

**СООРУЖЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ****Э.Э. Мурадов, С.Ю. Синько**

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Более шестидесяти процентов территории Российской Федерации покрыто многолетнемерзлыми грунтами. Хозяйственное значение области вечной мерзлоты трудно переоценить. Здесь находится более 30% известных запасов нефти страны, примерно 60% природного газа, огромные залежи каменного угля и торфа, большая часть гидроэнергоресурсов. Потенциал только северных месторождений составляет более 2 млрд. тонн нефти и более 12 трлн. куб. м. газа. Значительная часть этих природных богатств используется в народном хозяйстве. Построены нефтегазопромысловые объекты, нефтепроводы и газопроводы длиной тысячи километров, шахты и карьеры, гидроэлектростанции, автомобильные и железные дороги, аэродромы и порты, построены города и поселки. Однако многие проекты остаются только на бумаге, поскольку территории будущего строительства обладают рядом особенностей, затрудняющих реализацию и обустройство обслуживающих их комплексов. Среди основных из них можно выделить следующие:

- удаленность от промышленно развитых регионов, отсутствие развитой инфраструктуры. В связи с этим – сложности с транспортировкой и значительные стоимости доставки на строительную площадку материалов, оборудования, рабочей силы;

- неблагоприятные условия рассматриваемой территории, выражающиеся в суровом климате, высокой заболоченности, что затрудняет проходимость техники и ведение строительно-монтажных работ;

- сложные инженерно-геологические условия территории. [3]

Целью данной работы является изучение технологии сооружения нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах. В данной работе поставлены следующие задачи изучения характеристик многолетнемерзлых грунтов:

- описать опасные явления на многолетне мерзлых грунтах;

- изучение технологии сооружения трубопроводов в условиях многолетне мерзлых грунтов;

- описать и изучить способы прокладки трубопроводов в многолетнемерзлых грунтах (наземный, надземный и подземный).

В данной работе проведено исследование напряженно-деформированного состояния трубопровода в условиях многолетнемерзлых грунтов с помощью программы ANSYS. ANSYS является универсальной программой, которая применяется для решения прочностных, тепловых, акустических, гидродинамических и газодинамических задач.

Основные процессы, происходящие в слое вечномерзлого грунта:

- изменение (колебание) температуры, промерзание и оттаивание грунтов;

- морозное пучение;

- миграция влаги и перемещение ее под воздействием гидравлического градиента;

- образование наледей и морозобойных трещин;

- солифлюкция (сползание по склонам) и поверхностные оползни;

- термокарст[1].

Наибольшие колебания температуры испытывает самый верхний слой грунта, расположенный у земной поверхности. С глубиной температура уменьшается и на некоторой границе становится практически постоянной. Морозное пучение оказывает существенное влияние на конструкции фундаментов и может поднимать их вверх зимой при промерзании грунтов. Это объясняется частичным увеличением объема воды, содержащейся в грунте и увеличением объема грунта в связи с возрастанием влажности, обусловленным притоком воды из нижележащих слоев грунта. Грунтовые наледи образуются в результате выхода грунтовых вод на поверхность через трещины в грунте, а также в местах выхода межмерзлотных и подмерзлотных грунтовых вод. Морозобойные трещины возникают в результате изгиба верхнего промерзшего слоя, так как в верхней части мерзлый грунт под влиянием отрицательной температуры сжимается больше, чем у границы промерзания; способствуют образованию и росту клиньев льда в результате проникновения вод по морозобойным трещинам и последующего замерзания. Солифлюкция происходит в пучинистых грунтах в результате поднятия частиц грунта при промерзании отдельных частиц при оттаивании. Это приводит к смещению частиц по склону или откосу. При большой крутизне откосов весной могут произойти поверхностные оползни. Термокарст обуславливается наличием в верхней части вечномерзлого грунта прослоек и клиньев льда, после оттаивания которых происходит образование пустот, способствующих проседанию грунта при нагрузках[2].

Расчет модели участка трубопровода в программе ANSYS:

Исходные данные:

- Диаметр трубопровода – 1220 мм

- Толщина стенки трубопровода – 18 мм

- Протяженность трубопровода – 12 м

- Давление внутреннее – 7 МПа

- Температура – -20°C

- Предел прочности – 540 МПа

- Предел текучести – 390 МПа.

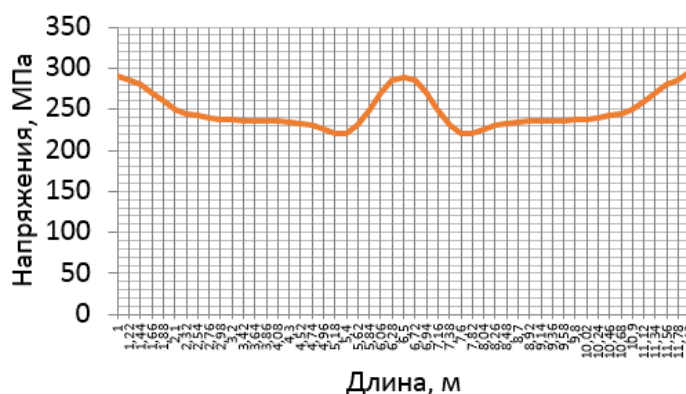


Рис. 4 Распределение напряжений по длине трубопровода

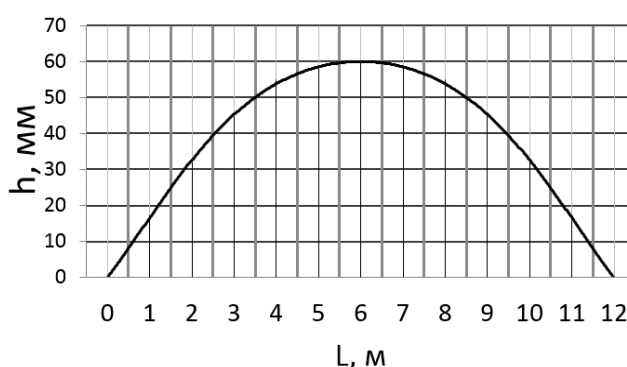


Рис. 5 Распределение суммарных перемещений по длине трубопровода

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- наиболее опасное сечение трубопровода находится в месте перехода из пучинистого в непучинистый грунт; здесь наблюдаются максимальные напряжения, снижающие уровень надежности нефтепровода;
- суммарные перемещения переменны по длине трубы, наиболее опасное сечение находится в центре нефтепровода.

#### Литература

1. СНиП III-42-80\*. Магистральные трубопроводы
2. ВСН 013-88. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов в условиях вечной мерзлоты
3. Н.П. Васильев, А.К. Даркацакян. Строительство трубопроводов на болотах и многолетнемерзлых грунтах. - М.: Недра, 1987. – 167с

### КОНТРОЛЬ КОРРОЗИОННОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ МЕТАЛЛА ТРУБ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

**В.А. Сабулов**

Научный руководитель профессор В.И. Хижняков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) металла труб магистральных газопроводов является актуальной, начиная с 80-х годов прошлого столетия. За это время было изучено влияние различных факторов на развитие КРН и выделены следующие группы ключевых факторов, необходимых для его возникновения [3]: параметры напряженно-деформированного состояния металла труб, специфичность коррозионной среды и металлургические факторы, определяющие предрасположенность металла труб к растрескиванию. Специфичность коррозионной среды определяется несколькими критериями, наибольшее влияние из которых на аварийность газопровода по причине КРН согласно анализу, приведенному в [1], оказывают: тип грунтов, уровень грунтовых вод, величины защитных потенциалов, pH среды и минерализация грунта. Из указанных параметров регулируемым является величина защитного потенциала, которая поддерживается в диапазоне значений, регламентируемом ГОСТ Р 51164-98. Но аварийные разрушения возникают на участках с потенциалом трубопровода, находящимся в нормативном диапазоне значений [2], что объясняется отличием механизмов «классической» коррозии и КРН.

В работе [2] показано, что количество дефектов КРН зависит от расстояния до точки дренажа установок катодной защиты (УКЗ): вблизи точки дренажа вероятность развития дефектов КРН высокая, далее снижается по