

РАСЧЁТ БАЛЛАСТИРОВКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДА

Расчетный участок газопровода

ПК1-ПК1-55,00

1. Характеристика проектируемого полиэтиленового газопровода.

Наружный диаметр газопровода	D_e	мм	160
Стандартный размерный коэффициент	SDR	-	11
Толщина стенки газопровода	s	мм	14,6
Марка полиэтилена	ПЭ	-	100
Вес погонного метра трубы	q_q	Н/м	62,8
Коэффициент Пуассона	μ	-	0,43
Коэффициент температурного расширения полиэтилена	α	-	0,00022
Максимальное рабочее давление в газопроводе	P	МПа	0,3
Радиус упругого изгиба оси трубопровода по продольному профилю	ρ	м	12
Угол поворота оси трубопровода по продольному профилю	$\beta_{гр}$	°	105,0
Свободный изгиб газопровода в вертикальной плоскости	Выпуклая кривая		
Минимальная температура стенок труб газопровода при эксплуатации	$t_{экс}$	°C	5
Температура замыкания расчетной схемы газопровода	$t_{зам}$	°C	16
Плотность грунтовых вод с учётом растворённых в ней солей	ρ_w	кг/м ³	1040
Тип местности размещения участка газопровода	Обводненный и пойменный участок за границами производства подводнотехнических работ, участки трассы		
Тип пригрузов	Мешок из НСМ тип МБ-2		
Масса одного пригруза	$M_{пр}$	кг	320
Плотность материала пригруза (ПЦС, песок)	ρ	кг/м ³	1650

2. Значения коэффициентов надёжности.

Коэффициент надёжности устойчивого положения газопровода	γ_a	1,10
Коэффициент надёжности по материалу пригруза	γ_b	0,85

3. Модуль ползучести полиэтилена $E_{(te)}$ при сроке эксплуатации 50 лет (к формулам 4.6 и 4.7).

Взам.инв. №	Кольцевые напряжения в стенке трубы, МПа	Температура стенки трубы при эксплуатации, °C					
		-15	-10	0	+10	+20	+30
Инва.№ подл	1,5	460	440	400	290	180	130
	2,5	390	370	340	240	150	110
	3,0	360	340	310	220	130	95
	4,0	320	300	270	190	110	80
Подпись и дата							

4. Расчёт.

4.1. Перевод единиц измерения диаметра газопровода из миллиметров в метры:

$$d_e = D_e \cdot 10^{-3} = 160 \cdot 10^{-3} = 0,160 \text{ м}$$

4.2. Перевод угла поворота газопровода из градусов в радианы:

$$\beta = \beta_{2p} \cdot \pi / 180 = 105,0 \cdot 3,14 / 180 = 1,833 \text{ рад}$$

4.3. Минимальная длительная прочность труб:

$$MRS = PЭ / 10 = 100 / 10 = 10,0 \text{ МПа}$$

4.4. Кольцевые напряжения в стенке трубы от внутреннего давления в газопроводе:

$$\sigma_t = P \cdot (SDR - 1) / 2 = 0,300 \cdot (11 - 1) / 2 = 1,50 \text{ МПа, принимается } - 1,5 \text{ МПа}$$

4.5. Расчётный перепад температур:

$$\Delta t = t_{экс} - t_{зам} = 5,0 - 16,0 = -11,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

4.6. Среднее значение модуля ползучести при наличии минусовых температур эксплуатации:

$$E_{(te)} = (E_{(te)1} \cdot |t_{экс}| + E_{(te)2} \cdot |t_{зам}|) / |\Delta t| = (345 \cdot 5,0 + 224 \cdot 16,0) / 11 = \dots \text{ МПа}$$

* - формула не задействована, так как минусовые условия эксплуатации газопровода не проектом предусматриваются

4.7. Среднее значение модуля ползучести при наличии положительных температур эксплуатации:

$$E_{(te)} = (E_{(te)1} + E_{(te)2}) / 2 = (345 + 224) / 2 = 285 \text{ МПа}$$

4.8. Параметр, характеризующий жёсткость трубопровода (для выпуклой кривой):

$$q_{изг} = 1 \cdot \pi \cdot E_{(te)} \cdot d_e^4 / (SDR \cdot 9 \cdot \beta^2 \cdot \rho^3) \cdot 10^6 = 1 \cdot 3,14 \cdot 285 \cdot 0,160^4 / (11 \cdot 9 \cdot 1,833^2 \cdot 12^3) \cdot 10^6 = 1,1 \text{ Н/м}$$

4.9. Определение веса одного пригруза:

$$Q_{пр} = M_{пр} \cdot 9,81 = 320 \cdot 9,81 = 3139 \text{ Н/м}$$

4.10. Нормативная равномерно распределённая нагрузка от выталкивающей силы грунтовых вод:

$$q_w = \rho_w \cdot 10^{-2} \cdot \pi \cdot d_e^2 / 4 = 1040 \cdot 10^{-2} \cdot 3,14 \cdot 0,160^2 / 4 = 209 \text{ Н/м}$$

4.11. Расстояния между пригрузами:

условие 1 (формула 11 п.5.68 СП 42-103-2003)

$$l_{пр} \leq \frac{Q_{пр} \cdot \gamma_b (\rho_b - \gamma_a \rho_w)}{\rho_b [\gamma_a (q_w + q_{изг}) - q_q]} = 3139 \cdot 0,85 \cdot (1650 - 1,10 \cdot 1040) / (1650 \cdot (1,10 \cdot (209,0 + 1,1) - 62,8)) = 4,86 \text{ м}$$

условие 2 (формула 12 п.5.68 СП 42-103-2003)

$$l_{пр} \leq d_e \left[\frac{3\pi \cdot d_e}{SDR \cdot (q_w + q_{изг} - q_q)} \cdot (0,9MRS - \frac{2\mu\rho}{(1 - \frac{2}{SDR})^{-2}} - \alpha E(t_e) \Delta t) \right]^{0,5} =$$

$$= 0,160 \cdot \left(\frac{3 \cdot 3,14 \cdot 0,160}{11 \cdot (209 + 1,1 - 62,8)} \cdot (0,9 \cdot 10,0 - (2 \cdot 0,43 \cdot 0,300 / ((1 - 2 / 11)^{-2} - 1)) - 0,00022 \cdot 284,5 \cdot -11,0 - 284,5 \cdot 0,160 / (2 \cdot 11,7)^{0,5} \cdot 10^3 \right)^{0,5} = 12,56 \text{ м}$$

Согласно условию п.5.68 СП 42-103-2003 расстояние между пригрузами ($L_{пр}$) принимается **4,86 м**

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

Расчет составлен по методике, изложенной в разделе 5 СП 42-103-2003 "Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных трубопроводов".