

Прочностной расчет участка магистрального надземного трубопровода

В работе был проведен проверочный прочностной расчет типового участка магистрального надземного трубопровода для транспортировки газа (далее трубопровод) (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид трубопровода

В универсальной программной системе конечно-элементного анализа ANSYS была построена расчетная модель участка трубопровода, к которому были приложены расчетные нагрузки и воздействия согласно СП 36.13330.2012 и СП 20.13330.2011. По результатам расчета полученные напряжения были сравнены с допускаемыми напряжениями, и сделан вывод о напряженно-деформированном состоянии участка.

Основными конструктивными элементами типового участка трубопровода являются (рис. 2):

- прямолинейные участки;
- слабоизогнутые компенсаторы.



а)



б)

Рис. 2. Основные конструктивные элементы:
а) прямолинейный участок; б) слабоизогнутый компенсатор

Трубопровод имеет следующие виды опор (рис. 3):

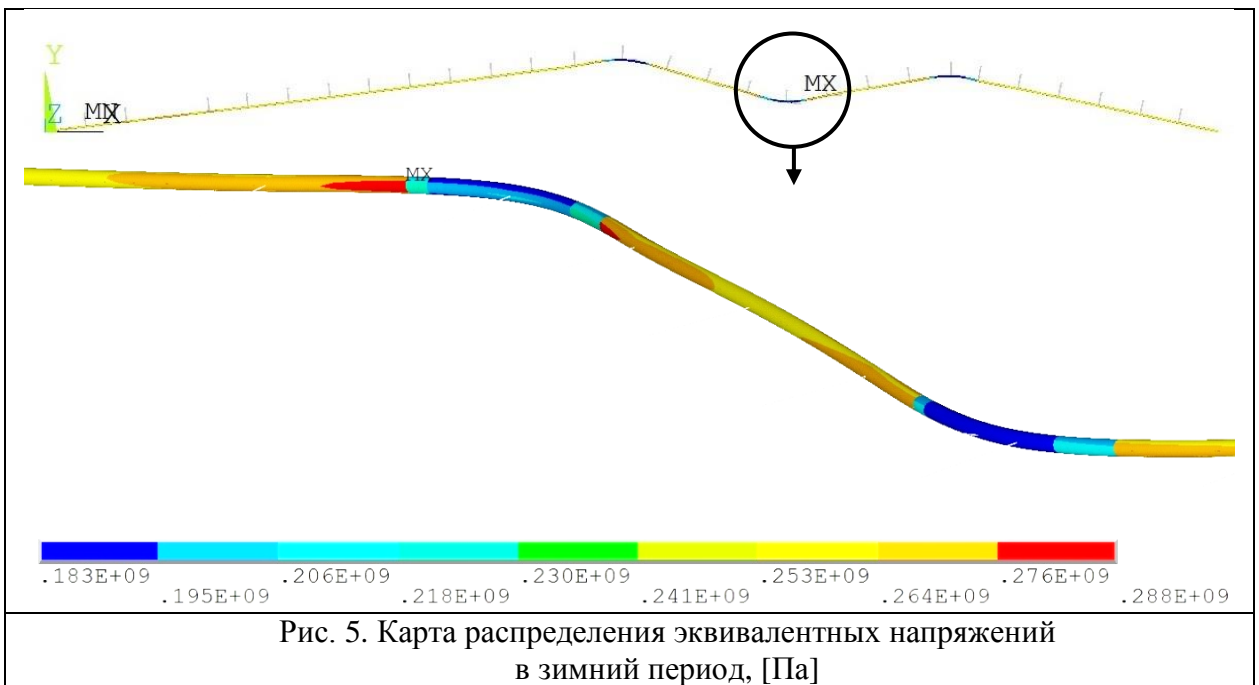
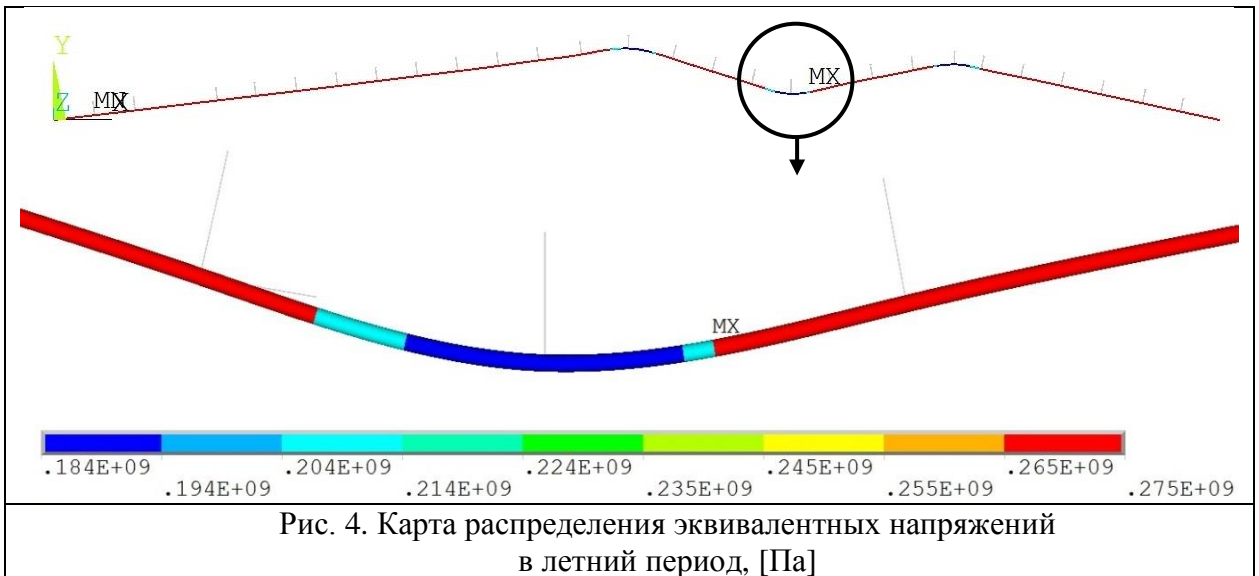
- «мертвые», ограничивающие участки трубопровода;
- «продольно-подвижные», расположенные между слабоизогнутым компенсатором и «мертвой» опорой;
- «свободно-подвижные», расположенные в зоне слабоизогнутого компенсатора.

Расстояние между опорами около 15 м.

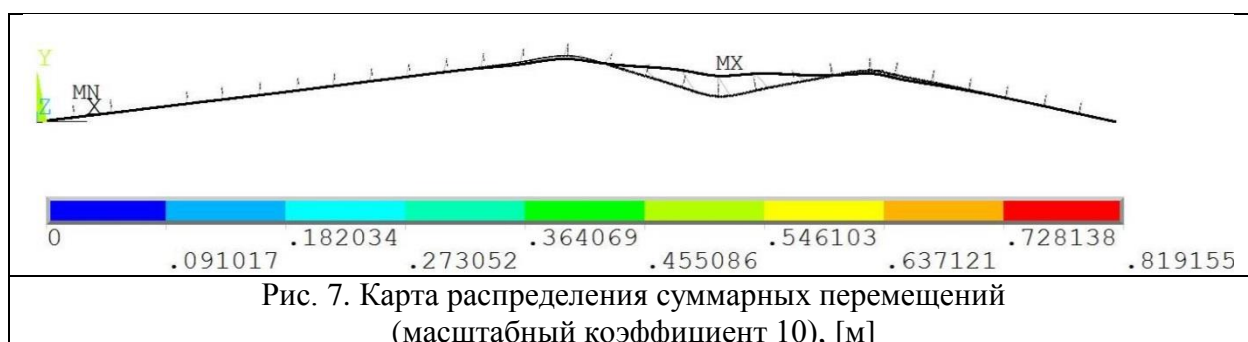
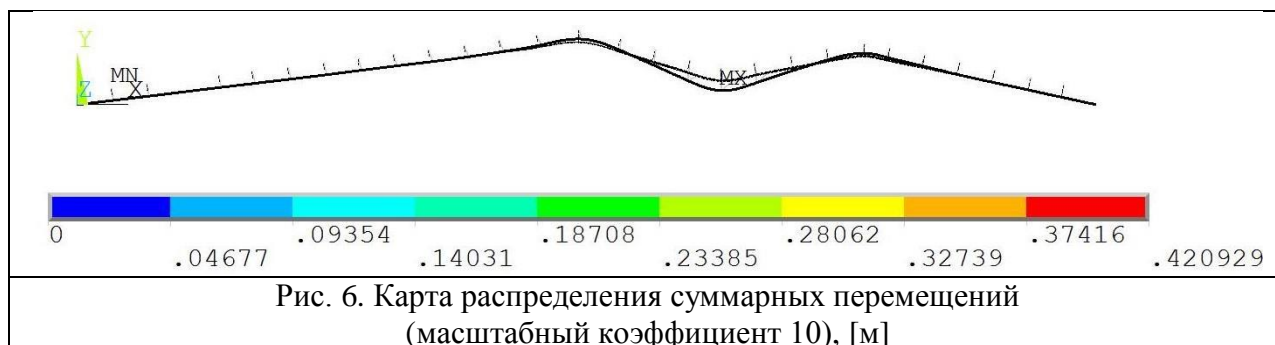


Для определения зон с максимальными эквивалентными напряжениями были проведены расчеты для летнего (расчетная температура $+40^{\circ}\text{C}$) и зимнего (расчетная температура -60°C) периода.

Максимальные эквивалентные напряжения возникают на вершине компенсатора, в основной трубе, составляют 275 МПа в летний (рис. 4) и 288 МПа в зимний (рис. 5) период.



Наибольшие суммарные перемещения возникают в вершине компенсатора, составляют 0,4 м в летний (рис. 6) и 0,8 м в зимний (рис. 7) период.



Результаты расчетов участка сведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчета участка

Расчетная температура, [°C]	Эквивалентные напряжения, [МПа]	Суммарное перемещение, [м]
+ 40	275	0,4
- 60	288	0,8

Выводы:

- 1) При рабочих параметрах эксплуатации расчетные напряжения не превышают допустимых напряжений $R_1 = 336$ МПа. Эксплуатация участка возможна при проектных параметрах. Минимальный коэффициент запаса составляет 1,1.
- 2) При температуре -60 °C возможно наваливание трубы на стойки опоры в вершине компенсатора.