

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА НА РЕКЕ ПАНИНСКИЙ ЕГАН

Д.А.Лаптев

Научный руководитель доцент, кандидат технических наук В. Г. Крец

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г.Томск,Россия

Целью работы является изучение поведения и исследование напряженно-деформированного состояния подводного перехода реки Панинский Еган. Под действием сил разносторонних сил, действующих вертикально снизу вверх и сверху вниз, трубопровод меняет свое геометрическое положение. Результаты исследований показали, что в трубопроводе возникают напряжения, которые переменны по длине трубы. Участки трубопровода, находящиеся по середине подводного перехода, характеризуются повышенным уровнем напряжения. Магистральные и технологические трубопроводы, несмотря на внешнюю конструктивную простоту, принципиально отличаются от других сооружений сложной схемой действующих силовых факторов, следовательно, неопределенностью уровня напряженно – деформированного состояния, масштабностью и т.п. Повышение надежности трубопроводов становится актуальной проблемой на всех этапах: проектирования, сооружения и эксплуатации трубопроводных систем. Весьма важно установить адекватность поведения сооруженного трубопровода под действием эксплуатационных и внешних воздействий расчетной схеме, принятой в нормах и правилах, т.е. необходимо исследовать конструктивную надежность трубопроводов. На первый план решения проблемы о надежности выдвигаются задачи расчета на прочность, устойчивость, долговечность. Для их решения необходимы: информация о нагрузках и воздействиях на трубопровод, анализ напряженно – деформированного состояния, что в итоге позволит сделать расчеты надежности и ресурса. В настоящее время интенсивное развитие получают численные методы, позволяющие значительно расширить класс и постановку решаемых задач за счет более полного учета реальных условий нагружения и свойств используемых материалов. Среди этих методов наибольшее распространение получил метод конечных элементов (МКЭ). К достоинствам МКЭ следует отнести и минимум требований к исходной информации, и оптимальную форму результатов. Учет температурного влияния и работы конструкции не вносит в реализацию метода принципиальных затруднений.

Рассматриваемый подводный переход магистрального нефтепровода «Александровское - Анжеро-Судженск» через р. Панинский Еган двухниточный - основная нитка диаметром 1220 мм и резервная нитка диаметром 1000 мм проложены в одном техническом коридоре. Расстояние между нитками нефтепровода на участке перехода составляет 50 м. Исследуется схема подъема участка трубопровода со следующими параметрами: наружный диаметр 1220 мм, толщина стенки – 15,2 мм, длина -10 м. Трубопровод изготовлен из трубной стали 17Г1С. При определении надежности трубопроводов Западной Сибири необходимо проанализировать работоспособность подводных переходов нефтепровода. При этом требуется количественно оценить действие сил на напряженно-деформированное состояние конструкции [1,4].

Целью данной работы является изучение поведения трубопровода на подводном переходе, а также исследование его напряженно-деформированного состояния и оценка его работоспособности.

Для решения данной задачи в программе ANSYS принимается ряд допущений:

- учитываются только постоянные нагрузки,
- погодные условия не учитывают,
- скорость течения реки не учитывается.

После принятия допущений на рассматриваемом подводном переходе действуют следующие силы:

- нагрузка, возникающая от собственного веса трубопровода (2960,9Н),
- нагрузка, возникающая от веса перекачиваемого продукта (13172Н),
- нагрузка, вызванная давлением выше лежащего слоя воды (61000Н),
- архимедова сила (59780Н). [2]

Действие всех сил можно представить как равномерно распределенную нагрузку (рис. 1), что позволяет упростить задачу и провести расчет напряженно-деформированного состояния в программе ANSYS. [3]

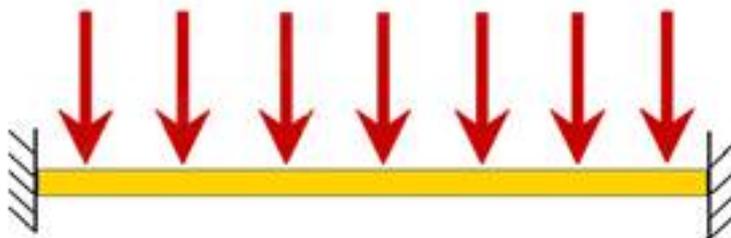


Рис. 1. Равномерно распределенная нагрузка

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.

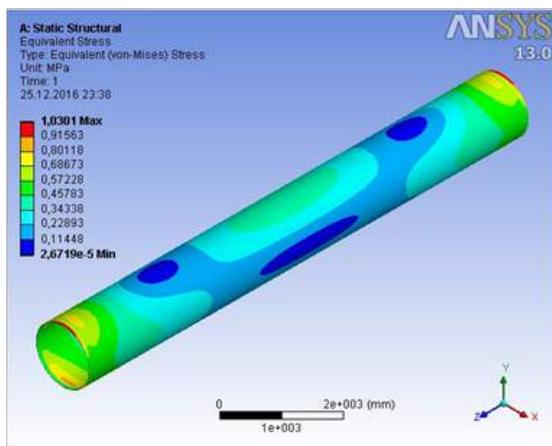


Рис. 2. Напряжения по Мизесу

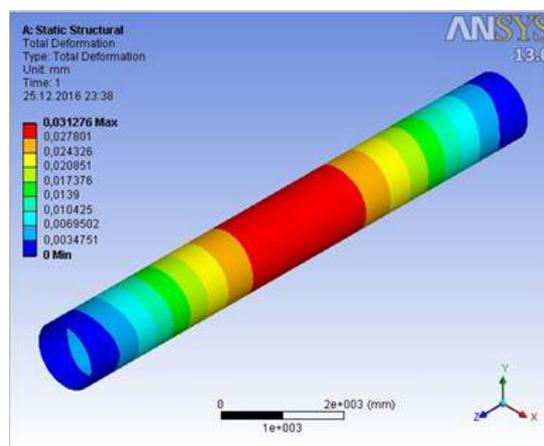


Рис. 3. Деформации по оси Y, возникающая при действии распределенной нагрузки на подводный переход трубопровода

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.tehлит.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.: ил. - ISBN 5-8365-0049-5.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СВАРНЫХ ШВОВ ТРУБОПРОВОДОВ

М.С.Максимов

Научный руководитель к.т.н, доцент К.В.Сызранцева  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Целью данной работы является исследование прочностных характеристик трубопроводов, влияющих на их надежность. Данная проблема является весьма актуальной, поскольку высокая частота отказов трубопроводов происходит по причине разрушения кристаллов, в результате чего образуются микропоры и микротрещины. Все дефекты сварных швов происходят вследствие недоработки проектной и исполнительной документации, природных влияний, недостаточной квалификации сотрудников и многих других факторов.

В результате изменения внутреннего давления (давление может меняться в зависимости от перекачиваемого продукта) трубопровод постоянно работает в условиях переменного нагружения с циклической закономерностью. Поэтому закристаллизованный металл сварного шва обладает повышенной хрупкостью, следовательно, области пространства, в которых возникает концентрация напряжений, могут стать источниками зарождения усталостных трещин (рис.1) и привести к разрушению трубопроводов [1].

В настоящее время повышением качества сварных швов трубопроводов занимаются такие организации как ПАО «Газпром» и ОАО «АК «Транснефть», осуществляя разработку нормативно-технической документации, проектирование и строительство трубопроводов.

Проиллюстрируем метод оценки вероятности выполнения качественного сварного шва на примере обработки экспериментальных данных по 120 сварным швам внутривидеосъемного трубопровода диаметром