

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Е. В. СЕМИТКИНА, М. В. ТЕРЕНТЬЕВА, В. Е. КРИВОВ

*Ухтинский государственный технический университет,
Ухта, Россия*

Накопленный опыт работы с северными газопроводами показывает, что тепловое взаимодействие между газопроводами и мерзлыми грунтами может приводить к нарушению равновесия в системе «мерзлый грунт – газопровод». Это, в свою очередь, вызывает значительные изменения в ландшафте, что может привести к смещению проектного положения газопроводов, их деформациям и, как следствие, аварийным ситуациям.

Для предотвращения негативных последствий необходимо учитывать множество факторов, включая термодинамические характеристики грунтов, механические свойства материалов, а также климатические изменения. Одним из подходов к изучению данной проблемы является использование средств компьютерного моделирования для определения влияния газопровода, околотрубной зоны на многолетнемерзлые грунты, чтобы далее разработать мероприятия по прогнозированию срока безопасной работы.

Для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) сооружений, устройств и трубопроводов существует ряд программных продуктов, в которых реализован метод конечных элементов (МКЭ).

В статье выполнен расчет НДС участка газопровода при воздействии на него сил морозного пучения. Для рассмотрения данной проблемы было выполнено компьютерное моделирование участка магистрального газопровода в неустойчивых грунтах с помощью программной системы конечно-элементного анализа в программном комплексе «ANSYS».

Существенное влияние на проектное НДС трубопровода могут оказывать геокриологические процессы [1]. В данном случае на участок МГ будет воздействовать силы морозного пучения. При этом дополнительные осевые напряжения возникают только при неравномерном распределении пучении грунтов по трассе МГ. То есть выполнение данного условия возможно лишь при схеме: непучинистый грунт – отрезок пучения – непучинистый грунт. Согласно данной схеме, данный отрезок получается защемленным с обеих сторон непучинистыми грунтами из-за этого в трубе возникает дополнительные осевые напряжения.

Для исследования напряжений, возникающих при пучении грунта, в ПК «ANSYS» был смоделирован участок МГ.

Напряженно-деформированное состояние газопровода с участком пучения протяженностью 20 м изображено на рис. 1.

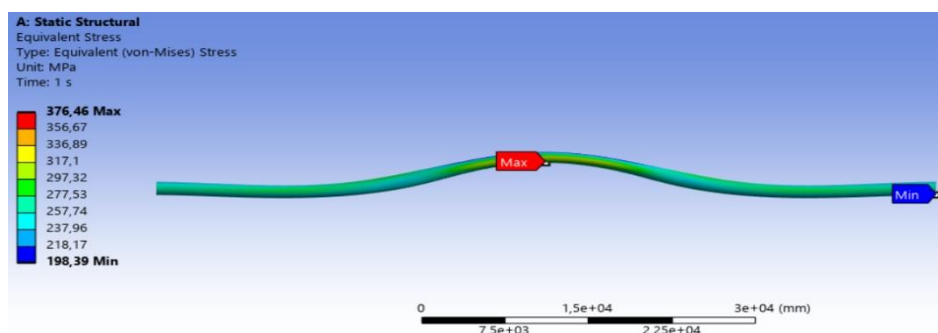


Рисунок 1. – Распределение эквивалентных напряжений участка газопровода

Как видно из рис. 1 максимальные напряжения возникают в местах защемления и в верхней точке изгиба на нижней образующей трубы. При этом при пучении участка значения возникающих напряжений не превышают предел текучести материала. Дальнейшая эксплуатация данного газопровода возможна. Перемещения, возникающие при пучении отображены на рис. 2.

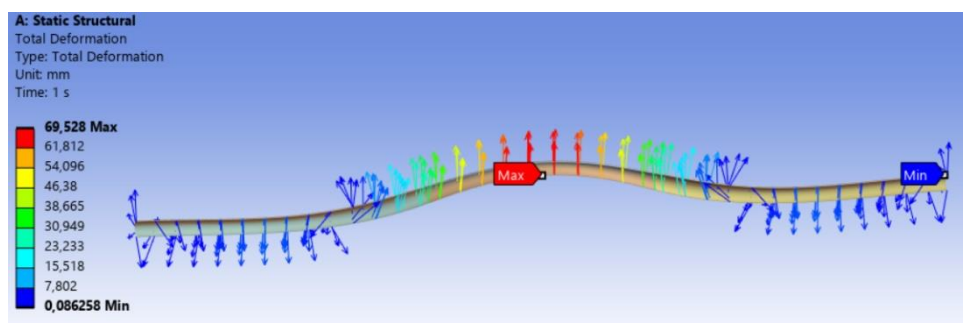


Рисунок 2. – Распределение полных деформаций и вектора перемещений газопровода

На рис. 3 для более детального показа продемонстрированы нормальные напряжения в разрезе газопровода, а также коэффициент надежности.

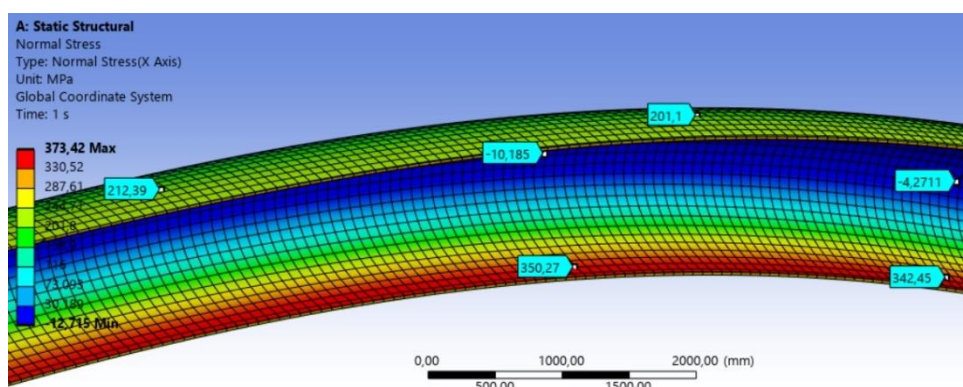


Рисунок 3. – Распределение нормальных напряжений в разрезе газопровода

В заключении по работе можно сделать следующие выводы:

Получено и проанализировано напряженно-деформируемое состояния магистрального газопровода, на который действуют равномерно распределенные силы морозного пучения.

По мере увеличении длины отрезка пучения, при схеме непучинистый грунт – отрезок пучения – непучинистый грунт, требуется меньшее давление со стороны пучения для того, чтобы создать опасные напряжения.

Особое внимание стоит уделить местам пересечения грунтов (непучинистый грунт – участок пучения – непучинистый грунт), на котором возникают опасные напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горковенко А. И. Влияние некоторых закономерностей морозного пучения грунтов на высотное положение подземного трубопровода и его напряженно-деформированное состояние / Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2006. – № 1. – С. 9.