

Оценка прочности надземного магистрального газопровода с дефектами


В работе был проведен проверочный прочностной расчет трубопровода с дефектами. Объект представляет собой надземный магистральный газопровод (далее трубопровод) протяженностью около 100 км, который был построен в 1973 году для транспортировки газа (рис. 1). Трубопровод состоит из типовых участков длиной 350...450 м.



Рис. 1. Общий вид трубопровода

При проведении технического диагностирования на участке трубопровода был обнаружен ряд дефектов. Описание наиболее характерных дефектов приведено в табл. 1.

Таблица 1. Характерные дефекты

	<p>Вмятина – местное изменение формы поверхности трубы, не сопровождающееся утонением стенки. Вмятина образуется в результате взаимодействия трубы с твердым телом, не имеющим острых кромок. Это взаимодействие может быть как статическим, так и динамическим.</p>
---	--

	<p>Подбой – нарушение формы стыка труб, возникшее под воздействием ударов на край трубы, для устранения смещения сварных кромок.</p>
	<p>Сегментный (секторный) отвод – отвод, изготовленный из нескольких сегментов трубы.</p>

Для оценки влияния данных дефектов на дальнейшую возможность эксплуатации трубопровода был проведен их прочностной расчет.

С целью определения граничных условий для последующего субмоделирования дефектов первоначально был произведен расчет бездефектного участка трубопровода.

Согласно СП 36.13330.2012 и СП 20.13330.2011 на участок трубопровода были приложены следующие расчетные нагрузки для зимнего (-60 С) и летнего (+40 С) периода:

- собственный вес трубы с учетом нагрузки от веса транспортируемого продукта, обледенения и снега;

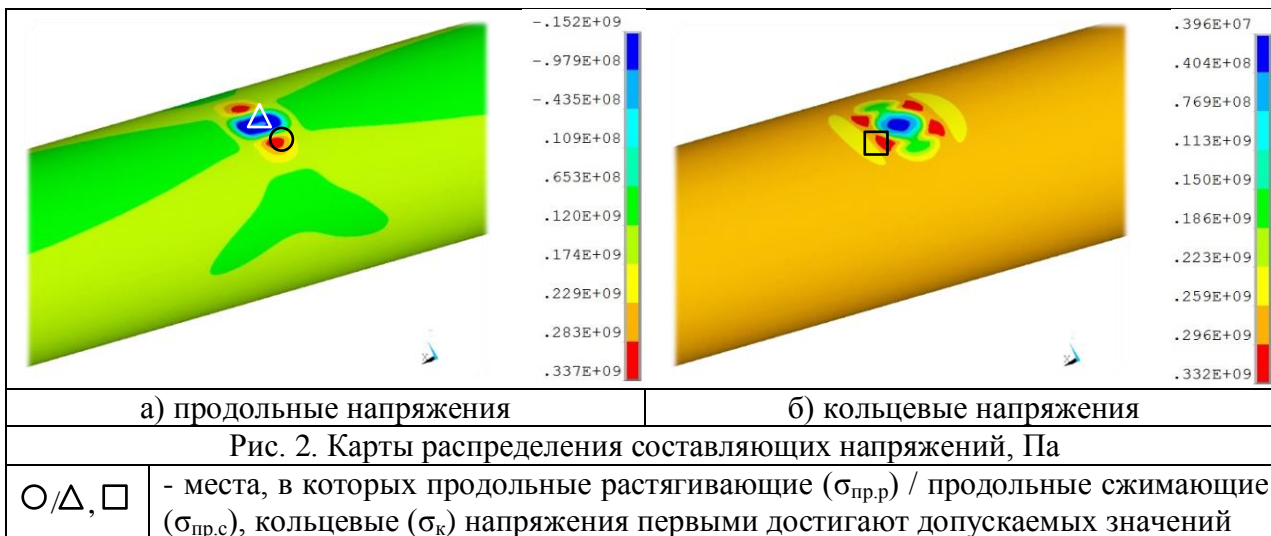
- внутреннее давление;
- температурные воздействия;
- сила трения в опорах;
- ветровое воздействие.

Ниже приведен пример расчета одного из выявленных дефектов - вмятины.

В системе трехмерного твердотельного и поверхностного проектирования Autodesk Inventor LT была создана **поверхностная модель дефекта трубы «вмятина»**.

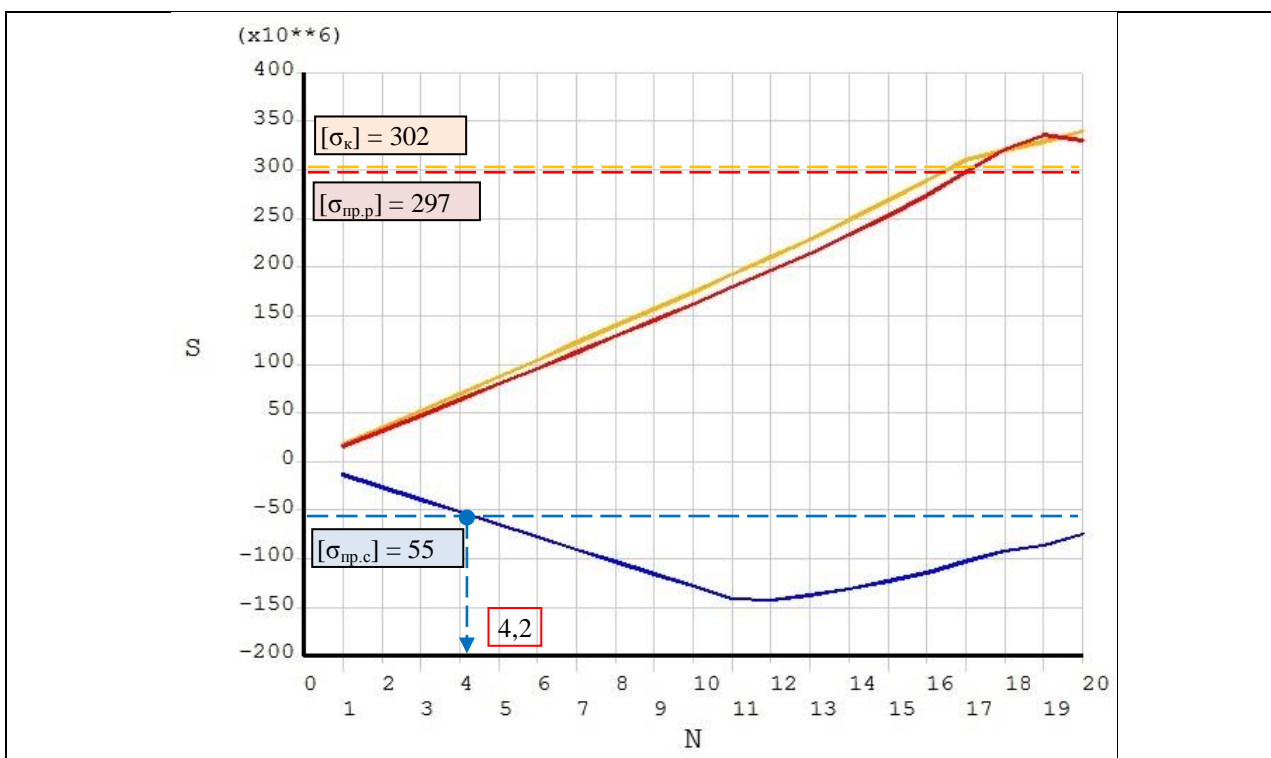
Поверхностная модель была импортирована в ANSYS, где была создана конечно-элементная модель, к которой прикладывались соответствующие расчетные нагрузки

Результаты расчета НДС при субмоделировании представлены на рис. 2.



По полученным картам распределения напряжений было определено, что $\sigma_{пр.р}/\sigma_{пр.с}$, σ_k напряжения превышают допустимые значения при расчетных нагрузках.

С целью определения допустимого рабочего давления, при котором составляющие напряжений (S) не будут превышать допустимых значений, был построен график зависимости продольных и кольцевых напряжений в выделенных местах при увеличении внутреннего давления от 0 до расчетного значения (шаг нагружения $N=0..20$) (граф. 1).



Граф. 1. Зависимость от нагрузки составляющих напряжений:

По граф. 1 было определено, что максимальные $\sigma_{пр.р}/\sigma_{пр.с}$ и σ_k не превышают допустимых напряжений при максимальном шаге нагружения $N = 4$ (20% от расчетного давления).

Выводы:

- 1) Наиболее опасное место находится в дефекте «вмятина».
- 2) Необходимое условие прочности не выполняется при расчетных нагрузках.
- 3) для безопасной эксплуатации участка рабочее давление не должно превышать 20% от первоначального расчетного давления.