

3. Строительные нормы и правила (СНиП) 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы».
4. Типовые расчеты при сооружении трубопроводов. Л.А. Бабин, П.Н. Григоренко, Е.Н. Ярыгин. М. Недра. 1995 – 245 стр.
5. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник для вузов/А.А. Коршак, А.М. Нечваль – СПб.: Недра, 2008 – 486 с.: ил.
6. Технология сооружения газонефтепроводов. Под ред. Г.Г. Васильева Т.1.: Учебник. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2007. – 632с.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ БАЛЛАСТИРОВКЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В.Е. Быковский, Э.Н. Михайлова

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Напряженно-деформированное состояние любого несущего элемента линейной части магистрального газопровода однозначно определяется характеристиками воздействующих на него нагрузок. Эти нагрузки изменяются в зависимости от характеристик окружающей среды, параметров перекачиваемого продукта и т.д. Для линейной части трубопроводов основными являются из нагрузок давление грунта, внутреннее давление, собственный вес труб и продукта, и воздействий – температуры, пучение и просадка грунта, давление оползающих грунтов.[1]. Проблема обеспечения устойчивости магистрального газопровода на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации является важнейшей требующей для своего обобщения мирового и отечественного опыта эксплуатации магистрального газопровода в разнообразных условиях, разрешения проведения комплексных исследований, анализа созданных технических решений по методам закрепления и прокладки закрепления трубопроводов.[2]

Цель работы - компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния линейной части магистрального газопровода «Майя-Табага-Чурапча-Ытык-Кюель» в Республике Саха (Якутия). В связи со сложными и разнообразными геологическими, геокриологическими и геоморфологическими условиями прохождения трассы газопровода «Майя-Табага-Чурапча-Ытык-Кюель» (многолетнемерзлые грунты с многообразными явлениями криогенеза), в проекте предусматриваются: подземная укладка трубопровода, полузаглубленная и наземная в обваловке на участках трассы, сложенных подземными «погребенными льдами». Выполнение прочностных расчетов с учетом действительных условий работы трубопровода является основным элементом, обеспечивающим поддержание его высоконадежной работы. Основная задача расчета магистрального трубопровода на прочность является определение напряженно-деформированного состояния, обусловленного нагрузками, возникающими от внешних источников. Участок магистрального газопровода проходит по территории распространения многолетнемерзлых грунтов с абсолютной минимальной температурой от -64 до -66°C , поэтому трубы используются северного исполнения. Для закрепления газопровода на проектных отметках и предотвращения всплытия на обводненных участках, в проекте, в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06-85*, ВСН 007-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкция и балластировка», предусмотрены следующие способы и средства балластировки:

- железобетонными грузами;
- минеральным грунтом разработки.

На обводненных участках распространения просадочных грунтов с льдистостью 30-50% (просадочность II типа), на всех водотоках по уровню 1%УВВ-утяжелителями 1-УБКМ-426-9 ТУ 102-421-86 весом комплекта 1,320 т, объемом $V=0,55 \text{ м}^3$, железобетонными седловидными грузами АСГ-300 ТР-796-6 весом комплекта $P=0,3$ т, объемом $V=0,14 \text{ м}^3$. Средний шаг установки утяжелителей 1 УБКМ-426-9 весом 1,32 т составляет 6,37 метра (рис. 1), железобетонных седловидных грузов весом 0,3 т, составляет 2,0 метра.



Рис. 1. Схема балластировки трубопровода утяжелителем типа 1-УБКМ-426-9

Для определения в стенке трубы напряжений и установления диапазона изменения численных характеристик процессов, влияющие на деформацию, проводится расчет напряжений (на прочность), возникающих при балластировке трубопровода в многолетнемерзлых грунтах.

Исследуется участок трубопровода со следующими параметрами:

- диаметр – 400 мм;
- толщина стенки – 8 мм;
- внутреннее давление – 5,5 МПа;
- марка стали – 09Г2С.

Для этого принимаются допущения, относящиеся к самому простому из возможных вариантов взаимодействия трубы и контактирующего с ним балластирующего устройства: перемещения по осям Z и Y отсутствуют.

На рисунке 2 показан результат расчета действия касательных сил на участок трубопровода, полученный с помощью программы ANSYS. На рисунке 3 показана интерпретация данного результата в графическом виде.

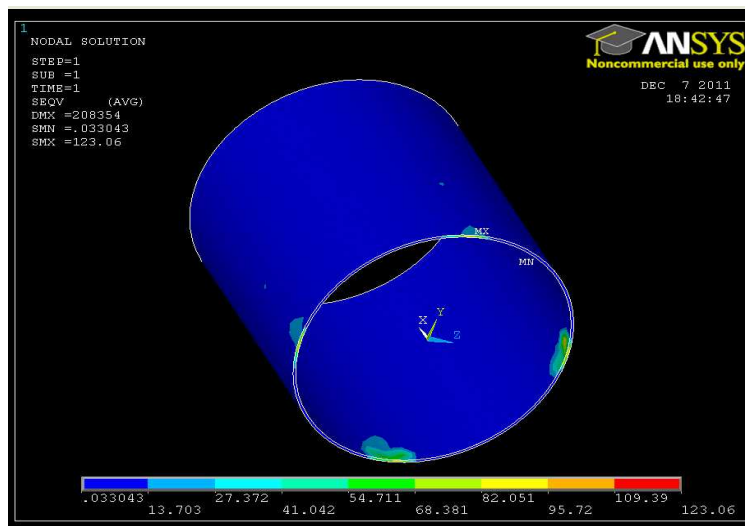


Рис. 2 Напряжения по Мизесу

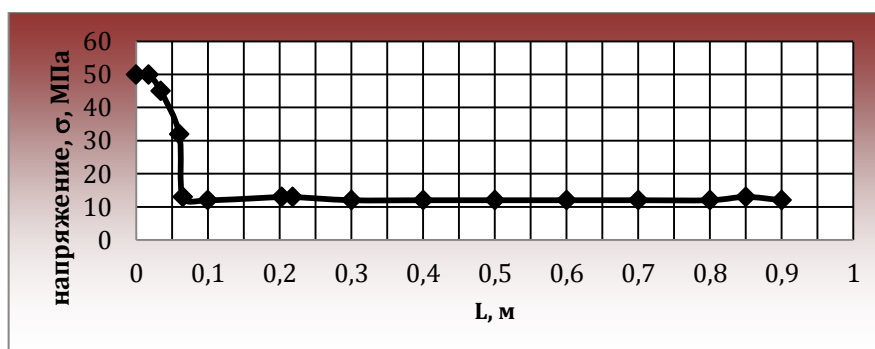


Рис. 3 Распределение напряжений (σ) по длине (L) трубопровода по оси X

Полученные и представленные на рисунке 3 результаты позволяют сделать следующий вывод: изменение значений напряжений, возникающих при балластировке трубопровода, не достигают величины предела текучести стали 09Г2С (350 МПа).

В условиях многолетней мерзлоты напряжения в трубопроводе, возникающие при проявлении экзогенных процессов, близки к значению предела текучести стали, что снижает уровень надежности магистрального газопровода, поэтому необходимо применять балластирующие устройства, при этом напряжения в трубопроводе в несколько раз будут меньше значения предела текучести стали.

Литература

1. П.В. Бурков, С.П. Буркова, А.В. Кузнецов. Исследование напряженно-деформированного состояния трубопроводов в мерзлом грунте на сильно обводненных участках // Горное машиностроение: Сборник материалов. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. - №0В2. – 448с. – М.: изд. «Горная книга». – с. 166 - 171.
2. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов
3. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ.ред. Д.Г.Красновского. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.