

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТАЛЫХ ВОД НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ
СОСТОЯНИЕ ТРУБОПРОВОДА**

Л.А. Тимофеева

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тема надежности трубопроводного транспорта как никогда актуальна. Один из важных факторов, который остро стоит на сегодняшний день, это деформация положения трубопровода под воздействием талых вод. В настоящее время магистральные трубопроводы имеют долгий срок эксплуатации, несмотря на то, что талые воды способны вспучивать или проседать грунт, повреждая изначальное положение трубопровода, что приводит к опасной транспортировке продукта.

Надежность эксплуатации линейной части трубопроводной системы и, следовательно, вероятные отрицательные материальные и экологические последствия снижения этой надежности значительно зависят от взаимодействия трубопровода с грунтом. [6, 7]

Цель данной работы: Исследовать влияние талых вод на напряженно-деформированное состояние трубопровода.

Задачи.

Анализ существующих факторов влияния талых вод на положение трубопровода.

Исследование НДС трубопровода (Ansys 19.0).

Объект исследования. Магистральный трубопровод: диаметр: 1020x12, давление: 4,8 МПа; длина: 15 м.

При рассмотрении причин аварий и отказов, которые случились во время эксплуатации нефтегазопровода, чаще всего не учитывается важный фактор – грунт. Это может быть связано со следующими факторами [2]: влияние грунтового фактора не является очевидным, в отличие от коррозии или механического повреждения; не уделялось особого внимания степени влияния грунтового фактора.

Хотя стоит обратить внимание на данный фактор, потому что большое влияние на отклонение пространственное положение трубопровода по отношению к проектному всё-таки имеет грунт. [1, 3]

Грунты условно можно разделить на две категории по пучинистости: пучинистые и непучинистые. Пучинистые грунты – это дисперсный грунт, который увеличивается в объеме, переходя из талого состояния в мерзлое, создавая деформацию морозного пучения. Непучинистые грунты, соответственно, не изменяются в объеме при любом состоянии. [2, 4]

Грунт и трубопровод находятся в постоянном взаимодействии друг с другом. Грунт действует на трубопровод силовыми, тепловыми способами и так далее, тем временем на грунт со стороны трубопровода действуют постоянные и переменные нагрузки, которые напрямую связаны с давлением и температурой продукта. [2]

Природные условия сильно влияют на грунт, так как состав грунта, разнородность его, распределение в нем влаги, плотность различны, что в момент промерзания происходит неравномерное распределение пучения, соответственно, это приводит к небезопасной эксплуатации трубопровода. [3, 4]

После проведения измерений и подведения итогов выявлено, что в весенне-осенний период чаще всего происходят отказы. Проявление неравномерного напряженно-деформированного состояния тесно связано с изменением температуры, то есть со сменой времени года.

Смещение из-за повреждения может вызвать серьезные деформации и разрывы стенки трубопровода, которые могут привести к повреждению трубопровода и вызвать необратимые экологические катастрофы. [7]

Стенки трубопровода подвергаются воздействию, вызванные внутренним давлением и продольные или осевые напряжения, обусловленные всеми внешними нагрузками. [6]

В программном обеспечении Ansys 19.0 было проведено следующее исследование напряженно-деформированного состояния:

Построен трубопровод с заданными параметрами. Далее накладывается конечно-элементная сетка.

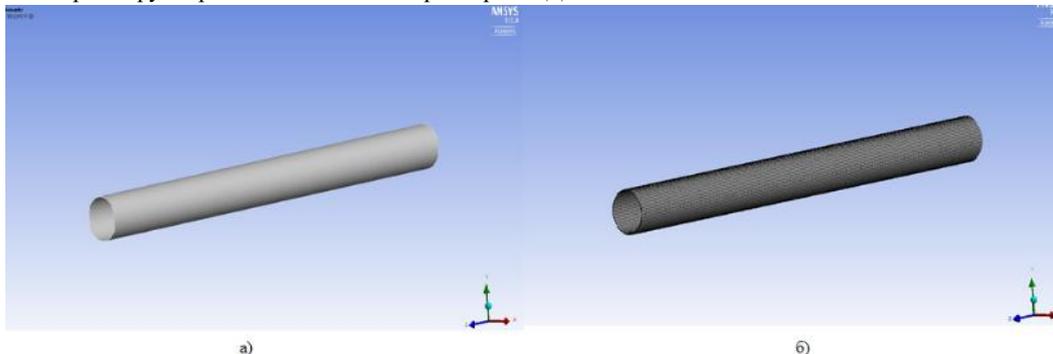


Рис. 1 а) модель трубопровода; б) наложена конечно-элементная сетка

Задаем граничные условия для данной модели:

Закрепление производим трубы по торцам, накладываем внутреннее давление 4,8 МПа и накладываем нагрузку веса грунта. Получили следующие результаты:

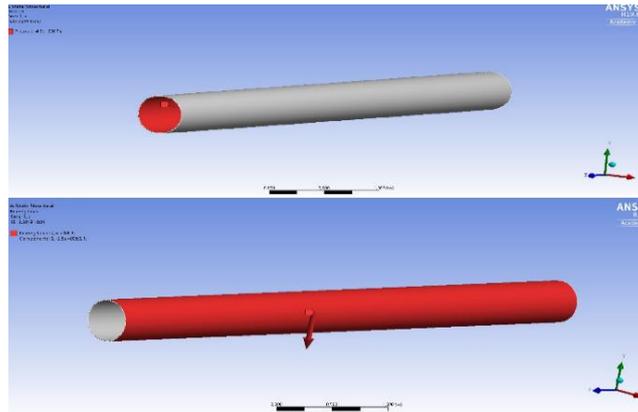


Рис.2 Наложение давления и нагрузки веса грунта

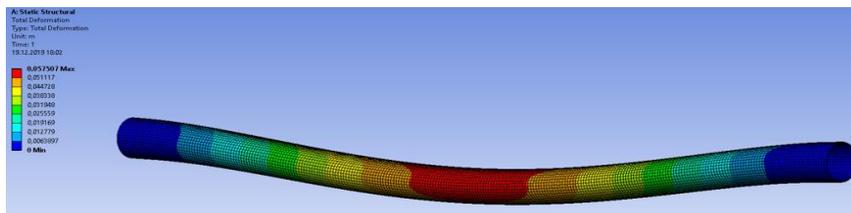


Рис. 3 Общая деформация модели

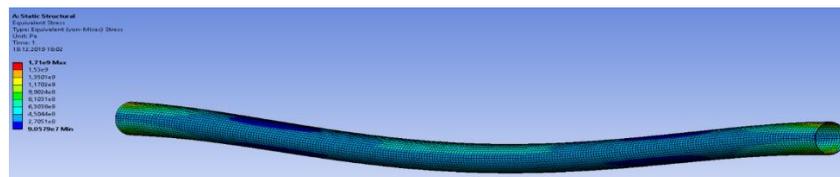


Рис. 4 Эквивалентные напряжения по Мизесу

Из результата анализа следует, что деформация есть в центре трубопровода. Данный результат получился не допустимым. Большая часть, как видим, расположена в центре, а ближе к торцам трубы деформация всё меньше. Наибольшие напряжения оказались в локализации закрепления.

На прогиб трубы повлияла сила действия со стороны обвалившегося грунта.

Можно сделать следующие выводы. Были проанализированы факторы влияния талых вод на положение трубопровода. Промерзание талых вод и их оттаивание в сезонные процессы, а отсюда следствие: просадка и вспучивание трубопровода. Был произведен расчёт НДС. Для этого применили модель трубы и задали ей соответствующие параметры. Как видно из результатов, образовалась просадка в центре трубопровода с максимальным значением 0,05 мм и максимальным напряжением 17МПа. Пластической деформации нет. Соответственно, если убрать данную нагрузку на трубопровод, то упругих деформаций тоже не будет.

Литература

1. Иванов И.А., Кушнир С.Я. Магистральные трубопроводы в районах глубокого сезонного промерзания лучинистых грунтов. – М.: Недра, 2010. – 174 с.
2. Марков Е.В., Пульников С.А. Теоретическое исследование методов инженерной защиты подземных трубопроводов от морозного пучения на участках прерывистого распространения многолетнемерзлых грунтов // Газовая промышленность. – 2018. – № 5. – С. 68–75.
3. Николаева М.В., Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Атласов Р.А., Бердыев С.С., Иванов А.Г. Оценка ореола оттаивания грунта вокруг трубопровода, проложенного в многолетнемерзлых породах // Наука и образование. – 2016. - №. 3 (83). – С. 47–50.
4. Синяков С.А. Исследование путей повышения эксплуатационной надежности газопроводов проложенных в условиях многолетнемерзлых грунтов: дис. ... канд. геол.-мин. наук: – Томск, 2018. –105 с.
5. Юрьев М. П. Влияние динамических процессов в системе «Труба-грунт» на отклонение газопровода от проектного положения. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.tmlib.ru/jirbis/files/upload/abstract/01.04.14/3956.pdf>, свободный – (03.03.2019).
6. Burkov, P.V., Van Yan'nan', Burkova S Stress-strain analysis of pipelines laid in permafrost // Earth and Environmental Science. – 2016. – 43. – P. 012080.
7. Xiaochen Wei, Zhiyong Niu, Qi Li, Jianli Ma, Potential failure analysis of thawing-pipeline interaction at fault crossing in permafrost // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2018. – V. 106. – P. 31–40.