

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. А. САРԻԽԱՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ УДАРНОГО КЛАПАНА
ГИДРОТАРАНА

Задача исследования движения ударного клапана гидротарана (рис. 1) должна преследовать цель — определить параметры гидротаранной установки, обеспечивающие эффективность работы, т. е. «прямой» гидравлический удар.

В процессе истечения жидкости вблизи ударного клапана меняется форма живого сечения и при выходе получается сжатое сечение, где линии тока становятся параллельными, а давление — атмосферным. При истечении жидкость действует на клапан силой, обуславливающей потери напора в ударном узле.

В этих условиях уравнение движения ударного клапана имеет вид:

$$M \frac{d^2 S}{dt^2} + Mg = p F \zeta_{\text{у.к.}} \frac{v^2}{2}, \quad (1)$$

где M — масса клапана; S — ход клапана; F — площадь выходного отверстия; $\zeta_{\text{у.к.}}$ — коэффициент сопротивления клапана, который изменяется по закону [3]:

$$\zeta_{\text{у.к.}} = \zeta_{\text{у.к.}} \frac{S_0}{S_0 - S}; \quad (2)$$

v — скорость движения жидкости в питательной трубе.

В период закрытия ударного клапана изменение скорости определяем из уравнения неустановившегося движения, которое для сечений 1—1 и свободной поверхности в питательном бассейне (рис. 2) представится в виде:

$$H_1 = \frac{l_1}{g} \cdot \frac{dv}{dt} + (\zeta_r + \zeta_{\text{у.к.}}) \frac{v^2}{2g} + \frac{d_1^5}{16D^3 S_1^2} \frac{v^3}{2g}. \quad (3)$$

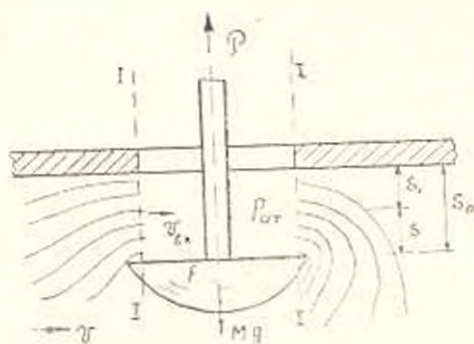


Рис. 1. К закрытию и открытию ударного клапана.

Здесь ζ_c — коэффициент гидравлических сопротивлений системы; d_1, D — диаметры питательной трубы и выходного отверстия.

Уравнения (1) — (3) образуют замкнутую систему, из которой на ЭВМ можно определить зависимость v, S от t и время закрытия клапана.

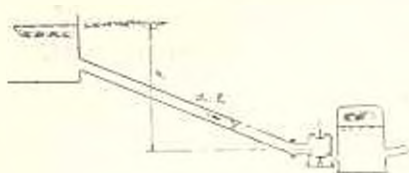


Рис. 2. Схема таранной установки.

а из условия образования "прямого" гидравлического удара — размеры клапана и установки. Начальными и граничными условиями задачи будут: $t = 0$; $ds/dt = 0$; $S = 0$; $v = v'$, где v' — скорость жидкости в питательной трубе, при которой начинается закрытие ударного клапана.

В (1) выразив скорость неустановившегося движения через скорость установившегося движения [1, 2] и интегрируя при начальных условиях $t = 0, S_1 = 0, V = V_0$, получим:

$$S_1 = g \frac{t^2}{2} + \gamma \frac{F}{M} \zeta_{c, \text{к-д}} v' \left(2z_1 \ln \operatorname{ch} \frac{t}{2z_1} - \frac{t^2}{4z_1} \right) + V_0 t, \quad (4)$$

где v_0 — скорость установившегося движения жидкости в питательной трубе.

После преобразований, опустив члены высшего порядка, вместо (4) получим:

$$S_1 = g \frac{t^2}{2} + V_0 t, \quad (5)$$

что соответствует закону свободного падения с начальной скоростью V_0 .

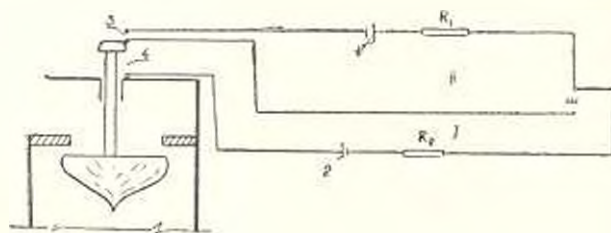


Рис. 3. Электрическая схема для измерения времени разгона, нагнетания, открытия и закрытия ударного клапана. 1, 2 — источники питания; 3, 4 — контакты; 5 — ударный клапан; 6 — шлейф осциллографа П 102.

Принятая схема расчета времени открытия и закрытия клапана проверялась опытным путем, для чего ударный клапан тарана вводился в электрическую цепь (рис. 3). Опыты проводились при различных ходах ударного и нагнетательного клапанов, различной массе ударного клапана и отношениях нагнетательного и питательного напоров.

Результаты опытов дали хорошее совпадение с расчетными данными, и показали, что при небольших отношениях напоров ударные кла-

паны закрываются медленно. Чтобы уменьшить время закрытия, необходимо создать условия для быстрого достижения стационарной скорости, что возможно при короткой питательной трубе. Но чрезмерное сокращение ее длины приводит к потере производительности тарана, поэтому длина питательной трубы выбирается из оптимального режима [2].

Ер1111 им. К. Маркса

10. XII 1982

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мостков И. А. Опыт теории гидроударных машин. Труды энергетического сектора АН Груз. ССР, Тбилиси, 1945. — 110 с.
2. Онесян В. М. Гидравлический таран и таранные установки. — М. Машиностроение, 1968. — 121 с.
3. Исхандилян А. А. Исследование влияния различных факторов на работу гидравлического тарана и выбор оптимальных параметров. — Дис. ... канд. тех. наук, Ереван, 1965. — 156 с.