

1. Расчет полиэтиленового газопровода среднего давления Дн 110 на прочность

В соответствии с п. 5.46 СП 42-103-2003, при расчетах на прочность газопроводов из полиэтиленовых труб срок службы принимается равным 50 годам.

Расчетные характеристики материала газопровода приведены в таблице 1.

Таблица 1

Согласовано		Взам. инв. №	Взам. инв. №	Инд. № подл.	Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Расчет полиэтиленового газопровода среднего давления Дн 110 на прочность		
Параметр, ед. изм.	Обозначение	Значение	Примечание										
Диаметр, мм	D	110	В соответствии с проектной документацией										
Толщина стенки, мм	H	10,0	В соответствии с проектной документацией										
Стандартное размерное отношение	SDR	11	В соответствии с проектной документацией										
Материал труб	ПЭ	ПЭ100	В соответствии с проектной документацией										
Минимальная длительная прочность, МПа	MRS	10,0	В соответствии с п. 5.47 СП 42-103-2003										
Коэффициент надежности сварных соединений	γ_n	0,95	В соответствии с п. 5.60 СП 42-103-2003, применяется при отсутствии 100%-го контроля сварных швов газопроводов, соединенных сваркой нагретым инструментом встык										
Рабочее давление, МПа	p	0,3	В соответствии с проектной документацией										
Коэффициент Пуассона, для материала труб	μ	0,43	В соответствии с п. 5.50 СП 42-103-2003										
Коэффициент линейного теплового расширения материала труб, °C ⁻¹	α	2,2·10 ⁻⁴	В соответствии с п. 5.50 СП 42-103-2003										
Напряжение в стенке трубы, МПа	σ	1,5	В соответствии с п. 5.49 СП 42-103-2003										
Температура эксплуатации, °C	t_e	5,0	Средняя температура грунта на принятой глубине заложения										
Модуль ползучести материала труб при температуре эксплуатации, МПа	E(t_e)	350	По графику, в соответствии с п. 5.49 СП 42-103-2003										
Температура воздуха при укладке газопровода, °C	t_b	22,0	В соответствии с СП 131.1330.2012 с обеспеченностью 0,95 - табл. 4.1										
Дополнительные напряжения в газопроводе, обусловленные прокладкой его в особых условиях	σ_{ou}	0,35	В соответствии с п. 5.62 СП 42-103-2003										
Инд. № подл.											Стадия	Лист	Листов
Разраб.											П	1	3
ГИП													
Н.контр.													

Дополнительные напряжения в газопроводе, обусловленные прокладкой его в сейсмических районах	σ_c	0	В соответствии с п. 5.61 СП 42-103-2003
Радиус упругого изгиба газопровода, м	ρ	2,75	В соответствии с п. 5.3 СП 42-103-2003 радиус не менее 25 наружных диаметров трубы

В соответствии с п. 5.49 СП 42-103-2003, определяем напряжение в стенке трубы по формуле:

$$\sigma = \frac{p(SDR - 1)}{2} = \frac{0,3 \cdot (11 - 1)}{2} = 1,5 \text{ (МПа)}$$

В соответствии с п. 5.60 СП 42-103-2003, проверка прочности газопровода состоит в соблюдении следующих условий:

- при действии всех нагрузок силового нагружения

$$\sigma_{прF} \leq 0,4MRS \cdot \gamma_n \text{ (МПа);}$$

- при совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружений

$$\sigma_{прNS} \leq 0,5MRS \cdot \gamma_n \text{ (МПа);}$$

$$\sigma_{прS} \leq 0,9MRS \text{ (МПа);}$$

- при совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружений и сейсмических воздействий

$$\sigma_{прNS} \leq 0,7MRS \text{ (МПа);}$$

$$\sigma_{прS} \leq MRS \text{ (МПа).}$$

Определяем значения $\sigma_{прF}$, $\sigma_{прNS}$, $\sigma_{прS}$, по формулам, в соответствии с п. 5.61 СП 42-103-2003:

$$\sigma_{прF} = \frac{2\mu p}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{прF} = \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,3}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} = 0,52 \text{ МПа}$$

Таким образом:

$$\sigma_{прF} = 0,52 \leq 0,4MRS \cdot \gamma_n = 3,8$$

следовательно первое условие прочности выполняется.

$$\sigma_{прNS} = \left| \frac{2\mu p}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - \alpha E(t_e)\Delta t \right| + \sigma_c \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{прNS} = \left| \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,3}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 350 \cdot 17 \right| + 0 = 0,79 \text{ МПа}$$

Таким образом:

Взам. инв. №	
Взам. инв. №	
Инв. № подл.	

										Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата					2

$$\sigma_{прNS} = 0,79 \leq 0,5MRS \cdot \gamma_n = 4,75$$

следовательно второе условие прочности выполняется.

$$\sigma_{прS} = \left| \frac{2\mu p}{\left[1 - \frac{2}{SDR}\right]^{-2} - 1} - \alpha E(t_e)\Delta t \right| + \sigma_{oy} + \frac{E(t_e)d_e}{2\rho} + \sigma_c \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{прS} = \left| \frac{2 \cdot 0,43 \cdot 0,3}{\left[1 - \frac{2}{11}\right]^{-2} - 1} - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 350 \cdot 17 \right| + 0,35 + \frac{350 \cdot 0,16}{2 \cdot 4} + 0 = 8,14 \text{ МПа}$$

Таким образом:

$$\sigma_{прS} = 8,14 \leq 0,9MRS \cdot \gamma_n = 8,55$$

следовательно третье условие прочности выполняется.

Ввиду отсутствия сейсмических воздействий в районе проектирования, проверка прочности газопровода при совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружений и сейсмических воздействий не проводится, всем остальным условиям прочности проектируемый газопровод соответствует.

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Взам. инв. №							Лист
									3
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				