

Усиление стенок трубопровода для транспортировки газообразных или жидких материалов под давлением

Гараньков К.А.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург.

Научный руководитель д. техн. наук В.Н. Глухих

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург.

В современной промышленности, в частности добывающей природные ресурсы, должно происходить стремительное развитие технологий, ведь технологический прогресс не стоит на месте, и, следовательно, общество демонстрирует тенденцию увеличивающегося потребления тепловой и электрической энергии. Трубопроводные магистральные системы на сегодняшний день являются стратегически важными инфраструктурами, которые питают нашу экономику, а перекрывают все энергетические потребности страны. И вследствие всего вышеизложенного мы понимаем, что с каждым годом требуется обеспечивать всё большие объемы поставляемого топлива. Здесь и возникает вопрос, какое решение нам следует предпринять, для получения эффективного результата. Одним из решения проблемы увеличения объёма транспортировки газообразных или жидких материалов под давлением является усиление стенок трубопровода. Одновременно с этим следует рассмотреть экологическую проблему, ведь повышая прочность стенок, мы будем снижать риск выбросов в окружающую среду продуктов нефте- и газодобычи.

Задачу будем решать для случая толстостенной трубы. Необходимо исследовать влияние внешнего и наружного давления, которому подвергаются стенки трубопровода при прохождении потока через него. Поскольку магистраль поточной системы транспортировки в данном случае можно считать условно бесконечной, то рассматривая произвольное сечение трубопровода я могу использовать толстостенный цилиндр в качестве модели трубопровода.

Цилиндр является толстостенным, при толщине его стенки больше $1/10$ его среднего радиуса. Вследствие осевой симметрии цилиндра нагрузки напряжения и деформации в нём будут соответственно симметричны относительно оси цилиндра.

Рассмотрим модель исследования вышеуказанной тематики. Для этого нам потребуется двумя сечениями, перпендикулярными к оси цилиндра, выделить кольцо единичной длины, из этого кольца вырезать элемент $abcd$ двумя плоскостями, проходящими через ось цилиндра и образующими между собой угол $d\theta$, и двумя цилиндрическими поверхностями радиусами r и $r + dr$. По граням описанного выше элемента будут действовать радиальные и

тангенциальные напряжения, которые заменят собою воздействие отброшенной части цилиндра и будут удовлетворять условиям равновесия.

Так же следует рассмотреть геометрическую и физическую стороны задачи, что впоследствии нам позволит выяснить зависимости радиального напряжения от радиуса в перемещении.

Рассматривая физическую сторону задачи, представим зависимости между напряжениями и деформациями в соответствии с обобщенным законом Гука.

Для определения окончательных формул радиального перемещения и напряжений используем формулы Ляме и выясним, что поперечные сечения цилиндра при деформации остаются плоскими, это будет справедливо для бесконечно длинного цилиндра.

Проведя исследование, мы выясним что цилиндр не допускает внутреннего давления выше определенной величины, то есть это говорит о том, что увеличение толщины стенки цилиндра не всегда является эффективным способом увеличения прочности.