



Исследование напряженно- деформированного состояния трубопровода

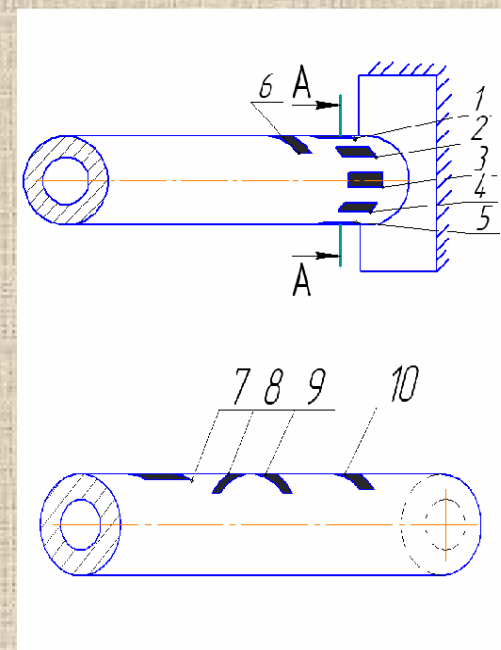
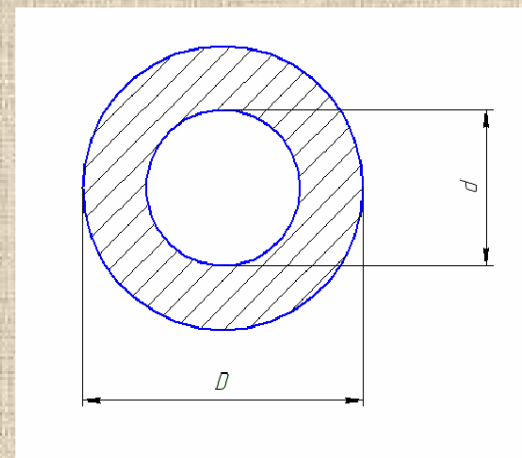
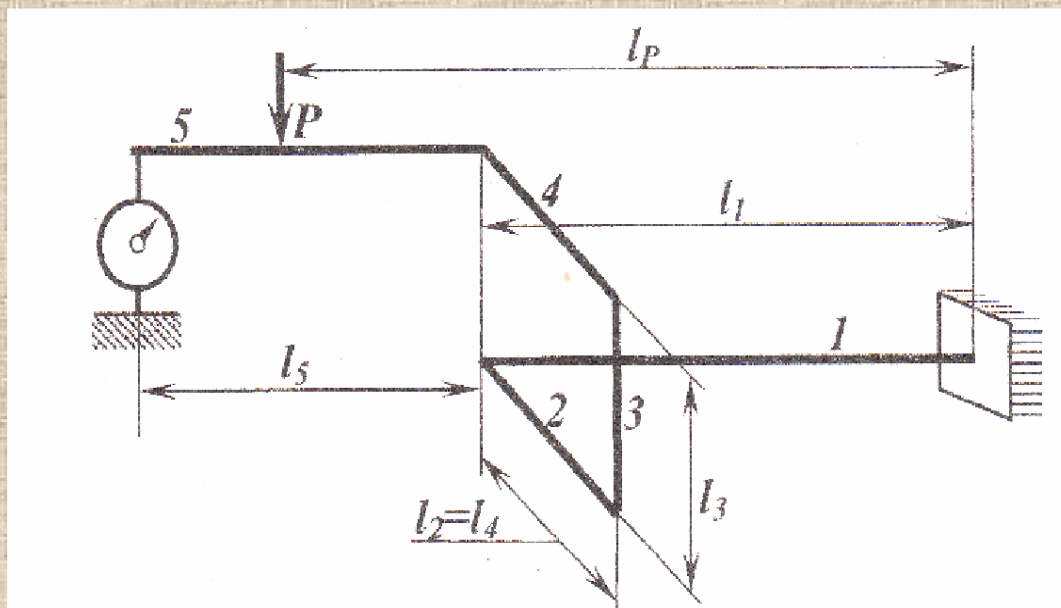
студент гр. 5-33 Яшан Г.П.
рук. ст. пр. Сабанеев Н.А.

2. Цели проекта

- ♦ Совершенствование учебно-лабораторной базы по экспериментальной механике.
- ♦ Создание лабораторной работы «Исследование напряженно деформированного состояния трубопровода».
- ♦ Экспериментально определить вертикальные перемещения свободного конца пространственно ломаного бруса и сравнить их с теоретическими значениями.
- ♦ Экспериментально определено напряжения пространственного ломаного бруса и сравнить их с теоретическими.
- ♦ Определить численным методом перемещения и напряжения.



3. Постановка задачи



$l_1=325\text{мм}$, $l_2=200\text{мм}$, $l_3=150\text{мм}$,

$l_4=200\text{мм}$, $l_5=325\text{мм}$, $l_p=600\text{мм}$

Внешний диаметр: $D=26\text{мм}$

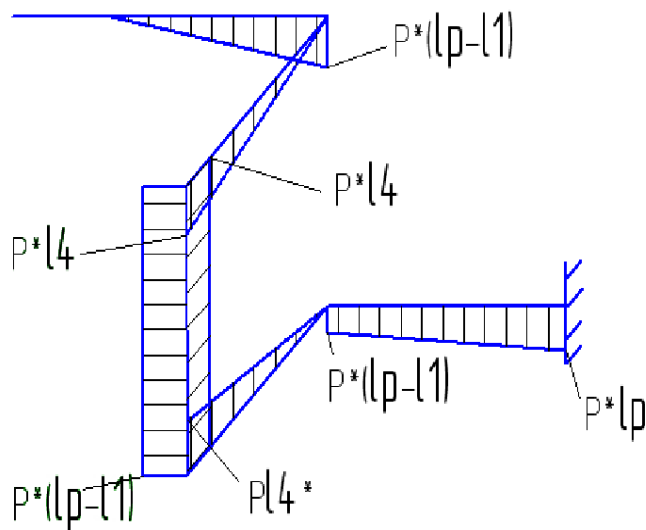
Внутренний диаметр: $d=20\text{мм}$

Модуль упругости 1-го рода: $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

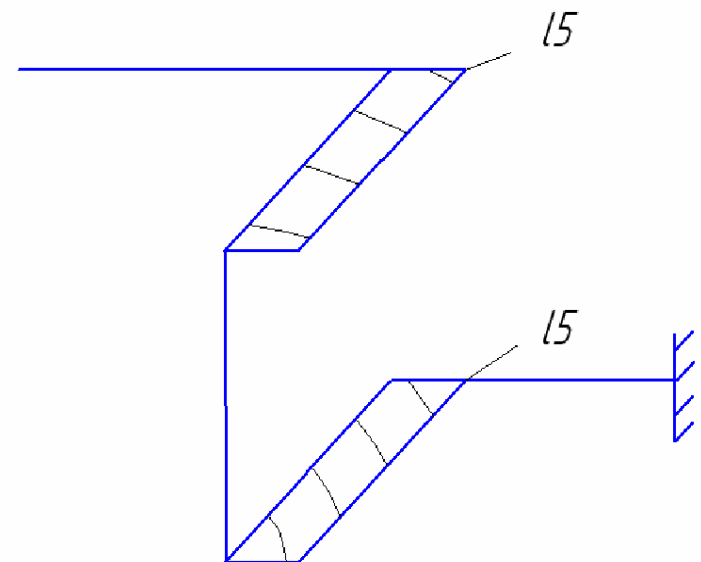
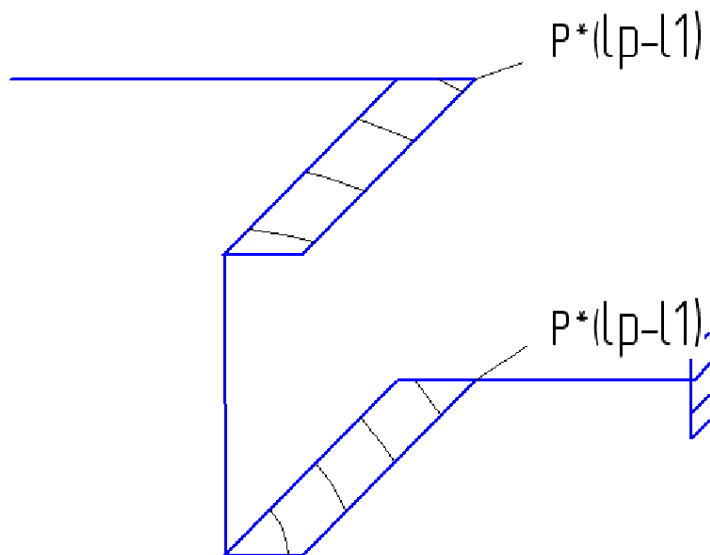
Модуль упругости 2-го рода: $G=7,692 \cdot 10^4 \text{ МПа}$



4. Метод Верещагина



$$\Delta = \frac{1}{E \cdot J_y} \sum (\Omega_{изг} \cdot m_{изг}) + \frac{1}{G \cdot J_0} \cdot \sum (\Omega_{кр} \cdot m_{кр})$$



5. Сравнение перемещений

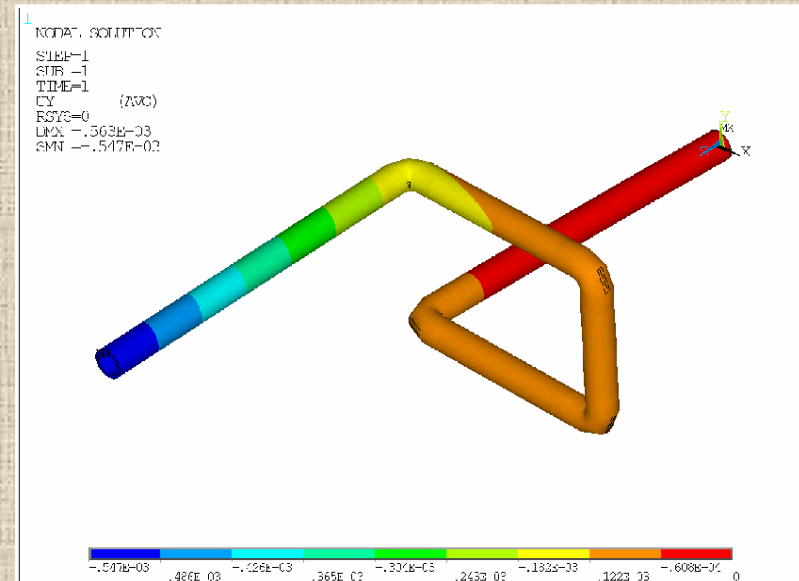
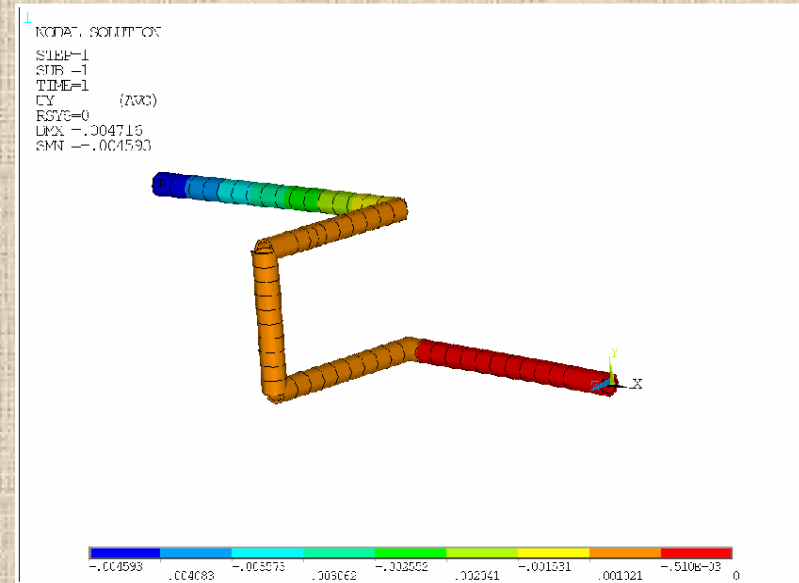
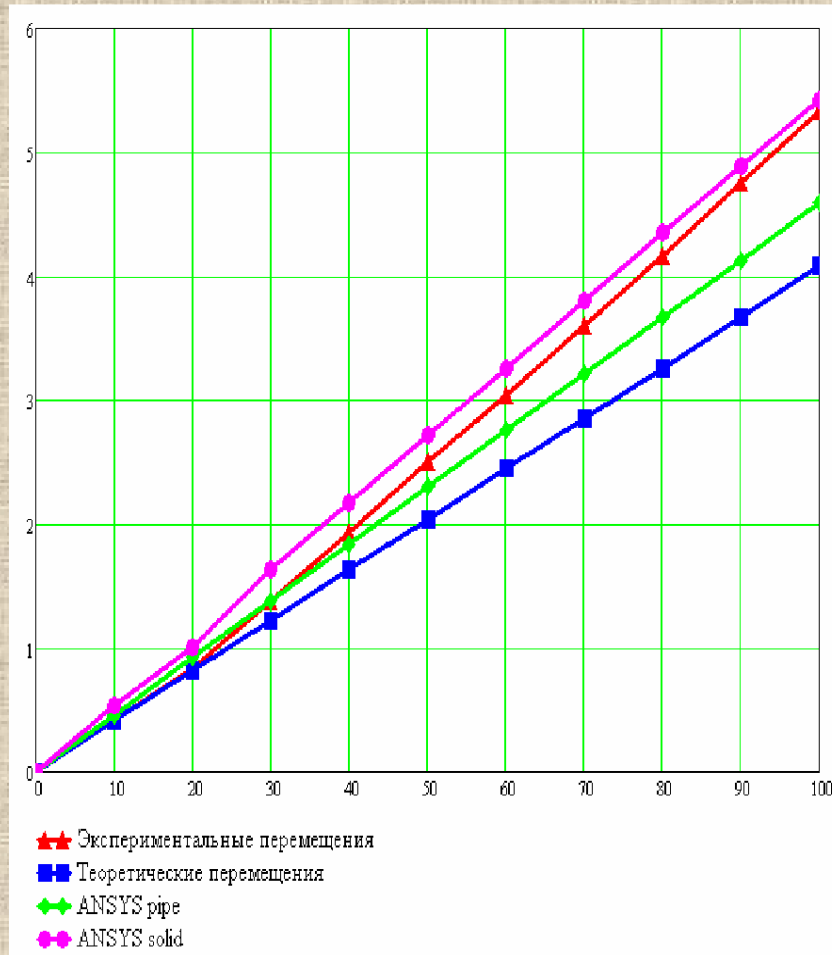
№	Р, Н	$\Delta l_{эксп}$, мм	$\Delta l_{теор}$, мм	$\Delta l_{числ}$, мм	
				Pipe	Solid
1	0	0	0	0	0
2	10	0,42	0,41	0,46	0,54
3	20	0,83	0,82	0,92	1,01
4	30	1,38	1,22	1,38	1,63
5	40	1,93	1,63	1,84	2,17
6	50	2,5	2,04	2,3	2,72
7	60	3,04	2,45	2,76	3,26
8	70	3,6	2,85	3,22	3,8
9	80	4,16	3,26	3,67	4,35
10	90	4,76	3,67	4,13	4,89
11	100	5,33	4,08	4,59	5,43

Р,Н	Е _Т	Е _э	Ечисл Pipe	Ечисл Solid
0	0	0	0	0
10	2,38	0	9,52	0,28
20	1,2	0	10,84	0,22
30	11,5	0	0	0,18
40	15,5	0	4,66	0,12
50	18,4	0	8	0,088
60	19,4	0	9,2	0,072
70	20,8	0	10,56	0,056
80	21,6	0	11,78	0,046
90	22,9	0	13,24	0,027
100	23,4	0	13,88	0,019

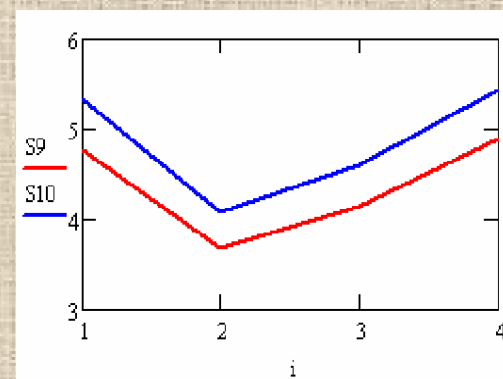
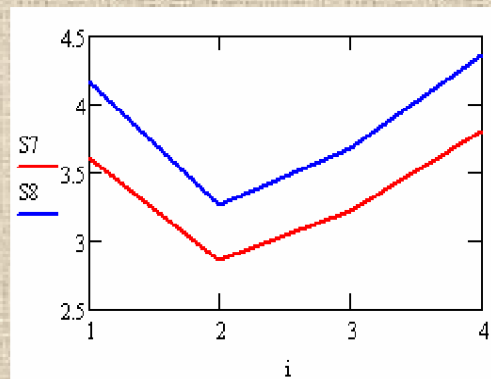
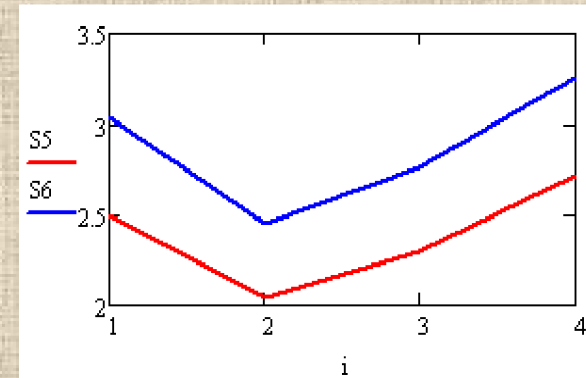
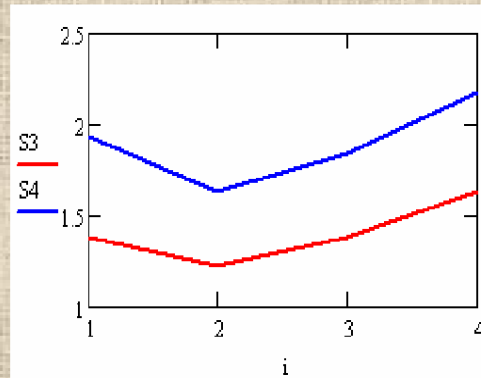
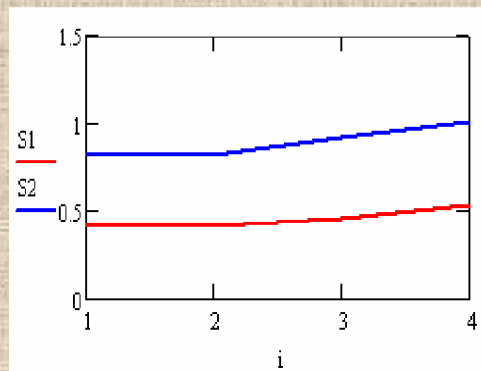
Р,Н	Е _Т	Е _э	Ечисл Pipe	Ечисл Solid
0	0	0	0	0
10	0	2,439	12,195	0,317
20	0	1,22	12,195	0,232
30	0	13,115	13,115	0,336
40	0	18,405	12,883	0,331
50	0	22,549	12,745	0,333
60	0	24,082	12,653	0,331
70	0	26,316	12,982	0,333
80	0	27,607	12,577	0,334
90	0	29,7	12,534	0,332
100	0	30,637	12,5	0,331



6. Графики прогибов



7. Графики сходимости



По горизонтальной оси - методы расчета перемещений

1 – эксперимент, 2 – метод Верещагина,

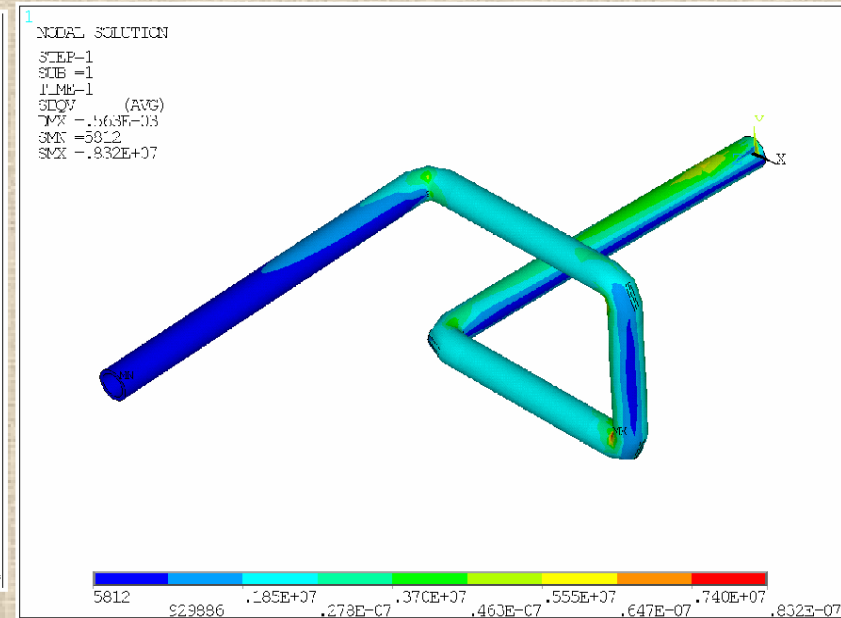
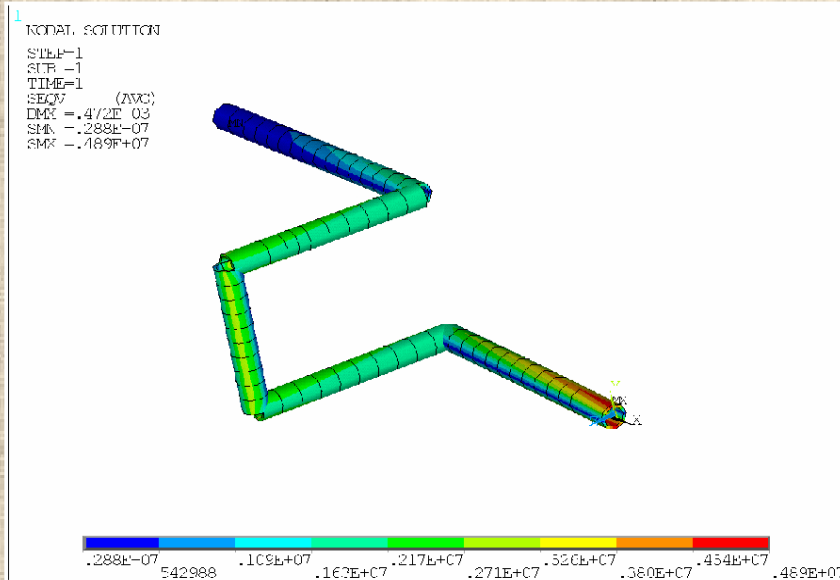
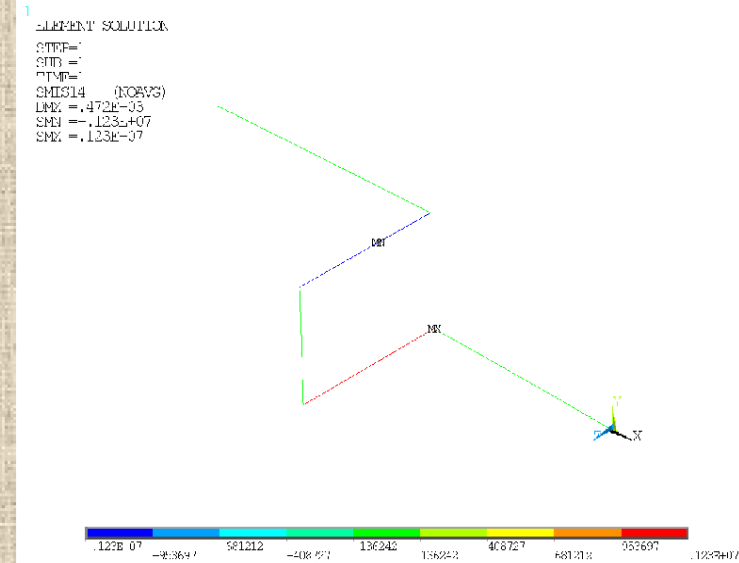
3 – элемент pipe, 4 – элемент solid

По вертикальной оси – перемещения от силы 1-10 Н



8. Распределение напряжений

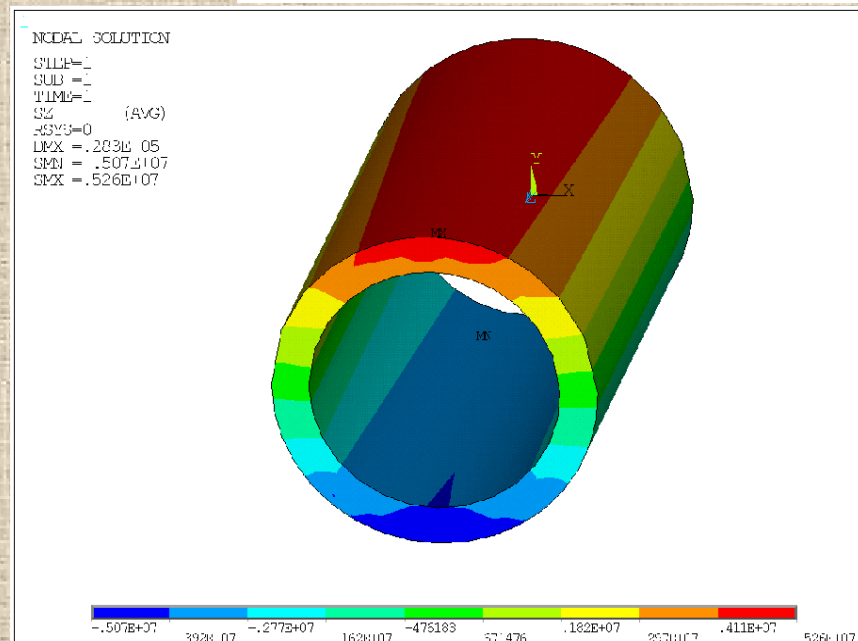
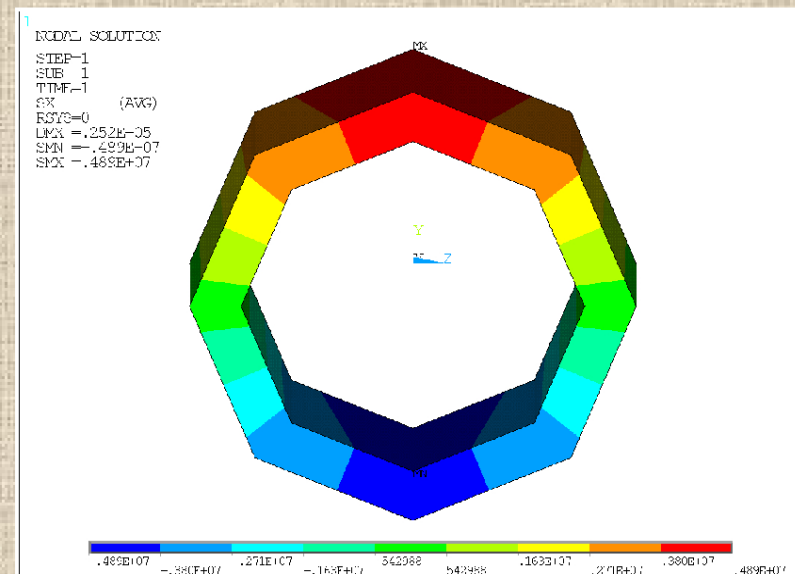
№ Датчика	$\Delta P, \text{Н}$	$\Delta \sigma_{\text{эксп}}, \text{МПа}$	$\Delta \sigma_{\text{теор}}, \text{МПа}$	$\Delta \sigma_{\text{числ}}, \text{МПа}$	
				Pipe	Solid
1	10	5	4,89	4,35	4,68
2		3,8	3,46	3,25	3,54
3		0,2	0	0,54	0,57
4		-4	-3,46	-3,2	-3,35
5		-5,2	-4,89	-4,35	-4,95
6		0,2	0	0,14	0,036
7		1,4	1,49	1,6	1,06
8		2,2	2,77	2,45	2,4
9		-1	2,72	2,45	2,4
10		-0,2	0	0	-0,08



9. Распределение напряжений

№ датчика	E_T	E_Θ	Ечисл Pipe	Ечисл Solid
1	2	0	13	6,4
2	7,89	0	14,5	6,84
3	0	0	100	5
4	12,5	0	20	16,3
5	5,77	0	16,3	4,8
6	0	0	40	64
7	7,14	0	14,4	24,3
8	25,9	0	11,36	9,09
9	172	0	145	140
10	0	0	100	20

№ датчика	E_T	E_Θ	Ечисл Pipe	Ечисл Solid
1	0	2,04	11,2	4,49
2	0	8,57	7,14	1,14
3	0	0	100	5
4	0	14,3	8,57	4,28
5	0	6,12	11,2	1,02
6	0	0	40	64
7	0	6,67	6,67	29,3
8	0	20,3	11,5	13,4
9	0	63,2	9,93	11,7
10	0	100	100	20



10. Выводы

1. Разработана методика лабораторной работы «Исследование напряженно деформированного состояния трубопровода».
2. Проведено исследование деформированного состояния трубопровода. Деформации трубопровода дает наименьшую ошибку при сравнении эксперимента с численным моделированием (solid) – менее 1%, наибольшее расхождение наблюдается при сравнении экспериментальных и теоретических данных – более 30%. Возможной причиной большого расхождения эксперимента с теорией является неидеальность лабораторной установки.
3. Проведено исследование напряженного состояния трубопровода. Сравнение полученных напряжений дает достаточно большие ошибки, что связано с метрологией измерения экспериментальных данных:
 - малая чувствительность измерителя деформаций (ц. д. = 2 МПа)
 - возможная неточность при наклейке тензорезисторов.
4. Проведен функционально-стоимостной анализ лабораторного стенда.
5. Рассмотрены вопросы безопасности при проведении лабораторных работ на стенде.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ.
ПРОШУ ВОЗРАЖАТЬ!

