

О ПРАКТИЧЕСКИХ МЕРАХ ПО БОРЬБЕ С ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ НА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

Екатерина Перевозникова

ведущий специалист Отдела фитингов и комплектации Группы ПОЛИПЛАСТИК

В полиэтиленовых трубопроводах водоснабжения при колебаниях температуры воды может происходить значительная (по сравнению с трубопроводами из других материалов) линейная деформация. Например, при изменении температуры транспортируемой среды на 20 градусов удлинение в незакрепленном полиэтиленовом трубопроводе может составлять до

4 м на 1 км трубы. Но температурная деформация – неотъемлемое физическое свойство полиэтилена, и для её «укрощения» на практике существует целый ряд технических мер.

Прежде всего, на этапе проектирования следует учитывать не только коэффициент линейного термического расширения полиэтилена, который, действи-





тельно, существенно больше, чем, например, у стали, но и модуль его упругости (модуль Юнга), определяющий величину возникающих в трубе напряжений. У полиэтилена кратковременный модуль Юнга равен 900 МПа, что более чем в 200 раз меньше, чем у стали ($2 \cdot 10^5$ МПа). Таким образом, напряжения, возника-

ющие в полиэтиленовой трубе при ограничении термической деформации, относительно невелики, и основная задача сводится к предотвращению смещения концов трубопровода при изменении температуры.

Это достигается путем выбора рациональной схемы прокладки и правильным размещением неподвижных опор, делящих трубопровод на участки, температурное расширение которых происходит независимо один от другого и воспринимается компенсирующими элементами трубопровода.

Неподвижная опора – специальная деталь из полиэтилена – рассчитывается таким образом, чтобы выдержать нагрузку, возникающую в случае механической фиксации полиэтиленовой трубы определённого типоразмера при изменении температуры транспортируемой среды на 20 градусов.

Типичные места размещения неподвижных опор:

- перед входами в камеры (колодцы) и после выхода из них;
- перед отводами и тройниками, а также после них – для минимизации дополнительных нагрузок (изгибающих, осевых), возникающих под действием внутреннего давления в местах поворотов и ответвлений трубопроводов.

Неподвижные опоры должны быть закреплены в армированном бетоне, причем фиксирующие их бетонные конструкции должны устанавливаться на твердый и тщательно уплотненный грунт, не создавать дополнительную нагрузку на трубопровод, а главное – обеспечивать сопротивление соответствующему расчетному усилию.

В качестве неподвижных опор на ПЭ трубопроводах диаметром до 500 мм, как правило, используют стандартную муфту с закладным нагревательным элементом, которая после установки размещается в фиксирующей бетонной конструкции.

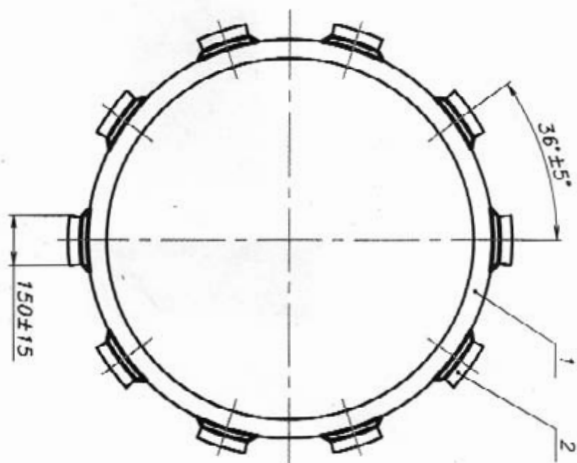
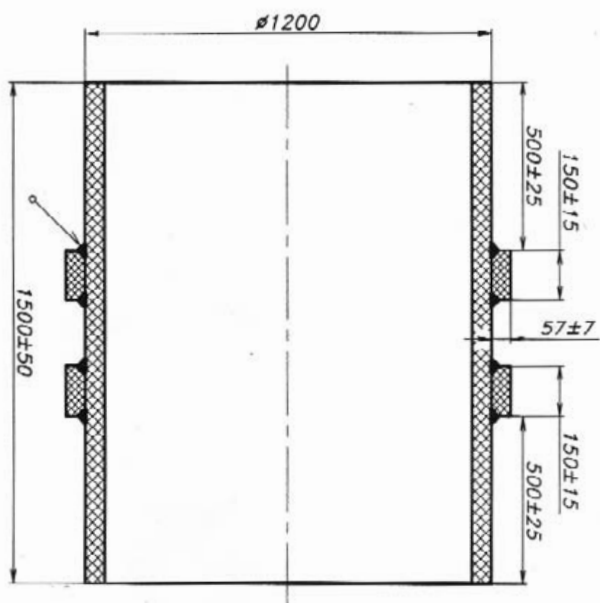
Для заказчиков, озабоченных решением проблемы компенсации линейной деформации на трубопроводах диаметром 630-1200 мм, Группа ПОЛИПЛАСТИК изготавливает неподвижные опоры под заказ по согласованным с заказчиком эскизам.

Такая неподвижная опора представляет собой отрезок полиэтиленовой трубы с выступами, наваренными на него методом экструзионной сварки. Количество навариваемых выступов определяется исходя из расчетного усилия.

Напряжения, возникающие вследствие температурных изменений в трубопроводе, смонтированном и зафиксированном с помощью таких неподвижных опор, замоноличенных в бетонных конструкциях, не приводят к ухудшению рабочих параметров трубопровода.

Пример расчета усилия и конструкции неподвижной опоры для трубы ПЭ100 SDR21 - 1200x57,2 мм (PN 8)

Табличное значение коэффициента температурного расширения полиэтилена – $2 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{C}$.



При изменении температуры транспортируемой среды на 20° величина относительного удлинения составит:

$$e = 20^{\circ}\text{C} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ 1}/^{\circ}\text{C} = 4 \cdot 10^{-3}$$

Исходя из величины модуля упругости полиэтилена, равного

$$E = 9 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2,$$

легко подсчитать величину напряжения

$$y = E \cdot e = 9 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 36 \text{ кг/см}^2,$$

а рассчитав площадь сечения трубы

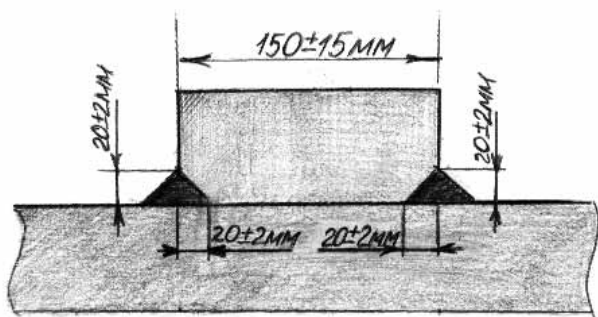
$$S = 3,14 \cdot (120/2)^2 - 3,14 \cdot (120/2 - 5,72)^2 = 2053 \text{ см}^2,$$

получить искомое усилие:

$$U = S \cdot y = 2053 \text{ см}^2 \cdot 36 \text{ кг/см}^2 = 73\ 908 \text{ кг}.$$

Следовательно, неподвижная опора должна быть рассчитана таким образом, чтобы выдержать нагрузку, составляющую в этом случае не менее 74 т.

В данном случае количество ПЭ выступов, навариваемых на отрезок трубы, рассчитывается следующим образом. Размер навариваемых выступов – 150x150 мм с допусками ±15 мм. С них снимается фаска 20 мм с каждой стороны с допусками 2 мм. Тогда катет приварки примерно 28 мм (с учетом допусков по фаске – никак не менее 25 мм).



Следовательно, площадь приварки каждого выступа в любом случае составит не менее

$$((150 - 2 \cdot 15) + (150 - 2 \cdot 15 - 2 \cdot 22)) / 2 \cdot 18 \cdot 4 = 7056 \text{ мм}^2 \approx 70 \text{ см}^2$$

Предел текучести полиэтилена равен 200 кг/см² для ПЭ 100, 180 кг/см² для ПЭ 80. Поэтому расчетная нагрузка, обеспечиваемая каждым наваренным выступом, составит, по крайней мере,

$$180 \times 70 = 12\ 600 \text{ кг}$$

Мы считаем, что реальная нагрузка на узел не должна превышать 40% от расчетной нагрузки.

$$12\ 600 \cdot 0,4 = 5040 \text{ кг}$$

Таким образом, для обеспечения искомого усилия в 74 тонны необходимо наварить

$$74\ 000 / 5040 = 14,7 \text{ выступов}.$$

Следовательно, в этом случае целесообразно (достаточно, с запасом прочности более 2,5) конструктивно реализовать два «гребешка» по 8-10 выступов вышеуказанного размера в каждом.

В таблице 1 приведены рассчитанные для ПЭ труб диаметром от 630 мм значения усилий и минимально необходимое количество выступов неподвижной опоры.

Таблица 1

Диаметр, мм	SDR	Усилие, кг	Кол-во выступов, не менее
630	26	16 524	4
630	21	20 376	5
630	17	25 056	6
630	13,6	30 564	7
630	11	37 044	8
710	26	21 024	5
710	21	25 920	6
710	17	31 788	7
710	13,6	38 844	8
710	11	47 088	10
800	26	26 640	6
800	21	32 832	7
800	17	40 356	9
800	13,6	49 284	10
800	11	59 724	12
900	26	33 660	7
900	21	41 580	9
900	17	51 048	11
900	13,6	62 316	13
1000	26	41 544	9
1000	21	51 372	11
1000	17	63 072	13
1000	13,6	77 004	16
1200	26	59 904	12
1200	21	73 908	15
1200	17	90 756	19

Группа ПОЛИПЛАСТИК готова предложить не только качественные и сертифицированные материалы для полиэтиленовых напорных трубопроводов больших диаметров, но и техническую поддержку проектных и подрядных организаций в части консультаций и грамотной комплектации трубопроводных систем.