

**Статический расчёт на прочность безнапорных канализационных трубопроводов из гладких ПЭ труб по ДСТУ Б В.2.5-32:2007 согласно методике, представленной в ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009**  
**Приложение Д**

Исходные данные	Обозначение	Формула	Значение	Ед. измерения
<b>Труба</b>				
Наружный диаметр	Dн		16	см
Внутренний диаметр	Dвн		14.46	см
Момент инерции профиля стенки трубы	I		0.032	см <sup>4</sup> /см
Эквивалентная толщина стенки	s	$s = (12 \cdot I)^{1/3}$	0.73	см
Расчётный диаметр	D	$D = D_{вн} + 2 \cdot s$	15.91	см
<b>Материал трубы</b>				
Кратковременный модуль упругости	Eо		900	МПа
Долговременный модуль упругости Eт	Eт		200	МПа
Коэффициент Пуассона материала трубы	μ		0.32	
Предел текучести при растяжении	σо		22.5	МПа
<b>Грунт</b>				
Удельный вес грунта засыпки траншеи	γгр		18	кН/м <sup>3</sup>
Модуль деформации грунта в пазухах траншеи	Eгр		10	МПа
Глубина заложения до верха трубы	Hrp1		1.48	м
Глубина заложения до оси трубы	Hrp2	$Hrp2 = Hrp1 + Dн/2$	1.56	м
Высота грунтовых вод над верхом трубы	Hгв		0	м
<b>Коэффициенты</b>				
Коэффициент, учитывающий качество уплотнения постели грунта	Kσ		1.5	
Коэффициент, учитывающий запаздывание овализации сечения трубы во времени	Kт		1.25	
Коэффициент уплотнения грунта	Kу		1	
Коэффициент прогиба	Kw		0.13	
Коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жёсткости на овализацию трубы	Kж		0.15	
Коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овализацию трубы	Kгр		0.06	
Коэффициент запаса на овализацию трубы	Kзψ		1	
Коэффициент запаса на устойчивость оболочки к действию внешних нагрузок	Kзу		3	
Коэффициент, учитывающий процесс округления овализованной трубы под действием внутреннего давления в трубопроводе	Kок		1	
Коэффициент, учитывающий глубину заложения трубопровода	n		1	
<b>Прочностной расчет</b>				
Нагрузка от давления грунта	qгр	$q_{гр} = \gamma_{гр} \cdot H_{rp2}$	0.0281	МПа
Нагрузка от давления грунтовых вод	qгв	$q_{гв} = \gamma_{в} \cdot H_{гв}$	0.0000	МПа
Нагрузка от транспорта	qт	$q_t = G/S$	0.0274	МПа
Суммарная внешняя нагрузка	qс	$q_c = q_{гр} + q_{гв} + q_t$	0.0555	МПа
Кратковременная кольцевая жёсткость	Go	$G_o = 53,7 \cdot E_o \cdot I / ((1 - \mu^2) \cdot (D - s)^3)$	0.4919	МПа
Длительная кольцевая жёсткость	Gт	$G_t = 53,7 \cdot E_t \cdot I / ((1 - \mu^2) \cdot (D - s)^3)$	0.1093	МПа
Относительное укорочение вертикального диаметра под действием грунтовой нагрузки	φгр	$\phi_{гр} = K_{ок} \cdot K_t \cdot K_w \cdot q_{гр} / (K_{ж} \cdot G_o + K_{гр} \cdot E_{гр})$	0.0068	
Относительное укорочение вертикального диаметра под действием транспортной нагрузки	φт	$\phi_t = K_{ок} \cdot K_y \cdot K_w \cdot q_t / (K_{ж} \cdot G_o + K_{гр} \cdot n \cdot E_{гр})$	0.0053	
Относительное укорочение вертикального диаметра в процессе складирования и монтажа	φм	См. примечание в столбце "Значение"	0.02	
Относительное укорочение вертикального диаметра трубы в грунте	φ	$\phi = \phi_{гр} + \phi_t + \phi_m$	0.0321	ОК!
Коэффициент, учитывающий овальность трубы	Kов	$K_{ов} = 1 - 0,7\phi$	0.9776	
Мах деформация растяжения материала в стенке трубы под действием нагрузок qгр и qт	εр	$\epsilon_r = 4,27 \cdot K_{\sigma} \cdot \phi \cdot K_{\epsilon} \cdot s / D$	0.0094	
Степень сжатия материала стенки трубы от воздействия внешних нагрузок	εс	$\epsilon_c = q_c \cdot D / (2 \cdot E_o \cdot s)$	0.0007	
Деформация растяжения материала стенки трубы в условиях релаксации	εрр	$\epsilon_{pp} = \sigma_o / (E_t \cdot K_3)$	0.09	
Деформация растяжения материала стенки трубы в условиях ползучести	εрп	$\epsilon_{rp} = \sigma_o / (E_o \cdot K_3)$	0.02	
Проверка условия прочности трубы		$\epsilon_r / \epsilon_{pp} + \epsilon_c / \epsilon_{rp} \leq 1$	0.1380	
Проверка устойчивости оболочки трубы		$q_{уст} = (K_{уг} \cdot K_{ов} \cdot (n \cdot E_{гр} \cdot G_t)^{0,5}) / K_{зу} \geq q_c$	0.1703	МПа
<b>Результаты расчёта:</b>				
Условие прочности выполняется	<b>Труба подходит для выбранных условий прокладки</b>			
Условие устойчивости выполняется				