ООО «УК Группа «ПОЛИПЛАСТИК»

Альбом технических решений по монтажу неподвижных опор систем водоснабжения из полимерных труб

TP 007 - 2016

Москва 2016г

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Ι	Тодп. и дата			Справ. №	Перв. примен.
		1						,	1 1
1 Oc 2 Te 3 Пр 4 Мс 5 Вл 6 Те Прилог	вление новные положения оретическая часть поектирование непоритаж неподвижны ияние грунта на тего мпературное удлиновние 1. Ориентировений	одвижных опор их опорпловое удлине ение ремонтни овочные разме	р ение трубопро ых участков еры опор в ме	овода	12	4 5 9 2 6			
			\Box						
									1
				\dashv					
				Зам.					
			Изм. Разр	_	№ докум.	Подп.	Дата		Лит. Лист Листов
			Пров						$0 \mid 0 \mid 0 \mid 2 \mid 20$
			Нач.					Альбом технических решений по	- - - 2
			Н. ко					монтажу неподвижных опор	
			y_{TB} .						

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1 Основные положения

- 1.1 Рекомендации предназначены для инженерного и технического персонала организаций, выполняющих строительство полиэтиленовых трубопроводов из напорных труб по ГОСТ 18599-2001, многослойный напорных труб по ТУ 2248-019-73011750-2012, ПРОТЕКТ по СТО 73011750-004-2009. Рекомендации определяют схемы и порядок выполнения работ по компенсации температурного удлинения трубопроводов.
- 1.2 Рекомендации распространяются как на случаи закрытой прокладки, так и на случаи открытой прокладки трубопроводов и релайнинга.
- 1.3 Компенсация температурного удлинения осуществляется с помощью монтажа неподвижных опор.
- 1.4 В рекомендациях дано теоретическое обоснование необходимости и возможности установки неподвижных опор, методики расчета параметров опор, возможные схемы установки и методики монтажа.
- 1.5 Срок службы применяемых материалов и изделий должен быть не менее срока службы трубопровода.
- 1.6 При проведении строительных работ необходимо руководствоваться следующей нормативно-технической документацией:
- СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;
- СНиП 3.05.04- 85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации;

- СНиП 12-01-2004 Организация строительства;
- СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- -СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;
- ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;
- ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия;
- ГОСТ 24157-80 Трубы из пластмасс. Метод определения стойкости при постоянном внутреннем давлении;
- СНиП 3.01.04-87 Приёмка в эксплуатацию законченных строительством объектов;
- МГСН 80-01-00 Приёмка и ввод в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения;
- ГОСТ 12.1.004 –91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;
- Сан.ПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы;
- СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов;
- СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб;

4	Bce				H
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2 Теоретическая часть

- 2.1 Обоснование применения неподвижных опор
- 2.1.1 Температурные колебания возможны в системах холодного водоснабжения вследствие изменения температуры окружающей среды или температуры транспортируемой жидкости или комбинации этих факторов.
- 2.1.2 Для расчета величины линейного расширения ΔL обычно используют формулу:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L \tag{1}$$

где: α — коэффициент линейного термического расширения, $1/^{\circ}C$ (для полиэтилена α = $2\cdot10$ -4), L — линейный размер тела (в нашем случае — длина трубы), ΔT — изменение температуры. Десятиметровый отрезок полиэтиленовой трубы при повышении температуры на $20^{\circ}C$ удлинится на ΔL = $\alpha\cdot\Delta T\cdot L$ = $2\cdot0,0001\cdot20\cdot10000$ = 40 мм.

2.1.3 При изменении температуры на зафиксированные концы трубы действует сила реакции опор N, которая препятствует ее удлинению. В стенке трубы возникают напряжения сжатия, величина которых определяется уравнением:

$$\sigma = -\alpha \cdot \Delta T \cdot E \tag{2}$$

где E — модуль упругости материала полиэтиленовой трубы, равный при $20^{\circ}C$ $800\cdot106$ H/м2.

Для полиэтиленового трубопровода из ПЭ 80 всех диаметров при изменении температуры транспортируемой жидкости на 20° С σ составляет $3.2\cdot106$ H/м2.

Усилие, с которым труба действует на опоры, определяется уравнением:

$$N = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot F \tag{3}$$

где F — площадь стенки трубы в ее поперечном сечении. Для трубы ПЭ 80 SDR 17 диаметром 160 мм (F=0,00449 м2) величина N составит 1,4·104 H, а напряжение в стенке трубы — 3,2·106 H/м2, что в 6 раз меньше предела текучести полиэтилена (для ПЭ 80 σ T = 2·107 H/м²). Это значит, что даже при более высоких значениях Δ T полиэтиленовая труба не разрушится и сохранит свою несущую способность.

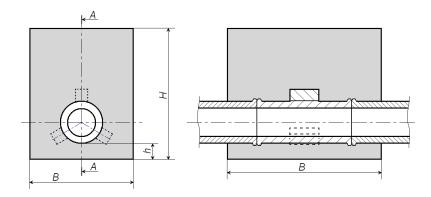
- 2.1.4 Другой особенностью полиэтилена является его склонность к релаксации: при фиксированной деформации внутренние напряжения в течение часа уменьшаются вдвое. Это явление принято называть «самокомпенсацией». Данное свойство объясняется тем, что полимерные материалы не имеют регулярной кристаллический решетки, и их молекулы могут перемещаться друг относительно друга, принимая энергетически выгодную позицию, что приводит к снятию напряжений.
- 2.1.5 Небольшая величина возникающих внутренних напряжений (см. п. 2.1.3) и способность к самокомпенсации (см. п. 2.1.4) позволяют применять неподвижные опоры, которые фиксируют участки трубопровода и не позволяют трубе перемещаться. При этом эксплуатационные свойства трубопровода не ухудшаются, т.к. возникающие напряжения малы и быстро исчезают.

4	Bce			
[зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

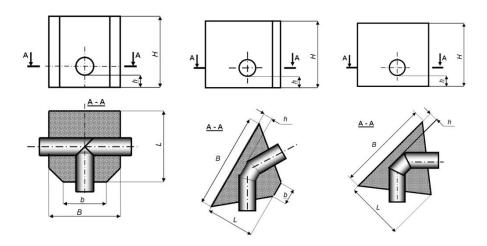
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3 Проектирование неподвижных опор

- 3.1 Места установки неподвижных опор
- 3.1.1 Неподвижные опоры устанавливаются перед входами в камеры (колодцы) и после выхода из них для защиты арматуры от возможных подвижек трубы.
- 3.1.2 В местах отводов и тройников для минимизации дополнительных нагрузок (изгибающих, осевых), возникающих под действием внутреннего давления и температурного удлинения в местах поворотов и ответвлений трубопроводов. Для сварных отводов установка неподвижных опор обязательна.
- 3.1.3 Неподвижные опоры должны устанавливаться на твердый и тщательно уплотненный грунт и не создавать дополнительную нагрузку на трубопровод.
- 3.2 Конструкция неподвижных опор
- 3.2.1 Неподвижная опора представляет собой армированную бетонную плиту, оформленную вокруг трубопровода и препятствующую температурным подвижкам трубы. Габариты плиты рассчитываются на этапе проектирования. Методика расчета приведена в п. 3.6. При стесненных условиях строительства возможно изменение формы или габаритов неподвижной опоры при соответствующем обосновании.
- 3.2.2 На прямолинейных участках рекомендуется применять неподвижные опоры прямоугольной формы. Для фиксации трубы относительно плиты применяются приварные полиэтиленовые выступы (бобышки). Методика расчета количества бобышек приведена в п. 3.4. Методика монтажа бобышек приведена в п. 4.1.



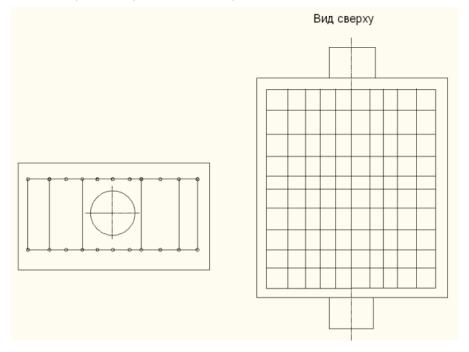
3.2.3 В местах поворотов и ответвлений на трубопроводе рекомендуется выполнять неподвижные армированные опоры как показано ниже. Приварка бобышек в этих случаях не требуется. Ориентировочные размеры опор приведены в Приложении 1



					Лист
4	Bce				<u> </u>
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 3.3 Армирование неподвижных опор
- 3.3.1 Специальных требований по армированию неподвижных опор не предусмотрено. При строительстве следует руководствоваться опытом монтажа железобетонных конструкций и наличным материальным обеспечением.
- 3.3.2 В целом, неподвижные опоры на магистральных трубопроводах требует более тщательного усиления бетона, чем неподвижные опоры внутриплощадочных сетей.
- 3.3.3 Ниже приведена схема с примером армирования (арматура AI сетка (100х100), бетон В 22,5).



- 3.4 Методика расчета количества бобышек
- 3.4.1 Расчет проводится по предельным напряжениям, возникающих в зоне приварки бобышек к трубе. Бобышки при возникновении усилий теплового расширения работают на срез.
- 3.4.2 Ниже показана методика расчета на примере конкретного трубопровода.

Нагрузки, возникающие на соединениях трубы диаметра 1200 мм SDR 17 и запорной арматуры можно вычислить по расчету, приведенному в СП 40-102-2001.

Усилие с которым труба будет действовать на опору при перепаде температуры в 40°C, равно:

 $N = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot F$, где α — коэффициент линейного термического расширения, $1/^{\circ}C$ (для полиэтилена $\alpha = 2\cdot 10$ -4), E — модуль упругости материала полиэтиленовой трубы, принимаем равный $950\cdot 106$ H/м2, ΔT -изменение температуры , F-площадь поперечного сечения трубы. Усилие теплового расширения (или сжатия) возникает в продольном направлении.

$$N = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot F = 0,0002*40*950000000*0,251 = 190251,4 \text{ kg}$$

Рассчитаем, какое усилие сможет выдержать одна бобышка (сегмент трубы) размером 330мм*70мм, приваренная к трубе электросварной пластиной. Высота сегмента принята 70,6 мм из соображений, что сегмент вырезается из трубы диаметра 1200 мм ПЭ100 SDR 17. Предел текучести полиэтилена примем 220 кг/кв.см.

N 1= σ *K*S, σ -предел текучести полиэтилена, S-площадь контакта бобышка-труба, K-коэффициент равнопрочности сварного шва (равен 1).

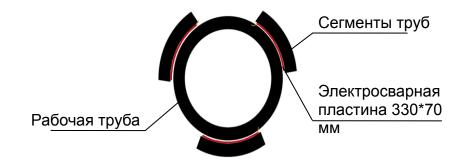
					Л
4	Bce				H
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	l

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

 $N 1 = \sigma *K*S = 220*1*(330*70/100) = 50820 \text{ Kg}.$

Таким образом, для того, чтобы выдержать всю нагрузку в 190251,4 кг нам будет достаточно 4 выступов (N/N1= 190251,4/50820=3,74), следовательно, 4 электросварных пластины. Принимаем требуемое количество бобышек n=5 из соображений надежности.

Бобышки привариваются с помощью электросварных пластин равномерно по окружности рабочей полиэтиленовой трубы для распределения усилий.



3.4.3 Рекомендуемое количество бобышек для труб ПЭ 100 SDR 17 приведено ниже. Данные рекомендации ориентировочные и должны подтверждаться расчетом для каждого конкретного проекта

DM	Количество бобышек,
DN, MM	шт.
160	1
180	1
200	1
225	1
250	1
280	1
315	2
355	2
400	2
450	2
500	2
560	2
630	2
710	2
800	2
900	3
1000	3
1200	5
1400	6
1600	8

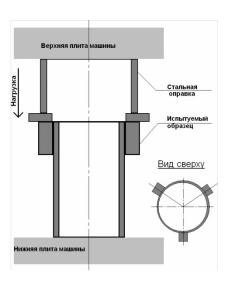
- 3.5 Методики испытаний бобышек на срез
- 3.5.1 Основным элементом неподвижной опоры, несущим нагрузку является сварной шов, крепящий бобышку к телу трубы. Для оценки его прочности были проведены испытания с целью определения напряжения сдвига. Образец представляет собой

					Лист
4	Bce				_
1зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	7

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

трубу Ø110 с приваренными тремя бобышками, диаметрально расположенными по окружности, с размерами (Ш х Д х В) 25x40x18, катеты сварного шва 10x15, сварной шов лежал с двух сторон от бобышки.

- 3.5.2 Образцы испытывались «на срез» с помощью стальной оправки, по схеме, показанной на рисунке.
- 3.5.3 Испытания проводились в сертифицированной лаборатории, результаты испытаний позволяют говорить о релевантности приведенных выше методик расчета.



- 3.6 Методика расчета габаритов неподвижной опоры
- 3.6.1 Размеры щита неподвижной опоры определяются методом подбора размера С из уравнения:

 $N < R \cdot S + f \cdot u \cdot B$

где N, κH – продольная сила, действующая на неподвижную опору;

Размеры А и Б, м принимаются по типоразмеру трубопровода;

 $R = 100 \ \kappa\Pi a$ — расчетное сопротивление насыпного грунта, прилож.3 табл.5 СНиП 2.02.01-83;

 $S = A \cdot C$, м2 – площадь упорной поверхности щита;

f, к Πa — расчетное сопротивление боковой (верхней и нижней) поверхности бетонного шита табл.2 СНи Π 2.02.03-85.

Длина периметра фундамента и, м опоры определяется по уравнению: $u = 2 \cdot (A+C)$. Размеры принимают в зависимости от числа труб, проходящих через опору. Размер Б железобетонного щита зависит от диаметра и количества прутков силовой арматуры, а также от прочностных характеристик применяемой марки бетона. Рекомендуется подбирать размеры неподвижной опоры исходя из конструктивных соображений, после чего проводить поверочный расчет как показано ниже.

3.6.2 Пример расчета габаритов неподвижной опоры.

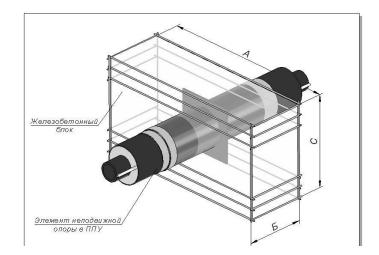
 $F=12\ \kappa\Pi a$ — расчетное сопротивление на боковой поверхности для пылевато-глинистых грунтов, табл.2

СНиП 2.02.03-85

 $R=100~{\rm k\Pi a}$ - расчетное сопротивление насыпного грунта, приложение 3 табл. 5 СНиП 2.02.01-83

Зсе	;			
Лис	т № докум.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Задаемся размерами опоры, исходя из конструктивных соображений:

 $\mathsf{F} = \mathsf{h} = \mathsf{1,2} \; \mathsf{m} - \mathsf{длина} \; \mathsf{щита}, \; \mathsf{A} = \mathsf{C} = \mathsf{1,6} \; \mathsf{m} - \mathsf{ширина} \; \mathsf{u} \; \mathsf{высота} \; \mathsf{щита}$

тогда площадь щита составит:

$$S = A \times C - \pi \times r2 = 1,6 \times 1,6 - 3,14 \times 0,252 = 2,36 \text{ m}2$$

и периметр щита

$$u = 2 \times (A+C) = 2 \times (1,6+1,6) = 6,4 \text{ M}$$

Проверочный расчет: предельная нагрузка на щит НО (по сопротивлению грунта) составляет:

Nπp = R × S + f×u×E= 100 × 2,36 +12 × 6,4 × 1,2 = (236+92,16)κH = 328160H = 32,8 τc .

Грунт выдерживает все возможные расчетные нагрузки в т.ч. максимальную нагрузку равную 29,8 тс.

4 Монтаж неподвижных опор

- 4.1 Приварка бобышек с помощью электросварных пластин
- 4.1.1 Монтаж бобышек производится на объекте строительства аттестованным и имеющим опыт работы со сварочным аппаратом сварщиком.
- 4.1.2 Оборудование необходимое для монтажа неподвижных опор:
- сварочный аппарат для сварки с закладными электронагревателями;
- стяжное устройство;
- сабельная пила, электролобзик;
- специальные салфетки для обезжиривания;
- ручной скребок;
- пластины электросварные.



4.1.3 Подготовить рабочее пространство и доставить к месту монтажа неподвижных опор все необходимое оборудование.

4	Bce			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист

Формат А4

0000

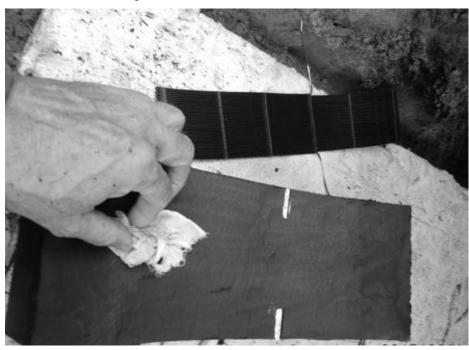
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 4.1.4 Подготовить с помощью сабельной пилы необходимое для обустройства 1 неподвижной опоры количество бобышек соответствующих размеров (габариты электросварной пластины плюс запас 40-50мм с каждой стороны).
- 4.1.5 Все этапы работы выполнять по очереди для каждого будущего выступа неподвижной опоры для обеспечения наилучшей сварки отдельно взятой электросварной пластины.
- 4.1.6 Разметить по проекту место и количество приварок трубных накладок.
- 4.1.7 С помощью ручного скребка снять оксидный слой в местах будущей приварки электросварной пластины.



4.1.8 Обезжирить очищенную поверхность с помощью специальных салфеток.

4.1.9 С помощью ручного скребка зачистить и обезжирить специальными салфетками бобышки.



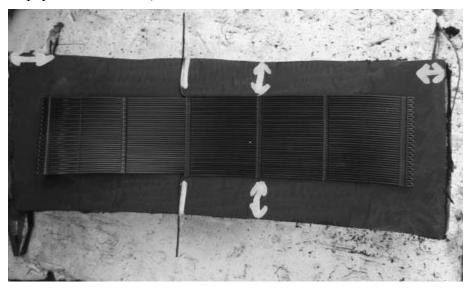
4	Bce			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист

Формат А4

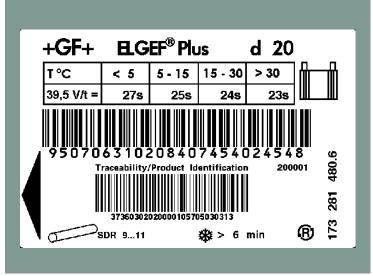
0000

4.1.10 Отцентрировать электросварную пластину на накладке. Допускается крепление отводных усиков степлером (без излома и деформации сечения).



- 4.1.11 Разместить готовую к сварке накладку с электросварной пластиной на трубе.
- 4.1.12 Закрепить накладку на трубе стяжной цепью или ремнём. Добиться плотного прилегания накладки к трубе. Не допускаются зазоры величиной более 1мм.
- 4.1.13 Закрепить адаптер сварочного провода на контакты электросварной пластины.
- 4.1.14 Считать штрих код сварочных параметров для электросварной пластины и

запустить сварку.



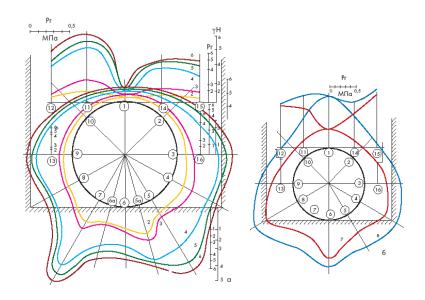
- 4.1.15 Дождаться полного охлаждения, указанного на карточке сварочных параметров.
- 4.1.16 Выполнить пункты 4.1.7-4.1.15 для следующей бобышки и электросварной пластины.
- 4.1.17 Монтаж неподвижной опоры
- 4.1.18 После приварки требуемого количества бобышек необходимо смонтировать вокруг трубы армирующую сетку согласно проекту с помощью сварочного электродугового аппарата. При проведении сварочных работ труба должна быть защищена от воздействия высоких температур и искр щитами, изготовленными из подручных негорючих материалов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- 4.1.19 После монтажа армирующей сетки строится опалубка для заливки бетона. Габариты опалубки должны соответствовать габаритам неподвижной опоры по проекту.
- 4.1.20 При заливке бетона необходим постоянный контроль деформации трубы под действием внешнего гидростатического давления. При монтаже опор на трубопроводах DN 900 и более рекомендуется послойная заливка.

5 Влияние грунта на тепловое удлинение трубопровода

5.1 При подземной прокладке трубопровода его смещению препятствует сила трения между трубой и грунтом. После засыпки трубы продолжаются деформации как самой трубы, так и грунта до того момента, пока давления грунта на её оболочку в вертикальном и горизонтальном направлениях практически не уравновесятся.



На рисунке показаны эпюры изменения давления грунта на оболочку труб из ПЭ 80 диаметром 1000 мм неуплотненного (а) и уплотненного (б) песчаного грунта при глубине заложения: 2-0.7 м; 3-1.2 м; 4-2.5 м; 5-3.3 м; 6-4.5 м; 7- сразу после засыпки; 8- через 8000 ч (цифрами в кружках обозначены места измерения давления)

5.2 При правильном выборе материала для засыпки и соблюдении технологии засыпки нужно учитывать влияние грунта при расчетах трубопроводов.

Однако следует учитывать и гранулометрический состав материала, уровень грунтовых вод, условия монтажа для гарантированного постоянства физических характеристик грунта во время эксплуатации трубопровода. Особенно опасно вымывание грунта, что приводит к образованию полостей и снижению фиксирующей способности грунта.

					Пис
	Bce				Лис
М.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	12

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

В СП 40-102-2000 п. 6.7.1 даны рекомендации для расчета уменьшения удлинения полимерных труб при тепловом расширении в результате защемления трубопровода грунтом:

$$\Delta l_{y_{M}} = L^{2} \frac{K_{y} f_{T} \gamma H}{E_{conc} s} \qquad (1)$$

где $f_{\scriptscriptstyle T}$ – коэффициент трения материала о грунт, определяемый опытным путем; при отсутствии данных может быть ориентировочно принят равным 0,4;

 γ – объемный вес грунта, H/m^3 ;

H – глубина заложения трубопровода, м;

L – длина трубопровода, м;

 $E_{\rm cwc}$ – модуль упругости материала в направлении деформации, Па;

s – толщина стенки трубопровода, м;

 K_y — коэффициент уплотнения грунта, принимается равным 1 при степени уплотнения 0,95 по Проктору и 0,5 — при неконтролируемой степени уплотнения при засыпке траншеи.

5.3 Для оценки величины влияния грунта на тепловое расширение трубы проведем расчет без учета и с учетом влияния защемления грунтом трубы. Перепад температуры принимаем 20°С, что зачастую выше максимального значения перепада для трубопроводов холодного водоснабжения, водоотвода, канализации, дренажа.

Расчет усилий без учета влияния грунта:

Воспользуемся формулой

$$N = E \cdot \alpha \cdot \Delta t \cdot F,$$

Где E — модуль упругости полиэтилена, α — коэффициент температурного расширения полиэтилена, Δt — изменение температуры, F — площадь сечения трубы.

$$N = E * \alpha * \Delta t * F = 800*10^6 * 2*10^{-4} * 20*0.2 = 640000H$$

Расчет усилий с учетом влияния грунта:

 $L_k - L_H = \alpha * \Delta t * L_{H-3}$ акон линейного теплового расширения, который можно записать в следующем виде:

$$L_k - L_H = \alpha * \Delta t * L_H - \Delta l_{yM} \Rightarrow \frac{L_k - L_H}{L_H} = \alpha * \Delta t - \frac{\Delta l_{yM}}{L_H}$$

Тогда можно рассчитать усилия на концах трубы:

$$N = F * E_{c,x} * \frac{L_k - L_H}{L_H} = F * E_{c,x} * (\alpha * \Delta t - \frac{\Delta l_{y,M}}{L_H}) =$$

$$= F * E_{c,x} * \alpha * \Delta t - \left[L_H * \frac{K_y * f_T * \gamma * H * F}{s} \right]$$

$$f_T = 0.4;$$

$$\gamma = 18000 \text{ H/m}^3$$
;

$$H=1 \text{ m};$$

$$L = 10 \text{ m};$$

$$E_{core} = 800 \text{ МПа};$$

4 Все Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Іист

13

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

s = 0.057 m;

 $K_{v} = 1.$

$$\begin{split} N &= F * E_{cx} * \alpha * \Delta t - \left[L_H * \frac{K_y * f_T * \gamma * H * F}{s} \right] = \\ &= 0.2 * 800 * 10^6 * 2 * 10^{-4} * 20 - \frac{0.2 * 10 * 1 * 0.4 * 18 * 10^3 * 1}{0.057} = 640000 H - 252631 H = 0.057 \end{split}$$

Таким образом, при выбранных равных начальных условиях грунт препятствует расширению трубы и почти в два раза снижает нагрузки на концах по сравнению с поведением ненагруженной трубы.

Мы видим, что влияние грунта тем сильнее, чем больше коэффициент трения «ПЭ-грунт», удельный вес грунта, глубина заложения, длина отрезка трубы и коэффициент уплотнения пазух при засыпке.

5.4 Анализ усилий на концах плетей труб ПЭ 100 SDR 21 для всех значений диаметров при различных глубинах заложения и различных длинах закладываемых плетей при нормативном уплотнении.

Диаграмма №1 для плети трубопровода длиной 20 м

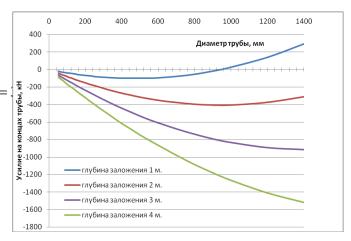
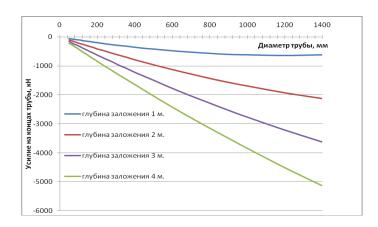


Диаграмма №2 для плети трубопровода длиной 50 м





1/

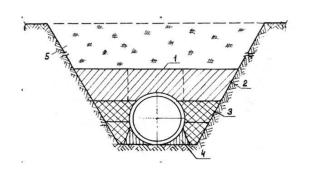
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Расчет производился по формуле (1). Отрицательные значения усилий показывают, на сколько силы защемления грунтом превосходят растягивающие силы теплового расширения. В этих случаях наблюдается появление зон неподвижности участков трубопроводов, т.е. линейного расширения не происходит, а возникающие напряжения, как было показано выше, релаксируют, при этом значения внутренних напряжений ниже предела текучести.

Из диаграмм видно, что для предотвращения продольных температурных расширений при проектировании целесообразно (при прочих равных условиях) закладывать длинные плети трубопроводов − обычно это позволяет отказаться от применения неподвижных опор, в частности, плеть трубопровода длиной 50м не требует опор для всех глубин заложения и диаметров труб (Диаграмма № 2). Окончательное решение о целесообразности установки опор следует применять по результатам расчетов.

5.5 Анализ усилий на концах плети трубы ПЭ 100 SDR 21 для всех значений диаметров при засыпке без уплотнения и с нормативным уплотнением грунта (глубина заложения 2 м, длина плети 20 м)

Правильное уплотнение грунта влияет на поведение трубы при тепловом расширении, а также на прочностные характеристики трубопровода.



На рисунке показаны зоны уплотнения: 1 — зона над трубопроводом, где уплотнение грунта запрещается; 2, 3 — толщина слоя грунта, уплотненного ручными механизмами; 4 — слой грунта, уплотненного ручным немеханизированным инструментом; 5 — слои грунта, уплотненные механическими трамбовками

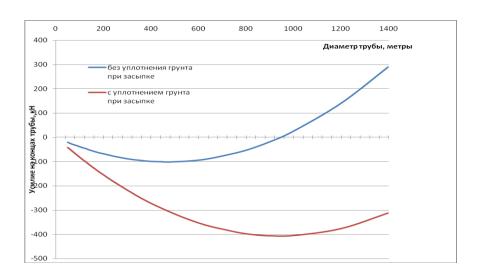


Диаграмма №3

Из диаграммы №3 видно, что правильное уплотнение грунта при засыпке позволяет значительно снизить усилия теплового линейного расширения, увеличив в 2 раза (при прочих равных условиях) номенклатуру диаметров труб, которые за счет защемления попадут в зону неподвижности. Уплотнение грунта (в том числе пазух трубы) также необходимо для правильного равномерного нагружения трубы внешними нагрузками, что гарантирует долговечность и надежность трубопровода.

4	Bce			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист 15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

5.6 Данные о поведении труб при расширении получены для ПЭ труб с гладкой стенкой. При использовании профилированных труб (например, КОРСИС, ПЕРФОКОР) труба при расширении преодолевает не только силу трения, но и сопротивление грунта в пазухах профили (грунт работает на смятие и на срез). Поэтому профилированные трубопроводы в меньшей степени, чем гладкие, испытывают напряжения на концах отрезков при линейном тепловом расширении и после расчетов по методу (1) обычно не требуют специальных мероприятий для борьбы с расширением, в т.ч. не требуют условия подвижности конца трубы при вводе в колодец.

5.7 Таким образом:

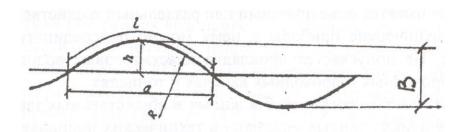
- Грунт, уплотненный согласно требованиям нормативных документов, надежно препятствует тепловому расширению трубы и обычно позволяет отказаться от применения неподвижных опор.
- Возникающие в стенках полиэтиленовых трубопроводов напряжения малы по сравнению с пределом текучести и компенсируются за счет процессов релаксации полиэтилена на молекулярном уровне.
- Приведенными расчетами, в соответствии с СП 40-102-2000 п. 6.7.1, нужно пользоваться при проектировании упоров, что упростит их конструкцию и, как следствие, уменьшит себестоимость строительства трубопроводов.
- Профилированные трубы, в том числе КОРСИС, КОРСИС ПЛЮС, КОРСИС ПРО, ПЕРФОКОР, ЭЛЕКТРОКОР, не требуют специальных мероприятий для компенсации линейного теплового расширения.

6 Температурное удлинение ремонтных участков

При ремонте стального трубопровода отрезками ремонтного труб изгиб полиэтиленовых возможен полиэтиленового участка вследствие температурных деформаций (поведение трубы в таком случае описано в СН 550 - 82). Ремонтным участком считаем отрезок трубы длиной не более 200 диаметров трубопровода. Величина изгиба ремонтного участка не должна превышать минимально допустимый радиус изгиба полиэтиленовой трубы. Минимальные радиусы изгиба:

Стандартное размерное отношение	Минимальные радиусы изгиба труб R при температуре, °C			
отпошение	0	10	20	
SDR41, SDR33	125d	85d	50d	
SDR26, SDR 21	75d	50d	30d	
SDR 17,6, SDR17, SDR13,6, SDR13	50d	35d	20d	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



6.2 Для минимизации изгиба ремонтного участка рекомендуется установка на участке сильфонного компенсатора (или его аналога для полиэтиленовых труб, выпускаемого зарубежными производителями фитингов).

6.3 Для минимизации изгиба ремонтного участки допускается забутовка (заливка цементным раствором) трубы в траншее от дна траншеи до половины диаметра трубы или засыпка ремонтного участка грунтом/песком с уплонением пазух до верха траншеи сразу после монтажа ремонтного участка. Данные мероприятия будут препятствовать изгибу, а возникающие напряжения перераспределятся в теле трубы в процессе эксплуатации трубопровода.

					Г
4	Bce				l
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Лист

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Приложение 1. Ориентировочные размеры опор в местах поворотов и ответвлений

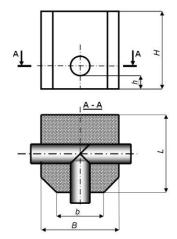
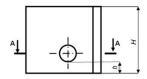


Таблица 1 – Размеры опор для тройника

d, мм	<i>L,м</i>	В, м	<i>b</i> , м	Н, м
,			,	,
90–125	0,41	0,41	0,41	0,41
140–180	0,46	0,46	0,46	0,46
200–250	0,53	0,68	0,52	0,53
280-355	0,64	1,06	0,63	0,62
400-500	0,90	1,38	0,90	1,20
560	1,12	1,65	1,12	1,30
630	1,26	1,80	1,26	1,36
710	1,42	1,80	1,32	1,63
800	1,60	2,00	1,49	1,84
900	1,80	2,20	1,67	2,07
1000	2,00	2,50	1,86	2,30
1200	2,40	3,00	2,23	2,76



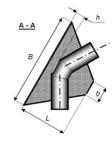


Таблица 2 – Размеры опоры для отвода 15°

			, 1	
d, мм	<i>L, м</i>	В, м	<i>b</i> , м	Н, м
90–125	0,45	0,38	0,15	0,41
140–180	0,51	0,43	0,17	0,46
200–250	0,66	0,55	0,22	0,53
280–355	0,99	0,83	0,33	0,62
400-500	1,17	0,98	0,39	0,75
560, 630	1,23	1,02	0,41	0,96
710	1,39	1,16	0,47	1,06
800	1,61	1,30	0,5	1,20
900	1,78	1,46	0,57	1,35
1000	2,06	1,63	0,6	1,50
1200	2,57	1,95	0,67	1,80

4	Bce			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛИСТ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблица 3 – Размеры опоры для отвода 30°

	'	mepsi onope		
d, мм	<i>L, м</i>	В, м	<i>b</i> , м	Н, м
90–125	0,46	0,47	0,23	0,41
140–180	0,52	0,52	0,25	0,46
200–250	0,60	0,64	0,33	0,53
280–355	0,74	0,87	0,49	0,62
400–500	1,03	1,11	0,58	0,75
560	1,27	1,27	0,61	0,86
630	1,40	1,40	0,62	0,96
710	1,56	1,60	0,70	1,06
800	1,76	1,80	0,75	1,20
900	1,98	2,00	0,85	1,35
1000	2,20	2,30	0,90	1,50
1200	2,60	2,70	1,00	1,80

Таблица 4 – Размеры опоры для отвода 45°

	1		1 71	, ,
d, мм	<i>L</i> , м	В, м	<i>b</i> , м	Н, м
90–125	0,49	0,57	0,20	0,41
140–180	0,55	0,66	0,24	0,46
200–250	0,63	0,83	0,35	0,53
280–355	0,79	1,11	0,50	0,62
400–500	1,09	1,42	0,59	0,75
560	1,34	1,65	0,63	0,91
630	1,49	1,77	0,63	1,09
710	1,68	1,99	0,71	1,21
800	1,99	2,28	0,77	1,36
900	2,21	2,55	0,87	1,53
1000	2,49	2,82	0,93	1,70
1200	3,07	3,38	1,05	2,04

Таблица 5 – Размеры опоры для отвода 60°

d, мм	<i>L</i> , м	В, м	<i>b,</i> м	Н, м
90–125	0,53	0,67	0,14	0,41
140–180	0,60	0,79	0,19	0,46
200–250	0,69	0,98	0,29	0,53
280-355	0,87	1,30	0,43	0,62
400-500	1,20	1,69	0,50	0,77
560	1,46	1,98	0,52	1,00
630	1,62	2,13	0,52	1,18
710	1,80	2,40	0,60	1,33
800	2,04	2,69	0,65	1,50
900	2,28	3,03	0,75	1,68
1000	2,52	3,37	0,85	1,87
1200	3,09	4,04	0,95	2,24

Таблица 6 – Размеры опоры для отводов 90° (b=0)

d, мм	<i>L,</i> м	В, м	Н, м
90-125	0,68	0,60	0,41
140-180	0,82	0,71	0,46
200-250	1,03	0,90	0,53
280-355	1,37	1,2	0,65
400-500	1,79	1,56	1,01
560	2,1	1,83	1,33
630	2,26	1,97	1,57
710	2,30	2,63	1,70
800	2,60	2,97	1,92
900	2,90	3,34	2,16
1000	3,20	3,71	2,40
1200	3,90	4,45	2,88

4	Bce			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19

Mun Manan	Подд. у тото	Dagge Ma	Mun No 5	Поля и поле	_	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	\dashv	
	Пля постава					
	Для заметок					
					_	
			4 B	ce	┞	
				ист № докум.	f	Подп. Да
			0000	,	_	