного обратного клапана и воздушного колпака, также дополнительного обратного клапана без отверстий в тарели $H_k=77$ м ($W_0=0,012$ м³ и $V_0=1,6$ м/с). При наличии