

- 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;
- изменение условий взаимодействия трубы с окружающей средой (вода) усложняют процессы деформации, что вызывает необходимость более детального исследования напряженно-деформированного состояния нефтепровода с учетом различных физико-механических свойств среды.
- значение максимального напряжения $330 < 360$ Мпа.

Литература

1. 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.
2. П.В. Бурков, С.П. Буркова, В.Ю. Тимофеев, Д.Ю. Черявский, А.А. Ащеулова, О.В. Ключ. Исследование напряженно-деформированного состояния участка магистрального нефтепровода Александровское-Анжеро-Судженск методом конечных элементов.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СВАРНОГО ШВА НА УЧАСТКЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА Ф.Ю. Маркаускас

Научный руководитель профессор П.В. Бурков

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основным технологически процессом при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и техническом обслуживании на магистральных нефте-газопроводах является сварка. Одним из определяющих требований, предъявляемых к магистральным, является обеспечение их надежного, безопасного функционирования при длительных сроках эксплуатации. При сварке в каждой точке сварного соединения или конструкции возникают напряжения и деформации. В начальный период сварки, когда происходит нагрев металла, и в процессе последующего охлаждения они существенно изменяются по величине, знаку, характеру распределения в том или ином сечении и их принято называть временными. Временные напряжения и деформации по мере охлаждения постепенно переходят в остаточные, которые для большинства конструкционных материалов существуют в металле в течение всего дальнейшего периода эксплуатации.

В результате образования в каждой точке металла деформаций, формируются перемещения свариваемых элементов и за счет этого возникает формоизменение свариваемых изделий. Можно выделить несколько наиболее типичных видов формоизменения, которые проявляются отдельно или в определенных комбинациях друг с другом. Принято различать перемещения в плоскости свариваемых листов - продольное укорочение от продольной усадки металла, поперечное укорочение от поперечной усадки, изгиб в плоскости. Связано это со сложными условиями работы конструкций, обусловленными повышением рабочих напряжений, расширением температурного интервала эксплуатации, работой конструкций в различных агрессивных средах, применением сварки для изготовления конструкций, конфигурация и размеры которых создают возможность возникновения опасных концентраций напряжений и т. д. Последовательность сварки отдельных элементов конструкции может оказывать существенное влияние напряженно-деформированное состояние в связи с изменением условий закрепления свариваемых элементов.

Остаточные напряжения и деформации в сварных изделиях необходимо уменьшать. В настоящее время наука сделала большой прорыв в сварке магистральных трубопроводов. Увеличилась скорость сварки, качество сварных швов. Аварий на магистральных трубопроводах стало меньше.

Целью данной работы является моделирование напряженно-деформированного состояния сварного шва на участке магистрального газопровода в программе ANSYS. ANSYS является универсальным расчётным программным комплексом, основанном на методе конечных элементов, предназначенным для моно- и multidisciplinary расчётов.

Демонстрация работы программы

Расчет ANSYS

Расчет производился с помощью трехмерного моделирования и решения пространственной задачи определения напряженно-деформированного состояния трубопровода, находящейся под действием внутреннего давления и веса от грунта насыпки. Рассматриваем 1 м длины трубы со сварным швом.

Механические свойства стали: модуль упругости $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$.
Внутренне давление $P = 7,45$ МПа, $p_{cp} = 35054,86$ МПа

Этапы строительства трубопровода в программе

Создание модели

Toolbox-> Analysis systems->Static Structural

Свойства материала (В данной задаче задается изотропный материал с постоянными свойствами)

Engineering Data-> Outline Pane ->Material>Structural steel ->Engineering Data-> Properties Pane

Создание стенки трубопровода

В данной задаче модель создается при помощи геометрических примитивов и автоматического построения сетки.:

Плоскость XYPlane: **Geometry-> Sketching-> Draw-> Rectangle-> Rectangle-> Rectangle-> Ellipse**

Построим сварной шов: Geometry-> Sketching-> Draw-> Rectangle

Построение сетки: Project Schematic-> Model-> Mesh-> Previer Surface-> Mesh Generate

По проделанным операциям получаем решение. Следующий шаг задание нагрузок.

Эквивалентные напряжения по Мизесу

Solution-> Equivalent Stress->Solve

Суммарные перемещения

Solution-> Total Deformation->Solve



Рис 1. График изменения напряжений по длине трубопровода

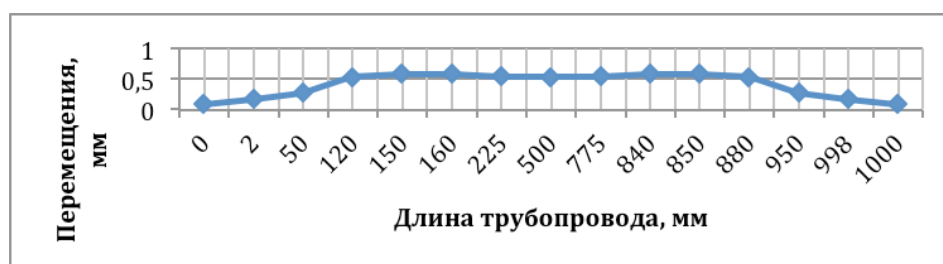


Рис 2. Суммарные перемещения трубопровода

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшие напряжения возникают на сварном шве;
2. Пики напряжений в сварном шве находятся на кромках;
3. Суммарные перемещения по длине трубопровода незначительны.

Литература

1. Таран В.Д. Сварка магистральных трубопроводов и конструкций. — М. : Недра, 1970. — 384 с.
2. Мустафин Ф.М. Сварка трубопроводов. — Москва.: Недра, 2002. —347 с.
3. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы. — М.: Стройиздат, 2000
4. ВСН 012 – 88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. — М.: ВНИИСТ, 1989.
5. РД 153 – 006 – 02. Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. — М.: АО ВНИИСТ, 2002.
6. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. Ansys для инженеров: Справ.пособие. —М.: Машиностроение 1, 2004.- 512с.