

Литература

1. Бабенко А.А. Фазовый состав конвертерных магнезиальных шлаков и технологические приемы повышения износоустойчивости формируемого на футеровке гарнисажа / А.А. Бабенко, Л.Ю. Кривых, Н.В. Мухранов [и др] // Известия вузов. Черная металлургия. 2012. №2. С. 37 – 40
2. Протопопов Е.В. Исследование особенностей формирования гарнисажа на футеровке большегрузных конвертеров при использовании высокомагнезиальных флюсов / Е.В. Протопопов, А.А. Пермяков, А.Н. Калиногорский // Проблемы черной металлургии и материаловедения, 2013, №4, С. 32 – 35.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК»

Т.Ю. Баклушин, М.А. Евтушенко

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Морской трубопроводный транспорт является сложным техническим объектом, и эксплуатация объектов морского транспорта проводится в сложных погодных и природных условиях. Трубопровод является эффективным средством транспорта в процессе освоения и использования природных ресурсов континентального шельфа морей и океанов. Основной проблемой при проектировании морского трубопроводного транспорта является выбор, анализ и обоснование таких основных технологических и конструкторских параметров, как материал труб, величина наружного диаметра, толщина стенки трубопровода, способ монтажа. Помимо всего прочего учитываются способы защиты от коррозионного воздействия, условия, при которых достигается устойчивость и другие эксплуатационные характеристики. Данная тема актуальна, поскольку нефтегазовая отрасль является одной из ведущих составляющих отечественной экономики. Например, доходы от поставок газа за рубеж составляют основную часть общих денежных поступлений в казну страны. Увеличение продуктивности нефтегазовой составляющей является первоочередной задачей для правительства, от выполнения которой зависит реализация многих государственных программ. Строительство новых объектов трубопроводной системы – одна из составляющих совершенствования работы нефтегазовой отрасли. В наши дни широкое развитие получило строительство трубопроводов по морскому дну. Трубопровод пролегает в сложных природных условиях и под воздействием окружающей среды в нем появляются напряжения и деформации. Такие нагрузки могут приводить к разным последствиям, и в случае аварии подобрать к трубопроводу достаточно проблематично и высокотратно. В связи с этим необходимо сразу производить расчеты надежности трубопровода с минимальными погрешностями и по возможности предусматривать все аварийные ситуации. Одним из определяющих требований, предъявляемых к магистральным, является обеспечение их надежного, безопасного функционирования при длительных сроках эксплуатации. Именно в этих случаях прибегают к компьютерному моделированию, так как с помощью моделирования мы можем проанализировать напряжение и деформации, действующие на трубопровод, а также принять верное конструкторское решение в каждом конкретном случае проектирования трубопровода не только на морском дне, но и в любых других случаях укладки.

Целью данной работы является моделирование и исследование напряженно-деформированного состояния участка магистрального газопровода в программе ANSYS. Для решения поставленной цели взят магистральный газопровод диаметром 1153 мм и толщиной стенки 34,4 мм. В качестве исходных данных к расчету напряженно-деформированного состояния трубопровода было взято типичное проектное решение, основанное на технических требованиях СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы.

Таблица 1

Общие параметры трубопровода

Внутренний диаметр, $D_{вн}$:	1153 мм
Толщина стенки, δ :	34,4 мм
Длина трубопровода, L:	12 м
Глубина залегания, h_0 :	70 м
Плотность природного газа, ρ_f :	0,700 кг/м ³
Рабочее давление, P:	5,5 МПа

Таблица 2

Характеристика материала трубопровода

Наименование материала:	Сталь 17Г2С
Плотность металла, ρ_m :	7850 кг/м ³
Предел текучести, $\sigma_{тек}$:	355 МПа

Одна из особенностей данного расчета состоит в использовании соотношений, дающих величину в размерностях силы - Н. Это связано с тем, что моделирование напряженно-деформированного состояния трубопровода проводилось в среде ANSYS Mechanical, где данный вид нагрузок удобнее задавать в размерностях силы. В ходе расчетов были посчитана распределенная нагрузка от веса материала и бетонного покрытия;

кольцевая нагрузка от перекачиваемого продукта; выталкивающая сила, действующая со стороны морской воды; гидростатическая нагрузка, на труб.

Расчет производился с помощью трехмерного моделирования и решения пространственной задачи определения напряженно-деформированного состояния трубопровода, находящейся под действием внутреннего давления и веса от толщии морской воды. Обычно рассматривается небольшой участок трубы (10-20 м).

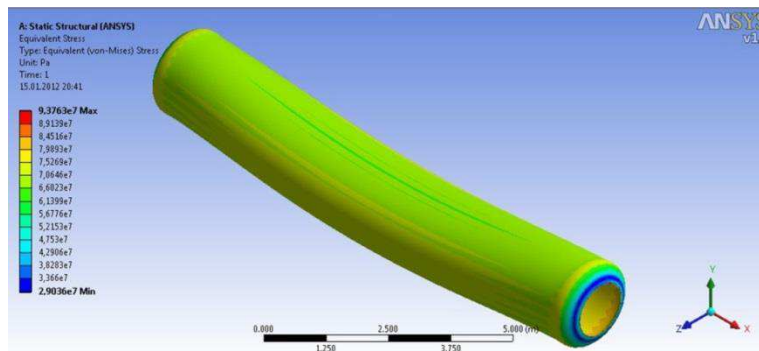


Рис.1 Распределение напряжений по Мизесу по длине трубы

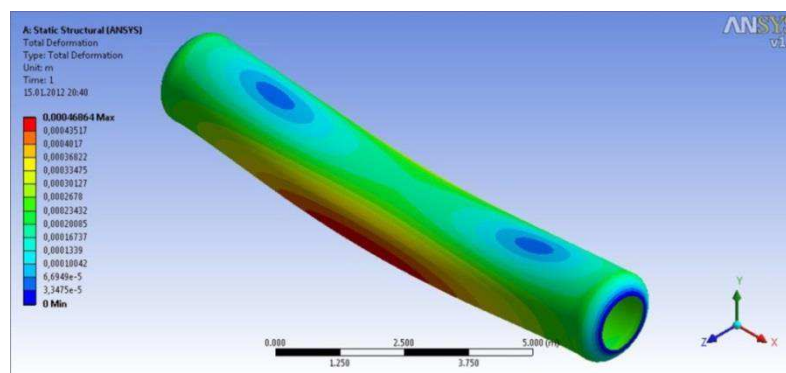


Рис.2 Суммарные перемещения трубопровода

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшие напряжения возникают на внутреннем контуре трубы.
2. Изменение значений напряжений, возникающих при эксплуатации трубопровода, может достигнуть значений, являющихся близкими к пределу текучести стали, что снижает надежность действующего трубопровода.
3. Суммарные перемещения переменны по длине трубы, и существенно зависят от действия распределенных нагрузок.

Литература

1. Строительные нормы и правила: СНиП 2. 05. 06-85. Магистральные трубопроводы : нормативно-технический материал. - Москва, 1997. - 92 с.
2. Строительные нормы и правила: СНиП 2.01.07 – 85. Нагрузки и воздействия: нормативно-технический материал. – Москва, 1987. – 36 с.
3. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. Ansys для инженеров: Справ.пособие. –М.: Машиностроение 1, 2004.- 512с.
4. "Газопровод "Северный поток // Nord Stream, 2013. URL: <http://www.nord-stream.com/ru/gazoprovod/> (дата обращения 24.02.2014)
5. Чернявский Д.Ю., Бурков П.В., Буркова С.П.. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния трубопровода на примере участка Александровское - Анжеро-Судженск//Информационно аналитический бюллетень "Горный". - Москва, 2012. - в.3 - с. 356 - 363.