

РЕЗУЛЬТАТЕ АКТИВИЗАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗЛОМА

Е. В. Тишкина

Руководитель профессор кафедры ТХНГ П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Влияние магистральных нефтепроводов на развитие экономики государства обуславливает необходимость их максимальной защиты от различных разрушительных сил. Но, несмотря на передовые технологии строительства современных трубопроводов, позволяющие минимизировать риск непредвиденных ситуаций, на производстве неизбежны инциденты, как техногенного, так и природного характера, например, активизация тектонического разлома.

При землетрясениях создаются различные сейсмические волны – разные по скорости распространения, амплитуде и разрушающим способностям. Причем возникновение и распространение этих волн растянуто во времени. Они могут возникнуть непосредственно после землетрясения, а могут быть отодвинуты во времени и произойти после разрушительного воздействия. Из-за аварийного закрытия задвижек в процессе эксплуатации трубопроводных систем, неминуемо возникают волновые явления многообразной природы (провалы давления и гидравлические удары, вынужденные колебания давления, автоколебания, резонансные явления и т.д.), а также связанные с ними вибрационные процессы. Возникновение и высокоскоростное распространение волн повышенного давления (около 1300 м/с), в несколько раз превосходящее рабочее давление, часто носит характер гидравлического удара. В результате возникновения гидравлического удара, как правило, совершаются порывы в наиболее ослабленных местах трубопроводной системы, которая вследствие износа неспособна выдержать динамические нагрузки ударного характера.

Кроме того, гидроудары, колебания и пульсации давления, повышенная вибрация трубопроводов многократно повышают скорость внутренних коррозионных процессов, способствуют накоплению усталостных микротрещин в металле, особенно в местах концентрации напряжений (сварные швы, царапины, задиры, заводские дефекты и др.) и являются основным фоном возникновения аварийных ситуаций.

Для наглядного примера, рассмотрим реальную ситуацию аварии на магистральном нефтепроводе Ванкор – НПС «Пурпе», который обеспечивает транспортировку нефти с Ванкорского месторождения Красноярского края в систему магистральных нефтепроводов ОАО «Транснефть». Исходя из вышеизложенной информации, в данной работе с помощью программной среды конечно-элементного анализа ANSYS были смоделированы условия для расчета напряженно-деформированного состояния линейного участка магистрального нефтепровода, находящегося в траншее и пересекающего активный тектонический разлом. Также была смоделирована ситуация по активизации этого разлома, при котором автоматически сработали аварийные задвижки на перекрытие трубы. Вследствие этого, произошел гидроудар и прорыв трубы, что повлекло за собой значительный разлив нефти.

Целью данной работы является исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) линейного участка магистрального нефтепровода с разрывом от гидроудара, в результате активизации тектонического разлома, то есть при наихудшем стечении обстоятельств.

Исходные данные к расчету: общая протяженность 543 км, диаметр 820 мм, толщина стенки – 15 мм, грунт – песчаный сланец, коэффициент жесткости которого равен 800 Н/м³, внутреннее давление 7 МПа

Первым этапом в проведении работы является построение эскиза модели трубы и имитация разрыва стенки трубопровода, вследствие гидроудара (рис. 1, 2).

Целью данной работы является исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) линейного участка магистрального нефтепровода с разрывом от гидроудара, в результате активизации тектонического разлома, то есть при наихудшем стечении обстоятельств.

Исходные данные к расчету: общая протяженность 543 км, диаметр 820 мм, толщина стенки – 15 мм, грунт – песчаный сланец, коэффициент жесткости которого равен 800 Н/м³, внутреннее давление 7 МПа

Первым этапом в проведении работы является построение эскиза модели трубы и имитация разрыва стенки трубопровода, вследствие гидроудара (рис. 1, 2).

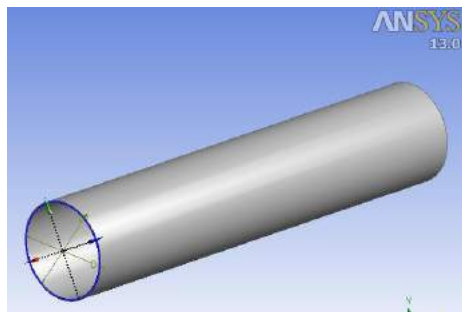


Рис. 1. Модель трубопровода

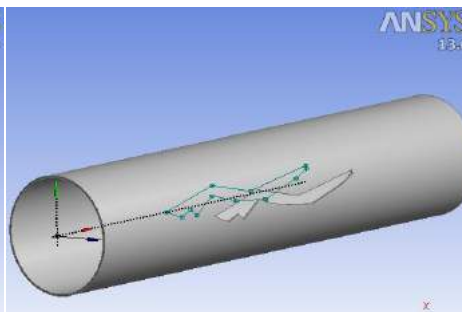


Рис. 2. Имитация разрыва стенки трубопровода

Далее, была наложена сетка (рис. 3), автоматические размеры которой взяли по умолчанию, (Relevance 0) как написано в руководстве.

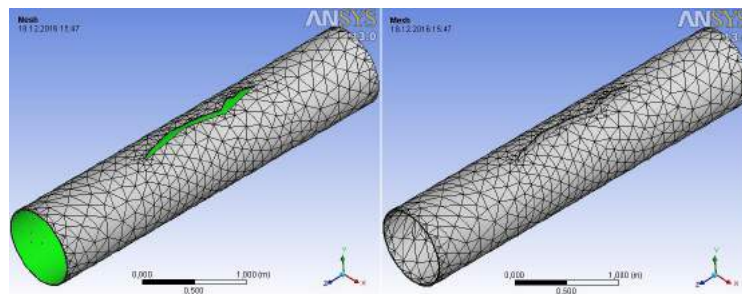


Рис. 3. Твердотельная модель трубы с использованием сетки

После этого, края трубопровода зафиксировали с помощью команды *Fixed Support*, так как трубопровод имеет продолжение.

На основную поверхность трубопровода приложили нагрузки от воздействия грунта с помощью команды *Elastic Support*, где в качестве грунта взяли песчаный сланец, а во внутренней полости построенной модели трубы, создали внутреннее давление, равное 7 МПа.

Далее, произвели расчет значений нормальных напряжений (*Normal Stress*) (рис. 4), общей деформации (*Total Deformation*) (рис. 5) и эквивалентных напряжений по Мизесу (*Equivalent Stress*), (рис. 6).

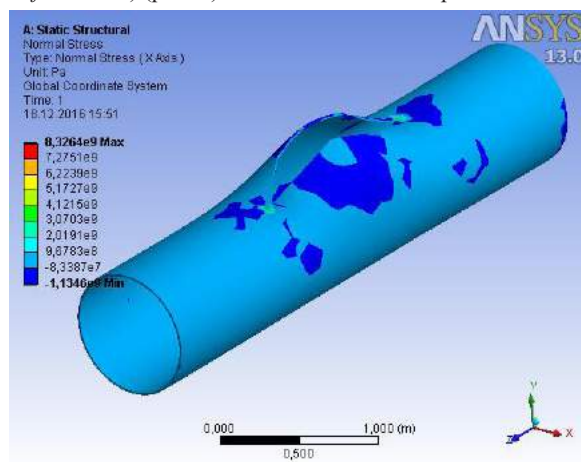


Рис. 4. Нормальные напряжения

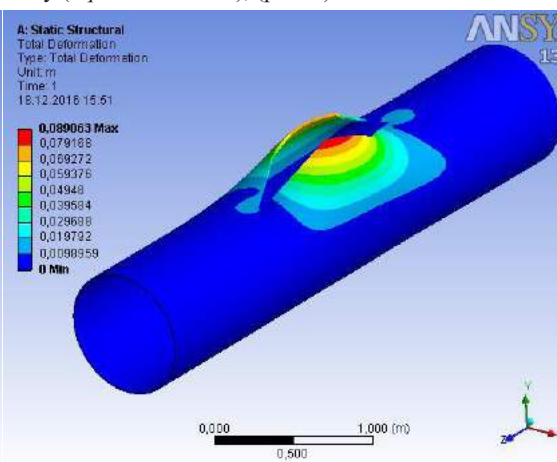


Рис. 5. Общая деформация

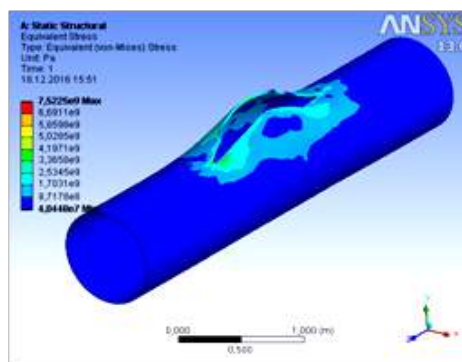


Рис. 6. Эквивалентные напряжения по Мизесу

Выводы по расчетам

Таким образом, результатом проведенного расчета являются поля нормальных и эквивалентных напряжений и деформаций, распределенные по всей длине трубопровода в основном металле трубопровода, которые представлены на рисунках 4, 5 и 6. Такие же результаты могут быть определены для любого возможного пространственного положения трубопровода в зависимости от его координаты вдоль оси.

Сила гидроудара зависит от скорости потока жидкости в трубе до и после перекрытия трубопровода: чем выше скорость потока, тем сильнее будет удар при его резкой остановке. Сама же скорость потока зависит от диаметра трубопровода: при большем диаметре трубы, скорость потока жидкости в ней при дифференциальном расходе ниже. Таким образом, применение труб большего диаметра ослабляет гидроудар.

Второй способ ослабить силу гидравлического удара – увеличить время перекрытия трубопровода (или включения насоса). Для постепенного перекрытия трубы можно использовать запорные краны вентильного

типа. Для насосов есть комплекты плавного пуска, которые не только позволяют избежать гидроударов при включении, но и продлевают срок службы самого насоса.

Наконец, третий способ защиты от гидроудара – использование демпферного устройства – **мембранного расширительного бака**, который будет «гасить» скачки давления.

Литература

1. Сузуки Н. И, Тоеда М. Сейсмические нагрузки заглубленных трубопроводов и способность к деформации высокопрочных магистральных труб – Материалы конференции «Pipe Dreamer's», Йокогама, Япония, 2002г.
2. Сущев Т.С. Повышение безопасности магистральных нефтепроводов на участках пересечений с активными тектоническими разломами: Автореферат...дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2010. – 26 с.
3. Природа гидроудара в системах. [Электронный ресурс].– Режим доступа к сайту: <http://aqua-rmnt.com/vodosnab/document/gidroudar-v-sistemax-vodosnabzheniya-i-otopleniya.html>.
4. Коэффициенты жесткости упругого основания (коэффициенты постели) для различных грунтов. [Электронный ресурс].– Режим доступа к сайту: <http://tehtab.ru/Guide/GuideMaterials/SurfaceDigging/CoefficientOfBed/>.
5. Новости [Электронный ресурс].– Режим доступа к сайту: <http://teknoblog.ru/2016/03/04/56734>.
6. Магистральный нефтепровод «Ванкорское месторождение - НПС «Пурпе»». [Электронный ресурс].– Режим доступа к сайту: http://www.avtoprodai.ru/work/magistralnii_nefteprovodds/

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ МОДУЛЯ ПОДГОТОВКИ ГАЗА МЕСТОРОЖДЕНИЯ М (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю.В. Торчинский, А.Д. Акопов

Научный руководитель профессор кафедры ТХНГ ИПР, доктор ф.-м. наук С.Н. Харламов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В данной работе планируется произвести моделирование процесса низкотемпературной сепарации модуля подготовки газа одного из месторождения Томской области. Актуальность работы связана с тем, что низкотемпературная сепарация, как технологический процесс является наиболее эффективным для подготовки продукции газоконденсатных месторождений, доля добычи по которым растет. В связи с тем, что состав газожидкостной смеси, поступающей на установку комплексной подготовки газа, для различных месторождений отличается, необходимо выбирать оптимальные параметры сепарации.

Главной целью работы является моделирование схемы низкотемпературной сепарации модуля подготовки газа месторождения М и оценка ее эффективности. Для достижения цели работы были определены следующие задачи: 1) изучить основные принципы низкотемпературной сепарации, ее эффективности; 2) овладеть приемом проведения расчетного исследования (Case Study) в моделирующей программе HYSYS; 3) исследовать эффективность процесса дросселирования и детандирования при условии, что начальные параметры охлаждаемых потоков одинаковы; 4) построить моделирующую схему установки низкотемпературной сепарации; 5) сделать общий вывод по работе.

Предметом исследований является газ месторождения М Томской области. Данное месторождение было выбрано как опытное месторождение по добыче газа и конденсата, а также из-за состава газа. Были предоставлены данные о составе газа, перепаде давлений и начальных температур потока. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики потока, поступающего на установку низкотемпературной сепарации

Диапазон давлений	Начальная температура потока t_p, t_p, t_z	Состав газа, % мольные							
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	H ₂ S	N ₂
10-4МПа	-20; -10; 0	0,9781	0,0009	0,0002	0,00002	0,00008	0,0028	-	0,0177

Вся работа была разбита на два исследования:

- 1) Исследование эффективности процесса дросселирования и детандирования;
 - 2) Построение изотермы и изобары конденсации, а также смоделировать принципиальную технологическую схему установки низкотемпературной сепарации газа.
1. Для исследования эффективности процессов в программном обеспечении HYSYS задаём материальный поток и создаём ему условия из данных полученных с месторождения. Далее создаем моделирующую схему дросселя и детандера. Рассчитываем температурный коэффициент ΔT (коэффициент Джоуля-Томпсона. Он определяет изменение температуры при бесконечно малом изменении давления). [1] Изменить начальную температуру потока газа и оценить ее влияние на величину температурного коэффициента. Аналогично для исследования процесса детандирования. Все полученные данные представлены в таблице 2.