

ГИДРАВЛИКА

Ю. Н. ГРИЗОДУБ

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ КОЛЕБАНИЙ  
СТОЛБА ЖИДКОСТИ ВСЛЕДСТВИЕ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ  
В МАТЕРИАЛЕ СТЕНОК ТРУБОПРОВОДА**

(Представлено академиком А. И. Некрасовым 25 III 1950)

При распространении упругих возмущений в жидкости, наполняющей нежесткий трубопровод, имеют место совместные колебания стенок трубопровода и столба жидкости. В случае, если порядок величины  $\rho c$  жидкости сравним с  $\rho c$  материала трубопровода, указанные совместные колебания вызывают, кроме общезвестного уменьшения скорости распространения звука в жидкости, еще и затухание колебаний вследствие внутреннего трения (гистерезиса) в материале стенок трубопровода.

Получим выражение для определения коэффициента затухания колебаний в жидкости вследствие внутреннего трения в материале стенок трубопровода. Запишем в несколько видоизмененном виде формулу Н. Е. Жуковского<sup>(1)</sup> для определения скорости распространения звука в жидкости, заключенной в трубу:

$$c_r = \sqrt{\frac{1}{\left(\rho \frac{1}{E_{xc}} + \frac{1}{E_{mp}} \frac{D}{a}\right)}} = \frac{c_0}{\sqrt{1 + \frac{c_0^2 \rho D}{E_{mp} a}}} . \quad (1)$$

Здесь:  $c_r$  — скорость звука в жидкости, заключенной в трубу;  $c_0$  — скорость звука в свободной жидкости;  $\rho$  — плотность жидкости;  $E_{xc}$  — модуль жесткости жидкости;  $E_{mp}$  — модуль жесткости материала трубопровода;  $D$  — внутренний диаметр трубы;  $a$  — толщина стенок трубы.

Положим, как и в<sup>(2)</sup>, что

$$E'_{mp} = E_{mp} (1 + j\eta), \quad (2)$$

где  $\eta$  — коэффициент потерь энергии в материале трубы.

После преобразований, аналогичных выполненным в<sup>(2)</sup>, получим

$$\beta_3 = \frac{\frac{D}{\pi c_0 \rho a E_{mp}} \eta}{\sqrt{1 + \frac{\rho c_0^2 D}{a E_{mp}}}} f. \quad (3)$$

Настоящая формула пригодна для оценки порядка величины коэффициента затухания колебаний в жидкости вследствие гистерезиса в стенах как толстостенных, так и тонкостенных трубопроводов.

Заметим, что в (2) формула для  $\beta_3$  получена в виде

$$\beta_3 = \frac{2\pi c_0 \xi_n N \eta}{\sqrt{1 + 2\xi_n c_0^2 N}} f, \quad (4)$$

где  $\xi_n = \frac{\rho}{1 - 5a/6R}$ ,  $N = \frac{R}{aE_{mp}}$ ,  $R$  — внутренний радиус трубопровода.

Так как при выводе формулы (4) в (2) в качестве исходной взята не формула Н. Е. Жуковского, а формула Кортевега (3), дающая ошибочные предельные результаты, то, согласно (4),

$$\lim_{a/R \rightarrow 6/5} \beta_3 \rightarrow \infty,$$

что противоречит опытным данным и физическому смыслу.

Поступило  
26 XII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Н. Е. Жуковский, Собр. соч., 7, М.—Л., 1937, стр. 58. <sup>2</sup> E. Gantta, Akustische Zs., 5, 2, 87 (1940). <sup>3</sup> D. J. Korteweg, Ann. Phys., Lpz., 5, 525 (1878).