

УДК 621.643.

МЕХТИЕВ Г.А.

К РАСЧЕТУ КОЛЕБАНИЯ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА ОТ ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Известно, что морские подводные трубопроводы, проложенные на небольшой глубине моря, подвергаются волновым воздействиям. Эти действия волн на трубопровод представляются в горизонтальном направлении боковыми волновыми давлениями, рассчитываемыми для мелководных участков трассы формулой:

$$P_x = P_{x_{\max}} \cdot \sin \sigma t + P_{xc} \cdot \cos^2 \sigma t,$$

а в вертикальном направлении - подъемной силой, рассчитываемой по формуле:

$$P_z = P_{xc_{\max}} \cdot \cos^2 \sigma t,$$

где $P_{x_{\max}}$, $P_{xc_{\max}}$ - определяются формулами ВТУ- 65, σ - волновая частота, t - время воздействия волн.

Под действием этих переменных волновых давлений подводные трубопроводы совершают вынужденные поперечные колебания в указанных направлениях. При больших давлениях и частоте волн, эти колебания вызывают в материале трубопровода усталостные разрушения, и поэтому изучение и исследование расчета колебания подводных трубопроводов представляют большой теоретический и практический интерес.

Для расчета принимается, что подводный трубопровод представляет собой балку на упругом основании и нагружен равномерно распределенной волновой нагрузкой $P_{xc_{\max}} \cdot \cos^2 \sigma t$.

Применяя к колебанию трубопровода принцип Даламбера совместно с принципом виртуальных работ, получаем уравнение колебания трубопровода в виде:

$$\ddot{\varphi}_i + P_i^2 \varphi_i = \frac{2g}{A\gamma l} Q \cdot \sin \frac{i\pi c}{l},$$

где $P_i^2 = \frac{a^2 \pi^4}{l^4} (i^4 + \beta)$, A - площадь поперечного сечения, γ - объемный вес материала трубы, g - ускорение силы тяжести, l - длина балки.

Интегрируя это уравнение и принимая, что $Q = P_{xc_{\max}} \cdot \cos^2 \sigma t$, а также применяя принцип наложения, по вынужденной части колебания для середины балки, если удержим первый член ряда, получим

$$y = \frac{4gP_{xc \max} l^4}{A\gamma\pi} \cdot \frac{1}{a^2\pi^4(1+\beta) - 4\sigma^2 l^4} \cdot \cos^2 \sigma t,$$

$$\text{где } a^2 = \frac{EJ_g}{A\gamma}, \beta = \frac{kl^4}{EJ\pi^4},$$

k - коэффициент постели основания,
 EJ - жесткость трубы при изгибе,
 l - длина трубы.

Аналогично для вынужденного колебания трубопровода в горизонтальном направлении получаем:

$$y = \frac{4gHl^4}{A\gamma\pi} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{a^2\pi^4(i^4 + \beta) - P^2 l^4} \cdot \sin(Pt + \gamma),$$

$$\text{где } H = \sqrt{P_{xc}^2 + P_{xu}^2}, \operatorname{tg} \gamma = \frac{P_{xc}}{P_{xu}}, P = \frac{a\pi^2}{l^2} \sqrt{1 + \beta}.$$

Далее дважды дифференцируя эти формулы по x , получаем выражения для определения соответствующих изгибающих моментов. Путем деления значения изгибающих моментов на момент сопротивления трубы определяем значения напряжения.

Таким образом можно заключить, что проведенный расчет позволяет определить напряжения и деформации и их распределения вдоль трубопровода вследствие колебания трубопровода от воздействия волнового давления.

Такие расчеты были проведены для различной глубины моря, для различных участков трубопровода при удержании из рядов один, два члена для различных диаметров трубопровода.

Литература

- [1]. Тимошенко С.П. *Колебание в инженерном деле*. М., "Наука", 1967.
- [2]. Лаппо Д.Д. и др. *Метод расчета нагрузок от волн на обтекаемые преграды*. Л., "Энергия", 1976.

Mehdiyev H.A.

SUALTI BORU KƏMƏRLƏRİNİN DALĞALARIN TƏSİRİNDƏN RƏQSLƏRİNİN HESABLANMASI

Bu məqalədə dənizin kiçik dərinliklərinə döşənən dəniz sualtı boru kəmərlərinin dənizin dalğaların təsirindən rəqsi hərəkətləri hesablanılır.

Mehdiyev H.A.

**TO THE ANALYSIS OF VIBRATION OF
THE SUBMERGED PIPE-LINE FROM A
WAVE ACTION**

In this article the analysis of vibrations of the sea submerged pipe-lines driven for a small depth of the sea from a wave action is considered.