

Рис.1.Равномерно распределенная нагрузка

Для определения в стенке трубы напряжений, превышающих допустимые, и установления диапазона изменения численных характеристик процессов, влияющих на деформацию, проводится расчет напряжений (на прочность), возникающих при предельной эксплуатации трубопровода, с помощью программного продукта ANSYS применительно к эксплуатации трубопроводов подводных переходов.

На рисунках 2 и 3 показан результат расчета действия распределительной нагрузки на участок трубопровода, полученный с помощью программы ANSYS.

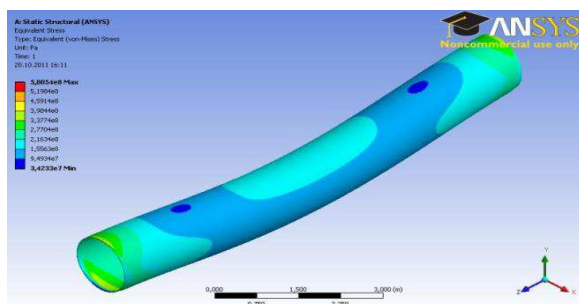


Рис.2.Напряжения по Мизесу

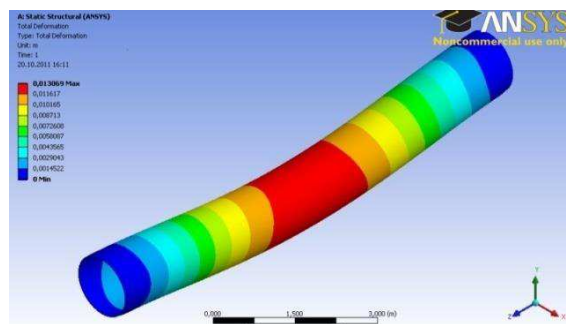


Рис.3.Деформации по оси Y, возникающая при действии распределенной нагрузки на подводный переход трубопровода

Полученные и представленные на результаты позволяют сделать следующие выводы:

- изменение значений напряжений, возникающих при эксплуатации трубопровода, может достигать величин, близких к пределу текучести стали, что снижает уровень надежности трубопровода;
- суммарные перемещения переменны по длине трубы, и существенно зависят от действия распределенных нагрузок от веса самой трубы и перекачиваемой нефти, а также гидростатического давления и выталкивающей силы воды;

Литература

1. Бурков, П. В. Оценка напряженно-деформированного состояния верхнего перекрытия механизированной крепи МКЮ.2Ш-17 производства ОАО СХК «Юрмаш завод» / П. В. Бурков, К. В. Епифанцев // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений, апрель 2009. - Донецк 2009. -С. 23-26.
2. Гольдин Э.Р., Левин С.И., Зуев О.С. РД 51-3-96. - (<http://www.tehlit.ru>).
3. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. Ansys для инженеров: Справ.пособие. –М.: Машиностроение 1, 2004.- 512с
4. Шаммазов А. М., Мугаллимов Ф. М., Нефедова Н. Ф. Подводные переходы магистральных нефтепроводов. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. — 237 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА «НГПЗ-ПАРАБЕЛЬ», ПОДВЕРГНУТОГО КОРРОЗИОННОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ

С.С. Бурыхина, Э. А. Вашурин

Научный руководитель профессор П. В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время одним из определяющих требований, предъявляемых к магистральным газопроводам, является обеспечение их надежного, безопасного функционирования при длительных сроках эксплуатации. Необходимость выполнения этого требования диктуется высоким уровнем затрат на строительство и ремонт трубопроводов, серьезными экологическими проблемами при авариях, ужесточением законодательных норм по охране окружающей среды. Любые подземные трубопроводы, которые пролегают в

почве подвергаются коррозии. Внутренние поверхности стальных газопроводов могут подвергаться химической коррозии при недостаточной очистке газа от кислорода, влаги, сероводорода и других агрессивных компонентов, а иногда и от воздействия воды, оставшейся в газопроводе после строительства. Защита трубопроводов от коррозии – это одна из важнейших задач, которые стоят перед организациями, которые эксплуатируют такие сети. Защита трубопроводов от внутренней и внешней коррозии дает огромный экономический эффект.

Целью данной работы является моделирование напряженно-деформированного состояния участка магистрального газопровода, подверженного коррозионному повреждению и определение максимально допустимых напряжений с помощью программы ANSYS. Наибольшее распространение при анализе напряжений и деформаций в инженерных конструкциях получил метод конечных элементов (МКЭ), которое становится все более популярным среди инженеров всех специальностей. Для решения нашей задачи расчётная модель в среде ANSYS будет представлять участок трубопровода определённой длины, испытывающим нагрузки от внутреннего давления, веса материала самой трубы, веса перекачиваемого продукта и веса грунта. Необходимые значения соответствующих нагрузок находим согласно СНиП 2.05.06-85*. [2, 5, 6] Напряженно-деформированное состояние любого несущего элемента линейной части магистрального трубопровода однозначно определяется характеристиками воздействующих на него нагрузок. На подземные трубопроводы, проложенные в траншее, действуют постоянная нагрузка от веса грунта засыпки ($q_{гр}$) и длительная нагрузка от внутреннего давления перекачиваемого продукта.

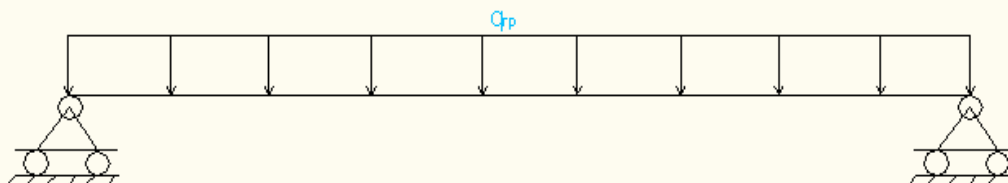


Рис. 1 Расчетная схема трубопровода

Среднее удельное давление на единицу поверхности контакта трубопровода с грунтом:

$$p_{cp} = \frac{2n_{cp}\gamma_{cp}D_n[(h_0 + D_n/8) + (h_0 + D_n/2)tg^2(45^\circ - \varphi_{cp}/2)] + q_{mp}}{\pi D_n} \quad (1)$$

Расчет производился с помощью трехмерного моделирования и решения пространственной задачи определения напряженно-деформированного состояния трубопровода с коррозионным повреждением, находящейся под действием внутреннего давления и веса от грунта насыпки. Разработка геометрической модели – создание конечно-элементной модели, которая состоит из узлов и элементов. При её создании применяются следующие методы: твердотельное моделирование и прямая генерация сетки. В данной задаче модель создается при помощи геометрических примитивов и автоматического построения сетки. Цель конечно-элементного анализа - найти отклик системы на заданное внешнее воздействие.

Для решения используется математическая модель:

- геометрическая модель вместе с заданным нагружением представляет собой формализованную физическую модель;
- конечно-элементная сетка является математическим представлением геометрической модели; это расчетная модель;
- точность расчетов определяется допущениями физической модели и плотностью сетки.

Обычно, для обоснования продления ресурса трубопровода результатов технической диагностики бывает недостаточно, поэтому экспериментальную информацию дополняют соответствующими результатами расчета напряженно-деформированного состояния, которые были получены в ходе данной работы с помощью программного обеспечения ANSYS.

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- максимальные напряжения возникают в зоне коррозионного повреждения;
- максимальное напряжение (5,13 МПа) намного меньше предела текучести материала трубопровода (412 МПа);
- рассмотренное повреждение не повлияет на работоспособность трубопровода.



Рис. 2 График распределения напряжений

В сравнении с другими подходами компьютерное моделирование имеет несколько преимуществ. Оно позволяет получить прогноз и определить управляющие воздействия, которые приведут к более благоприятному развитию событий. Качественные выводы, которые сделаны по результатам компьютерного моделирования, позволяют обнаружить структуру сложной системы, ее динамику развития, устойчивость, целостность и др. Основное направление использования компьютерного моделирования – это поиск оптимальных вариантов внешнего воздействия на объект для получения наилучших показателей его функционирования. Результаты анализа сложного нелинейного НДС участка трубопровода, которые получены в результате моделирования, позволяют оценить его реальную несущую способность с учетом влияния на него всех действующих факторов, таких как: эксплуатационные нагрузки; данные технической диагностики (трехмерная форма дефектов, смещение от проектного положения и т.п.); остаточные упругие напряжения и пластические деформации.

Литература

1. Применение метода конечных элементов в решении задач прикладной механики : учеб.-метод. пособие для студентов технических специальностей / А. О. Шимановский, А. В. Путятю ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 61 с.
2. Строительные нормы и правила (СНиП) 2.05.06-85* «Магистральные трубопроводы».
3. Бруяка В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ. / В.А. Бруяка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.: ил.
4. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. – М.: Мир, 1984. – 428 с.
5. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ. ред. Д.Г. Красковского. – М.: Компьютер Пресс, 2002. – 224 с.
6. Бурков П.В., Буркова С.П., Вертинская О.В. Исследование силовых факторов системы среда – трубопровод // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2011, - № 2. – с. 153-157.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА

А.В. Кравченко, Ф.Ж. Найманбаев

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Бестраншейный способ прокладки трубопроводов прочно завоевал свое место в ряду с традиционными способами. Этот способ на сегодняшний день является более экономичным и эффективным. Еще один фактор, почему бестраншейная прокладка трубопроводов находит все большее распространение, это постепенное освоение проектными организациями знаний о новых строительных технологиях. Сегодня становится совершенно очевидным, что бестраншейная прокладка коммуникаций и трубопроводов не имеет альтернативы для решения проблем восстановления и прокладки трубопроводов с применением специального оборудования.

На сегодняшний день в мире существует три основных способа укладки трубопроводов под водными препятствиями. Траншейный традиционный - самый старый метод укладки трубопровода. Характеризуется не просто большим объемом земляных работ, большим количеством рабочей силы и длительными сроками строительства, но, прежде всего, тяжелейшим воздействием на окружающую среду в полевых условиях и созданием серьезных неудобств людям в городских условиях. Второй способ – тоннелирование или микротоннелирование с обустройством стартовых и приемных шахт. Важной особенностью этого метода является высокая точность проходки и постоянный контроль над ее траекторией [2].