



**ТЕМА КОНКУРСНОЙ РАБОТЫ:  
ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
РЕЗЕРВУАРОВ**

**АВТОРЫ:**

студент 3-НТФ-3, Груздева Анна Витальевна

студент 3-НТФ-3, Тихонов Дмитрий Александрович

**РУКОВОДИТЕЛЬ:**

старший преподаватель кафедры «Трубопроводный транспорт»

Терегулов Марат Рустамович



ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический  
университет»



## Цели работы:

- определение оптимальных размеров резервуара с учётом минимального расхода металла;
- определение оптимальных размеров по критерию минимальных напряжений в стенке резервуара по безмоментной теории расчётов цилиндрических оболочек ;
- сравнение результатов расчётов оптимальных геометрических размеров резервуаров с рекомендуемыми размерами, представленными в ГОСТ 31385-2016;



Номинальный объем $V$ , м <sup>3</sup>	Тип резервуара					
	РВС, РВСП			РВСПК		
	Внутренний диаметр стенки $D^*$ , м	Высота стенки $H^*$ , м		Внутренний диаметр стенки $D^*$ , м	Высота стенки $H^*$ , м	
100	4,73	5,96	6,0	-	-	
200	6,63					
300	7,58	7,45	7,5			
400	8,53					
700	10,43	8,94	9,0			
1000	15,18	11,92	12,0	12,33	8,94	9,0
2000		15,18	11,92	12,0		
3000		18,98	18,98			
5000		22,80	22,80			
10000	20,92	14,90	15,0	28,50	17,88	18,0
	28,50	17,88	18,0			
20000	34,20	11,92	12,0	34,20	11,92	12,0
	39,90	18,0	39,90	18,0		
47,40 (45,6)	12,0					
30000	45,60	18,0	45,60			
40000	56,90	56,90				
50000	60,70	60,70				
100000-120000	95,40	95,40				

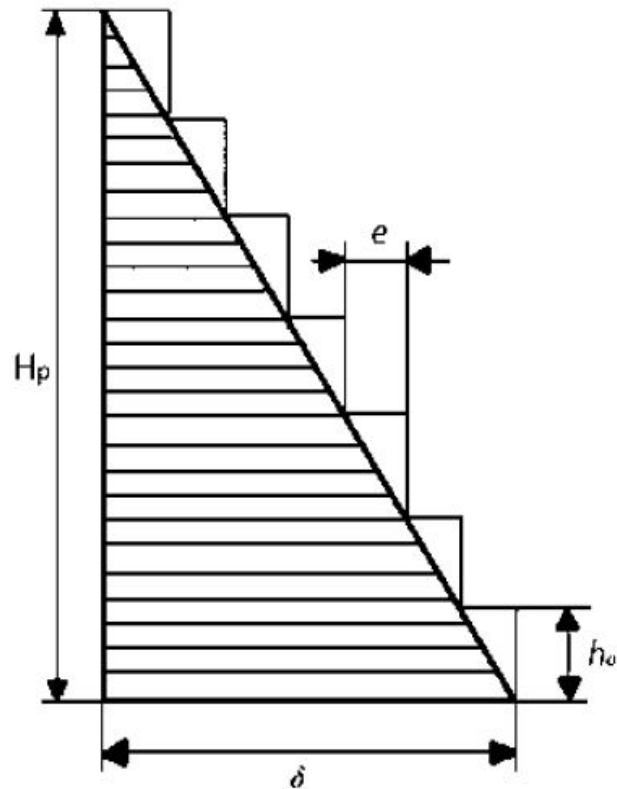
\* Уточняется в зависимости от ширины и длины листов стенки и метода изготовления (рулонного или полистового).



$$R_{opt} = 4 \sqrt{\frac{\rho g V_p^2}{\pi^2 \sigma_p \cdot (\delta_k + \delta_d)}}$$

$$H_{opt} = \frac{V_p}{\pi R_{opt}^2} = \frac{V_p}{\pi \sqrt{\frac{\rho g V_p^2}{\pi^2 \sigma_p (\delta_k + \delta_d)}}} = \sqrt{\frac{\sigma_p}{\rho g} (\delta_k + \delta_d)}$$

Оптимальный радиус определяется объемом резервуара ( $V_p$ ), расчетным сопротивлением ( $\sigma_p$ ) и толщинами кровли и дна ( $\delta_k$  и  $\delta_d$ ).





Объем, м <sup>3</sup>	НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ			ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ		
	Высота, м	Радиус, м	Масса, т	Высота, м	Радиус, м	Масса, т
1000	12	5.22	15	11	5.38	14.5
3000	12	9.49	44.8	13	8,57	42
5000	12	11.4	73.6	13.5	10,86	69.2
10000	12	17.1	135	14	15,08	127.1
20000	12	22.8	293.2	15	20.6	286
	18	19.95	297			



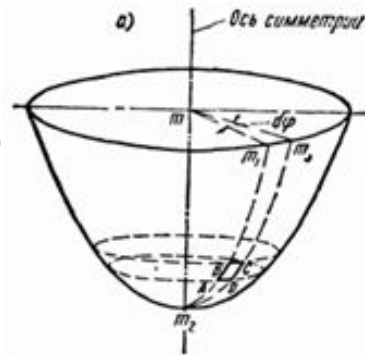
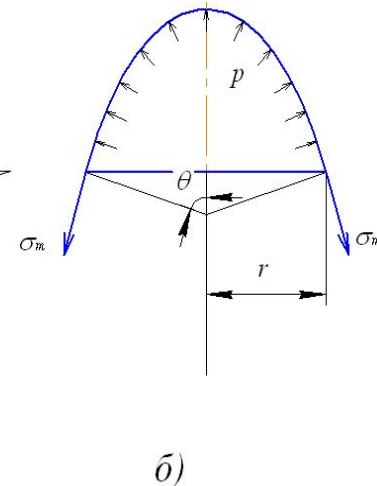
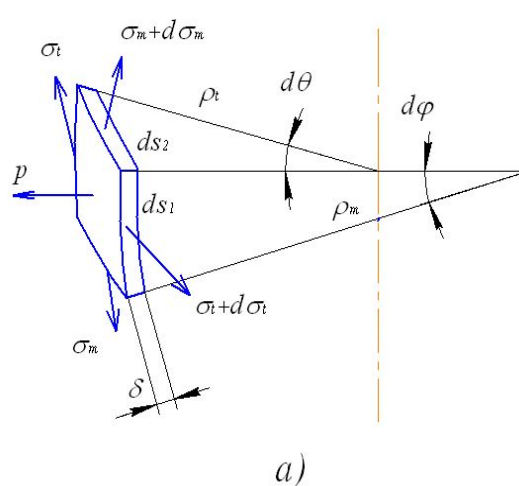
$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{\delta}$$

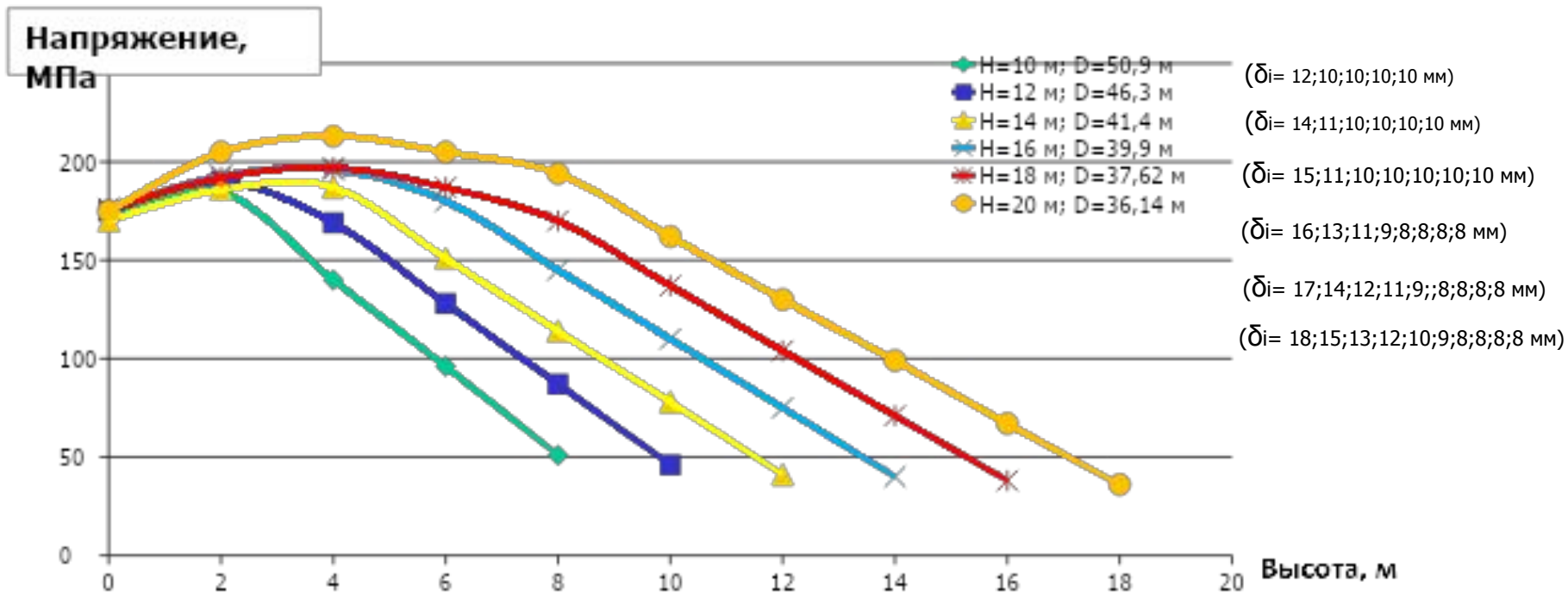
Уравнение Лапласа связывает напряжения в каждой точке ( $\sigma_m$ ,  $\sigma_t$ ) осесимметричной оболочки поверхности с радиусами кривизны поверхности ( $\rho_m$ ,  $\rho_t$ ), толщиной оболочки ( $\delta$ ) и действующим давлением ( $p$ ).

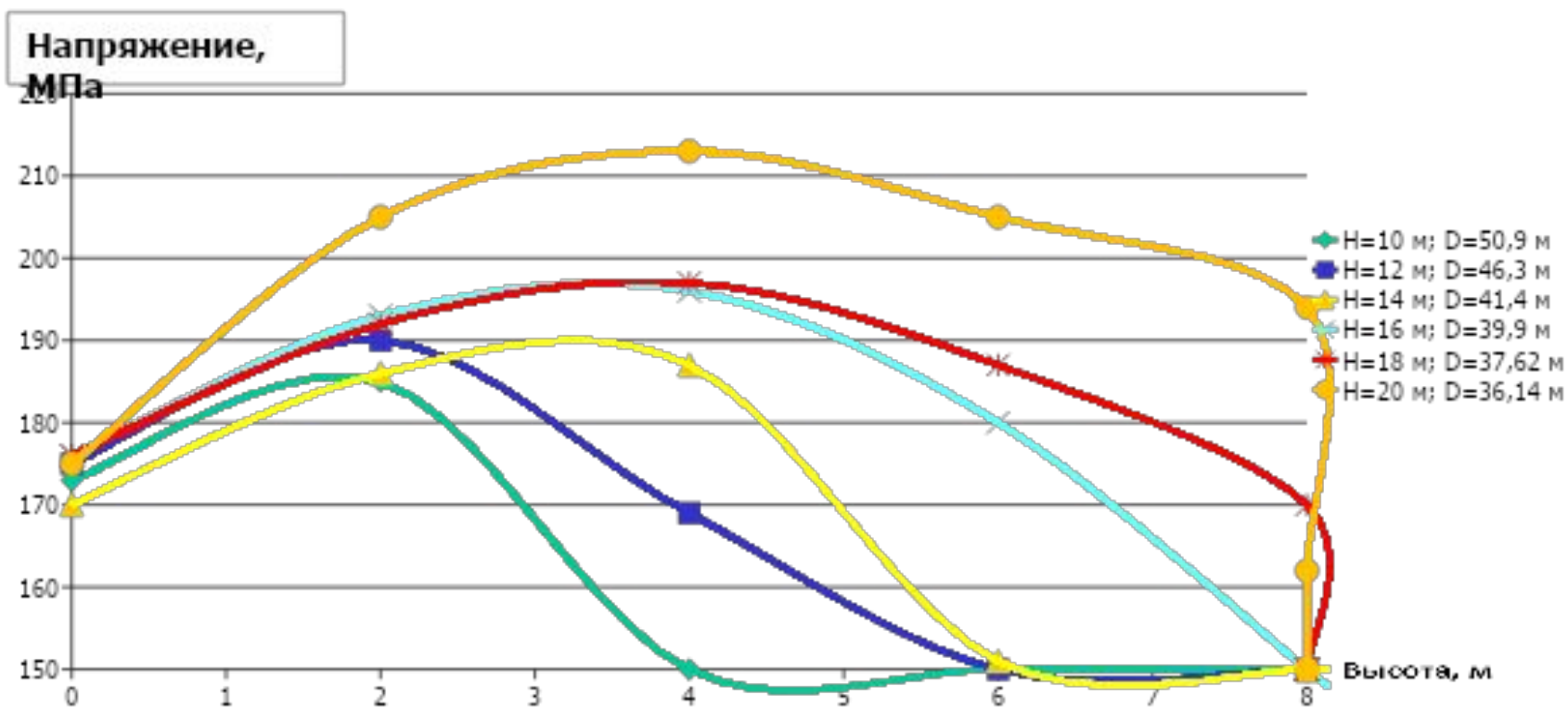
$$\delta_i = \frac{[n_1 \cdot \rho_H \cdot g \cdot (H_{max} - x_i) + n_2 \cdot p_{изб}] \cdot R}{\gamma_c \cdot R_y}$$

$$\sigma_{ку} = \frac{\gamma \cdot (H - x) \cdot R}{\delta}$$

Кольцевые напряжения ( $\sigma_{ку}$ ) определяются радиусом резервуара ( $R$ ), высотой взлива в расчетной точке ( $H-x$ ) и расчетной толщиной стенки по высоте каждого пояса ( $\delta_i$ ).











Объем, м <sup>3</sup>	НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ				ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ			
	Высота, м	Радиус, м	Напряжение, МПа	Срок службы, лет	Высота, м	Радиус, м	Напряжение, МПа	Срок службы, лет
1000	12	5.22	141	122	11	5.38	140	165
3000	12	9.49	171	52	13	8,57	167	57
5000	12	11.4	176	26	13.5	10,86	165	36
10000	12	17.1	185	38	14	15,08	172	52
20000	12	22.8	175	43	15	20.6	173	49
	18	19.95	176	35				



## Сравнение резервуаров с размерами по ГОСТ и оптимальными размерами

Объем, м <sup>3</sup>	Разница масс, т	Разница масс, %	Разница напряжений, МПа	Разница напряжений, %	Разница срока службы, лет
1000	0.5	3.33	1	0,7	43
3000	2.8	6.25	4	2,4	5
5000	4.4	5.98	11	6,7	10
10000	7.9	5.82	13	7,6	14
20000 (H=12)	7.2	2.50	2	1,2	6
20000 (H=18)	11.0	3.70	3	1,7	14



- Существует единственное соотношение высоты и диаметра, при котором расход металла минимален;
- Минимальный расход металла и наименьшие напряжения возникают в РВС, конструктивные размеры которого рассчитаны с учётом минимального расхода металла;
- Согласно проведенных в работе аналитических расчетов, у РВС с оптимальными параметрами межремонтный период эксплуатации и срок службы, по сравнению с резервуарами по ГОСТ;
- Заказчик в праве задавать фиксируемый параметр, исходя из которого будут рассчитаны оптимальные значения двух неизвестных параметров.

СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!