

Формула (7) позволяет определять силу натяга для безопасной укладки трубопровода в зависимости от глубины укладки, механических и геометрических характеристик трубопровода, а также от силы давления подводных течений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулгазли, А.С. О геометрических соотношениях при учете геометрической нелинейности / А.С. Гулгазли // Материалы междунар. конф., посвящ. 80-летию акад. Я. Дж. Мамедова, Баку, 27 – 28 дек. 2010 г. – С. 189 – 191.

2. Гасанов, Р.А. Об уравнениях равновесия трубопровода, укладываемого на большие глубины / Р.А. Гасанов, А.С. Гулгазли, М.Г. Акперов // Материалы междунар. конф., посвящ. 80-летию акад. Я. Дж. Мамедова, Баку, 27 – 28 дек. 2010 г. – С. 188 – 189.

УДК 621.926

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРАНСПОРТНОГО ПРОДУКТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДВОДНОГО ПРОДУКТОПРОВОДА

Р. А. Гасанов¹, А. С. Гулгазли², М. Г. Акперов², Ф. К. Байрамова¹

*¹Азербайджанская государственная нефтяная академия,
г. Баку, Азербайджанская Республика*

*²Азербайджанская государственная нефтяная компания,
г. Баку, Азербайджанская Республика*

Известны две технологии укладки подводных продуктопроводов:

- укладка в подводную траншею, заранее проведенную вдоль маршрута укладки;
- укладка непосредственно по дну моря. Эта технология реализуется при отсутствии благоприятного обстоятельства для выполнения первой технологии (например, когда дно моря скалистое).

При выполнении второго варианта нередко подводные течения уносят грунт из под трубы и некоторая часть трубопровода остается подвешенной. При транспортировке по трубопроводу горячего продукта температура трубы увеличивается и возникают температурные напряжения. Это способствует в свою очередь потере устойчивости провисающей части трубопровода в виде выпучивания вверх. Во избежание подобных явлений продуктопровод, предназначенный для транспортировки горячего продукта, выполняется двухслойным (рис.).

Между слоями располагаются стержни из материала с низкой теплопроводностью. По образовавшимся пустотам нагнетается воздух или газ. Это буферное пространство, заполняемое воздухом или природным газом, охраняет внутреннюю трубу от охлаждения течениями и морской водой.

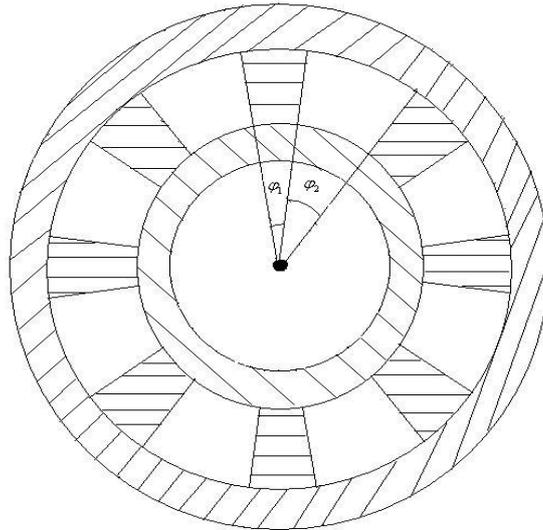


Рис. Схема поперечного сечения трубопровода

Для расчета провисающей части трубопровода на устойчивость эта часть моделируется в виде стержня, концы которого жестко заземлены.

В этом случае критическая сила и температуры напряжения определяются по формулам [1]:

$$\sigma_{kp} = \frac{P_{kp}}{S} = \frac{4\pi^2 EJ}{Sl^2}, \quad \sigma_t = \alpha E \cdot \Delta T, \quad (1)$$

где E – модуль Юнга материала трубы;

l – длина провисающей части трубопровода;

J – момент инерции поперечного сечения относительно главной оси сечения;

α – коэффициент температурного расширения;

ΔT – перепад температуры.

Как видно из рис.,

$$J = J_1 + J_2 + J_3, \quad (2)$$

где J_1 – осевой момент инерции внутренней трубы;

J_2 – момент инерции стержневой системы между трубами;

J_3 – момент инерции внешней трубы.

Для предотвращения выпучивания должно выполняться условие $\sigma_t < \sigma_{kr}$,

или

$$\frac{4\pi^2 EJ}{Sl^2} > \alpha E \Delta T,$$

откуда

$$J > \frac{Sl^2 \alpha \Delta T}{4\pi^2}. \quad (3)$$

После вычисления S , J_1 , J_2 , J_3 и учета их выражений в (3) имеем:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4}(D_4^4 + D_2^4 - D_3^4 - D_1^4) + \frac{na}{2m}(D_3^4 - D_2^4) > \\ & > \frac{\ell^2 \alpha \Delta T}{\pi^2} \left[D_4^2 + D_2^2 - D_3^2 - D_1^2 + \frac{n\pi}{2m}(D_3^2 - D_2^2) \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где D_1 и D_2 – соответственно внутренний и внешний диаметры внутренней трубы;

D_3 , D_4 – соответственно внутренний и внешний диаметры наружной трубы;

$$m = \frac{(1+k)n}{2}, \quad k = \frac{\phi_2}{\phi_1}.$$

Неравенство (4) связывает геометрические и физические характеристики провисающей части трубопровода. Выполнение неравенства (4), на основании которого имеется возможность решения различных проектных задач для строительства подводного продуктопровода с вариантом его укладки в подводную траншею на дне моря, обеспечивает устойчивость провисающей части трубопровода

ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев, В.И. Сопrotивление материалов / В.И. Феодосьев. – М., 1970. – С. 544.
2. Бородавкин, П.П. Подводные трубопроводы / П.П. Бородавкин, В.Л. Березин, О.Б. Шадрин. – М.: Недра, 1979. – С. 415.

УДК 631.348

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО ЗНАЧЕНИЯ СЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДА, ПОГРУЖАЕМОГО НА БОЛЬШИЕ ГЛУБИНЫ

**Р. А. Гасанов¹, М. И. Мустафаев², М. Г. Акперов²,
Р. М. Абышова¹, Ф. К. Байрамова¹**

¹ Азербайджанская государственная нефтяная академия,
г. Баку, Азербайджанская Республика

² Азербайджанская государственная нефтяная компания,
г. Баку, Азербайджанская Республика

В работе рассмотрено напряженно-деформированное состояние подводного трубопровода, находящегося под действием различных силовых факторов.