

К ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ

Степанов Ю.С., Ушаков Л.С., Кобяков Е.Т.

Орловский государственный технический университет

В практике эксплуатации трубопроводных систем нередки случаи нагружения их элементов не только внутренним давлением транспортируемой жидкости, но и внешним давлением со стороны окружающей среды, в которой размещен тот или иной участок трубопровода. Примером могут служить отдельные участки трубопроводных систем городского водоснабжения, проложенные в грунте на большой глубине без использования какой-либо защитной ограждающей арматуры. На негативные последствия, к которым может привести неконтролируемая внешняя нагрузка на элементы трубопроводов, обращалось внимание в материалах доклада [1], посвященного одному из аспектов многогранной проблемы энергосбережения, а именно, вопросам повышения надежности трубопроводных систем.

С целью получения расчетно-аналитических зависимостей, характеризующих напряженно-деформированное состояние участка трубопровода, находящегося под действием внутреннего и внешнего давлений, нами рассмотрен один, характерный для реальных условий эксплуатации, вариант нагружения, представленный на рис. 1, а, где показано поперечное сечение трубы и эпюры распределенной нагрузки. Внутреннее давление p_1 имеет постоянную составляющую p^0_1 и переменную – от собственного веса жидкости, а наружное давление p_2 имеет различные значения: на уровне горизонтального диаметра оно равно p^0_2 , в верхней точке сечения – p'_2 , в нижней – p''_2 , причем $p''_2 > p'_2$.

Закон распределения наружной нагрузки неизвестен и не может быть определен однозначно вследствие изменчивости реальных условий нагружения. В этой связи, имея в виду приближенную оценку прочности трубопровода, целесообразно закон распределения наружного давления принять ориентировочно, с учетом особенностей поверхностного контакта трубопровода с окружающей средой.

Исходя из этих соображений, закон распределения внешней нагрузки по окружности поперечного сечения принят синусоидальным:

$$p_2^g = p_2^0 + (p'_2 - p_2^0) \sin \psi, \quad (1)$$

$$p_2^H = p_2^0 + (p''_2 - p_2^0) \sin \psi, \quad (2)$$

где p_2^B и p_2^H – соответственно, интенсивность поверхностной нагрузки по верхней и нижней частям сечения, ψ – угловая координата (рис. 1, а).