

КАМЕРА
Расчет на прочность
XXX РП

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. Инв.№	Инв.№ дубл.	Подпись и дата

Содержание

1	Исходные данные для расчета.....	4
1.1	Расчетные параметры	4
1.2	Материалы и допускаемые напряжения.....	4
2	Методика расчета	5
3	Расчет на прочность	6
3.1	Обечайка	6
3.2	Днище.....	9
3.3	Расчет удельного давления на прокладке.....	10
4	Поверочный расчет.....	11
4.1	Расчетная схема	11
4.2	Результаты расчета	12
5	Заключение.....	14
	Литература	15

Перв. примен.	
Справ. №	

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	

					XXX РП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Камера Расчет на прочность	Лит.	Лист	Листов
							2	16
Разработал						WWW.STRESSCALC.RU		
Проверил								
Н. контроль								
Утвердил								

В настоящей работе проведен расчет прочности элементов камеры при нагружении внешним атмосферным давлением 0,1 МПа (внутри камеры давление отсутствует).

Расчет проведен в соответствии с / 1 /.

Условные обозначения приняты в соответствии с / 1 /.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП		Лист
							3

1 Исходные данные для расчета

1.1 Расчетные параметры

1.1.1 Расчетные параметры приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование параметра	Значение
Расчетное наружное давление, МПа	0,1
Расчетная температура, °С	35

1.2 Материалы и допускаемые напряжения

1.2.1 Номинальное допускаемое напряжение для элементов оборудования, нагруженных наружным давлением:

$$[\sigma] = \min \left\{ R_m / n_B ; R_{p0,2} / n_T \right\},$$

где $n_B = 2,4$, $n_T = 1,5$.

1.2.2 Допускаемые напряжения и физико-механические характеристики материалов камеры приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Наименование элемента	Марка стали	T, °С	R _{p0,2} , МПа	R _m , МПа	E, ГПа	[σ], МПа
Обечайка, днище, фланец	12X18H10T ГОСТ 7350-77	20	235	530	205	157
		35	234	524	204	156
		100	228	500	200	152
Патрубок	12X18H10T ГОСТ 9940-81	20	240	529	205	160
		35	238	524	204	158
		100	228	500	200	152

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП	Лист
						4

2 Методика расчета

2.1 Расчет по выбору основных размеров проводился по методике / 1 /.

2.2 Поверочный расчет проведен методом конечных элементов по программе / 2 /.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	XXX РП					Лист
										5
										Изм.

3 Расчет на прочность

3.1 Обечайка

3.1.1 Исходные данные и результаты расчета обечайки на устойчивость от действия наружного давления приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Расчетный параметр	Значение
Расчетное наружное давление P , МПа	0.1
Расчетная температура, °С	35.0
Внутренний диаметр, мм	776.0
Исполнительная толщина стенки, мм	12.0
Прибавки к толщине стенки:	
- компенсация коррозии, мм	0.00
- компенсация минусового допуска, мм	0.80
- технологическая, мм	0.00
Суммарная прибавка к толщине стенки, мм	0.80
Расчетная длина обечайки, мм	644.0
Материал обечайки	12X18H10T
Допускаемое напряжение материала, МПа	156.0
Модуль упругости материала, МПа	204000
Допускаемое давление из условия устойчивости, МПа	5.331
Допускаемое давление из условия прочности, МПа	4.439
Допускаемое наружное давление $[P]$, МПа	3.411
Условие прочности и устойчивости $P < [P]$	Выполняется
Патрубок	
Материал патрубка	12X18H10T
Допускаемое напряжение патрубка, МПа	158.0
Внутренний диаметр патрубка, мм	60.0
Исполнительная толщина патрубка, мм	8.0

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП	Лист
						6

Продолжение таблицы 3.1

Расчетный параметр	Значение
Прибавки к толщине стенки:	
- компенсация коррозии, мм	0.00
- компенсация минусового допуска, мм	1.00
- технологическая, мм	0.00
Сумма прибавок к толщине стенки, мм	1.00
Исполнительная длина внешней части патрубка, мм	108.0
Коэффициент прочности сварного соединения	1.00
Угол наклона патрубка, градусы	27.0
Расчетная толщина стенки патрубка, мм	0.02
Толщина стенки патрубка с учетом прибавок, мм	1.02
Расчетный диаметр отверстия, мм	62.00
Расчетная длина внешней части патрубка, мм	26.04
Расчетная ширина зоны укрепления в обечайке, мм	93.23
Расчетный диаметр, мм	37.29
Коэффициент понижения прочности	1.0
Допускаемое наружное давление в пределах пластичности для обечайки, ослабленной одним отверстием, МПа	4.439
Допускаемое наружное давление для обечайки, ослабленной одним отверстием, [P], МПа	3.411
Условие прочности для обечайки, ослабленной одним отверстием, $P < [P]$	Выполняется

Инт. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инт. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП	Лист
						7

3.1.2 Исходные данные и результаты расчета обечайки на устойчивость от действия осевого сжимающего усилия приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Расчетный параметр	Значение
Расчетное наружное давление P , МПа	0.1
Расчетная температура, °С	35.0
Внутренний диаметр обечайки, мм	776.0
Исполнительная толщина стенки, мм	12.0
Суммарная прибавка к толщине стенки, мм	0.80
Расчетная длина обечайки, мм	644.0
Допускаемое напряжение материала, МПа	156.0
Модуль упругости материала, МПа	204000
Осевое усилие от давления, МН	0.0473
Коэффициент приведения длины	0.70
Приведенная длина, мм	450.8
Допускаемое усилие из условия общей устойчивости, МН	8847.104
Допускаемое усилие из условия устойчивости, МН	39.710
Допускаемое усилие из условия прочности, МН	4.321
Допускаемое сжимающее усилие $[F]$, МН	4.296
Условие устойчивости $F < [F]$	Выполняется

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП	Лист
						8

3.2 Днище

3.2.1 Исходные данные и результаты расчета днища от действия наружного давления приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Расчетные параметры	Значения
Расчетное наружное давление P , МПа	0.1
Расчетная температура, °С	35.0
Материал днища	12X18Н10Т
Допускаемое напряжение материала днища, МПа	156.0
Тип соединения	4
Расчетный диаметр днища, мм	776.0
Исполнительная толщина днища S_1 , мм	20.0
Исполнительная толщина обечайки, мм	12.0
Коэффициент схемы соединения днища	0.38
Прибавки к толщине днища	
- компенсация коррозии, мм	0.00
- компенсация минусового допуска, мм	0.80
- технологическая, мм	0.00
Суммарная прибавка к толщине днища, мм	0.80
Коэффициент ослабления отверстиями	1.00
Расчетная толщина днища, мм	7.47
Толщина днища с учетом прибавок S_{1p+c} , мм	8.27
Условие прочности $S_1 > S_{1p+c}$	Выполняется
Допускаемое давление на плоское днище $[P]$, МПа	0.661
Условие прочности $P < [P]$	Выполняется

Инт. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инт. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП	Лист
						9

3.3 Расчет удельного давления на прокладке

3.3.1 Удельное давление на плоской прокладке от действия наружного давления:

$$q = \Sigma F / (\pi D_{cp} b) = 53863 / (3,14 \cdot 808 \cdot 6) = 3,54 \text{ МПа} > q_{min} = 3,5 \text{ МПа},$$

где $\Sigma F = F_{пр} + F_M = 51276 + 2587 = 53863 \text{ Н}$ – суммарное усилие на прокладку;

$F_M = mg = 263,7 \cdot 9,81 = 2587 \text{ Н}$ – усилие, действующее на прокладку от собственного веса камеры;

$F_{пр} = p \pi D_{cp}^2 / 4 = 0,1 \cdot 3,14 \cdot 808^2 / 4 = 51276 \text{ Н}$ – усилие на прокладке от действия расчетного наружного давления;

$m = 263,7 \text{ кг}$ - масса камеры;

$D_{cp} = 808 \text{ мм}$ – средний диаметр прокладки;

$b = 6 \text{ мм}$ – ширина прокладки.

$q_{min} = 3,5 \text{ МПа}$ - минимальное допустимое давление на плоской прокладке из условия герметичности / 3 /.

3.3.2 Условие герметичности выполнено.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	XXX РП		Лист
							10

4 Поверочный расчет

4.1 Расчетная схема

4.1.1 Расчетная схема камеры приведена на рисунке 4.1

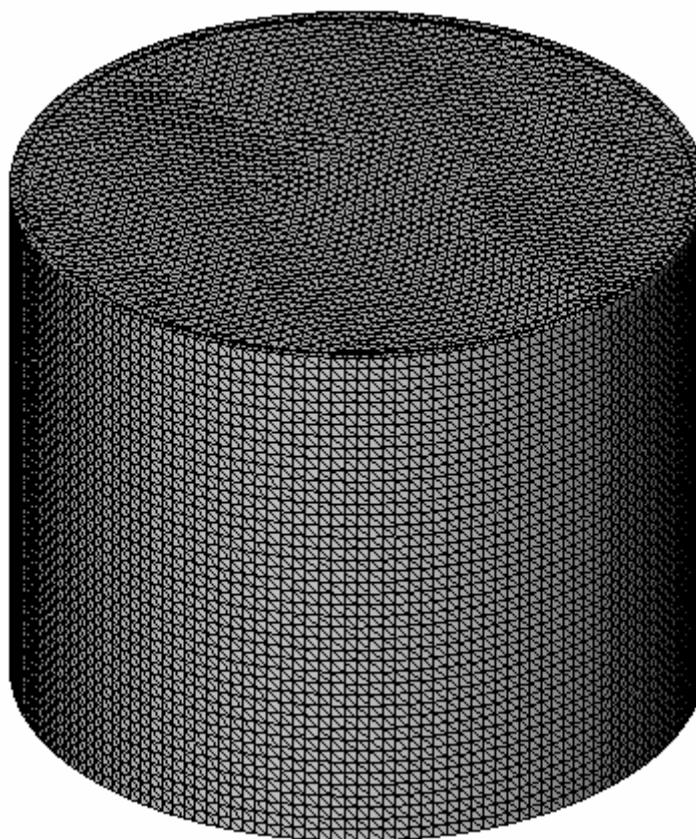


Рисунок 4.1

Расчетная схема смоделирована объемными десятиузловыми конечными элементами.

По нижней кромке обечайки задавалось условие заделки.

Расчетная схема нагружалась наружным давлением 0,1 МПа и собственным весом $F_M = 2587 \text{ Н}$.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

XXX РП

Лист
11

4.2 Результаты расчета

4.2.1 Напряженное состояние в камере приведено на рисунке 4.2.

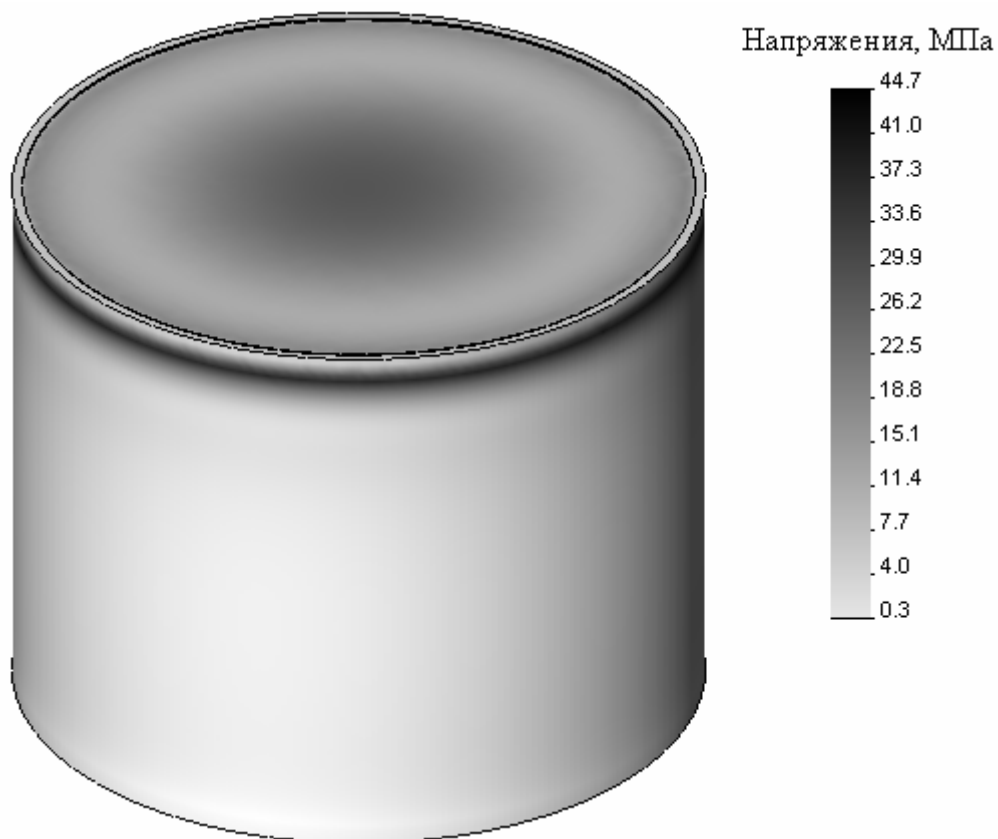


Рисунок 4.2

Значение максимального напряжения $\sigma = 44,7$ МПа не превышает значения допускаемого напряжения $[\sigma] = 156$ МПа.

Условие прочности выполнено.

4.2.2 Первая форма потери устойчивости камеры приведена на рисунке 4.3.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	XXX РП					Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Mode Shape : 1 Load Factor = 238.69

Deformation Scale 1 : 113.531

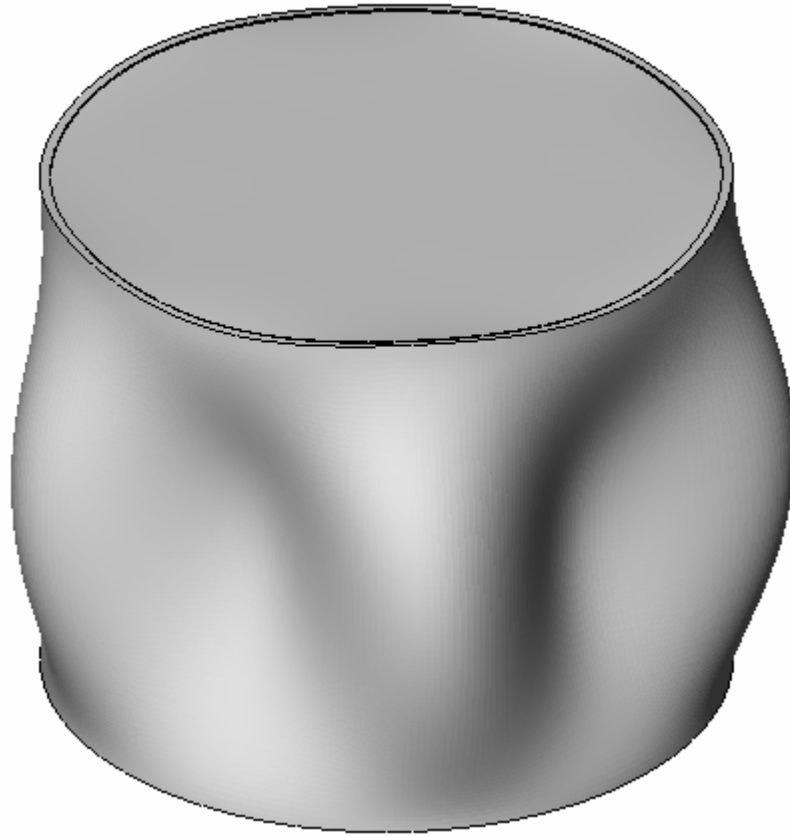


Рисунок 4.3

Условие устойчивости камеры от действия наружного давления и собственного веса выполнено с коэффициентов запаса $n_y = 239$.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

XXX РП

Лист

13

5 Заключение

5.1 Расчет на прочность элементов камеры при нагружении внешним атмосферным давлением 0,1 МПа подтверждает их прочность в соответствии с требованиями / 1 /.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	XXX РП					Лист
										14
										Изм.

Литература

- 1 ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
- 2 Программный комплекс COSMOS/M Explorer.
- 3 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ Г-7-002-86.-М. Энергоатомиздат, 1989.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
					XXX РП				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
						15			

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата	
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных						
Изм.					XXX РП					
	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					Лист	16