

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

- 1.1. Описание системы и область применения
- 1.2. Технические характеристики
 - 1.2.1. Напорная труба
 - 1.2.2. Теплоизоляция
 - 1.2.3. Оболочка
 - 1.2.4. Система электрообогрева

2. ПРОДУКЦИЯ

- 2.1. Трубы
 - 2.1.1. «Изопрофлекс®-Арктик»
 - 2.1.2. «Изопрофлекс®-Арктик»-Комфорт
 - 2.1.3. «Изопрофлекс®-Арктик»-У
- 2.2. Соединительные и фасонные детали и запорная арматура
 - 2.2.1. Соединительные детали
 - 2.2.2. Концевые соединения
 - 2.2.3. Фасонные детали
 - 2.2.4. Шаровые краны
- 2.3. Комплектующие
 - 2.3.1. Термоусадочный концевой предохранитель
 - 2.3.2. Комплект для изоляции соединения
 - 2.3.3. Комплект для изоляции тройника
 - 2.3.4. Теплоизоляционные материалы
 - 2.3.5. Уплотнительное кольцо для прохода стен



- 2.4. Система электрообогрева
 - 2.4.1. Нагревательные кабели
 - 2.4.2. Комплект для заделки нагревательного кабеля
 - 2.4.3. Клеммные коробки
 - 2.4.4. Контроллер Tstab
 - 2.4.5. Шкафы управления
 - 2.4.6. Предупреждающая наклейка

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

- 3.1. Нормативные документы
- 3.2. Гидравлические потери
- 3.3. Тепловой расчет
 - 3.3.1. Тепловые потери с поверхности трубопровода
 - 3.3.2. Критическая длина трубопровода
 - 3.3.3. Время промерзания трубопровода
- 3.4. Проектирование системы электрообогрева
 - 3.4.1. Общие положения
 - 3.4.2. Расчет линейной мощности и количества нагревательного кабеля
 - 3.4.3. Расчет номинальной и максимальной мощности системы
 - 3.4.4. Обогрев стыков
 - 3.4.5. Обогрев ответвлений

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

- 4.1. Транспортировка
- 4.2. Погрузочно-разгрузочные работы и размотка
- 4.3. Размотка при отрицательных температурах
- 4.4. Монтаж системы электрообогрева
- 4.5. Испытания трубопровода
- 4.6. Монтаж системы электрообогрева
 - 4.6.1. Общие положения
 - 4.6.2. Прокладка и крепление нагревательного кабеля
 - 4.6.3. Монтаж и подключение нагревательного кабеля
 - 4.6.4. Расположение датчиков температуры
 - 4.6.5. Вывод кабелей из-под теплоизоляции
 - 4.6.6. Заземление и защита электрических цепей
 - 4.6.7. Окончательное подключение
 - 4.6.8. Пуско-наладка

5. СЕРТИФИКАТЫ

1. Описание системы

1.1. Описание системы и область применения

«Изопрофлекс®-Арктик» – название системы гибких труб, предназначенной, прежде всего, для строительства сетей холодного водоснабжения в условиях холодного климата. Эта система разработана как для использования в небольших и средних водопроводных сетях местного и районного назначения, так и в промышленности и сельском хозяйстве для питьевого водоснабжения, удаления сточных вод, в холодильных установках и пр.

Трубы «Изопрофлекс®-Арктик» предназначены для использования в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения при отрицательных температурах окружающей среды, например, для районов Крайнего Севера, при прокладке по поверхности грунта. Могут также использоваться для трубопроводов, транспортирующих другие жидкости, к которым полиэтилен химически стоек.

Трубы «Изопрофлекс®-Арктик» выпускаются по ТУ 2248-019-40270293-2002 с изменениями №№ 1-4. Представляют собой многослойную конструкцию, включающую напорную трубу из полиэтилена ПЭ 80 или ПЭ 100, изготовленную по ГОСТ 18599-2001, теплоизоляционный слой и защитную гофрированную оболочку.

Полиэтилен, используемый для изготовления труб «Изопрофлекс®-Арктик», обладает высокой коррозионной и химической стойкостью, не содержит токсичных компонентов и допущен Госсанэпиднадзором России к использованию в питьевом и хозяйственном водоснабжении.

Теплоизоляция изготовлена из экологически чистого, вспененного без использования фреона, полиуретана, обладающего высокими теплоизоляционными свойствами.

Гибкость труб «Изопрофлекс®-Арктик» позволяет использовать их при практически любых вариантах прокладки трубопровода и дает возможность выбрать его оптимальный маршрут.

Трубы «Изопрофлекс®-Арктик» поставляются на строительную площадку длинномерными отрезками требуемой длины (в бухтах), что дает возможность обойтись при укладке минимальным количеством соединений. Это также позволяет значительно сузить траншеи для прокладки труб, что существенно снижает производственные затраты и сроки проведения монтажных работ.

Физические свойства полиэтиленовых труб позволяют производить их укладку без учета теплового расширения.

Монтаж соединительных деталей прост и надежен. Широкий выбор соединительных деталей позволяет найти надлежащее решение в любой ситуации.

«Изопрофлекс®-Арктик-Комфорт» – название системы полиэтиленовых трубопроводов «Изопрофлекс®-Арктик», интегрированной с системой электрообогрева «Тепломаг»®. В качестве тепловыделяющих элементов используются саморегулирующиеся нагревательные кабели, прокладываемые под теплоизоляцией в процессе изготовления трубы либо при монтаже (для труб ДУ 50-100 мм). Кроме нагревательных кабелей система «Тепломаг»® включает в себя также распределительную сеть – силовые и информационные кабели, распределительные коробки и крепежные элементы, а также систему управления – шкафы управления, терморегуляторы, датчики температуры трубы и воздуха, пускорегулирующую и защитную аппаратуру.



1.2. Технические характеристики

1.2.1. Напорная труба

Соответствует ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия»

Назначение:	Материал
Для строительства трубопроводов, транспортирующих воду, в том числе для хозяйственно-питьевого водоснабжения с температурой от 0 до 40°C, а также другие жидкие и газообразные вещества, к которым полиэтилен химически стоек	Полиэтилен ПЭ 80 (минимальная длительная прочность 8 МПа) или ПЭ 100 (минимальная длительная прочность 10 МПа)*

* Минимальная длительная прочность MRS (МПа) – напряжение, определяющее свойства материала, применяемого для изготовления труб, полученное путем экстраполяции на срок службы 50 лет при температуре 20°C данных испытаний труб на стойкость к внутреннему гидростатическому давлению с нижним доверительным интервалом 97,5%.

Плотность	0,935-0,960 кг/м ³
Температура плавления	+127-132°C
Температура хрупкости, определенная по стандартизированному методу	-70°C
Удлинение при пределе текучести	12-25%

Максимальное рабочее давление MOP МПа рассчитывают по формуле

$$MOP = \frac{2MRS}{C (SDR - 1)} * C_t$$

где: MRS – минимальная длительная прочность, МПа;

C – коэффициент запаса прочности, равный 1,25 для воды;

SDR – стандартное размерное отношение – отношение номинального наружного диаметра трубы к номинальной толщине стенки;

C_t – коэффициент снижения давления в зависимости от температуры (при 20°C C_t=1, при 40°C C_t=0,74).

Размеры и максимальные рабочие давления труб из полиэтилена (мм)

Наружный диаметр	SDR 13,6	SDR 11
	Максимальное рабочее давление воды при 20°C, МПа для ПЭ 80 (ПЭ 100)	
	1,0 (1,25)	1,25 (1,6)
Толщина стенки		
25	2,0	2,3
32	2,4	3,0
40	3,0	3,7
50	3,7	4,6
63	4,7	5,8
75	5,6	6,8
90	6,7	8,2
110	8,1	10,0



1.2.2. Теплоизоляция

Материал: Пенополиуретан (ППУ), вспененный без применения фреона (вспенивающий агент – CO₂)

Свойства материала	Значение	Метод определения
Плотность	≈ 60 кг/м ³	ГОСТ 15139, разделы 4, 5, 6
Теплопроводность	≤ 0,032 Вт/м · К	ГОСТ 7076-99/168
Объемная доля закрытых пор	≥ 90 %	ГОСТ 30356, приложение Ж
Водопоглощение после выдержки в холодной воде в течение 24 ч	1,2 %	ГОСТ 4650-80, метод А

1.2.3. Оболочка

Назначение	Материал
Предохранение от механического воздействия и влаги	Полиэтилен, экструдированный в виде бесшовной гофрированной оболочки

Свойства материала	Значение	Метод определения
Плотность	920-930 кг/м ³	ГОСТ 15139, разделы 4, 5, 6
Теплопроводность	0,43 Вт/м·К	ГОСТ 23630.2-70
Температура плавления	105-110°С	ГОСТ 21553-76

1.2.4. Система электрообогрева

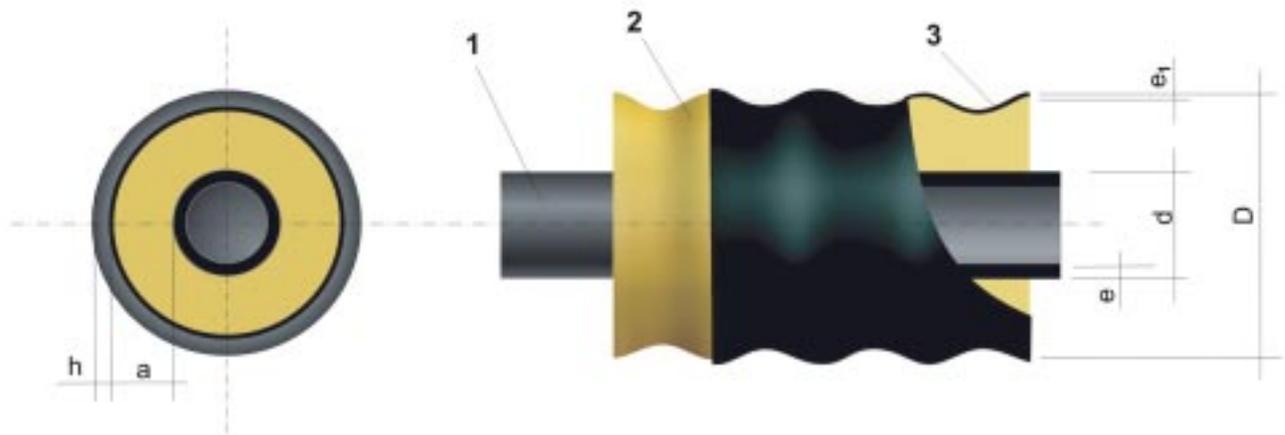
Назначение	Состав
Защита трубопровода от замерзания	<ul style="list-style-type: none">греющая часть – саморегулирующиеся нагревательные кабели (подробнее см. 2.4.1). Напряжение ~220-240 В, линейная мощность – от 11 до 35 Вт/м, максимальная температура 65°С;распределительная сеть, обеспечивающая питание всех элементов греющей части и проведение информационных сигналов от датчиков до щита системы управления: силовые и информационные кабели, распределительные коробки, крепежные элементы;подсистема управления – шкафы управления, терморегуляторы, датчики температуры трубы и воздуха, пускорегулирующая и защитная аппаратура;подсистема защиты от токов короткого замыкания и токов утечки.

Отвечает всем российским и международным требованиям по взрыво-, электро- и пожаробезопасности и сертифицирована для использования во взрывоопасных зонах в РФ, Украине, Казахстане и Республике Беларусь.

2. Продукция

2.1. Трубы

2.1.1. «Изопрофлекс®-Арктик»

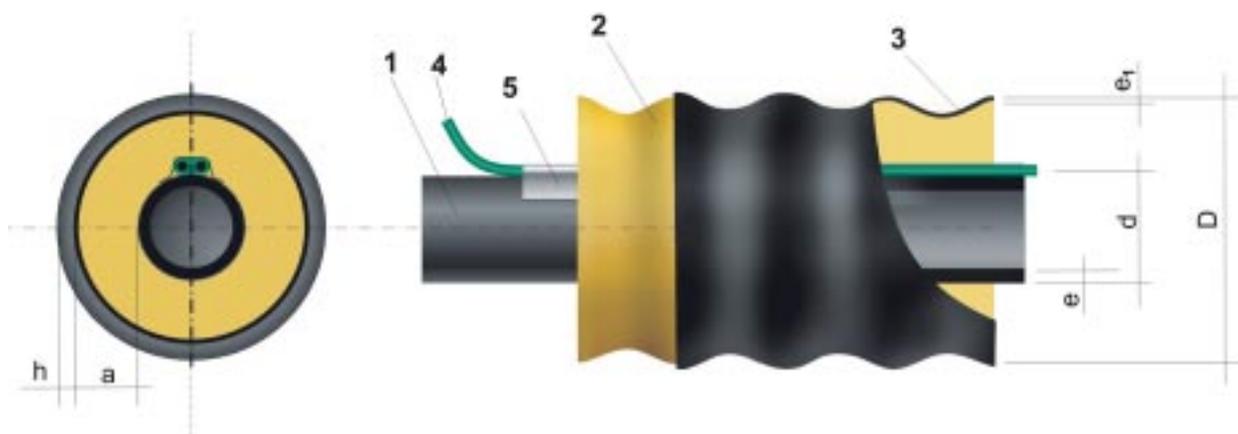


1 – напорная труба из полиэтилена; 2 – теплоизоляция из пенополиуретана;
3 – защитная оболочка из полиэтилена

Изготавливаются по дополнительному согласованию с потребителем

Тип трубы	ДУ		Напорная труба SDR 13,6 d x e, мм	Защитная оболочка D x e ₁ , мм	Минимальный радиус изгиба, м	Вес 1 м, кг
	мм	Дюйм				
25/75	20	3/4"	25 x 2,0	75 x 2,0	0,7	0,88
32/75	25	1"	32 x 2,4	75 x 2,0	0,7	0,94
32/90	25	1"	32 x 2,4	90 x 2,2	0,8	1,22
40/90	32	1 1/4"	40 x 3,0	90 x 2,2	0,8	1,31
40/110	32	1 1/4"	40 x 3,0	110 x 2,4	0,9	1,72
50/110	40	1 1/2"	50 x 3,7	110 x 2,4	0,9	1,87
50/125	40	1 1/2"	50 x 3,7	125 x 2,7	1,0	2,27
63/125	50	2"	63 x 4,7	125 x 2,7	1,0	2,52
63/140	50	2"	63 x 4,7	140 x 3,0	1,1	2,96
75/140	65	2 1/2"	75 x 5,6	140 x 3,0	1,1	3,24
75/160	65	2 1/2"	75 x 5,6	160 x 3,2	1,2	3,83
90/160	80	3"	90 x 6,7	160 x 3,2	1,2	4,24
110/160	100	4"	110 x 8,1	160 x 3,2	1,2	4,87
110/200	100	4"	110 x 8,1	200 x 3,4	1,3	6,05

2.1.2. «Изопрофлекс®–Арктик»–Комфорт DN 20–40 (наружный диаметр напорной трубы 25–50 мм) с нагревательным кабелем



1 – напорная труба из полиэтилена; 2 – теплоизоляция из пенополиуретана;
3 – защитная оболочка из полиэтилена; 4 – нагревательный кабель; 5 – самоклеющаяся лента

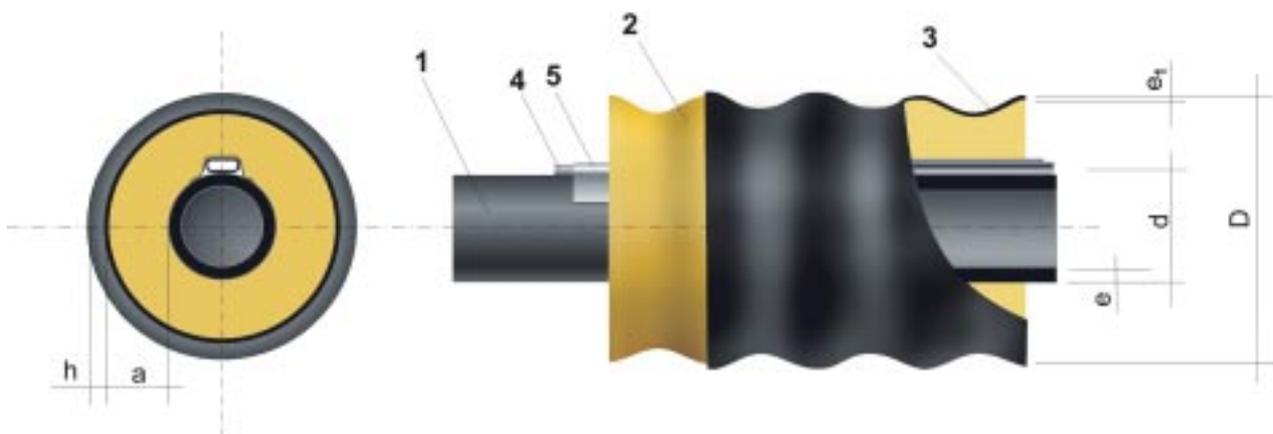
Тип трубы	ДУ		Напорная труба SDR 13,6 d x e, мм	Защитная оболочка D x e ₁ , мм	Минимальный радиус изгиба, м	Вес 1 м, кг
	мм	Дюйм				
25/75	20	3/4"	25 x 2,0	75 x 2,0	0,7	1,06
32/75*	25	1"	32 x 2,4	75 x 2,0	0,7	1,12
32/90	25	1"	32 x 2,4	90 x 2,2	0,8	1,40
40/90	32	1 1/4"	40 x 3,0	90 x 2,2	0,8	1,49
40/110*	32	1 1/4"	40 x 3,0	110 x 2,4	0,9	1,90
50/110	40	1 1/2"	50 x 3,7	110 x 2,4	0,9	2,05
50/125*	40	1 1/2"	50 x 3,7	125 x 2,7	1,0	2,45

* Изготавливаются по дополнительному согласованию с потребителем

Монтажная длина отрезка ограничивается предельной длиной нагревательного кабеля (см. 2.4.1)

2.1.3. «Изопрофлекс®-Арктик»-У DN 50–100 (диаметр напорной трубы 63–110 мм).

Отличается от трубы «Изопрофлекс®-Арктик» наличием канала для нагревательного кабеля



1 – напорная труба из полиэтилена; 2 – теплоизоляция из пенополиуретана; 3 – защитная оболочка из полиэтилена;
4 – канал из полиэтилена для нагревательного кабеля; 5 – самоклеющаяся лента

Тип трубы	ДУ		Напорная труба SDR 13,6 d x e, мм	Защитная оболочка D x e ₁ , мм	Минимальный радиус изгиба, м	Вес 1 м, кг
	мм	Дюйм				
63/125	50	2"	63 x 4,7	125 x 2,7	1,0	2,57
63/140*	50	2"	63 x 4,7	140 x 3,0	1,1	3,01
75/140	65	2 1/2"	75 x 5,6	140 x 3,0	1,1	3,29
75/160*	65	2 1/2"	75 x 5,6	160 x 3,2	1,2	3,88
90/160	80	3"	90 x 6,7	160 x 3,2	1,2	4,29
110/160	100	4"	110 x 8,1	160 x 3,2	1,2	4,92
110/200	100	4"	110 x 8,1	200 x 3,4	1,3	6,10

* Изготавливаются по дополнительному согласованию с потребителем

Монтажная длина отрезка ограничивается предельной длиной нагревательного кабеля (см. 2.4.1)

2.2. Соединительные и фасонные детали и запорная арматура

2.2.1. Соединительные детали

Для соединения труб «Изопрофлекс®-Арктик-Комфорт» используются соединительные детали с закладными нагревателями, применяемые для монтажа полиэтиленовых труб. Изготавливаются из ПЭ 80 (на рабочее давление 10 бар) и ПЭ 100 (SDR 17/17,6 – на рабочее давление 10 бар, SDR 11 – на 16 бар).



Муфта
 \varnothing 25*, 32, 40*, 50*, 63,
 75*, 90, 110 мм



Седелка
 для врезки под давлением
 \varnothing 63x25*, 63x32, 63x40*,
 63x63, 75x25*, 75x32*,
 75x40*, 75x63*, 90x25*,
 90x32, 90x40*, 90x63,
 110x25*, 110x32, 110x40*,
 110x63 мм



Редукционная муфта
 \varnothing 32x25*, 40x32*,
 50x32*, 50x40*, 63x32,
 63x40*, 63x50*, 90x63,
 110x90 мм



Седловой отвод
 \varnothing 63x63, 75x63*,
 90x63, 110x63,
 110x90, 110x110 мм



Тройник равносторонний
 \varnothing 25*, 32, 40*, 63, 75*,
 90, 110 мм

* Поставляется по предварительному заказу

Допускается также использовать другие соединительные детали, применяемые для монтажа полиэтиленовых труб – компрессионные фитинги, муфты и тройники для сварки в раструб и др.



2.2.2. Концевые соединения



Втулка под фланец
∅ 32*, 40*, 50*, 63,
75*, 90, 110 мм



Переход полиэтилен –
сталь с наружной резьбой*
ПЭ 100 SDR 11, нерж.,
16 бар

Диаметр, мм	Резьба	Размер под ключ, мм
25	3/4"	35
32	1"	40
32	1 1/2"	60
40	1 1/4"	50
40	1 1/2"	60
50	1 1/2"	60
63	1 1/2"	70
63	2"	70



Переход полиэтилен –
сталь с наружной резьбой*
ПЭ 100 SDR 11, нерж.,
16 бар

Диаметр, мм	Резьба	Размер под ключ, мм
25	3/4"	35
32	1"	40
40	1 1/4"	50
50	1 1/2"	60
63	2"	70

* Поставляется по предварительному заказу

Допускается также использовать другие концевые соединения, применяемые для монтажа полиэтиленовых труб – компрессионные фитинги, неразъемные соединения ПЭ-сталь и др.

2.2.3. Фасонные детали

Изготавливаются из ПЭ 80 (на рабочее давление 10 бар) и ПЭ 100 (SDR 17/17,6 – на рабочее давление 10 бар, SDR 11 – на 16 бар).



Заглушка с закладным нагревателем
 \varnothing 25*, 32, 40*, 50*, 63,
 75*, 90*, 110 мм



Тройник равносторонний
 (без закладного нагревателя)
 \varnothing 25*, 32, 40*, 50*, 63,
 75*, 90, 110 мм



Заглушка
 без закладного нагревателя
 \varnothing 25*, 32*, 40*, 50*,
 63*, 75*, 90*, 110 мм



Переход редуционный
 (без закладного нагревателя)
 \varnothing 32x25*, 40x25*,
 40x32*, 50x25*, 50x32*,
 50x40*, 63x32, 63x40*,
 63x50*, 75x40*, 75x50*,
 75x63*, 90x50*, 90x63,
 90x75*, 110x63,
 110x75*, 110x90 мм



Тройник редуционный
 (без закладного нагревателя)
 \varnothing 63x50*, 75x32*,
 75x50*, 75x63*, 90x63*,
 90x75*, 110x63, 110x75*,
 110x90* мм

2.2.4. Шаровые краны

Шаровые краны из полиэтилена (изготавливаются из ПЭ 100, рабочее давление 16 бар)



Шаровые краны
 из полиэтилена
 (изготавливаются
 из ПЭ 100, рабочее
 давление 16 бар)
 \varnothing 25*, 32, 40*, 50*,
 63, 75*, 90, 110 мм

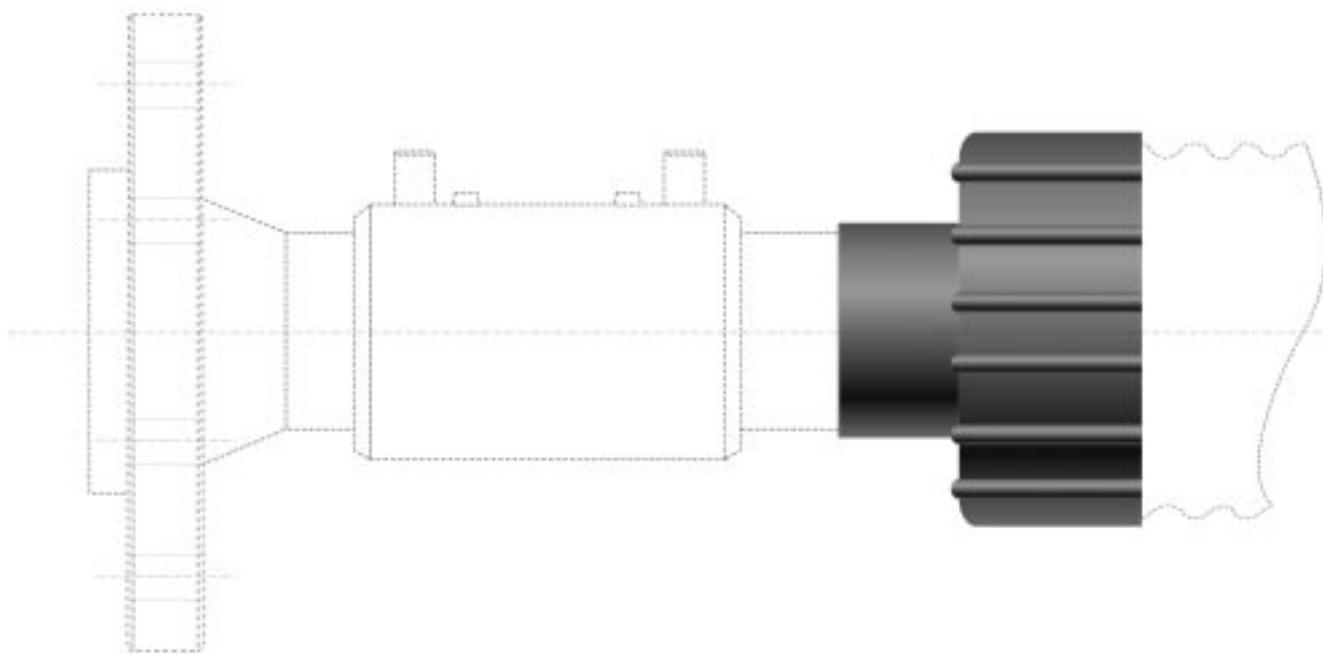
* Поставляется по предварительному заказу

Не требуют обслуживания в течение всего периода эксплуатации трубопровода, не разрушаются при замерзании в них воды, восстанавливают работоспособность после оттаивания.

2.3. Комплектующие

2.3.1. Термоусадочный концевой предохранитель

Предназначен для гидроизоляции торцов трубы.

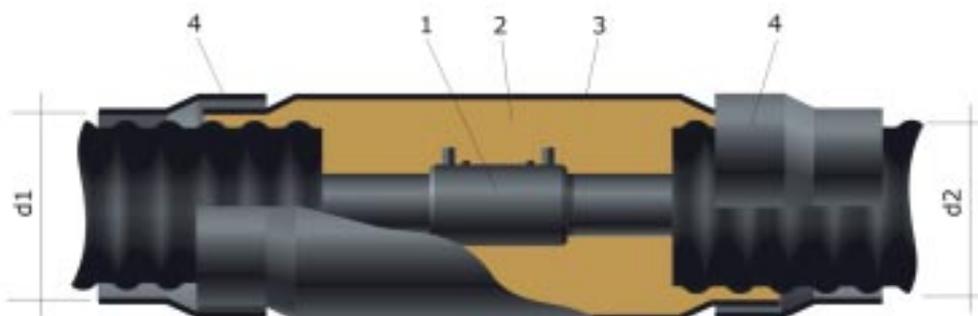


Тип трубы	Термоусадочный концевой предохранитель
25/75, 32/75, 32/90	DHEC 2100
40/90, 40/110	DHEC 2200
50/110, 50/125, 63/125, 63/140, 75/125, 75/140, 90/140	DHEC 2400
90/160, 110/160, 110/200	DHEC 2600

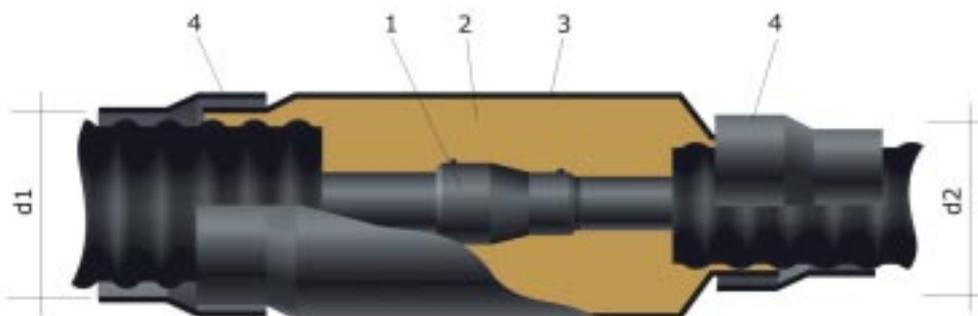
Для усадки нагреть надетый на трубу концевой предохранитель пламенем горелки или струей горячего воздуха

2.3.2. Комплект для изоляции соединения

Равнопроходная муфта

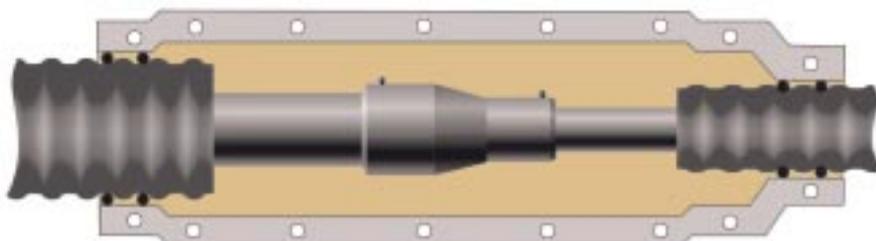


Переходная муфта



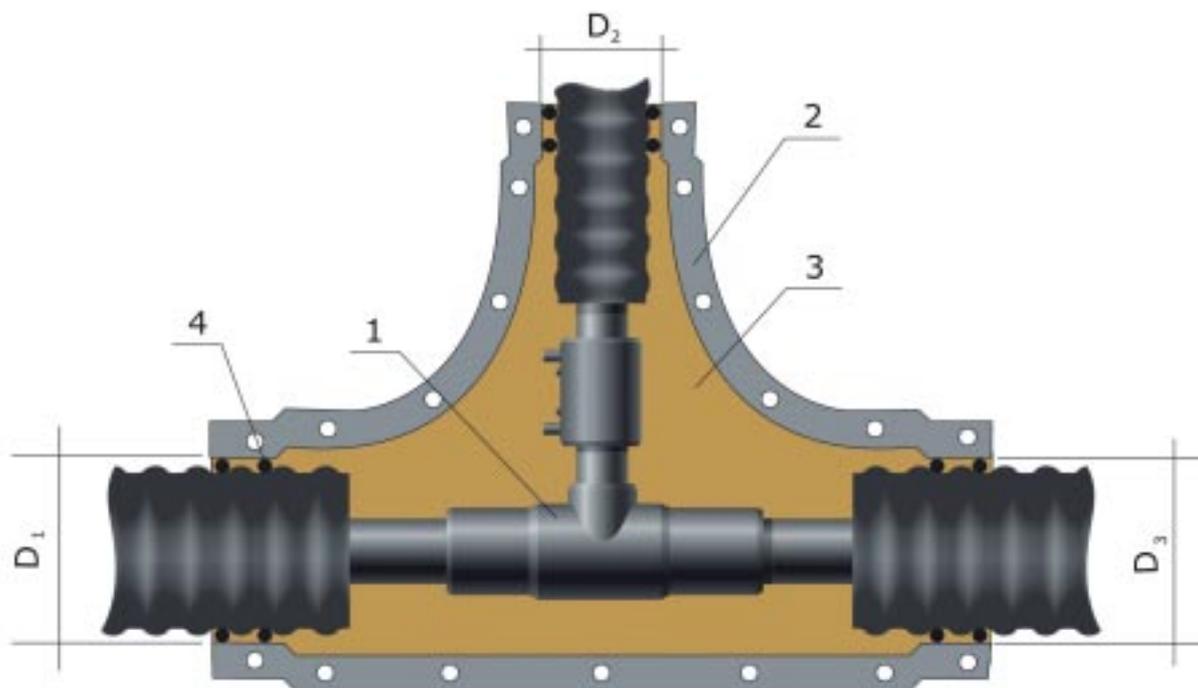
1 – соединение ПЭ труб (муфта с закладным нагревателем), см. 2.2.1;
2 – теплоизоляционный материал (ППУ), см. 2.3.4; 3 – кожух; 4 – термоусадочный рукав

Комплект для изоляции стыка 225/160. Состоит из двух полуформ, изготовленных из стеклопластика, болтов с гайками, тубы с герметиком. Тип комплекта для изоляции стыка выбирается исходя из диаметров наружных оболочек соединяемых труб.

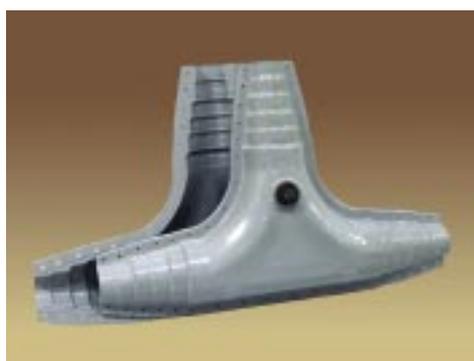


2.3.3. Комплект для изоляции тройника

Предназначен для тепло- и гидроизоляции тройникового соединения.



1 – соединение ПЭ труб (тройник); 2 – оболочка из стеклопластика;
3 – теплоизоляционный материал, см. 2.3.4; 4 – герметизирующая прокладка



Типы комплекта для изоляции тройника

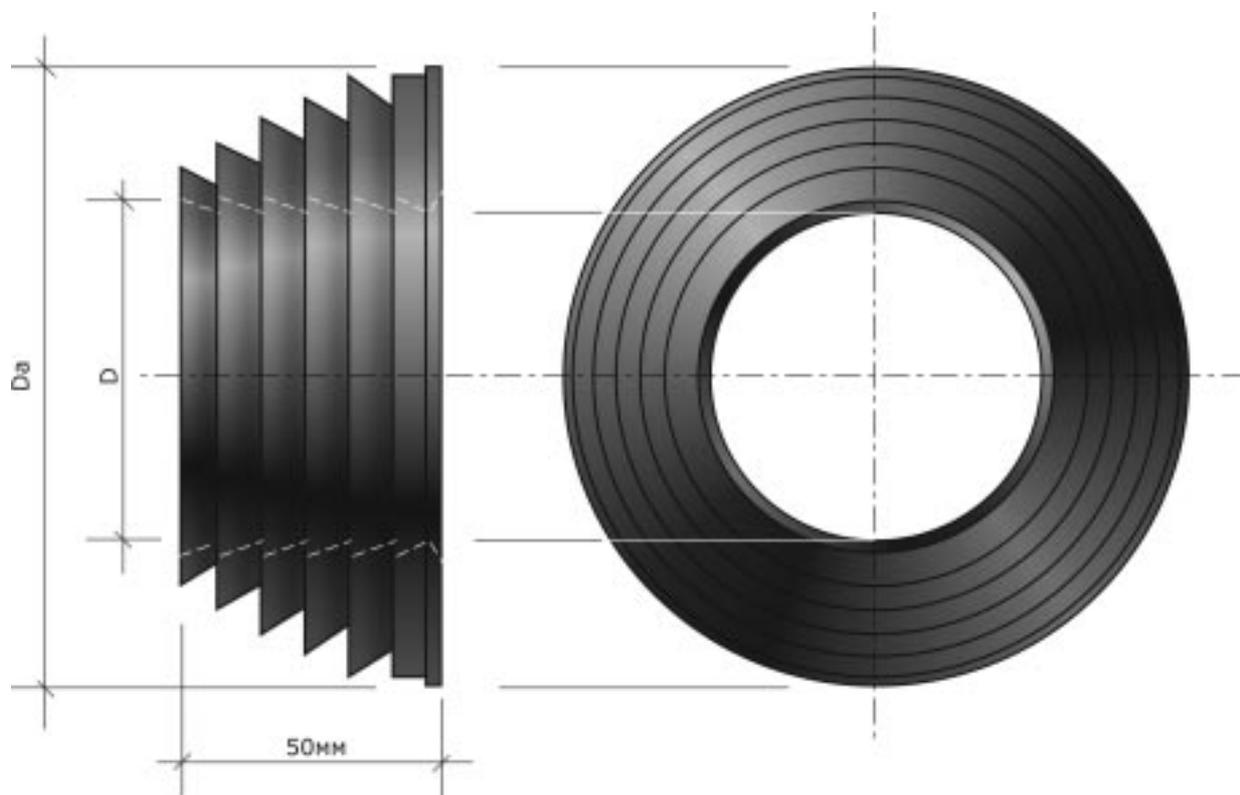
D_1 (max/min) x D_2 (max/min) x D_3 (max/min)
160/90 x 160/63 x 160/90
110/63 x 110/63 x 110/63
160/125 x 160/125 x 160/125
225/160 x 225/160 x 225/160

Перед установкой стеклопластиковую оболочку необходимо обрезать в соответствии с диаметрами оболочек соединяемых труб.

2.3.4. Теплоизоляционные материалы

Для теплоизоляции стыков и тройников используется двухкомпонентная пенополиуретановая композиция, поставляемая в виде пенопакетов. Подготовку и заливку смеси следует производить в соответствии с прилагаемой к пенопакету инструкцией.

2.3.5. Уплотнительное кольцо для прохода стен



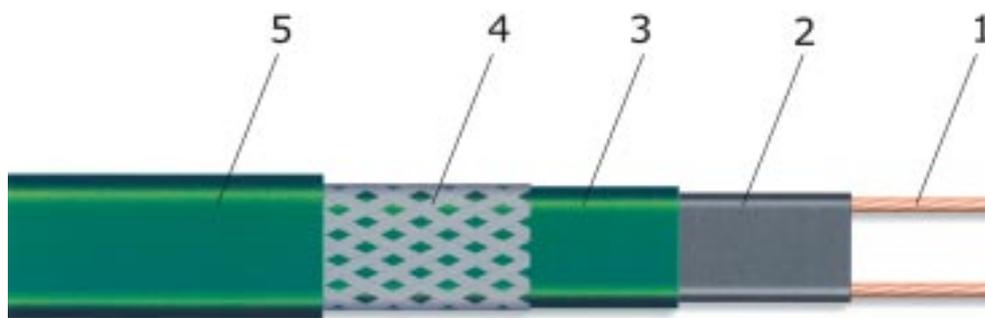
Труба	Уплотнит. кольцо	
	D, мм	Da, мм
25/75	78	118
32/75	78	118
40/90	93	133
50/110	113	153
63/125	128	168
75/140	143	183
90/160	163	203
110/160	163	203
110/200	203	243

2.4. Система электрообогрева

2.4.1. Нагревательные кабели

Для обогрева полиэтиленовых трубопроводов используются низкотемпературные саморегулирующиеся нагревательные кабели.

Саморегулирующийся кабель имеет две параллельные токопроводящие жилы, зазор между которыми заполнен специальной проводящей пластмассой, в которой и происходит выделение тепла. Пластмасса характеризуется существенной зависимостью проводимости от температуры, а температурный коэффициент сопротивления проводящих пластмасс на порядок больше, чем у меди или стали. Это обеспечивает саморегулирование тепловой мощности кабеля. Саморегулирующийся кабель может изменять свою мощность локально, только в зоне перегрева, что позволяет создавать безопасные системы обогрева трубопроводов и резервуаров, в том числе с переменными по длине трубопровода условиями теплоотдачи. Основными характеристиками нагревательного кабеля являются линейная тепловая мощность, напряжение питания, минимальная и максимальная длина нагревательной секции при заданном напряжении, рабочая и максимально допустимая температуры.



- 1 – медные жилы; 2 – полупроводящая саморегулирующаяся матрица; 3 – изоляция из термопластика;
4 – оплетка из луженой медной проволоки; 5 – наружная оболочка

В системах электрообогрева трубопроводов «Изопрофлекс-Арктик-Комфорт» используются кабели ФСР2-СТ – саморегулирующиеся нагревательные кабели промышленного качества.

Технические характеристики

Линейная тепловая мощность при 5°C, Вт/м	11, 16, 27, 33
Напряжение питания, В	~ 220-240
Максимальная температура, °C	65
Максимальная допустимая температура без нагрузки (1000 часов суммарно), °C	85
Номинальные габариты, мм	11,8 x 5,8
Сечение медной жилы, мм ²	1,25
Масса, кг/100 м	13,1
Минимальный радиус изгиба, мм	25
Минимальная температура монтажа, °C	-40

Для комплектации труб «Изопрофлекс-Арктик-У» нагревательный кабель может поставляться в виде нагревательных секций, готовых к подключению.

Максимальная длина (м) в зависимости от типа автоматического выключателя питания

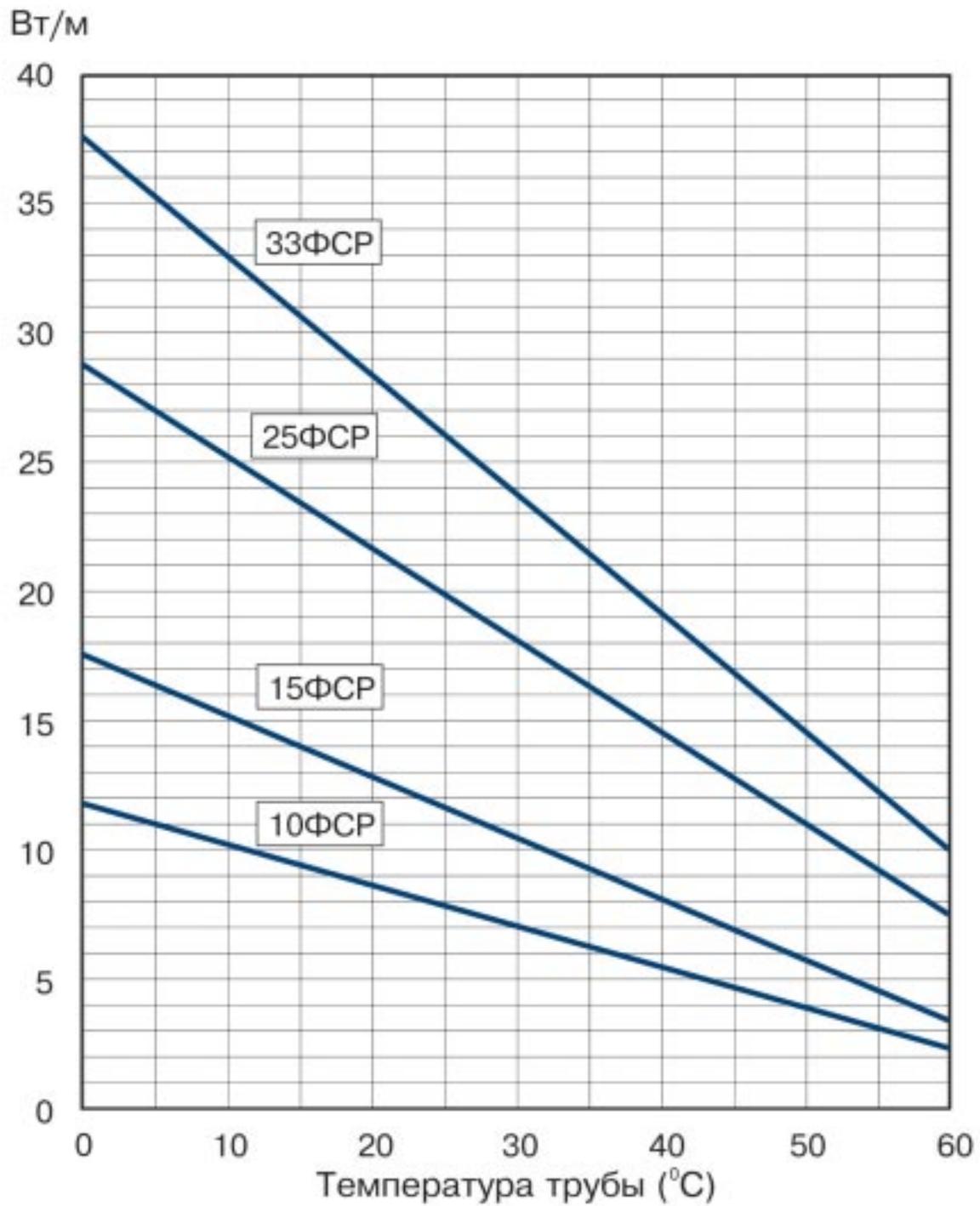
Тип	t° включения	Стартовый ток, А/м*	230 В			
			16 А	20 А	32 А	40 А
10ФСР	5°С	0,078	192	-	-	-
	-15°С	0,149	140	186	195	-
	-30°С	0,161	105	150	180	-
15ФСР	5°С	0,119	134	155	-	-
	-15°С	0,181	97	125	160	-
	-30°С	0,221	68	104	145	-
25ФСР	5°С	0,234	82	108	124	-
	-15°С	0,250	60	79	116	125
	-30°С	0,349	43	62	107	122
33ФСР	5°С	0,279	65	85	104	-
	-15°С	0,309	50	65	94	105
	-30°С	0,395	38	52	84	98

Для использования с Типом С автоматических выключателей по стандарту BS EN 60898:1991

*Время спада тока 300 с

Для защиты людей и оборудования рекомендуется использовать устройства защитного отключения с током срабатывания 30 мА.

Технические характеристики



2.4.2. Комплект для заделки нагревательного кабеля

Применяется для изготовления соединительных и концевых муфт саморегулирующегося кабеля. В комплект входят медные втулки, термоусаживающиеся трубки, обжимной контакт с кембриком для защитного провода и инструкция.

2.4.3. Клеммные коробки

Применяются для соединения кабелей – нагревательных, силовых, управления. Класс защиты – IP 66. Комплекуются сальниками для ввода кабеля, заглушками, кронштейнами (поставляются отдельно).

2.4.4. Контроллер Tstab с датчиком температуры

Предназначен для автоматического поддержания температуры в диапазоне $+2 \div +5^{\circ}\text{C}$.



Индикация состояния нагрева и наличия питания.
Управление резистивной нагрузкой до 8 А (~ 220 В) через собственные контакты реле.
Напряжение питания ~ 220 В 50 Гц.
Допустимая температура окружающего воздуха $+5^{\circ}\text{C} \div +50^{\circ}\text{C}$.
Крепление на DIN-рейку.
Удаление термодатчика на расстояние до 100 м от прибора.
Используется стационарно, в шкафу управления, совместно с датчиком температуры, входящим в комплект поставки.

Наличие кнопки включения-выключения позволяет отключить систему обогрева, когда в ее использовании нет необходимости.

Масса – 100 г

Габариты – 33 x 89 x 66 мм.

датчик температуры



2.4.5. Шкафы управления

Предназначены для размещения контроллеров, силовых реле и защитной аппаратуры. Комплектация шкафа определяется характеристиками системы обогрева, поэтому все шкафы проектируются и изготавливаются индивидуально, на основании технического задания на систему.

2.4.6. Предупреждающая наклейка

Ламинированные маркирующие наклейки «Электрообогрев»



3. Проектирование

3.1. Нормативные документы

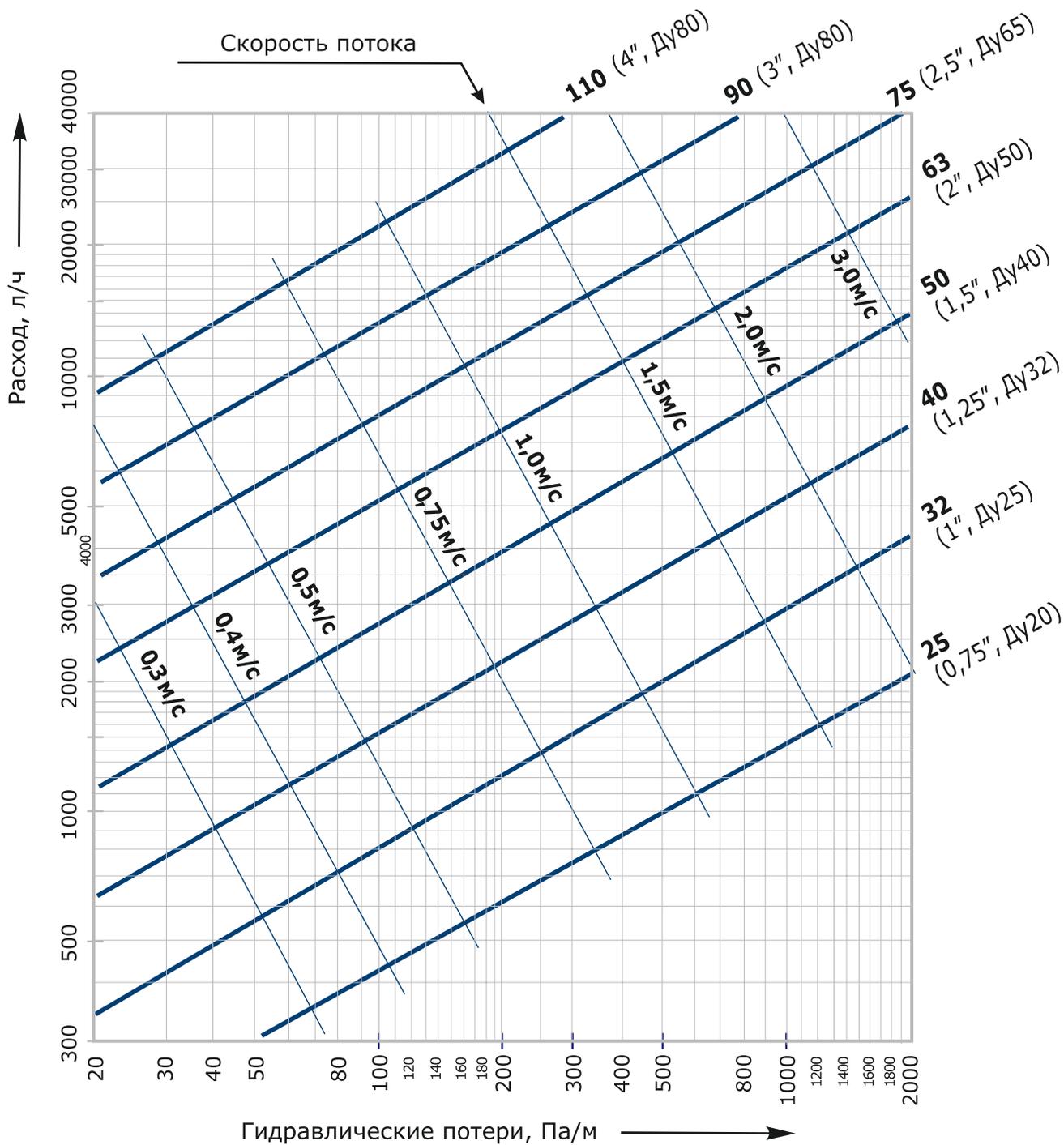
При проектировании и производстве работ с применением системы гибких полиэтиленовых трубопроводов «Изопрофлекс®-Арктик» рекомендуется руководствоваться требованиями следующих нормативных документов:

Обозначение документа	Наименование документа
ТУ 2248-019-40270293-2002	Трубы «Изопрофлекс®-Арктик» с изменениями № 1, 2, 3, 4
СНиП 23-01-99	Строительная климатология
СНиП 41-03-2003	Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
СНиП 21-01-97	Пожарная безопасность зданий и сооружений
СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве
СНиП 11-01-95	Охрана окружающей среды
СП 40-102-2000	Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов
СП 41-103-2000	Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
СНиП 3.05.06-85	Электротехнические устройства



3.2. Гидравлические потери

Вода, средняя температура 20°C.



3.3. Тепловой расчет

3.3.1. Тепловые потери с поверхности трубопровода

Тепловые потери одиночно проложенного трубопровода определяются по уравнению:

$$q^* = (t_c - t_n) \cdot K, \text{ Вт/м} \quad (1)$$

где t_c – температура воды в трубопроводе, t_n – температура окружающей среды, K – коэффициент теплопередачи через все слои изолированного трубопровода с учетом теплоотдачи от воды к внутренней стенке трубы и от наружной ее поверхности к воздуху. Очевидно, что величина K в уравнении (1) определяется конструкцией трубы, и может быть задана как ее характеристика (см. табл. 1).

Таблица 1

Типоразмер трубы	K , Вт/м/град
25/75	0,154
32/75	0,194
32/90	0,164
40/90	0,205
40/110	0,169
50/90	0,274
50/110	0,213
50/125	0,186
63/110	0,291
63/125	0,244
63/140	0,212
75/140	0,267
75/160	0,224
90/160	0,289
110/160	0,423
110/200	0,282

Для определения линейной плотности тепловых потерь в каждом конкретном случае достаточно, в соответствии с уравнением (1), умножить табличное значение K на разность температур внутри и снаружи трубопровода. Например, для трубы 63/125, транспортирующей воду с температурой 2°C , величина тепловых потерь при температуре окружающей среды -40°C составит

$$q^* = (2 - (-40)) \cdot 0,244 = 10,2 \text{ Вт/м.}$$

3.3.2. Критическая длина трубопровода

При отрицательной температуре воздуха жидкость, протекающая по трубопроводу с заданным расходом, будет терять тепло, и на определенной длине трубопровода, зависящей от начальной температуры жидкости и ее расхода, температура снизится до температуры замерзания. Эту длину мы называем критической.

Критическая длина $L_{кр}$ вычисляется по формуле:

$$L_{кр} = 1164 \cdot Q t_b / q^*, \quad (2)$$

где Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$; t_b – температура воды, поступающей в трубопровод, $^\circ\text{C}$; q^* – величина тепловых потерь, Вт/м . Например, для трубы 63/125, транспортирующей воду с температурой 2°C при температуре окружающей среды -40°C и расходе $2 \text{ м}^3/\text{ч}$, критическая длина составляет

$$L_{кр} = 1164 \cdot 2 \cdot 2 / 10,2 = 456 \text{ м.}$$

Если длина трубопровода конструктивно превышает критическую, то трубопровод неизбежно начнет промерзать – вначале за пределами критической длины, а затем, по мере зарастания льдом и снижения расхода, по всей длине. Усиление изоляции лишь увеличивает критическую длину и время промерзания (от момента пуска трубопровода).

3.3.3. Время промерзания трубопровода

Трубопровод, имеющий длину ниже критической, не замерзнет, если расход воды останется неизменным. Однако возможно снижение расхода воды, например, в ночные часы, вплоть до полной остановки. После снижения температуры воды до 0°С начнется ее замерзание.

Время полного промерзания трубопровода (ч) можно оценить по формуле:

$$T_3 = \lambda_{\text{л}} \rho_{\text{в}} V / q^* / 3600, \quad (3)$$

где $\lambda_{\text{л}} = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг – удельная теплота плавления льда, Дж/кг; $\rho_{\text{в}} = 10^3$ кг/м³ – плотность воды, кг/м³; V – емкость 1 пог.м трубопровода, м³; q^* – линейная плотность тепловых потерь, Вт/м.

Очевидно, что величина V в уравнении (3) может быть задана как характеристика трубы, поэтому формулу (3) можно записать в виде:

$$T_3 = M / q^*, \quad (4)$$

где $M = \lambda_{\text{л}} \rho_{\text{в}} V / 3600$ – коэффициент, учитывающий теплоту фазового перехода воды для данного типоразмера трубы (табл. 2)

Таблица 2

Типоразмер трубы	M, Дж
25/75	33,3
32/75	54,6
32/90	54,6
40/90	85,3
40/110	85,3
50/90	133
50/110	133
50/125	133
63/110	212
63/125	212
63/140	212
75/140	300
75/160	300
90/160	432
110/160	645
110/200	645

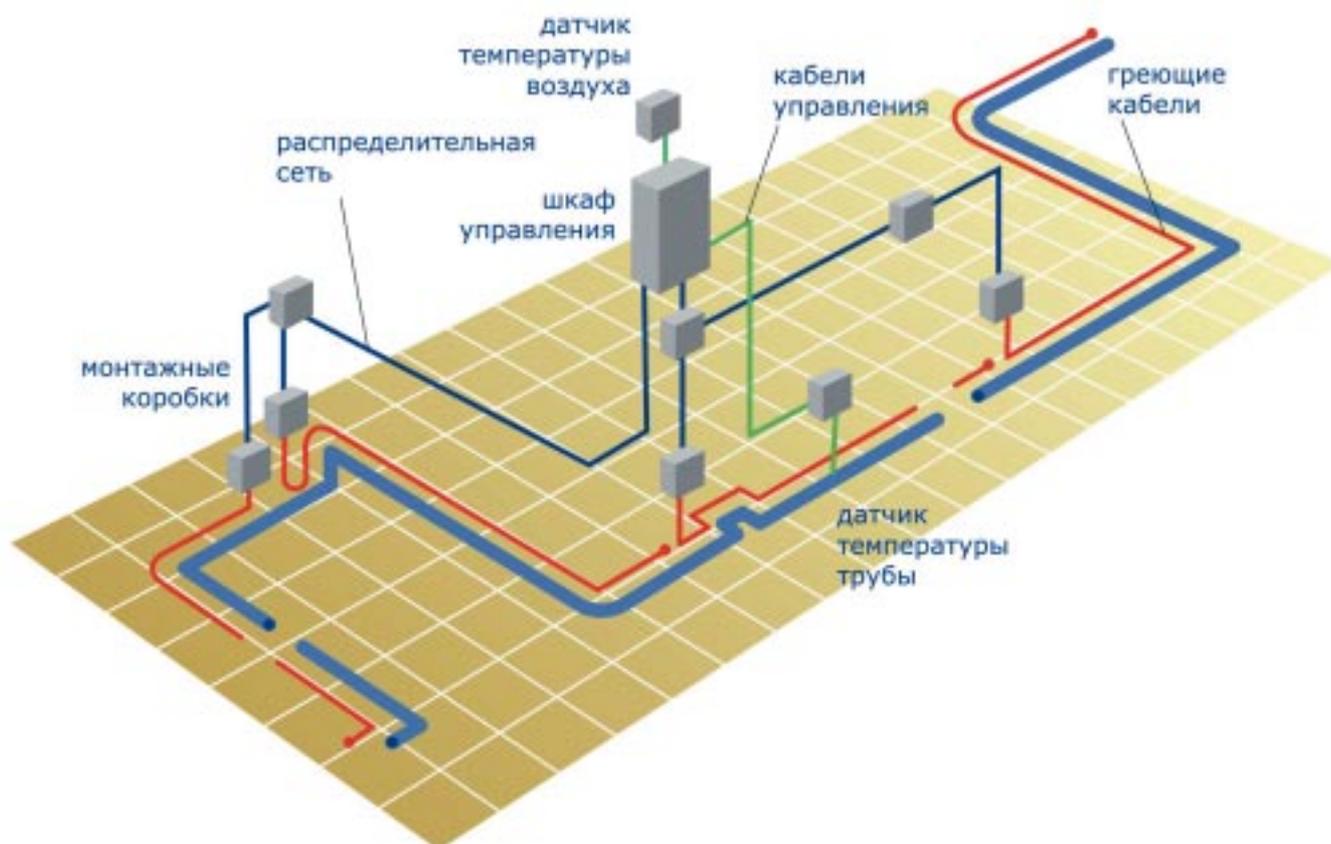
Для определения времени полного промерзания трубы в каждом конкретном случае необходимо определить по табл. 1 значение K для соответствующего типоразмера трубы и, умножив его на абсолютную величину температуры окружающей среды, определить линейную плотность тепловых потерь q^* . Затем, определив по табл. 2 значение M , разделить его на q^* . Например, для трубы 63/125 при температуре окружающей среды -40°C $K = 0,244$, $q^* = 0,244 \cdot 40 = 9,76$ Вт/м, время полного промерзания составит $T_3 = 212 / 9,76 = 21,7$ часа.

3.4. Проектирование системы электрообогрева

3.4.1. Общие положения

Проектирование системы электрообогрева осуществляется на основании технического задания, согласованного с заказчиком. Исходными материалами для составления технического задания являются:

- полностью заполненный опросный лист;
- чертежи обогреваемых трубопроводов;
- генплан с указанием мест установки шкафов управления обогревом;
- генплан с указанием трассировки кабельных эстакад для прокладки силовых и контрольных кабелей (по требованию);
- технологические схемы с указанием направления движения продукта, его расхода (по требованию).



В результате работы должны быть представлены:

1. Проектная документация, содержащая пояснительную записку и чертежи по вопросам:
 - теплотехнический расчет с выбором типа и количества греющего кабеля;
 - раскладка и метод крепления греющего кабеля на обогреваемых трубопроводах и оборудовании;
 - расстановка и метод крепления соединительных коробок;
 - технология монтажа всех элементов системы электрообогрева;
 - электрическая схема шкафов управления;
 - выбор сечения и марки силовых и контрольных кабелей, идущих от места установки ШУ до распределительных коробок системы обогрева;
 - кабельный журнал.
2. Спецификация оборудования и материалов.
3. Задание на проектирование подвода силового питания к ШУ и распределительным коробкам системы обогрева.
4. Дополнительные задания (при необходимости).

3.4.2. Расчет линейной мощности и количества нагревательного кабеля

Марка и линейная мощность нагревательного кабеля подбираются по результатам определения линейной плотности тепловых потерь (см. 3.2.1) таким образом, чтобы мощность нагревательного кабеля на 20% превышала плотность тепловых потерь.

Количество нагревательного кабеля, необходимое для системы, складывается из общей протяженности обогреваемых труб, расхода кабеля на обогрев участков с повышенной теплоотдачей (фланцев, задвижек) и на монтаж.

3.4.3. Расчет номинальной и максимальной мощности системы

Номинальная мощность системы определяется как произведение линейной мощности нагревательного кабеля на его суммарную протяженность.

Расчет пиковых нагрузок проводится по величине стартового тока при минимальной температуре включения системы (см. 2.4.1).

Например, для системы трубопроводов, обогреваемых кабелем 15ФСР-2СТ общей длиной 500 м, номинальная мощность составляет

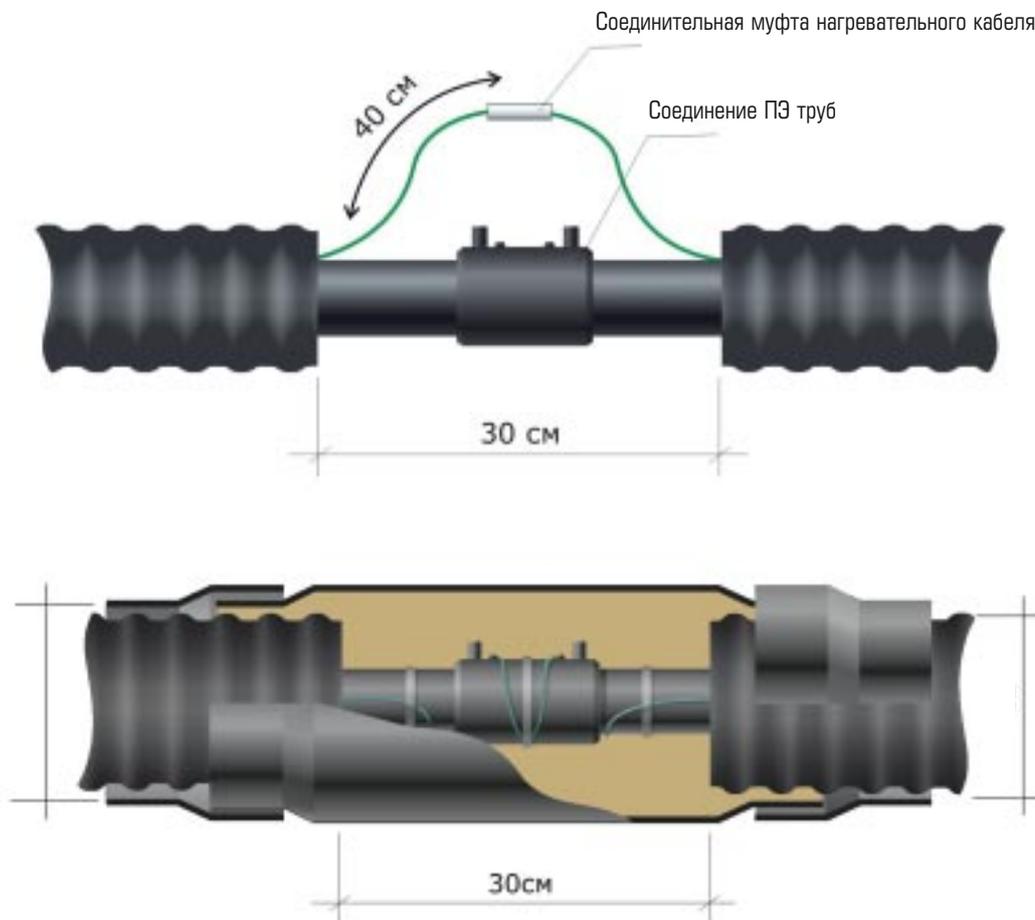
$$U = 16,3 \text{ Вт/м} \times 500 \text{ м} = 8,2 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность при включении при температуре $-30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

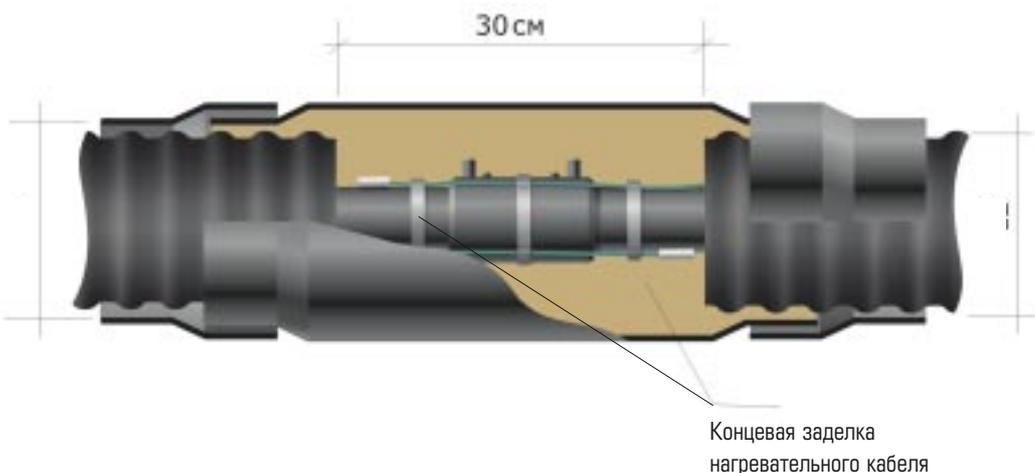
$$U_{\max} = 0,221 \text{ А/м} \times 220 \text{ В} \times 500 \text{ м} = 24,3 \text{ кВт}$$

3.4.4. Обогрев стыков

Сращивание кабеля (в пределах одной нагревательной секции). Суммарная длина соединяемых труб не превышает максимальную длину используемого кабеля.

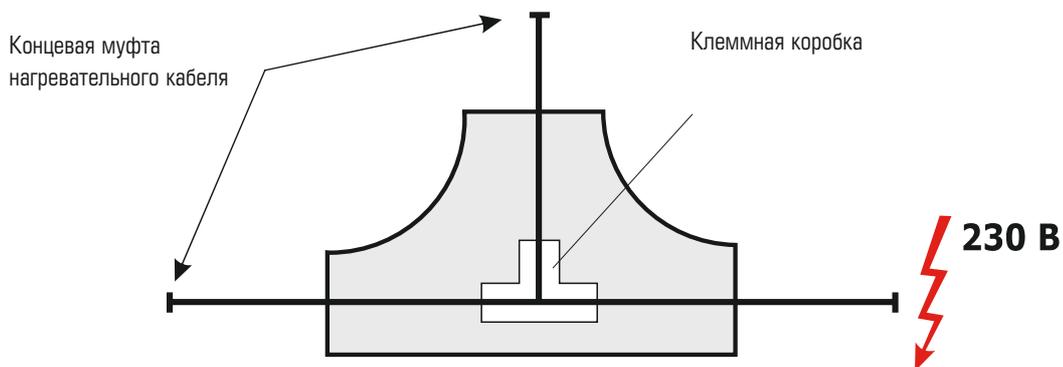


Разделение нагревательных секций (суммарная длина соединяемых труб превышает максимальную длину используемого кабеля).

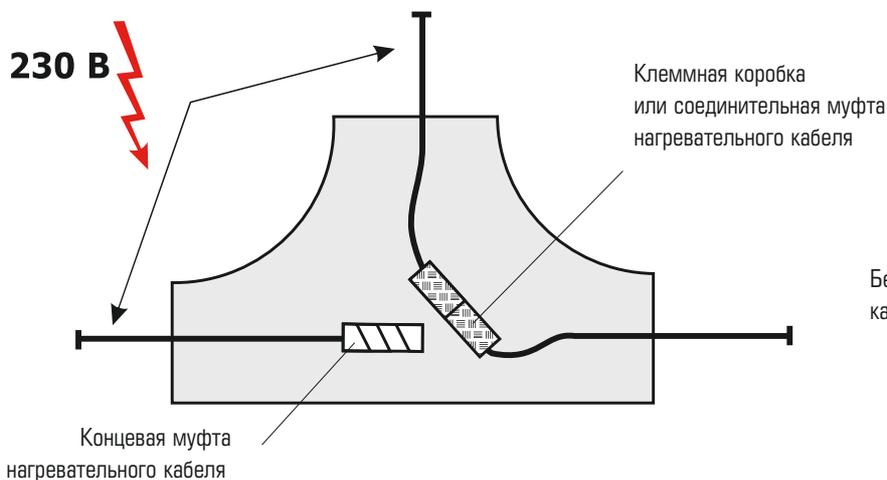
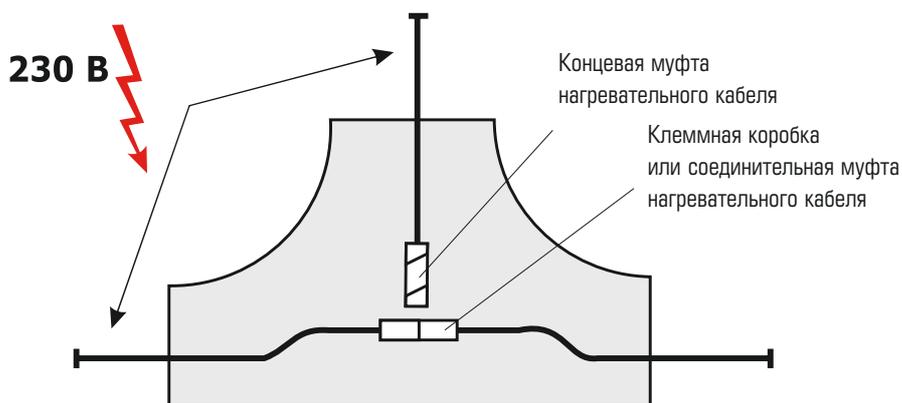


3.4.5. Обогрев ответвлений

Суммарная длина соединяемых отрезков кабеля не должна превышать его максимальной длины.
Суммарная длина соединяемых труб не превышает максимальной длины используемого кабеля.



Суммарная длина соединяемых труб превышает максимальную длину используемого кабеля



Беречь нагревательный кабель от влаги

4. Рекомендации по производству работ

4.1. Транспортировка

Трубы «Изопрофлекс®-Арктик» поставляются на строительную площадку в бухтах или на барабанах необходимой длины согласно проектной документации или по согласованию с потребителем.

Трубы на барабане доставляются на специальном прицепе.

Трубы в бухтах и элементы трубопроводов перевозят любым видом транспорта, обеспечивающим их сохранность, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на используемом транспорте.

При транспортировании трубы укладываются на ровную поверхность транспортных средств, без острых выступов и неровностей. Для транспортировки используют приспособления, которые не дают бухте перемещаться.

При транспортировании на барабане концы труб должны быть закреплены.

4.2. Погрузочно–разгрузочные работы и размотка

При транспортировке трубы вручную допускается катить бухту по земле. При этом необходимо следить за тем, чтобы оболочка трубы не повреждалась о камни и другие острые предметы.

При погрузочно-разгрузочных работах необходимо использовать мягкие полотенца, пеньковые и синтетические ремни и прочие грузозахватные устройства, исключающие возможность повреждения труб. Нельзя использовать металлические тросы, цепи и проволоку. Вилы погрузчиков должны быть оборудованы мягкими прокладками, например, из полиэтиленовых труб.

Перед размоткой и укладкой трубопровода доставленные трубы разгружают с помощью автокрана или вручную и укладывают на бровке траншеи.

Трубы в бухтах могут складироваться на трассе в отдельном месте и доставляться для монтажа по мере необходимости. Для труб, поставляемых на барабанах, необходимо обеспечить максимально удобный подъезд транспорта к месту прокладки.

Размотку трубы осуществлять в подготовленную траншею либо вдоль траншеи по бровке.

При проведении подготовительных работ и развозке труб по трассе следует избегать перетаскивания труб через дороги, по каменистой земле, чтобы избежать образования царапин или порезов. Для предупреждения возможных повреждений труб следует использовать подставки или другие защитные приспособления.

Трубопроводы «Изопрофлекс®-Арктик» разматывают и укладывают в траншею вручную. При этом трубы в траншее должны лежать свободно, повторяя рельеф дна и конфигурацию стенок траншеи, что позволяет избежать напряжений в трубопроводе, могущих возникнуть при засыпке траншеи грунтом.

Для размотки бухт из труб большого диаметра (90/160, 110/200) необходимое минимальное количество рабочих должно составлять 5-6 человек.

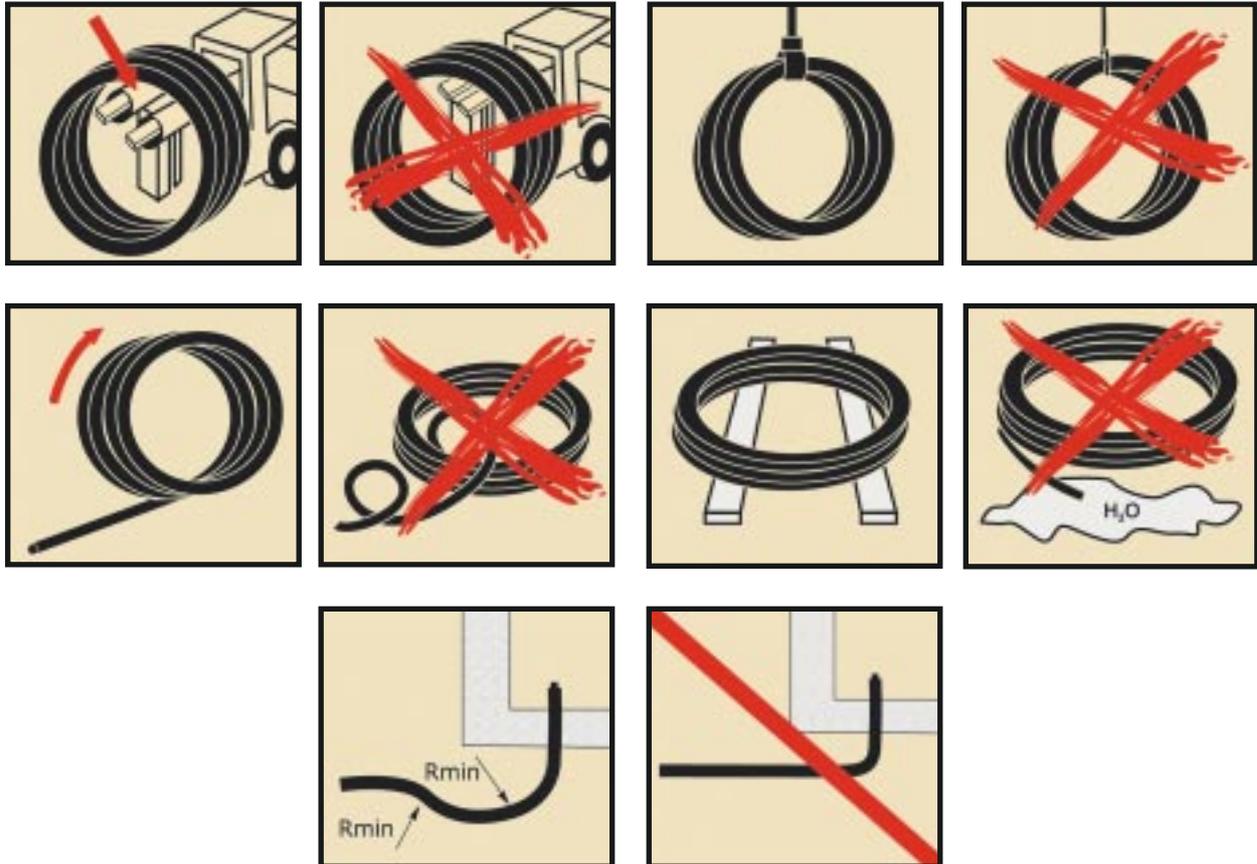
Для выравнивания труб большого диаметра необходимо, чтобы трубопровод находился в размотанном состоянии не менее 4-5 часов.

Категорически запрещается вытягивать трубу с использованием строительной техники, лебедок и т.п.!

Бухты зафиксированы монтажными ремнями, их необходимо срезать по мере размотки трубы. Нельзя одновременно освобождать конец и начало трубы: скрученная в бухту, она представляет собой «пружину», освобожденная, она резко увеличивается в диаметре, что затруднит дальнейшее проведение размотки.

Не допускается перегибать и заламывать трубы.

Для облегчения размотки, протяжки и укладки трубопровода рекомендуется использовать мягкие пеньковые канаты, брезентовые полотенца, веревки или другие мягкие чалочные приспособления.



При монтаже труб не допускается:

- изгиб с радиусом менее допустимого;
- скручивание относительно продольной оси;
- перемещение волоком по неподвижным предметам, имеющим острые и абразивные поверхности;
- разматывание при замерзшей внутри жидкости.

4.3. Размотка при отрицательных температурах

При температурах ниже 0°C рекомендуется проведение специальных мероприятий по обеспечению требуемых условий работы с трубами, особенно при размотке и укладке труб в траншею.

При низких температурах пластиковые материалы становятся более жесткими и более чувствительными к внешним воздействиям. Соответственно при отрицательных температурах материал оболочки не должен подвергаться резким воздействиям – ударам, толчкам и т.п.

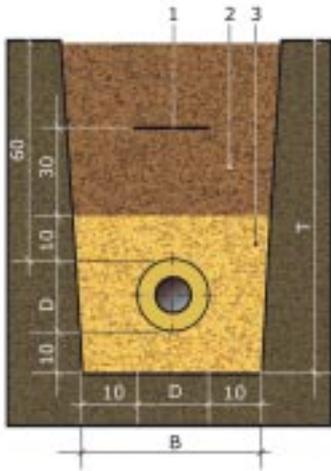
Перед размоткой бухт их рекомендуется выдержать в теплом помещении 8-10 часов. При хранении труб на открытом воздухе необходимо прогреть бухту тепловой пушкой в специальной палатке (допускается накрыть бухту брезентом). Прогреть трубу необходимо изнутри и снаружи во избежание возникновения трещин на полиэтиленовой оболочке во время размотки бухты.

Прогрев труб, доставляемых на спецприцепах, осуществляется с помощью установленного на них оборудования.

Размотку трубы и укладку ее в траншею рекомендуется производить после предварительного прогрева!

4.4. Размеры траншеи, ввод в здание и проход стен

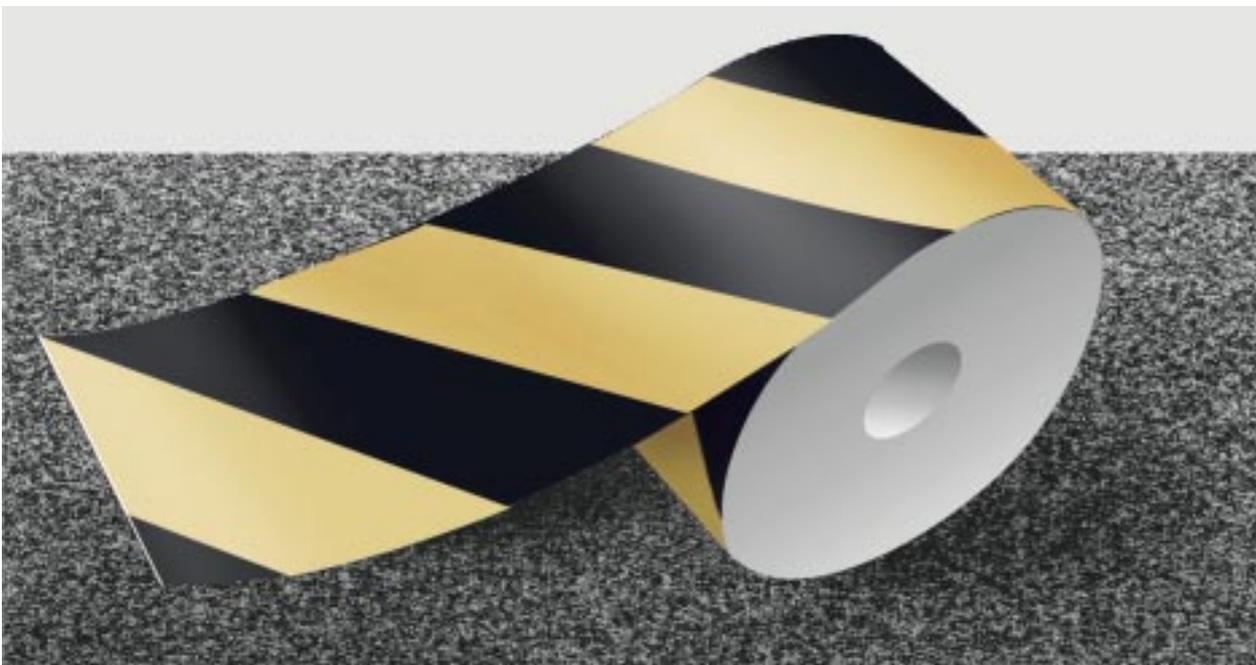
Размеры траншеи (см)



Наружный диаметр трубы D, мм	Ширина В, см	Глубина Т, см	Мин. радиус изгиба, м
75	25	80	0,7
90	30	80	0,8
110	30	85	0,9
125	35	85	1,0
140	35	85	1,1
160	35	90	1,2
200	40	95	1,3

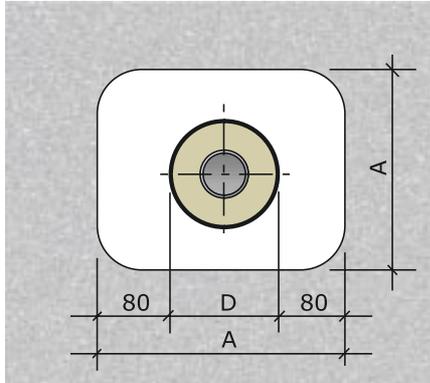
1 – сигнальная лента; 2 – вынутый грунт; 3 – песок

Сигнальная лента



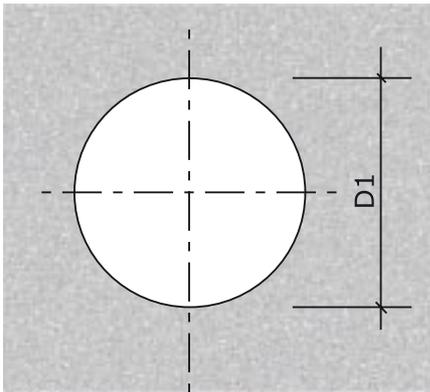
Проход стен

Пробивка стены



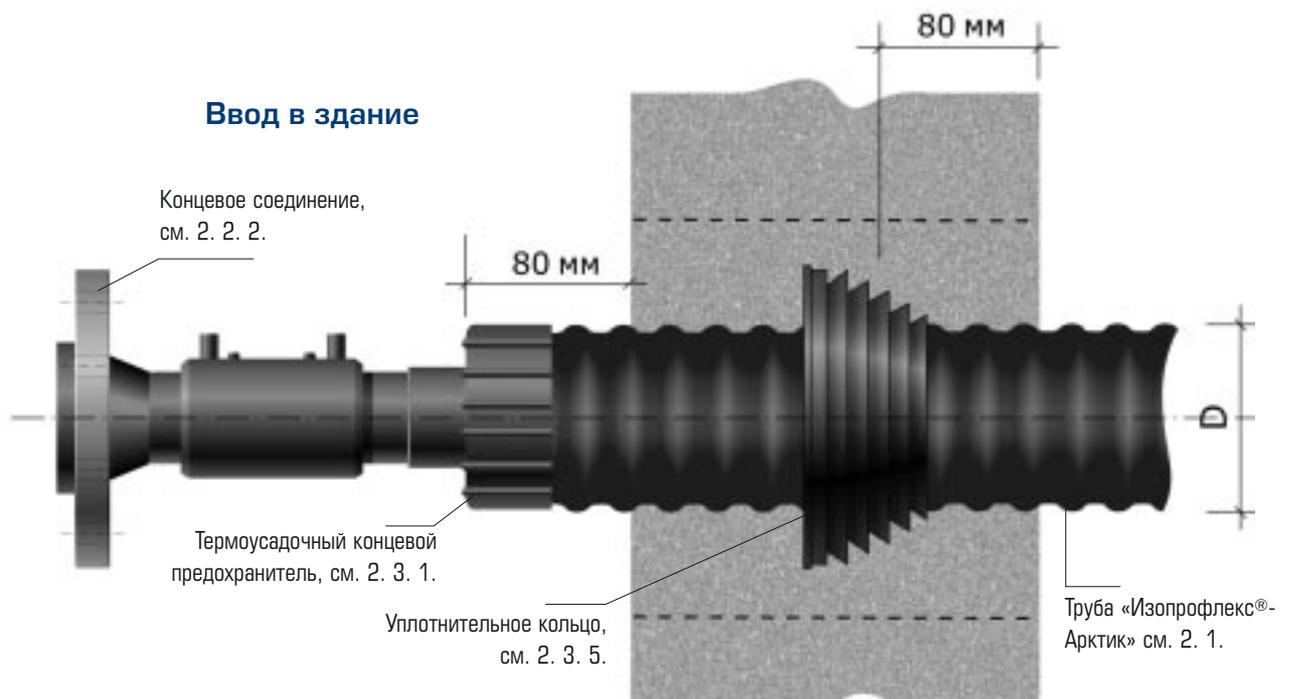
Наружный диаметр трубы, мм	A, мм
75	240
90	250
110	270
125	290
140	300
160	320
200	350

Бурение стены



Наружный диаметр трубы, мм	A, мм
75	180
90	200
110	220
125	240
140	260
160	280
200	340

Ввод в здание



4.5. Испытания трубопровода

Смонтированный трубопровод наполнить водой, удалив из него воздух. Проводится предварительное испытание под давлением, затем основное.

Предварительное испытание.

Давление в трубопроводе поднимается в три ступени. Первоначально давление поднимается до уровня, равного 1,5 от рабочего давления. В течение следующих 30 минут дважды с интервалом в 10 мин проводится компенсация падения давления вследствие увеличения диаметра трубы. Таким образом, обеспечивается, что на 20-й минуте после подъема давления оно должно быть равным 1,5 рабочего давления. С 30-й по 60-ю минуту допускается падение давления максимум на 0,6 бар при отсутствии разгерметизации испытываемого трубопровода.

Основное испытание

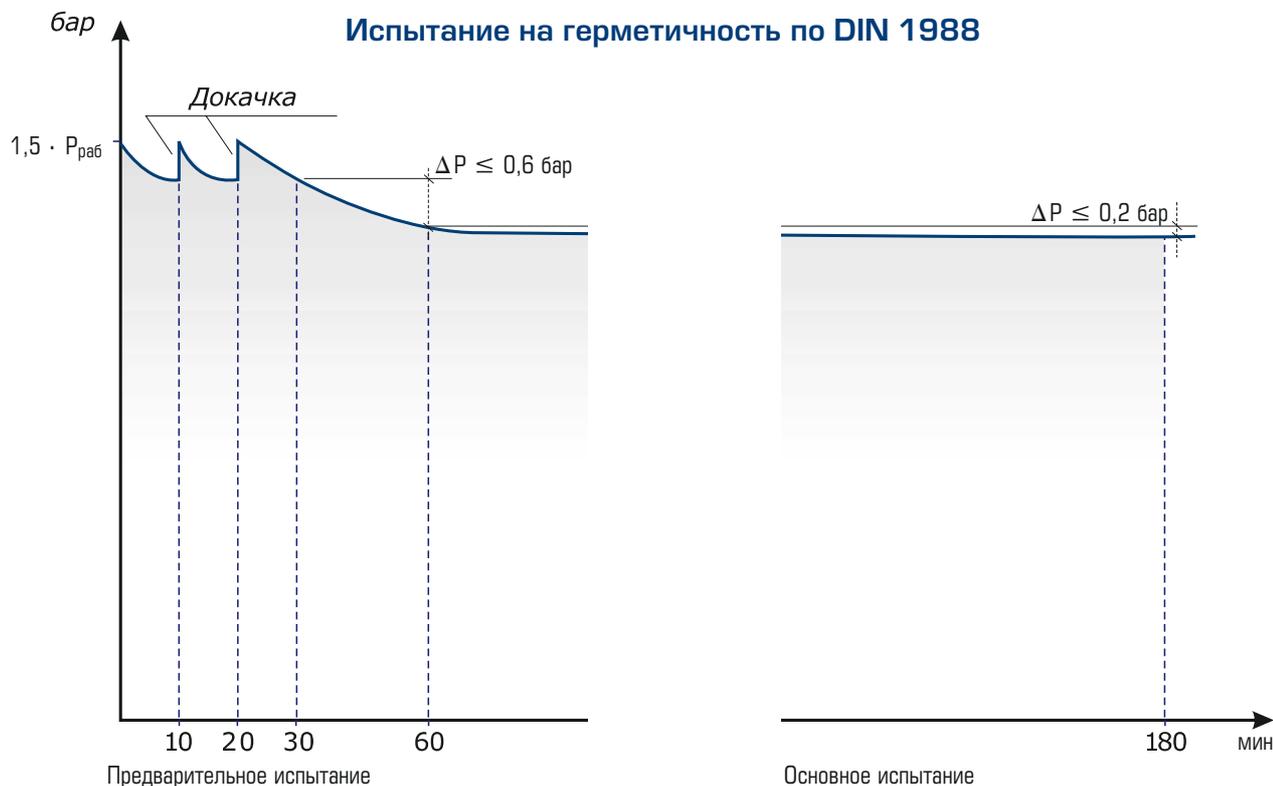
Далее, в течение 120 минут основного испытания не допускается падение давления более чем на 0,2 бар от уровня, достигнутого в течение первых 60 минут предварительного испытания.

Во всех случаях, как на стадии предварительных 60 минут, так и на стадии основного испытания – 120 минут, падение давления в большей, чем указано здесь, степени указывает на негерметичность трубопровода.

Примечания

Существенное влияние на результаты испытаний может оказать разница между начальной температурой трубы и температурой испытательной среды, что обусловлено высоким коэффициентом температурного расширения пластмассовых труб. Так, изменение температуры отсеченного от источника давления трубопровода на 10 °С может привести к изменению давления в нем от 0,5 до 1 бар. Поэтому после заполнения трубопровода водой перед началом опрессовки должно пройти не менее 1 часа.

Важно, чтобы наряду с наблюдением за динамикой изменения давления производился визуальный контроль мест соединений, так как на практике приборы для измерения давления не всегда позволяют обнаружить небольшие утечки. После испытаний трубопровод следует тщательно промыть.



4.6. Монтаж системы электрообогрева

4.6.1. Общие положения

Монтаж электрических систем обогрева «Тепломаг®» должен производиться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», проектно-сметной и рабочей документацией на систему, местными инструкциями, разработанным и утвержденным планом производства работ (ППР).

Монтаж и испытания систем электрического обогрева «Тепломаг®» должен производить обученный персонал. Обученный наблюдатель должен присутствовать при всех стадиях работы, особенно при установке в опасных зонах.

Организация, осуществляющая монтаж, должна иметь лицензию Ростехнадзора на выполняемую работу.

Монтаж системы электрообогрева «Тепломаг®» осуществляется после выполнения работ по соединению труб и опрессовке трубопровода.

4.6.2. Прокладка и крепление нагревательного кабеля

При использовании труб «Изопрофлекс®-Арктик-У» необходимо завести нагревательный кабель в кабельный канал. В тех случаях, когда укладка трубопровода проводится с изгибом трубы, заводить кабель следует до того, как труба будет изогнута.

Для затяжки нагревательного кабеля в кабельный канал использовать УЗК (устройство для затяжки кабеля) – гибкий пруток из стекловолокна диаметром 3,5 мм. Заводить нагревательный кабель следует плавно, без рывков.

Работы по прокладке нагревательного кабеля проводить при температуре не ниже -15°C . При более низких температурах работы по монтажу вести с прогревом методом подключения питающего напряжения к нагревательным секциям с соблюдением правил ПТЭ и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей. При необходимости установить на нагревательную секцию концевую заделку и подсоединить силовой кабель. Продолжительность прогрева – 3-5 минут.

При прогреве кабеля не разрешается применять разделительные трансформаторы напряжением выше 220 В.

Нагревательный кабель в местах установки концевых заделок и соединительных муфт, датчиков температуры, сращивания нагревательного кабеля и разделения нагревательных секций плотно прижать и оклеить самоклеющейся крепежной лентой.

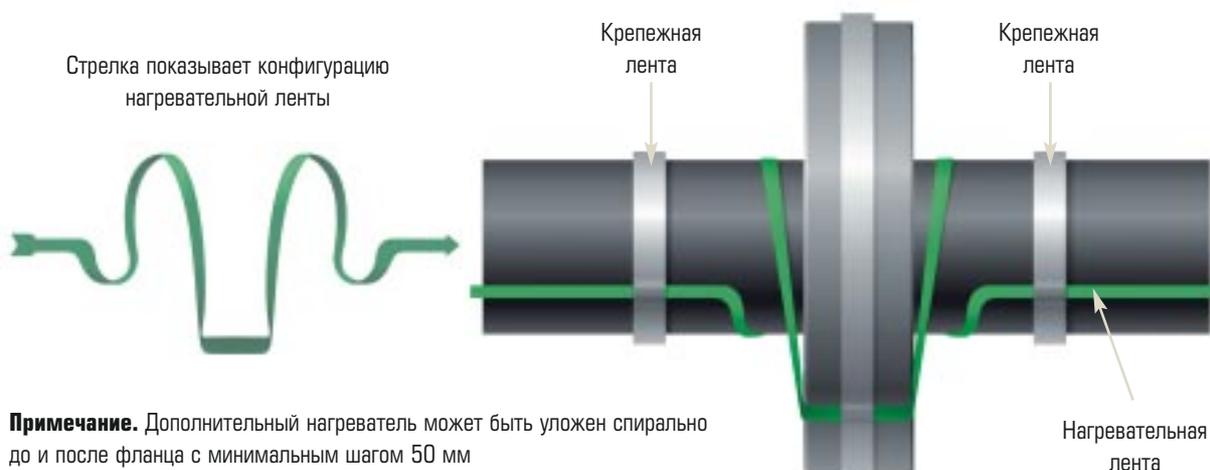
Поверхности труб в местах соприкосновения с нагревательным кабелем (нагревательными секциями) должны быть очищены от грязи.

Следует избегать пересечения нагревательных лент.

Для компенсации тепловых потерь на фланцевых соединениях, задвижках, клапанах и т.п. при прокладке нагревательного кабеля оставлять на них слабину, размер которой указывается на чертежах системы. Нагревательные кабели укладываются таким образом, чтобы в будущем их можно было отводить, обеспечивая доступ к обслуживаемым деталям (см. рис.).

Чтобы избежать повреждения из-за утечки жидкости, кабель под фланцем в нижней точке не прокладывать.

Нагревательный кабель плотно прижать и оклеить крепежной лентой.



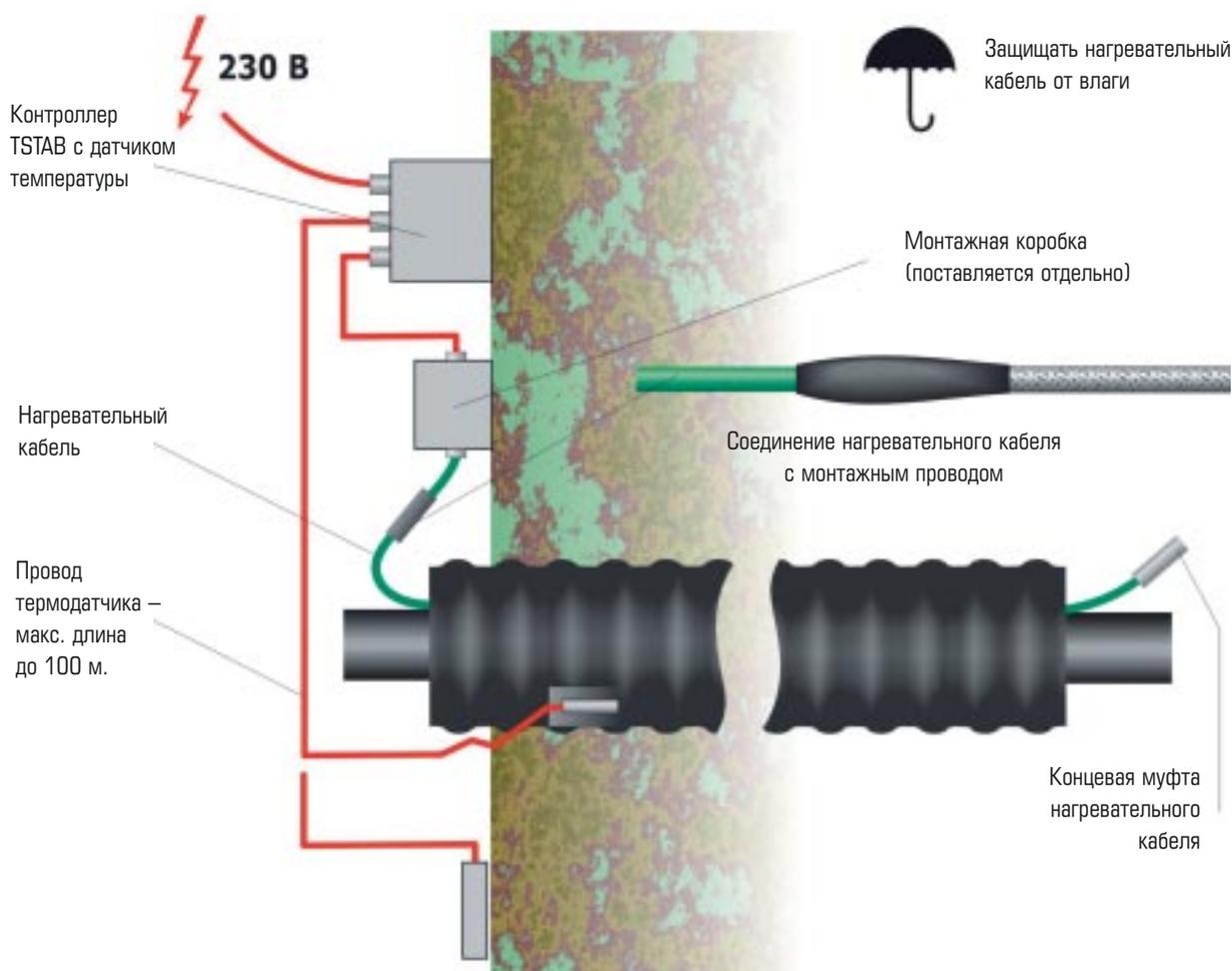
4.6.3. Монтаж и подключение нагревательного кабеля

Монтаж нагревательных кабелей и лент и установку концевых заделок выполнять в строгом соответствии с инструкциями на конкретные изделия.

Запрещается соединять вместе проводники саморегулирующегося кабеля, так как это приводит к короткому замыканию.

Предохранять концы кабелей от влаги, повреждений или других воздействий, если они должны оставаться открытыми в течение длительного времени.

Соединение саморегулирующихся кабелей осуществляется при помощи соединительных муфт или в соединительных коробках.



4.6.4. Расположение датчиков температуры

Температурный датчик термостата разместить на поверхности обогреваемой трубы на 180° от нагревателя, используя крепежную ленту или теплостойкие хомуты. Температурный датчик не должен находиться в прямом контакте с нагревателем.

Датчик температуры воздуха монтируется в распределительной коробке, которая может крепиться как на трубопроводе, так и на элементах здания, в котором установлен шкаф управления. Для более точного показания температуры окружающего воздуха коробка крепится в местах, наиболее защищенных от солнечных лучей, вне зоны действия вытяжной вентиляции, чердачных продухов и т.п.

4.6.5. Вывод кабеля из-под теплоизоляции

При подземной прокладке разветвленных трубопроводов и трубопроводов большой длины нагревательные и контрольные кабели необходимо завести в соединительные коробки, расположенные над поверхностью грунта.

Вывод кабелей из-под теплоизоляции осуществляется в местах соединения отрезков труб.

Концы кабеля выводятся через заливочное отверстие комплекта для изоляции соединения. После заливки пенополиуретановой композиции в отверстие вворачивается отрезок трубы с резьбой. Длина отрезка должна быть больше глубины заложения трубопровода и достаточной для закрепления соединительной коробки. Коробка крепится к отрезку трубы хомутами. Верхний конец отрезка глушится, кабели выводятся в отверстие в стенке трубы через уплотнители.

Соединительная коробка



4.6.6. Заземление и защита электрических цепей

Перед вводом в эксплуатацию выполнить заземление в соответствии с «Правилами устройства электроустановок». Проверить заземление шкафа управления (ШУ), силовых коробок, металлоконструкции, например: наружных металлических сеток или монтажных плат, которые будут связаны с главной шиной заземления установки или соединены с проводниками защитного заземления.

Особое внимание следует уделить заземлению металлической оболочки (экрана) кабелей, потому что в случае повреждения могут возникнуть сильные блуждающие токи от связанных с ними сооружений.

Предохранительные устройства защиты электрических цепей должны быть установлены в каждой цепи и рассчитаны на пусковой ток нагревателя. Саморегулирующиеся кабели имеют стартовые токи, зависящие от температуры холодного старта. Этот ток может быть значительно больше нормального рабочего тока кабеля.

Устройства защитного отключения (УЗО), срабатывающие от токов утечки на землю, должны устанавливаться всегда, если возможно (в опасных зонах обязательно). **Рекомендуется номинал тока срабатывания 30 мА.**

4.6.7. Окончательное подключение

Монтаж силовых и кабелей управления к ШУ, силовым коробкам и панелям управления и от них завершить у ШУ, силовой коробки и панели без осуществления окончательных подключений. Перед подключениями в ШУ, силовых коробках и панелях проверить все кабели на целостность и сопротивление изоляции. Только после завершения проверки и оформления записей в протоколе всех проведенных испытаний приступить к окончательному подключению.

4.6.8. Пуско-наладка

Целью проведения данных работ является проверка, настройка и испытание системы для обеспечения заданных проектом режимов и параметров.

Общие положения

Нагревательные секции осмотреть и проверить в три этапа:

1. Визуальный осмотр на предмет повреждений и целостности изоляции – проводится на месте перед началом производства работ.
2. После установки совместно с заказчиком проверяется:
 - целостность жил нагревательного кабеля;
 - сопротивление изоляции.

Результаты проверки оформляются протоколом в соответствии с СН 123-90.

3. После наложения теплоизоляции совместно с заказчиком и подрядчиком (осуществляющим теплоизоляцию).
 - целостность жил нагревательного кабеля;
 - сопротивление изоляции.

Результаты проверки оформляются протоколом в соответствии с СН 123-90.

Испытания сопротивления изоляции

Осуществляется проверка сопротивления изоляции «Мегомметром» для систем до 500 В (Ф4102\1-1М) между токонесущими жилами и оплеткой, оплеткой и ближайшей металлоконструкцией.

Результаты проверки оформляются протоколом в соответствии с СН 123-90.

Проверка целостности жил нагревательного кабеля

Проверяется методом закорачивания двух жил в месте установки концевой заделки. После проверки жилы разомкнуть и установить концевую заделку.

Проверке подлежат и целостность жил, и сопротивление изоляции силового кабеля и кабеля управления

Результаты испытаний и проверок оформляются отчетом в соответствии с СН 123-90.

Настройка и испытание

1. Перед выполнением подключений в шкафу управления убедиться, что имеются удовлетворительные результаты испытаний и отчеты для всех цепей относительно целостности, сопротивления изоляции и правильности электрических соединений.
2. Проверить и убедиться в работоспособности цепей системы управления и контроля:
 - а) Проверить работоспособность автоматики:
 - включить систему согласно прилагаемой инструкции по эксплуатации.
 - установить, что датчики температуры подключены, зафиксировать температуры
 - б) Произвести пробное включение. В рабочем диапазоне температур произвести замеры токов на каждой секции. Вне рабочего диапазона замер токов производить не более 15 мин.

Провести индивидуальное испытание системы в течение 24 часов.

Результат проведенных испытаний и проведения пуско-наладочных работ оформляются актом.

Комплексное опробование системы проводит заказчик в течение 72 часов. По завершении опробования составляется акт о сдаче системы заказчику в эксплуатацию

5. Сертификаты

Продукция	Сертификаты
Трубы «Изопрофлекс®-Арктик»	Сертификат соответствия № РОСС RU.АЮ85.Н03377 Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.01.12.229.П.15112.06.3 от 24.06.2003 г. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 50.РА.01.224.П.001305.04.2004 г.
Соединительные и фасонные детали	Сертификат соответствия № РОСС АТ.ДЕ01.В28610 Сертификат соответствия № РОСС СН.АИ50.В04157 Сертификат соответствия № РОСС СН.АЕ83.Н07694 Санитарно-эпидемиологическое заключение № 50.99.04.224.П.006264.03.06 от 16.03.2006 г. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.05.229.П.000659.04.03 от 29.04.2003 г. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.10.01.370.П.000907.04.04 от 07.04.2004 г.
Система электрического обогрева «ТЕПЛОМАГ®»	Сертификат соответствия № РОСС RU.МЕ67.В04197
Саморегулирующиеся электрические нагревательные ленты ФС* (FS*) с маркировкой взрывозащиты 2ExellT3...T6 X.	Сертификат соответствия РОСС RU.ГБ05.В01571 ССПБ.RU.ОП019.В01187 Санитарно-эпидемиологическое заключение 77.01.16.229.П.086756.11.07
Коробки соединительные РТВ 40*, РТВ 60*, РТВ 100* с маркировкой взрывозащиты 2ExellT3...T6 X.	Сертификат соответствия РОСС RU.ГБ05.В01572

