

## **РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ  
ПОДЗЕМНОЙ И НАДЗЕМНОЙ  
ПРОКЛАДКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРУБ  
И ФАСОННЫХ ИЗДЕЛИЙ СТАЛЬНЫХ  
С ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ  
ПЕНОПОЛИУРЕТАНА С  
ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКОЙ



СМИТ

ТАМ, ГДЕ ВАЖНА НАДЕЖНОСТЬ

СМИТ

ТАМ, ГДЕ ВАЖНА НАДЕЖНОСТЬ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	07
<b>2</b>	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ</b>	
	2.1. Основные положения.....	14
	2.2. Порядок проектирования. Основные определения.....	16
	2.3. Компенсация температурных удлинений.....	20
	2.3.1. Компенсация температурных удлинений за счет естественных углов поворота.....	20
	2.3.2. Метод преднапряжений при предварительном прогреве.....	23
	2.4. Ответвления на трубопроводах в ППУ-изоляции.....	27
	2.5. Неподвижные опоры.....	28
	2.6. Труба с усилениями полиэтиленовой трубы-оболочки.....	29
	2.7. Запорная арматура.....	30
	2.8. Концевые элементы трубопровода в ППУ-изоляции .....	30
<b>3</b>	<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ</b>	
	3.1. Назначение системы оперативного дистанционного контроля.....	33
	3.2. Структура и состав системы оперативного дистанционного контроля..	33
	3.2.1. Проводники-индикаторы СОДК.....	33
	3.2.2. Соединительные кабели.....	34
	3.2.3. Оснащение точек контроля элементами СОДК.....	35
	3.3. Измерительные приборы СОДК и коммутационные терминалы (производитель ООО НПК «Курс-ОТ», РФ) .....	36
	3.3.1. Детекторы повреждений аналоговые стационарные и переносные .....	36
	3.3.2. Импульсный рефлектометр «Рейс 105М1».....	38
	3.3.3. Коммутационные терминалы.....	40
	3.3.4. Ящики ковера.....	43
	3.4. Рекомендации по проектированию СОДК.....	43
	3.5. Монтаж элементов системы оперативного дистанционного контроля...	52
	3.5.1. Предварительные замеры состояния трубопровода в ППУ-изоляции... ..	52
	3.5.2. Нарастивание [удлинение] соединительного кабеля.....	53
	3.5.3. Установка ящиков ковера.....	54
	3.5.4. Прокладка кабеля.....	54
	3.5.5. Установка и подключение коммутационных терминалов.....	54
	3.5.6. Установка и подключение стационарных детекторов повреждения ППУ-изоляции.....	55
	3.6. Инструменты и материалы для монтажа СОДК.....	56

## СОДЕРЖАНИЕ

4	ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ТРУБ И ФАСОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ.....	61
---	--	----

### МОНТАЖ И ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

5	5.1. Разработка траншей и котлованов.....	67
	5.2. Подготовка к монтажу.....	68
	5.3. Монтаж трубопроводов в ППУ-изоляции.....	68
	5.4. Монтаж муфт.....	69
	5.5. Испытание трубопроводов в ППУ-изоляции .....	70
	5.6. Требования безопасности при производстве работ .....	71
	5.7. Охрана окружающей среды.....	71
	Нормативные ссылки.....	72

# ВВЕДЕНИЕ

1





В практике отечественного строительства все чаще применяется энергосберегающая технология подземной бесканальной и надземной прокладки трубопроводов с использованием труб и фасонных изделий с индустриальной тепловой изоляцией из жесткого пенополиуретана (ППУ-изоляция) в гидрозакщитной оболочке.

Гидротеплоизоляционная система труб и изделий в ППУ-изоляции представляет собой жесткую конструкцию «труба в трубе», состоящую из рабочей стальной или стальной оцинкованной трубы, слоя ППУ-изоляции и внешней гидрозакщитной оболочки из термостойкого стабилизированного полиэтилена марки ПЭ 80, ПЭ 100 по ГОСТ 18599 для подземной бесканальной прокладки или тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918 - для надземной прокладки.

Жесткость конструкции обусловлена наличием прочных связей между рабочей трубой, слоем ППУ-изоляции, гидрозакщитной оболочкой и обеспечивается предварительной дробеметной или дробеструйной очисткой поверхности стальной трубы, оптимальными характеристиками ППУ-изоляции, коронированием внутренней поверхности полиэтиленовой трубы-оболочки.

Преимущества ППУ-изоляции в сравнении с другими видами теплоизоляционных материалов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Тип изоляции	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность, Вт/м °С	Срок службы, лет	Температура рабочей среды, °С
ППУ жесткий	35-80	0,019-0,035	30-50	-200..+150
Пенополистирол	15-35	0,043-0,064	15	-80..+80
Минеральная вата	15-150	0,052-0,058	5-7	-40..+250
Пенобетон	250-400	0,145-0,160	10	-30..+120
Вспененный полиэтилен	20-40	0,038-0,042	до 30	-80..+100
Вспененный каучук	62-86	0,033-0,042	20-30	-70..+150

По результатам сравнения очевидно, что ППУ-изоляция превосходит аналоги по основным показателям - теплопроводности и длительности срока эксплуатации.

Существенно повышает надежность работы трубопроводов в ППУ-изоляции наличие системы оперативного дистанционного контроля состояния ППУ-изоляции (СОДК), которая позволяет своевременно обнаружить и установить местонахождение повреждения рабочей трубы, предотвращая аварии, типичные для тепловых сетей других конструкций.

Высокую экономическую эффективность использования трубопроводов в ППУ-изоляции определяют следующие показатели:

- упрощение строительства за счет использования всех элементов трубопровода с индустриальной, т. е. изготовленной в заводских условиях, гидро-теплоизоляцией;
- упрощение эксплуатации и ремонта трубопровода за счет надежности конструкции и наличия СОДК;
- увеличение срока эксплуатации до 30 лет по сравнению с традиционными типами трубопроводов, составляющим 5-10 лет;
- снижение тепловых потерь до 8% по сравнению с тепловыми потерями в трубопроводах с традиционным типом изоляции (30-40%);

- снижение затрат: капитальных - в 5-7 раз, т. к. не требуется строительство железобетонных каналов и камер для запорной арматуры; эксплуатационных - в 9 раз; ремонтных - в 3 раза благодаря наличию СОДК.

Преимущества трубопроводов в ППУ-изоляции по сравнению с трубопроводами, изолированными минеральной ватой, приведены в таблице 1.2.

Показатели	Тепловая изоляция из пенополиуретана	Теплоизоляция из минеральной ваты
Способ прокладки трубопровода	Подземная БЕСКАНАЛЬНАЯ или надземная с индустриальной тепловой изоляцией	Подземная КАНАЛЬНАЯ или надземная с неиндустриальной тепловой изоляцией, увеличивающей трудозатраты при монтаже
Водостойкость	НИЗКОЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ, намокание возможно в случае механического повреждения гидрозащитной оболочки	ГИГРОСКОПИЧНА, ухудшение теплоизоляционных свойств от намокания
Толщина слоя тепловой изоляции	25-70 мм	70-120 мм
Защита от наружной коррозии, в т. ч. от коррозии блуждающими токами при подземной прокладке	ГЕРМЕТИЧНАЯ ПАРОНЕПРОНИЦАЕМАЯ ГИДРОЗАЩИТНАЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВАЯ ОБОЛОЧКА, инертный слой ППУ-изоляции, НЕ ТРЕБУЕТСЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ	НАНЕСЕНИЕ АНТИКОРРОЗИЙНОГО ПОКРЫТИЯ на наружную поверхность стальной трубы, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ
Воздействие агрессивных сред	ВЫСОКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ К РАЗЛИЧНЫМ СРЕДАМ	НИЗКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ, теплоизоляционные свойства теряются и восстановлению не подлежат
Экологическая чистота	ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСЕН	АЛЛЕРГЕН

ООО «СМИТ-Ярцево» - российское предприятие, специализирующееся на производстве труб и изделий в ППУ-изоляции, отвечающих требованиям ГОСТ 30732 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия».

На сегодняшний день уровень оснащения производства, квалификация кадров позволяют выпускать качественную, соответствующую российским и международным стандартам продукцию, которая прошла подтверждение качества третьей стороной и имеет сертификаты соответствия в Системе добровольной сертификации ГОСТ Р в Системе добровольной сертификации.

В настоящем руководстве приведена методика расчета трубопроводов в ППУ-изоляции, предназначенных для подземной бесканальной прокладки тепловых сетей с рабочим давлением 1,6 МПа и температурой теплоносителя до 140°C (с допустимым кратковременным повышением температуры до 150°C), сведения по проектированию и монтажу СОДК, гидротеплоизоляции сварных соединений, правильности транспортировки, складирования и хранения изделий в ППУ-изоляции, выпускаемых ООО «СМИТ-Ярцево».

При разработке руководства были учтены требования европейских стандартов EN 253, EN 448, а также опыт зарубежных и отечественных фирм, выпускающих продукцию для трубопроводов в ППУ-изоляции.

ООО «СМИТ-Ярцево» с 2009 года входит в состав некоммерческого партнерства содействия в предупреждении вреда и повышении качества работ в области строительства «Альянс строителей» и Совет проектировщиков.

**Составители: Е.С. Павлюк, И.Н. Данелия**



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ТРУБОПРОВОДОВ  
В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ  
БЕСКАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ  
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

**2**

**2.1.1. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Материалы, применяемые при проектировании трубопроводов в ППУ-изоляции, регламентированы требованиями **СП 41-105 и ГОСТ 30732:**

**Трубы стальные** электросварные прямошовные или бесшовные наружным диаметром **от 32 до 1420 мм** по ГОСТ 8731,10705, 20295.

Марки сталей **10; 20; 17ГС; 17Г1С; 17Г1СУ; 09Г2С.**

Для строительства тепловых сетей применяют новые стальные трубы длиной не менее 6 м и не более 12 м.

**Стальные фасонные части**, изготавливаемые по ТУ 5263-006-70843705 сваркой встык стальных патрубков и покупных деталей.

Покупные стальные детали:

- крутоизогнутые отводы по **ГОСТ 17375;**
- бесшовные приварные равнопроходные и переходные тройники по **ГОСТ 17376;**
- бесшовные приварные переходы по ГОСТ 17378.

**Стальные сварные секторные фасонные части** по рабочим чертежам завода-изготовителя, в т. ч. отводы с углами, равными углам поворотов трассы; тройники с усиливающими накладками в месте врезки патрубков.

**Гидрозащитные оболочки:**

- полиэтиленовая (ПЭ) из термосветостабилизированного полиэтилена марки **ПЭ-80, ПЭ-100** по ГОСТ 18599 для бесканальной прокладки в непроходных каналах по согласованию с проектной организацией, по ТУ 4937-002-70843705;

- полиэтиленовая, усиленная бандажами (**ПЭБ**) для прокладки в футлярах;

- оцинкованная спирально-навивная (ОЦ) из оцинкованной тонколистовой стали по ГОСТ 14918 для надземной прокладки, прокладки в проходных каналах, туннелях по ТУ 4937-012-70843705, ТУ 4937-014-70843705.

**2.1.2. Трубы в ППУ-изоляции и изделия в ППУ-изоляции**

По толщине ППУ-изоляции трубы в ППУ-изоляции и изделия в ППУ-изоляции подразделяют на 2 типа:

- тип 1 - стандартный;

- тип 2 - усиленный.

**НОМЕНКЛАТУРА труб в ППУ-изоляции и в ППУ-изоляции**, выпускаемых ООО «СМИТ-Ярцево», включает:

- трубы прямые;
- трубы прямые с усилениями ПЭ-оболочки;
- отводы;
- переходы;
- тройники прямые равнопроходные или переходные;
- тройники параллельные равнопроходные или переходные;
- тройниковые ответвления;
- тройники с шаровым краном воздушника;
- тройник с шаровым краном спускника;
- П-образные элементы;
- элементы трубопровода с верхним кабелем вывода (промежуточные);
- концевые элементы трубопровода:
- с верхним кабелем вывода из ПЭ или ОЦ-оболочки (ЗМКв);
- с торцевым кабелем вывода (ЗМКт);
- с закольцовкой проводов СОДК (ЗМ);

- опоры неподвижные стандартные;
- опоры неподвижные изолированные;
- краны шаровые;
- краны шаровые с краном воздушника (двумя кранами воздушника);
- компенсаторы сильфонные стартовые и осевые.

### **2.1.1. СОДК**

Применяется импульсная СОДК, принцип действия которой основан на эффекте изменения электропроводности ППУ-изоляции при увлажнении.

ППУ-изоляция содержит:

- не менее двух проводников-индикаторов в положении 3 и 9 ч - для труб диаметром до 426 мм включительно;
- не менее трех проводников-индикаторов в положении 3,9 и 12 ч - для труб диаметром 530 мм и более.

Материал проводников-индикаторов - неизолированная мягкая медь марки ММ сечением 1,5 мм<sup>2</sup>.

### **2.1.2. Монтаж муфт**

Работы по гидро теплоизоляции сварных стыков (далее - изоляция стыков) ООО «СМИТ- Ярцево» выполняет по заявке заказчика. Изоляцию стыков выполняют с помощью муфт и комплектов заделки стыков (КЗС).

При бесканальной прокладке трубопроводов в ППУ-изоляции для защиты ППУ-изоляции от намокания и механических воздействий в местах сварных соединений используют следующие типы муфт:

- надвижные термоусаживаемые по ТУ 4937-010-70843705;
- электросварные.

Для трубопроводов в ППУ-изоляции надземной прокладки при заделке стыков используют разрезные муфты из оцинкованной тонколистовой стали.

### **ООО «СМИТ-Ярцево» ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПОСТАВКУ КЗС СТАНДАРТНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ ПО ТУ 4937-009-70843705.**

При проектировании участков трубопроводов в ППУ-изоляции с применением укороченных изделий в ППУ-изоляции следует учитывать технологию заделки стыков с помощью укороченной неразъемной муфты.

### **2.1.3. Монтаж трубопроводов в ППУ-изоляции**

Трубопроводы в ППУ-изоляции относят к IV категории.

При прокладке в непроходных каналах трубы в ППУ-изоляции диаметром до 400 мм следует укладывать на песчаное основание диаметром более 400 мм - на скользящие опоры.

При реконструкции тепловых сетей допускается укладка труб в ППУ-изоляции в существующий непроходной канал с засыпкой последнего песком.

Надземная и подземная бесканальная прокладка тепловых сетей по территории детских дошкольных, школьных и лечебно-профилактических учреждениях не допускается.

В случае прокладки трубопроводов в ППУ-изоляции в местах, испытывающих динамические нагрузки, превышающие 5,0 т/ось, над поверхностью трубопровода в ППУ-изоляции на высоте не менее 30 см следует укладывать железобетонные плиты или применять для прокладки трубопровода в ППУ-изоляции защитные футляры или железобетонные каналы.

Расчетный участок - это прямолинейный отрезок трубопровода, границами которого являются естественные компенсаторы или неподвижные опоры.

При проектировании тепловую сеть необходимо разбить на отдельные участки такой длины, при которых температурные удлинения каждого из них не будут оказывать влияния на соседние участки. Такое разделение позволяет сделать расчет прочности и схем компенсации каждого участка независимо от работы участков, расположенных рядом.

Сила трения. Трубопроводы в ППУ-изоляции при бесканальной прокладке работают в условиях знакопеременных нагрузжений, обусловленных изменениями температуры теплоносителя.

Давление грунта препятствует свободному расширению стальной трубы, создавая силу трения между полиэтиленовой оболочкой трубопровода в ППУ-изоляции и грунтом. Данное взаимодействие с достаточной точностью отражает лишь один коэффициент - коэффициент трения. Этот коэффициент постоянный и равен  $\mu=0,4$ . Силу трения наружной поверхности оболочки о грунт на единицу длины трубы ( $f$ ) Н/М вычисляют по формуле 2.1:

$$f = \mu \cdot V \cdot \pi \cdot D, \quad (2.1)$$

где  $\mu=0,4$  - коэффициент трения между оболочкой и грунтом;

$V$ - давление грунта на наружную оболочку;

$D$  - наружный диаметр полиэтиленовой трубы-оболочки, м.

Давление грунта на наружную поверхность оболочки ( $V$ ) Н/м<sup>2</sup> рассматривают как равномерно распределенную нагрузку и определяют по формуле 2.2:

$$V = v \cdot H \cdot \rho \cdot g \cdot \left( \frac{1 + K_0}{2} \right) \quad (2.2)$$

где  $v$  - коэффициент нагрузки стальной трубы

( $v = 1,1$  - для состояния предельной нагрузки трубы;

$v = 1,0$  - для состояния предельного использования трубы);

$H$  - глубина укладки трубы (от поверхности земли до оси трубы), м;

$\rho = 1800$  - плотность засыпного грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $g$

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$K_0 = 0,5$  - коэффициент бокового давления грунта.



Номинальную осевую силу ( $N$ )  $H$ , действующую на прямолинейный участок трубопровода в ППУ-изоляции длины ( $L$ ), м при постоянной глубине траншеи, определяют по формуле 2.3:

$$N = f \cdot L \quad (2.3)$$

Для переменной глубины траншеи в простейшем случае можно принять, что глубина траншеи  $H$  меняется линейно по длине прямолинейного участка трубопровода в ППУ-изоляции, тогда номинальную осевую силу определяют по формуле 2.4:

$$N = f_{cp} \cdot L \quad (2.4)$$

$f_{cp}$  представляет собой среднее значение силы трения, соответствующее среднему значению глубины траншеи  $H_{cp}$ , определяемой по формуле 2.5:

$$H_{cp} = 0,5 \cdot (h_0 + h_1) \quad (2.5)$$

где  $h_0$  и  $h_1$  – значения глубины траншеи на концах рассматриваемого участка

Расчетное осевое напряжение в трубопроводе ( $\sigma_x$ ) МПа при растяжении или сжатии не должно быть больше допускаемого напряжения ( $\sigma_{доп}$ ) МПа согласно формуле 2.6:

$$\sigma_x = \frac{N}{S_{TP}} \leq \sigma_{доп} \quad (2.6)$$

где  $S_{TP}$  – площадь поперечного сечения стенки стальной трубы, м<sup>2</sup>

В правильно спроектированном и построенном трубопроводе в ППУ-изоляции необходимо добиться такого состояния, при котором типичные колебания температуры теплоносителя от +10°C до +130°C будут вызывать напряжения в интервале от -150 МПа до +150 МПа.

**Условно неподвижная опора** - температурное расширение прямого участка трубопровода в ППУ-изоляции бесканальной прокладки, концы которого являются свободным или заканчиваются компенсаторами, происходит равномерно в обоих направлениях от неподвижной точки (т. е. точки, не имеющей перемещений), возникающей в середине рассматриваемого прямого участка. Именно в этой точке возникает условно неподвижная опора.

Нет никакой необходимости устанавливать в этом месте реальную неподвижную опору.

**Максимальная длина  $L_{max}$**  - это максимально возможное расстояние между условно неподвижной опорой и компенсатором, при котором осевое напряжение в стальной трубе не превышает допускаемого ( $\sigma_{доп}$ ).

Допускаемое осевое напряжение ( $\sigma_{доп}$ ) трубопроводов в ППУ-изоляции:

- из низколегированных сталей 17Г1С, 17Г1СУ ГОСТ 19281 - **150 МПа**;
- из стали 20 ГОСТ 1050 - **150 МПа**;
- из стали Ст 3сп5 (группы В) ГОСТ 380 - **130 МПа**.

Максимальную длину прямого отрезка трубопровода в ППУ-изоляции определяют по формуле 2.7:

$$L_{\max} = \frac{S_{TP} \cdot \sigma_{\text{ДОП}}}{f} \quad (2.7)$$

где  $S_{TP}$  – площадь поперечного сечения стенки стальной трубы, мм<sup>2</sup>;  
 $f$  – сила трения, определяется по формуле 2.1

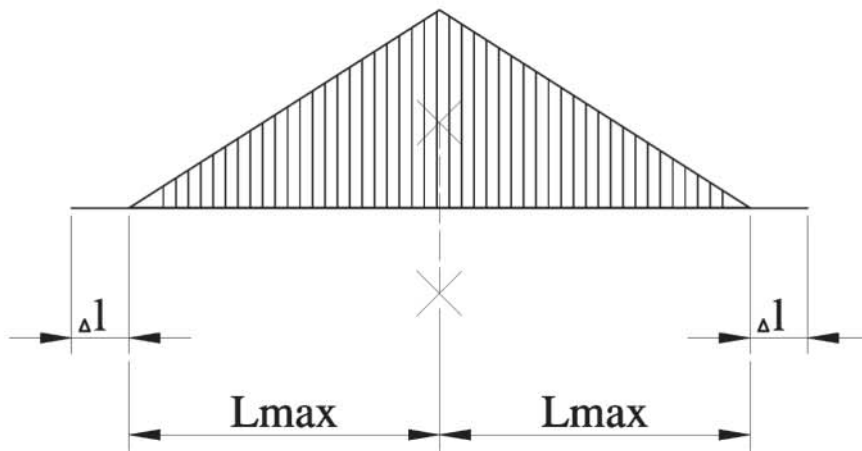
Сила трения между грунтом и оболочкой возникает в результате давления грунта на трубу в ППУ-изоляции, испытывающую температурное удлинение при увеличении температуры теплоносителя. За счет сил трения частично компенсируются температурные удлинения.

При  $H > 1,0$  м расстояние ( $L_{\max}$ ) уменьшают пропорционально глубине заложения трубопровода.

Значения силы трения, площади поперечного сечения стенки трубы ( $S_{TP}$ ), максимальной длины ( $L_{\max}$ ) при  $H=1,0$  м приведены в таблице 2.1.

Условный диаметр трубы, мм	Наружный диаметр трубы, $d_u$ , мм	Толщина стенки трубы, $s_t$ , мм	Внутренний диаметр трубы, $d_{вн}$ , мм	Диаметр трубы оболочки, $D_{зр}$ , мм	Сила трения, $F, H/m$	Площадь поперечного сечения стенки трубы, $S_{TP}$ , кв. мм	Максимальная длина, $L_{\max}$ , м
32	38	3	32	110	1828	330	27
40	45	3	39	110	1828	396	32
50	57	3	51	125	2077	509	37
65	76	3	70	140	2326	688	44
80	89	4	82	160	2659	940	53
100	108	4	100	200	3323	1306	59
100	114	4	106	200	3323	1382	62
125	133	4	125	225	3739	1620	65
150	159	4,5	150	250	4154	2183	79
200	219	6	207	315	5234	4013	115
250	273	7	261	400	6647	5030	114
300	325	7	313	450	7478	6010	120
350	377	7	363	500	8308	8133	147
400	426	7	412	560	9305	9210	148
500	530	7	516	710	11798	11496	146
600	630	8	614	800	13294	15625	176
700	720	8	704	900	14955	17885	179

Для обеспечения прочности трубопровода длина прямых отрезков не должна превышать ( $2 L_{\max}$ ), причем в центре прямого участка удлинение отсутствует ( $\Delta l = 0$ ), в этой точке возникает условная неподвижная опора, фиксирующая трубопровод в ППУ-изоляции, а на его свободных концах появляется удлинение ( $\Delta l$ ). Схема участка трубопровода в ППУ-изоляции с условно неподвижной опорой и эпюра распределения напряжения в нем приведены на рисунке 2.1.



(Рис. 2.1)

Если длина прямого участка составляет больше ( $2L_{\max}$ ), на таком участке следует предусматривать дополнительную компенсацию за счет естественных углов поворота.

**Температурное удлинение** ( $\Delta l$ , м) участка трубопровода в ППУ-изоляции длиной  $L_{\max}$ , засыпанного грунтом, определяют по формуле 2.8:

$$\Delta l = \alpha \cdot (T - T_p) \cdot l_{\max} - \frac{f \cdot l_{\max}}{2 \cdot E_T \cdot s_{TP}} \quad (2.8)$$

где  $T$  - расчетная температура теплоносителя, °С;

$T_p$  - температура наружного воздуха при монтаже трубопровода в ППУ-изоляции, °С;

$\alpha$  - коэффициент линейного расширения стальной трубы,  $1/^\circ\text{C}$ .

Для сталей 17Г1С, 17Г1СУ в диапазоне температур

от -0 до 100°С -  $1,2 \cdot 10^{-5}$ ;

от -0 до 150°С -  $1,37 \cdot 10^{-5}$ .

Для стали 20, ВСтЗСп5 для диапазона температур

от -0 до 100°С -  $1,18 \cdot 10^{-5}$ ;

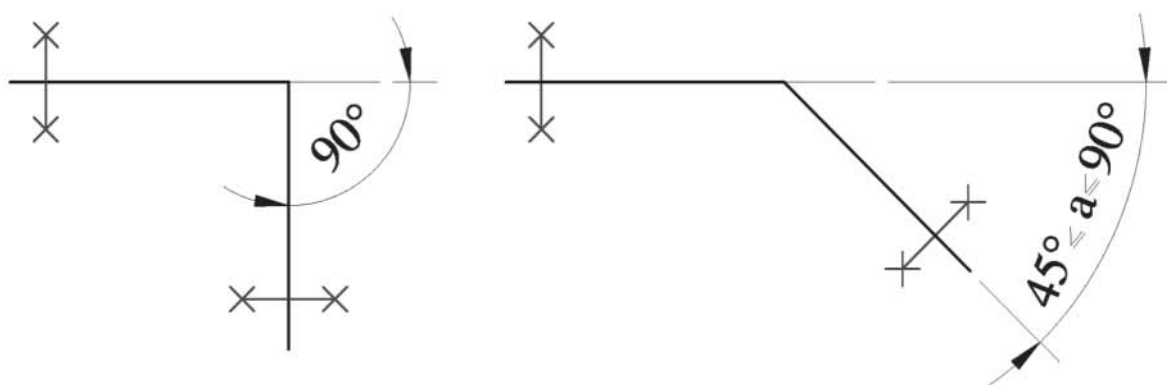
от -0 до 100°С -  $1,25 \cdot 10^{-5}$ .

$E_T$  - модуль продольной упругости стальной трубы с учетом влияния температуры, Н/мм<sup>2</sup>.

**2.3**
**КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УДЛИНЕНИЙ**
**2.3.1**
**КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УДЛИНЕНИЙ  
ЗА СЧЕТ ЕСТЕСТВЕННЫХ УГЛОВ ПОВОРОТА**

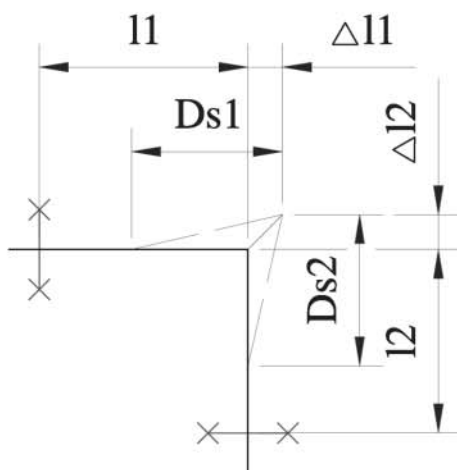
Компенсацию температурных удлинений трубопроводов в ППУ-изоляции осуществляют за счет естественных изменений направления трассы с помощью углов поворота Г-образной, Z-образной и П-образной формы.

Для самокомпенсации Г-образных участков трубопроводов тепловых сетей используют изменения направления трассы под углом от 45 до 90° (рис. 2.2).



(Рис. 2.2)

Схема компенсации при изменении направлении трассы под углом 90° (рис. 2.3)



(Рис. 2.3)

Допускается проектирование трассы с помощью углов поворота менее 45°, но в таком случае следует использовать дополнительные варианты компенсации.

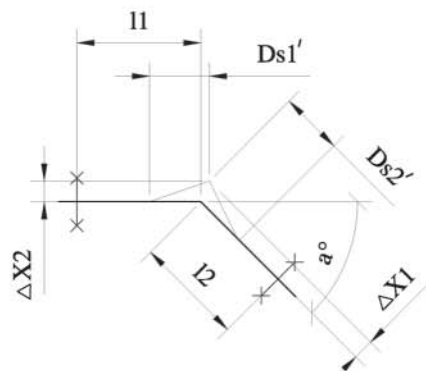
Длины плеч компенсации ( $D_{s1}$ ) и ( $D_{s2}$ , м) (рис. 2.3) Г-образной формы при угле изменения направления трассы  $\alpha = 90^\circ$  определяют по формулам 2.9 и 2.10:

$$D_{s1} = 1.2 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{\sigma_{\text{доп}}}} \cdot \sqrt{D_H \cdot \Delta l_2} \quad (2.9)$$

$$D_{s2} = 1.2 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{\sigma_{\text{доп}}}} \cdot \sqrt{D_H \cdot \Delta l_1} \quad (2.10), \quad (2.10)$$

где  $D_H$  – наружный диаметр стальной трубы, м;  
 $\Delta l_1$  – температурное удлинение трубопровода в ППУ-изоляции, засыпанного грунтом, длиной ( $l_1$ ), м;  
 $\Delta l_2$  – температурное удлинение трубопровода в ППУ-изоляции, засыпанного грунтом, длиной ( $l_2$ ), м или по номограмме 2.11.

Длины плеч компенсации ( $D_{s1}'$ ) и ( $D_{s2}'$ , м) (рис. 2.4.)



(Рис. 2.4)

Г-образной формы при угле изменения направления трассы  $\alpha=45^\circ$  до  $90^\circ$  определяют по формулам 2.11 и 2.12:

$$D_{s1}' = 1.2 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{\sigma_{\text{доп}}}} \cdot \sqrt{D_H \cdot \Delta X_2} \quad (2.11)$$

$$D_{s2}' = 1.2 \cdot \sqrt{\frac{1.5 \cdot E_T}{\sigma_{\text{доп}}}} \cdot \sqrt{D_H \cdot \Delta X_1} \quad (2.12)$$

Сокращенные удлинения вычисляются по формулам 2.13 и 2.14

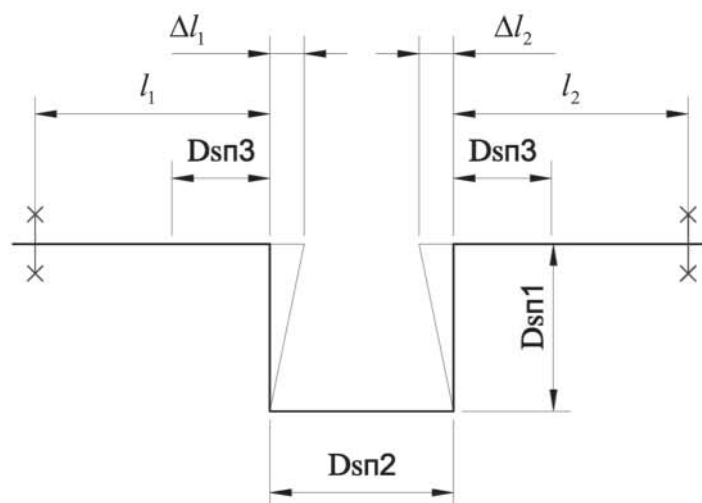
$$\Delta X_1 = \Delta l_2 / \text{tg} \alpha + \Delta l_1 / \sin \alpha \quad (2.13)$$

$$\Delta X_2 = \Delta l_2 / \sin \alpha + \Delta l_1 / \text{tg} \alpha \quad (2.14)$$

где  $\Delta l_1$  – температурное удлинение трубопровода в ППУ-изоляции, засыпанного грунтом, длиной  $l_1$ .

$\Delta l_2$  – температурное удлинение трубопровода в ППУ-изоляции, засыпанного грунтом, длиной  $l_2$ .

К **П-образной** системе компенсации относят изменение направления трассы, приведенное на рис. 2.5:



(Рис. 2.5)

Длину плеча компенсации ( $D_{сп1}$ , м) вычисляют по формуле 2.18 или по номограмме 2.3.3:

$$D_{сп1} = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{1,5 \cdot E_T}{\sigma_{доп}}} \cdot \sqrt{D_H \cdot \sum \Delta l} \quad (2.18)$$

где  $\sum \Delta l$  - суммарное удлинение участков трубопровода в ППУ-изоляции, ( $l_1$ ), ( $l_2$ ) **П-образной системы компенсации, м, определяется по формуле 2.16.**

Длину плеча компенсации ( $D_{сп3}$ , м) от удаления вылета ( $D_{сп1}$ ) вычисляют по формуле 2.19:

$$D_{сп3} = 0,1 \cdot \sqrt{D_H \cdot D_{сп1}} \quad (2.19)$$

**Длина полочки ( $D_{сп2}$ ) равна двойной длине стандартного отвода.**

При бесканальной прокладке в местах естественной компенсации температурных удлинений трубопроводов в ППУ-изоляции используют амортизирующие прокладки, обеспечивающие возможность перемещения трубопровода в ППУ-изоляции в осевом направлении. В качестве амортизирующих прокладок применяют маты из вспененного полиэтилена толщиной не менее двух величин расчетного теплового удлинения и высотой, превышающей не менее чем на 100 мм диаметр полиэтиленовой трубы-оболочки.

Амортизирующие прокладки следует устанавливать на 2/3 длины плеча компенсации. **При расчетном тепловом удлинении до 15 мм амортизирующие прокладки можно не устанавливать.**

Выше был рассмотрен так называемый холодный метод компенсации, т. е. использование естественных углов поворота с обеспечением тепловых деформаций в грунте.

Существует метод компенсации температурных удлинений с помощью предварительного нагрева трубопроводов в ППУ-изоляции.

Сущность метода заключается в нагреве трубопроводов в ППУ-изоляции до средней температуры эксплуатации перед обратной засыпкой, затем засыпка их песком в нагретом состоянии и дополнительный нагрев до рабочей температуры.

При этом методе сила трения между оболочкой трубопровода в ППУ-изоляции и грунтом обеспечивает общую устойчивость системы, а изменения температуры приводят к изменениям осевых напряжений в трубопроводах в ППУ-изоляции.

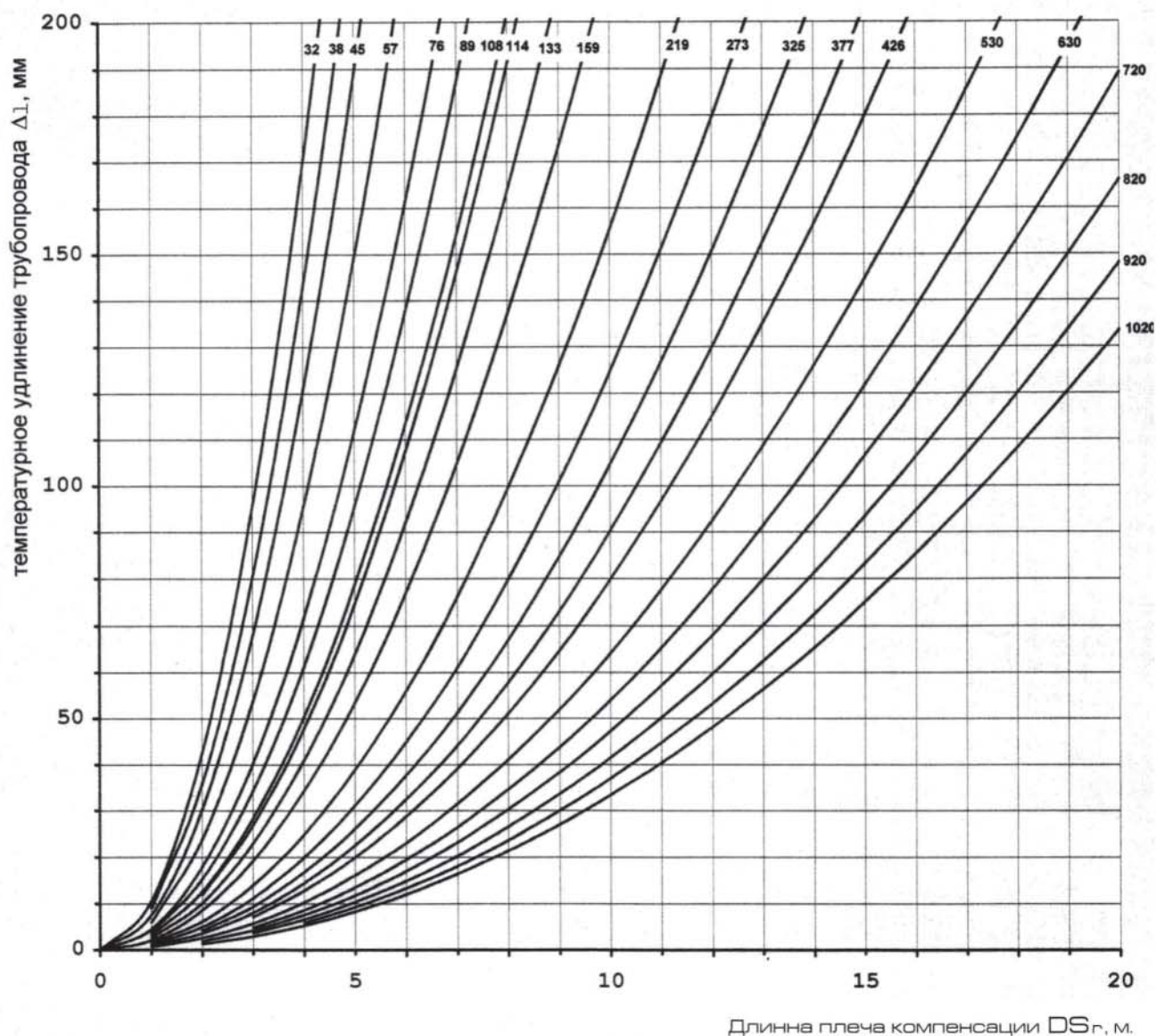
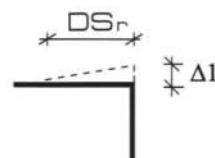
Продольные перемещения труб в этом случае исключены.

Метод более экономичен и позволяет снизить напряжение в трубопроводах в ППУ-изоляции, уменьшить их деформацию.

Практика использования метода проектирования и монтажа трубопроводов в ППУ-изоляции с предварительным нагревом показала, что он требует точного соблюдения технологии монтажа, т. к. даже незначительные отклонения могут привести к нежелательным последствиям. Поэтому этот метод не получил широкого распространения.

### Номограмма 2.1.1 Г-образная форма компенсации

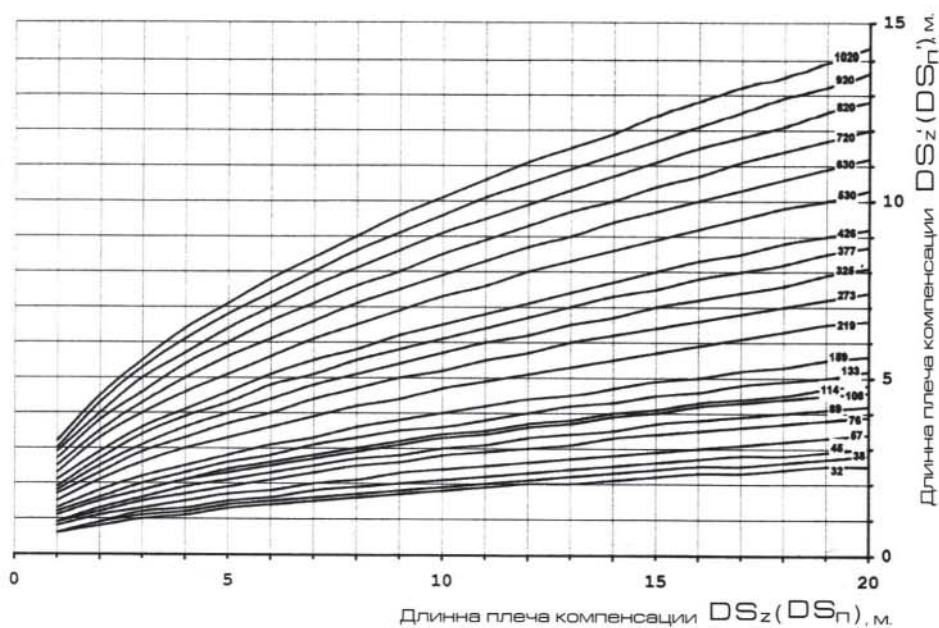
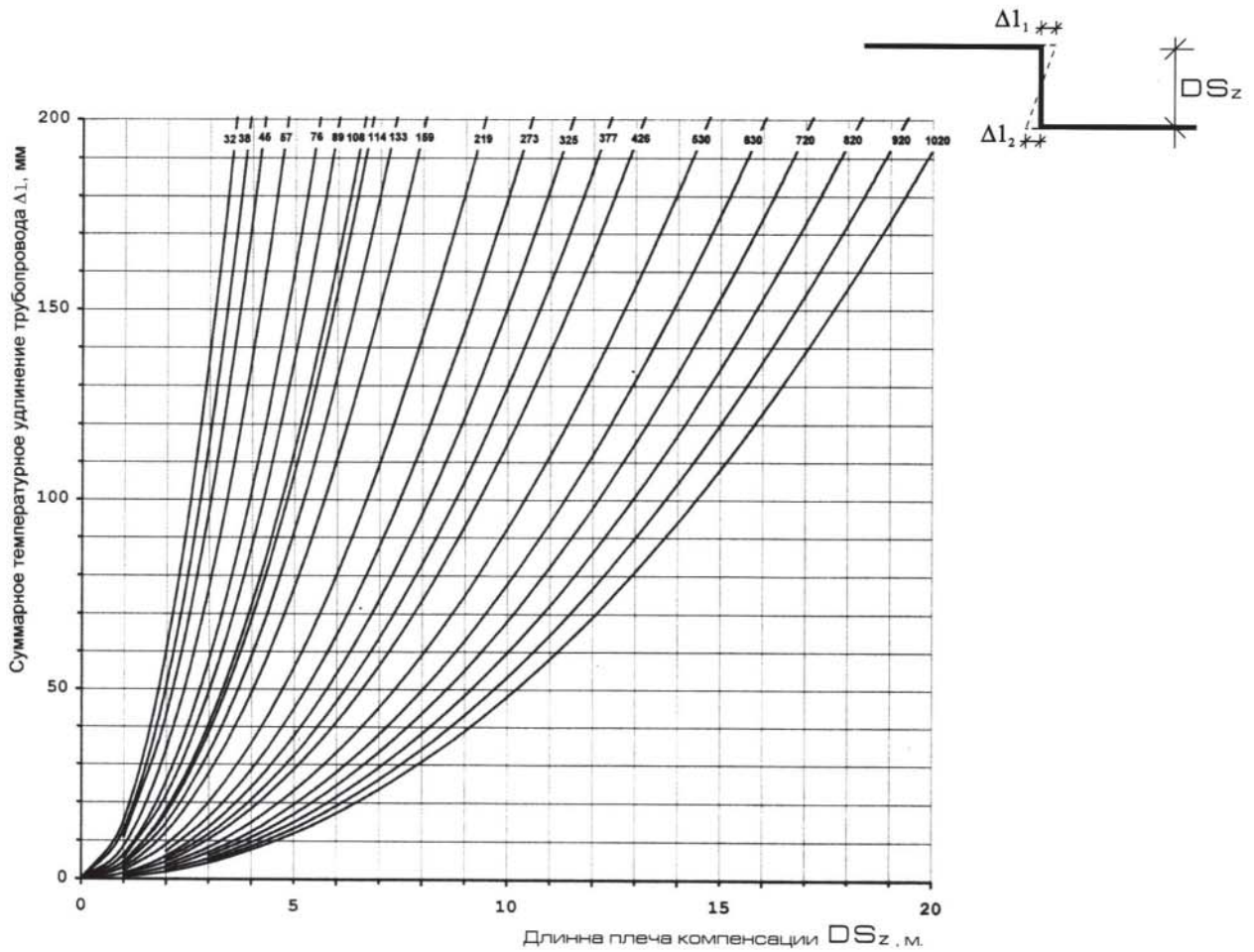
Длина плеча компенсации ( $DS_r$ ) в зависимости от удлинения ( $\Delta l$ )





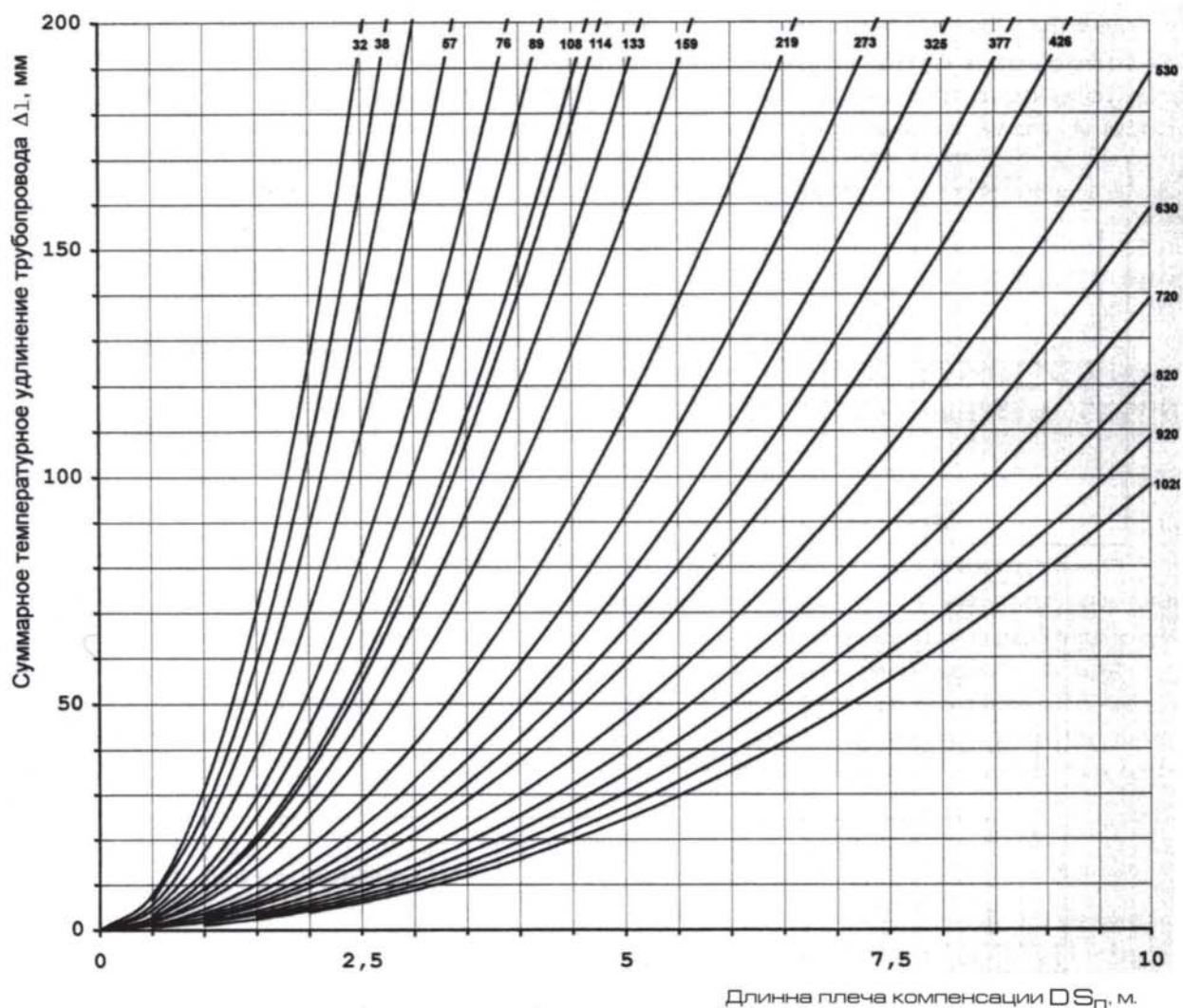
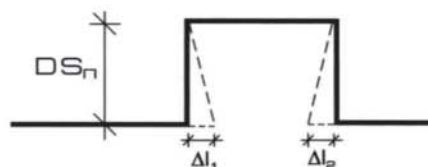
### Номограмма 2.2.2 Z-образная форма компенсации

Длина плеча компенсации ( $DS_{1z}$ ) в зависимости от удлинения ( $\Delta l$ )



### Номограмма 2.3.3 П-образная форма компенсации

Длина плеча компенсации ( $DS_{п}$ ) в зависимости от удлинения ( $\Delta l$ )



## 2.4

## ОТВЕТВЛЕНИЯ НА ТРУБОПРОВОДАХ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ

Ответвления от основного трубопровода следует предусматривать в зоне минимальных перемещений путем установки параллельных тройников или тройниковых ответвлений. При этом толщина стенки тройников в месте врезки должна быть больше толщины стенки основной трубы.

Для обеспечения боковых перемещений все ответвления следует обкладывать амортизирующими прокладками.

Тройниковые ответвления устанавливаются при длине трубопровода ответвления не более 12 м (рис. 2.6, 2.7).

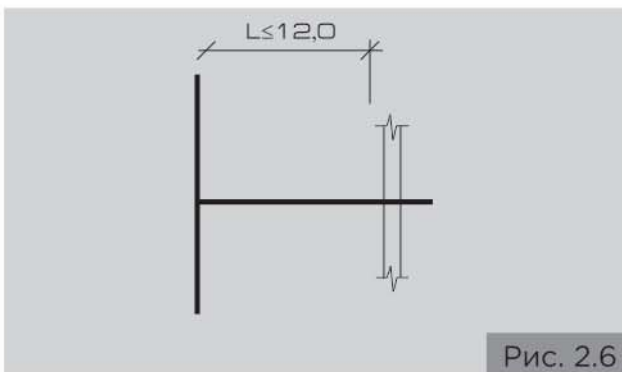


Рис. 2.6

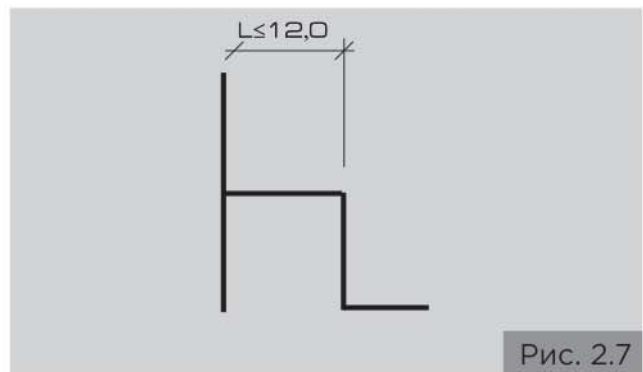


Рис. 2.7

Допускается установка тройниковых ответвлений при длине ответвления больше 12 м при условии, что тепловые удлинения трубопровода  $\Delta l \leq 15$  мм (рис. 2.8).

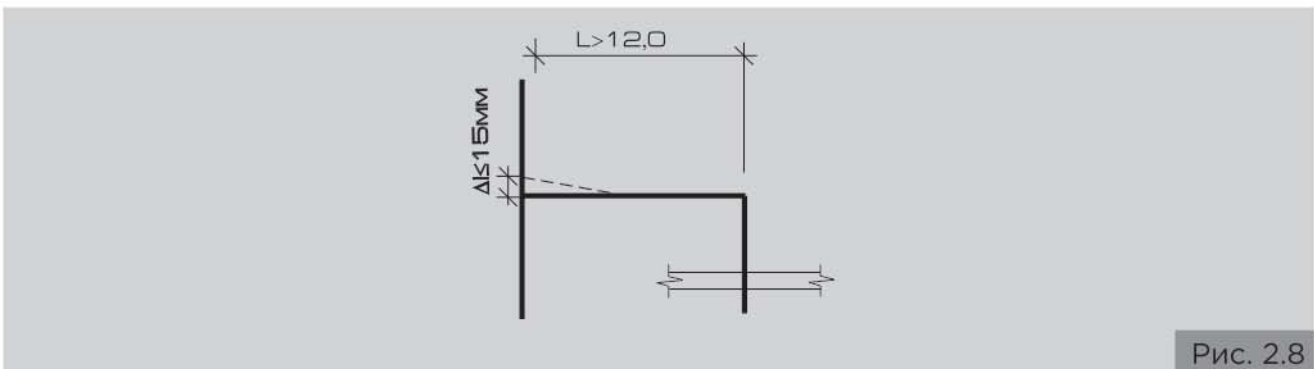


Рис. 2.8

Основной критерий при выборе схемы подключения трубопровода ответвления — тепловое удлинение  $\Delta l$  не должно превышать 15 мм.

Параллельные тройники устанавливаются в том случае, если ответвление попало в зону максимальных перемещений основного трубопровода или если длина прямого участка трубопровода ответвления не соответствует ситуациям, указанным на рис. 2.6-2.8. Для определения длины параллельного плеча  $L$ , м (рис. 2.9) необходимо определить значение суммарного теплового удлинения  $\Sigma \Delta l$ , мм по формуле 2.19.

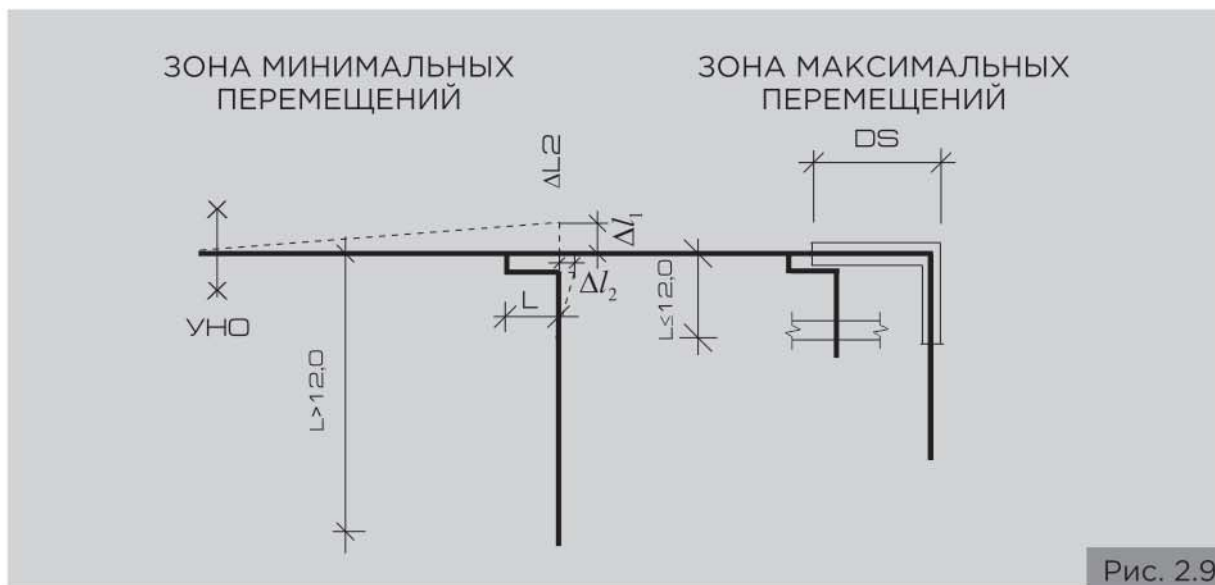


Рис. 2.9

По суммарному тепловому удлинению для трубопровода ответвления по номограмме 2.11 находим длину (L) параллельного плеча.

## 2.5

## НЕПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ

Неподвижные опоры для ограничения перемещений трубопроводов в ППУ-изоляции при бесканальной прокладке устанавливают в редких случаях.

Основные случаи установки неподвижных опор:

- на входе в здание (тепловой пункт), если длина прямого участка более 12 м, для снижения воздействия, оказываемого трубопроводами в ППУ-изоляции тепловой сети на схему трубопроводов в здании (рис. 2.10, а, б, в);

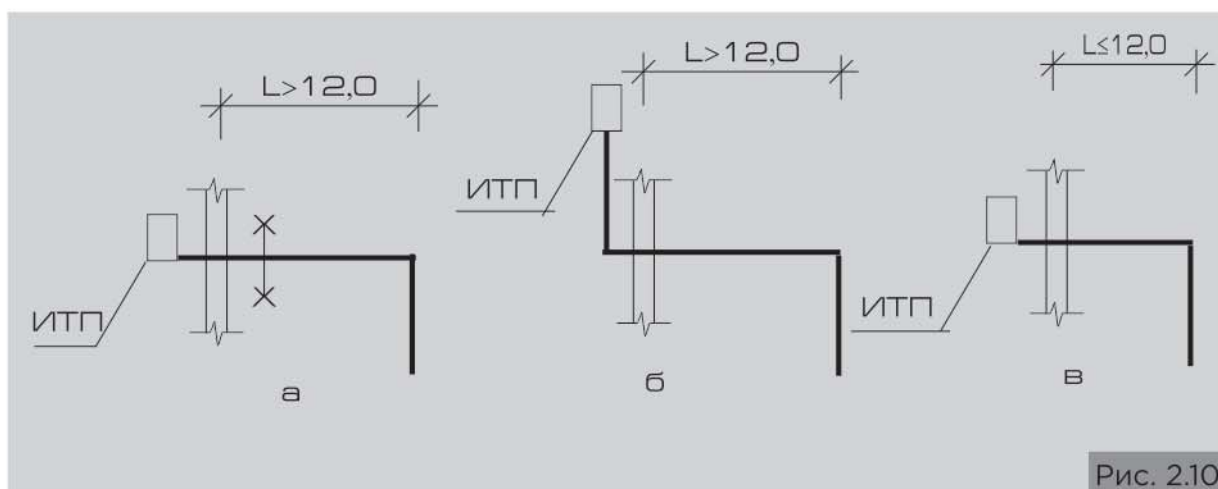


Рис. 2.10

- если при Z-образной форме компенсации длина ( $L_1$ ) плеча компенсации имеет величину, недостаточную для восприятия удлинений (рис. 2.11);

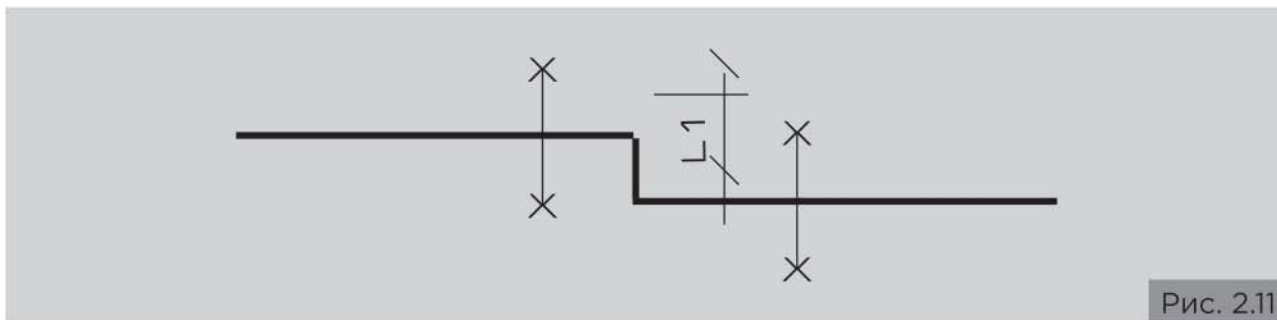


Рис. 2.11

-если при Г-образной форме компенсации длина плеча компенсации ( $L_2$ ) недостаточна для восприятия перемещений (рис. 2.12).

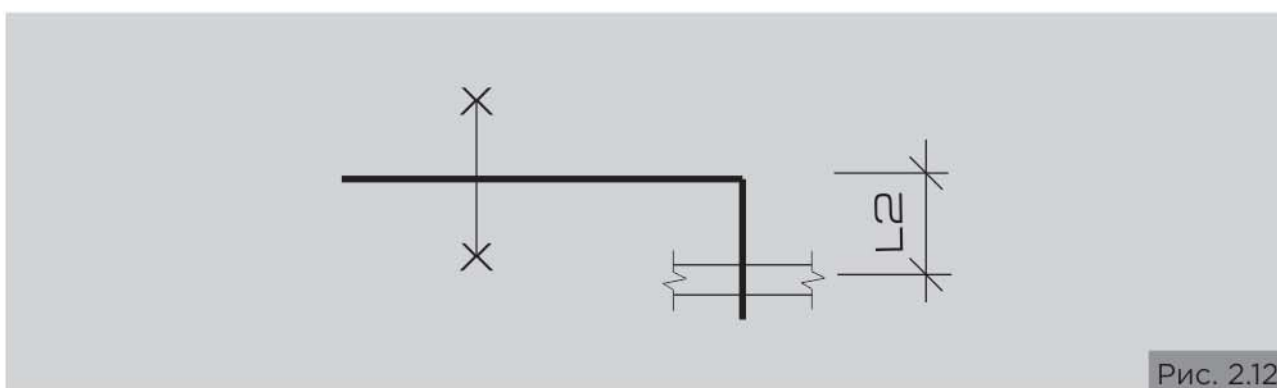


Рис. 2.12

Конструкции железобетонных щитов неподвижных опор для бесканальной прокладки тепловых сетей разрабатывают по индивидуальным чертежам в части проекта КЖ (конструкции железобетонные) и рассчитывают на необходимое усилие с учетом свойств местных грунтов.

Не допускается приваривать стальную конструкцию железобетонного блока к плите неподвижной опоры.

## 2.6

### ТРУБА С УСИЛЕНИЯМИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ТРУБЫ-ОБОЛОЧКИ

Для бесканальной прокладки труб в ППУ-изоляции в футляре используют полиэтиленовые трубы-оболочки с бандажами.

Между оболочкой трубы в ППУ-изоляции и футляром следует предусматривать зазор не менее 100 мм.

Труба в ППУ-изоляции должна выходить за пределы футляра не менее чем на 500 мм для проведения работ по гидротеплоизоляции сварных соединений трубопровода в ППУ-изоляции.

**2.7****ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА**

При проектировании тепловых сетей из труб в ППУ-изоляции следует использовать запорную арматуру с тепловой ППУ-изоляцией.

Запорная арматура должна выдерживать испытательное давление и максимальные расчетные осевые напряжения, а также иметь герметичность не ниже класса А, т. е. повышенную надежность, исключая утечки и парение теплоносителя.

Применение запорной арматуры с фланцевым креплением не допускается.

Устройство тепловых камер для шаровых кранов в ППУ-изоляции повышенной надежности с ручным управлением не требуется. Обслуживание шаровых кранов в ППУ-изоляции осуществляют через люки и необслуживаемые смотровые колодцы диаметром 100-300 мм.

**2.8****КОНЦЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРУБОПРОВОДА В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ**

ООО «СМИТ-Ярцево» производит концевые элементы с торцевым и верхним выводами кабеля или с закольцовкой проводников СОДК под металлической заглушкой изоляции.

Концевые элементы с торцевым выводом кабеля устанавливаются на конечных участках теплотрассы при вводе в здания (тепловую камеру, ЦТП, жилой дом и т. д.) и устройстве коммутационных терминалов в настенных ящиках ковера.

Концевые элементы с верхним выводом кабеля устанавливаются на конечных участках теплотрассы при устройстве коммутационных терминалов в наземных ящиках ковера.

Для монтажа конечного участка без установки коммутационного терминала трубопровода в ППУ-изоляции в сортаменте ООО «СМИТ-Ярцево» предусмотрен концевой элемент трубопровода с закольцовкой проводников СОДК под металлической заглушкой изоляции.

Применение неметаллических заглушек изоляции не допускается.

В случае стыковки подземной и надземной части трубопровода целесообразно применение отводов с выводом кабеля или с закольцовкой проводников СОДК под металлической заглушкой изоляции.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ  
СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО  
ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ  
СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ  
ТРУБОПРОВОДОВ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ**

**3**





**3.1**
**НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО  
ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**

СОДК предназначена для мониторинга состояния ППУ-изоляции трубопроводов и оперативного выявления участков с повышенной влажностью ППУ-изоляции.

ООО «СМИТ-Ярцево» применяет импульсную СОДК, принцип действия которой основан на эффекте изменения электропроводности пенополиуретана при увлажнении изоляции.

Пенополиуретан, образующий слой ППУ-изоляции стальной трубы, в сухом состоянии является диэлектриком и имеет бесконечно большое сопротивление (R), при попадании влаги сопротивление ППУ-изоляции начинает падать.

Применение СОДК позволяет устанавливать следующие дефекты трубопроводов в ППУ-изоляции и место их расположения:

- намокание слоя ППУ-изоляции;
- контакт сигнального проводника со стальной трубой;
- обрыв сигнальных проводников;
- нарушение целостности изоляции соединительного кабеля.

С помощью СОДК невозможно определить причину увлажнения ППУ-изоляции, т. е. повреждена рабочая стальная труба и протечка теплоносителя изнутри или повреждена гидрозащитная оболочка и протечка теплоносителя снаружи.

**3.2**
**СТРУКТУРА И СОСТАВ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО  
ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**
**3.2.1**
**ПРОВОДНИК-ИНДИКАТОРЫ СОДК**

Для проводников СОДК используют медный провод, технические характеристики которого приведены в таблице 3.1. СОДК трубной части состоит из **основного** и **транзитного** проводников.

В качестве **основного** проводника используют медный провод сечением 1,5 мм<sup>2</sup>, который располагают **справа** по ходу движения теплоносителя. Он заходит во все ответвления трубопровода, повторяя его контур, и является главным для определения состояния ППУ - изоляции.

В качестве **транзитного** проводника используют медный провод сечением 1,5 мм<sup>2</sup>, который располагают **слева** по ходу движения теплоносителя. Он проходит по кратчайшему пути между начальной и конечной точкой трубопровода и служит для образования сигнальной петли.

Таблица 3.1

Материал	Медь
Диаметр, мм	1,39
Сечение, мм <sup>2</sup>	1,5
Удельное сопротивление, R, Ом/м	0,012 ÷ 0,015

Поверхность медного провода не должна иметь сколов, надразов, трещин или других видимых дефектов.

### 3.2.2

## СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ

Длина вывода кабеля в элементах трубопровода в ППУ-изоляции заводского изготовления принята не более 500 мм.

Соединение коммутационного терминала (КТ) и выводов кабеля концевых элементов трубопровода в ППУ-изоляции осуществляют с помощью комплекта удлинения вывода кабеля.

ООО «СМИТ-Ярцево» применяет трехжильные и пятижильные кабели марки NYM 3x1,5 и NYM 5x1,5 стандартной цветовой маркировки жил (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Марка кабеля	Цвет жил					Применение кабеля
	синий	желто-зеленый	коричневый*	черный	серый**	
NYM 3x1,5	+	+	+	нет	нет	Для концевых и торцевых выводов кабеля
NYM 5x1,5	+	+	+	+	+	Для промежуточных выводов кабеля

\* Вместо жилы коричневого цвета допускается использование жилы черного цвета.

\*\* Вместо жилы серого цвета допускается использование второй жилы черного цвета.

**Синий** - основной сигнальный проводник, идущий от данной точки контроля по направлению к потребителю;

**желто-зеленый** - контакт на стальной трубопровод (заземление);

**коричневый** - транзитный сигнальный проводник, идущий от данной точки контроля по направлению к потребителю;

**черный** - основной сигнальный проводник, идущий от данной точки контроля в направлении, противоположном подаче носителя;

**серый** - транзитный сигнальный проводник, идущий от данной точки контроля в направлении, противоположном подаче носителя.

Цветовая маркировка жил кабеля принята в соответствии с требованиями СП 41-105.

Таблица 3.3. Основные технические и эксплуатационные характеристики кабелей соединительных

Параметр	Значение
Рабочее напряжение, кВт	0,66
Температура эксплуатации, °С	-50..+50
Относительная влажность воздуха (при +35°С), %, не более	98
Кабели могут быть проложены без предварительного подогрева при температуре, °С, не ниже	-5
Минимально допустимый радиус изгиба	4 диаметра кабеля
Срок службы, лет	30

Таблица 3.4. Основные электротехнические параметры кабелей соединительных

Число жил сечения, мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр, мм	Диаметр тонкопроводящей жилы, мм	Диаметр изолированной жилы, мм	Вес кабеля, кг/км	Максимальное электрическое сопротивление токопроводящей жилы постоянному току (при +20°С), Ом/км	Электрическое сопротивление изоляции постоянному току (при температуре жилы +70°С), МОм/кг
3x1,5	9,0	1,38	2,56	120	12,1	0,01
5x1,5	10,3	1,38	2,56	170	12,1	0,01

### 3.2.3

#### ОСНАЩЕНИЕ ТОЧЕК КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТАМИ СОДК

Контрольные точки предназначены для доступа к КТ и определения состояния трубопровода в ППУ-изоляции и подразделяются на концевые и промежуточные.

Концевые точки контроля располагают во всех конечных точках проектируемого трубопровода в ППУ-изоляции. При длине участка менее 100 м допускается устройство только одной концевой точки контроля и закладки второй конечной точки.

Промежуточные точки размещают на расстоянии не более 250-300 м друг от друга и в начале каждого ответвления от основного трубопровода длиной не менее 30 м.

##### **В комплект каждой точки контроля входят:**

- элемент трубопровода с выводом кабеля (концевым или промежуточным);
- соединительный кабель (НУМ 3x1,5 или НУМ 5x1,5);
- коммутационный терминал (измерительный, концевой, промежуточный, тройниковый);
- ящик наземного или настенного ковера.

Размещение контрольных точек в тепловых камерах, как правило, ограничено из-за повышенной влажности в них и допускается только при использовании герметичных КТ, имеющих класс защиты от окружающей среды не ниже IP 65.

Размещение контрольных точек в подвалах домов ограничено из-за проблем с доступом к ним, т. к. теплотрасса и дом принадлежат разным ведомствам.

В промежуточных контрольных точках применяют элемент трубопровода (промежуточный) с верхним кабелем вывода, промежуточный КТ и комплект удлинения кабеля NYM3x1,5 (КУК-5).

В контрольных точках на концах теплотрассы применяют концевые элементы трубопровода с торцевым или верхним кабелями вывода, концевой или измерительный и комплект удлинения кабеля NYM3x1,5 (КУК-3).

В условиях низких температур применяют соединительные кабели марок КГХЛ 3x1,5 или КГХЛ 5x1,5 (СП 41-105).

### 3.3

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ СОДК И КОММУТАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ (ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ООО НПК «КУРС-ОТ», РФ)

### 3.3.1

## ДЕТЕКТОРЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ АНАЛОГОВЫЕ, СТАЦИОНАРНЫЕ И ПЕРЕНОСНЫЕ

### Назначение

Детекторы повреждений «КУРС» предназначены для мониторинга состояния трубопроводов в ППУ изоляции. Относятся к приборам первого уровня контроля и не являются измерительными.

Детекторы позволяют контролировать:

1. Состояние изоляции трубопроводов
  - наличие увлажнённости;
  - степень намокания.
2. Работоспособность системы
  - обрыв сигнального проводника;
  - замыкание сигнального проводника с металлической трубой.

По эксплуатационным и техническим характеристикам, а также наличию дополнительных опций детекторы подразделяются на:

- переносные;
- стационарные;
- программно-аппаратные комплексы.

### Принцип работы

Работа прибора основана на сравнении величины порогового значения с величиной измеренного значения электрического сопротивления между стальной трубой и медными проводниками, установленными в ППУ-изоляции на предприятии-изготовителе.

При намокании ППУ-изоляции загорается световой индикатор желтого цвета с надписью «**намокание**».

При обрыве сигнального проводника загорается световой индикатор красного цвета с надписью «**обрыв**».

При удовлетворительном состоянии ППУ-изоляции загорается световой индикатор зеленого цвета с надписью «**норма**».

### Особенности приборов

- обнаружение дефекта на участке трубопровода в ППУ-изоляции происходит непосредственно в момент его возникновения;
- удобный и оперативный контроль делает эксплуатационные затраты минимальными;
- простота применения приборов не требует специального обучения обслуживающего персонала;
- стоимость приборов значительно ниже зарубежных аналогов при тех же технических характеристиках.

## ДЕТЕКТОР ПОВРЕЖДЕНИЙ АНАЛОГОВЫЙ СТАЦИОНАРНЫЙ



### Место установки

Стационарные детекторы повреждений устанавливают на стене в помещении ЦТП, РТС, котельной и т. п. и подсоединяют к сети переменного тока 220 В, частотой 50 Гц.

### Рабочий диапазон

Длина контролируемого участка одним каналом - до 2500 м трубопровода в ППУ-изоляции (до 5000 м по сигнальному проводнику), т. е. один четырехканальный детектор может одновременно контролировать до 10 км теплосети в однетрубном исчислении.

### Способ применения

Детектор подключают в точках контроля к КТ, в котором соединяют кабели детектора и кабели СОДК трубопровода.

Для приведения детектора в рабочее состояние достаточно установить кнопку «Сеть», расположенную на лицевой панели детектора, в позицию «ВКЛ» и по цвету светодиода определить состояние ППУ-изоляции.

## ДЕТЕКТОР ПОВРЕЖДЕНИЙ АНАЛОГОВЫЙ ПЕРЕНОСНОЙ С АВТОНОМНЫМ ПИТАНИЕМ



### Место установки

Переносной детектор повреждений используют для контроля состояния ППУ-изоляции на участках трубопровода в ППУ-изоляции, где к точке контроля (тепловая камера, наземный ковер) затруднен подвод электропитания на 220 В.

Одним детектором можно контролировать несколько десятков участков трубопроводов в ППУ-изоляции, не связанных между собой в единую систему контроля.

**Рабочий диапазон**

Длина контролируемого участка - до 2000 м трубопровода в ППУ-изоляции в однострубно исчислении (до 4000 м по сигнальным проводам).

**Способ применения**

Для подключения детектора в точках контроля применяют КТ с гнездом подсоединения переносного детектора.

Для проверки состояния ППУ-изоляции переносным детектором достаточно вставить штекер детектора в гнездо КТ и нажать кнопку на корпусе прибора. Состояние трубопровода определяют по цвету светодиода.

Для работы с детекторами специальное обучение персонала не требуется.

Технические характеристики аналоговых детекторов повреждений «Вектор-2000» приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Наименование параметров	Значение параметров	
	стационарный детектор	переносной детектор
Напряжение питания, В	220 (+10-15%)	9
Количество контролируемых участков трубопроводов, шт.	от 1 до 4	1
Длина одного контролируемого участка трубопровода, м	до 2500	до 2000
Индикация повреждения сигнальных проводов, Ом, более	600	600 (+10%)
Индикация намокания ППУ-изоляции, кОм, менее	5 (+10%)	5 (+10%)
Потребляемый ток в рабочем режиме, мА	30	1,5
Эксплуатационная температура окружающей среды, °С	-45 - +50	-45 – +50
Эксплуатационная влажность окружающей среды, %	не более 98 (25)	не более 98 (25)
Габаритные размеры, мм	145x220x75	70x135x24
Масса, кг	не более 1	не более 0,1

**3.3.2**

**ИМПУЛЬСНЫЙ РЕФЛЕКТОМЕТР «РЕЙС-105М»**



**Назначение**

Импульсный рефлектометр предназначен для обнаружения и точного определения местоположения дефектов трубопроводов в ППУ-изоляции.

### Принцип работы

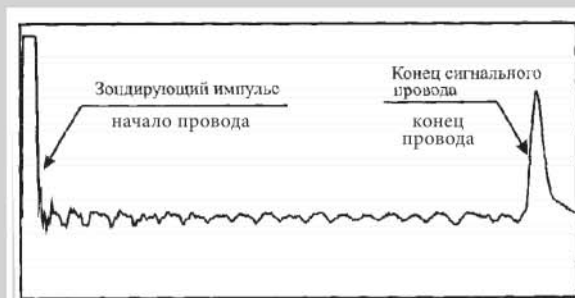
Принцип работы импульсного рефлектометра основан на локационном методе, заключающемся в:

- зондировании импульсами напряжения двухпроводной линии;
- приеме импульсов, отраженных от места повреждения или неоднородностей волнового сопротивления;
- определении расстояния до места повреждения по временной задержке отраженного импульса относительно зондирующего.

Отражение появляется в тех местах, где волновое сопротивление отклоняется от своего среднего значения: возле муфт в местах изменения сечения, в местах сжатия кабеля, в месте утечки, в месте обрыва, короткого замыкания, в месте ответвления, в конце кабеля и т. д.

При обрыве отраженный импульс имеет ту же полярность, что и зондирующий, при коротком замыкании отраженный импульс меняет полярность.

Информация о состоянии ППУ-изоляции воспроизводится на жидкокристаллическом экране в графическом виде, образуя рефлектограмму (рис. 3.1).



Рефлектограмма сигнального провода, не имеющего дефектов в изоляции



Рефлектограмма сигнального провода, имеющего дефект типа "намокание изоляции"

Рис. 3.1

Возможности импульсного рефлектометра «Рейс-105Р»:

- обнаруживает и точно определяет расстояние до места повреждения (обрыва) сигнальной цепи или неоднородности (намокания) ППУ-изоляции;
- автоматически измеряет расстояние до места обрыва или намокания;
- запоминает и хранит результаты измерений;
- обеспечивает обмен информацией с персональным компьютером по последовательному интерфейсу.

### Способ применения

Для определения состояния ППУ-изоляции трубопровода или местоположения дефектов импульсный рефлектометр подключают к сигнальным проводникам СОДК в точках контроля (ЦТП, наземных или настенных коверах) при помощи соединительных кабелей или напрямую к проводникам СОДК (только во время строительно-монтажных работ).

Особенности импульсного рефлектометра «Рейс-105Р»:

- обнаружение дефекта на участке трубопровода в ППУ-изоляции производят без нарушения режима работы теплосети;
- возможно определение дефекта на ранней стадии до срабатывания детекторов повреждений;
- большая точность определения местоположения дефекта позволяет значительно снизить затраты на ремонтно-восстановительные работы;
- стоимость значительно ниже зарубежных аналогов при тех же технических характеристиках.

Основные отличия «Рейса-105Р» от аналогов:

- компактность;
- русифицированное меню;
- большой объем памяти;
- наличие программного обеспечения;
- хранение в специальной удобной сумке-чехле.

Для работы с прибором персонал должен пройти специальное обучение. Технические характеристики импульсного рефлектометра «Рейс-105Р» приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Наименование	Значение
Диапазоны измеряемых расстояний	От 17 до 25600 м
Инструментальная погрешность измерения расстояния	Не более 0,2 % (на диапазонах 100...25600 м) Не более 0,6 % (на диапазонах 25, 50 м)
Выходное сопротивление	20...470 Ом, плавно регулируемое
Память	Возможность запоминания более 200 рефлектограмм, 2 режима запоминания. Время хранения информации во внутренней памяти не менее 10 лет.
Отображение информации	Рефлектограммы и результаты обработки отображаются в графическом виде. Режимы, параметры и информация - в алфавитно-цифровом и символьном виде.
Дисплей	Встроенный, на основе ЖК панели 126x64 точек (70x40 мм)
Питание	4,2-6 В от встроенных аккумуляторов 200-240 В, 47-400 Гц от сети переменного тока 11-15 В от сети постоянного тока (через отдельно поставляемый блок питания- зарядки)
Потребляемая мощность	Не более 2,5 Вт

### 3.3.3

## КОММУТАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ

КТ предназначены для коммутации сигнальных проводников, объединения или разъединения участков СОДК, соединения проектируемых участков трубопровода с существующими, подключения измерительных приборов к системе ОДК.

В настоящее время предприятие переходит на КТ новой серии, позволяющие использовать эти приборы во влажных условиях за счет герметизаторов ввода кабелей.

КТ устанавливаются в проектных точках контроля: ЦТП, ИТП, наземных или настенных коверах, тепловых камерах, подвалах зданий.



### **Терминал измерительный ИТ-11**

**ИТ-11** предназначен для:

- коммутации сигнальных проводников СОДК трубопровода в ППУ-изоляции **в двухтрубном исполнении**;

- подключения к СОДК переносного детектора повреждений, мегаомметра, контрольномонтажного прибора, импульсного рефлектометра (локатора).

ИТ-11 подключают с помощью трехжильного кабеля NYM 3x1,5.

ИТ-11 имеет два ввода кабеля подающего и обратного трубопровода и два гнезда штекеров.

Коммутация осуществляется штекерами-коммутаторами.

ИТ-11 устанавливают в ЦТП, наземных коверах и т. п. Применение ИТ-11 в тепловой камере запрещено из-за наличия наружных металлических разъемов.

### **Терминал промежуточный ИТ-12**

**ИТ-12** предназначен для:

- коммутации сигнальных проводников СОДК в промежуточных точках контроля и в начале каждого бокового ответвления длиной более 30 м трубопровода в ППУ-изоляции **в двухтрубном исполнении**;

- подключения к СОДК переносного детектора повреждений, мегаомметра, контрольномонтажного прибора, импульсного рефлектометра (локатора).

ИТ-12 подключают к сигнальным проводникам соединительным пятижильным кабелем NYM 5x1,5.

ИТ-12 имеет два герметичных ввода кабеля и четыре гнезда штекеров.

Коммутация осуществляется штекерами-перемычками.

ИТ-12 устанавливают в промежуточных точках контроля: наземных коверах, тепловых камерах и т. п.

### **Терминал промежуточный ИТ-12/ш**

Назначение **ИТ-12/ш** аналогично ИТ-12, но установка ИТ-12/ш в тепловой камере запрещена из-за наличия наружных металлических разъемов.

### **Терминал концевой ИТ-13**

**ИТ-13** предназначен для:

- коммутации проводников в концевых точках трубопроводов в ППУ-изоляции **в двухтрубном исполнении** (закольцовки проводников СОДК);

- подключения к СОДК переносного детектора повреждений, мегаомметра, контрольномонтажного прибора, импульсного рефлектометра (локатора).

ИТ-13 подключают к сигнальным проводникам трубопроводов в ППУ-изоляции соединительным трехжильным кабелем NYM 3x1,5.

ИТ-13 имеет два герметичных ввода кабеля и внутренние медные перемычки для за-кольцовки сигнальных проводников.

Коммутация осуществляется разъемом-коммутатором.

ИТ-13 устанавливают в концевых точках контроля (на границах проекта): ЦТП, наземных коверах и т. п.

### **Терминал промежуточный ИТ-14**

ИТ-14 предназначен для:

- коммутации сигнальных проводников СОДК в промежуточных точках контроля и в начале каждого бокового ответвления длиной более 30 м трубопровода в ППУ-изоляции в **четырёхтрубном исполнении**;

- подключения к СОДК переносного детектора повреждений, мегаомметра, контрольно-монтажного прибора, импульсного рефлектометра (локатора).

ИТ-14 подключают к стационарному детектору повреждений посредством кабелей, выходящих из самого детектора.

ИТ-14 подключают к сигнальным проводникам трубопроводов посредством соединительных трехжильных кабелей NYM 3x1,5.

ИТ-14 имеет четыре больших ввода кабеля для соединительного кабеля и четыре малых ввода кабеля для подключения стационарного детектора.

ИТ-14 устанавливают в промежуточных точках контроля: наземных коверах, тепловых камерах и т. п.

Коммутация осуществляется разъемом-коммутатором.

При подключении к ИТ-14 стационарного детектора повреждений установка возможна только в ЦТП, котельных и т. п.

### **Терминал двойной концевой ИТ-15**

ИТ-15 предназначен для:

- коммутации проводников в концевых точках трубопроводов в ППУ-изоляции в **четырёхтрубном исполнении** (закольцовки проводников СОДК);

- коммутации проводников в точках контроля, где проектом предусмотрена стыковка **двух теплотрасс в двухтрубном исполнении**, т. е. для соединения двух СОДК действующего и строящегося трубопроводов в ППУ-изоляции;

- наращивания соединительного кабеля в точках контроля;

- соединения СОДК в местах установки элементов трубопровода неизолированных ППУ (обычно в тепловых камерах);

- подключения к СОДК переносного детектора повреждений, мегаомметра, контрольно-монтажного прибора, импульсного рефлектометра (локатора).

ИТ-15 подключают к сигнальным проводникам трубопроводов в ППУ-изоляции посредством соединительных трехжильных кабелей NYM 3x1,5.

ИТ-15 имеет четыре герметичных ввода кабеля и внутренние медные перемычки для соединения сигнальных проводов.

Коммутация осуществляется разъемом-коммутатором.

Терминал устанавливают в концевых точках контроля: наземных коверах, тепловых камерах и т. п.

### **Терминал двойной концевой ИТ-15/ш**

Назначение ИТ-15/ш аналогично ИТ-15. Устанавливают ИТ-15/ш в проектных точках контроля на границах проекта или возле тепловых камер в наземных коверах. Установка терминала в тепловой камере запрещена из-за наличия наружных металлических разъемов.

### **Терминал тройниковый ИТ-16**

ИТ-16 предназначен для:

- коммутации проводников СОДК трубопроводов в ППУ-изоляции в **трехтрубном исполнении**, сходящихся с трех разных сторон в одну тепловую камеру (или другой подобный объект) или расходящихся в три разные стороны из одного объекта.

ИТ-16 подключают к сигнальным проводникам трубопроводов посредством соединительных трехжильных кабелей NYM 3x1,5.

### 3.3.4

## ЯЩИКИ КОВЕРА

Ящик ковера предназначен для размещения в нем КТ и защиты их от воздействия окружающей среды и вандализма.

Варианты установки ящиков ковера см. в приложении А.

### 3.4

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОДК

Схема СОДК является обязательной частью раздела ТС проекта трубопровода в ППУ- изоляции и должна содержать в штампе фамилии разработчиков.

Правильный подход к проектированию схем СОДК позволяет определить оптимальное оснащение приборами контроля и места их установки.

Для разработки схемы СОДК следует иметь исходные данные по расположению сигнальных проводников (контур трассы), точную длину трубопровода, сигнальных проводников и соединительных кабелей, расположение тройников, отводов, неподвижных опор, компенсаторов и т. п.

На схеме СОДК основной сигнальный проводник должен быть расположен справа по ходу подачи воды потребителю.

Все тройниковые ответвления следует подключать в разрыв основного сигнального проводника основного трубопровода, запрещено их подключение к транзитному проводу, расположенному слева по ходу подачи воды потребителю.

Максимальная длина кабеля от трубопровода до ящика ковера не должна превышать 10 метров, если необходима большая длина кабеля, устанавливают промежуточный терминал.

Выбор количества приборов контроля зависит от длины проектируемой теплотрассы. В случае если длина теплотрассы больше максимальной длины, контролируемой одним детектором, то следует разбить теплотрассу на несколько участков с независимыми системами контроля.

#### **Схема СОДК должна включать:**

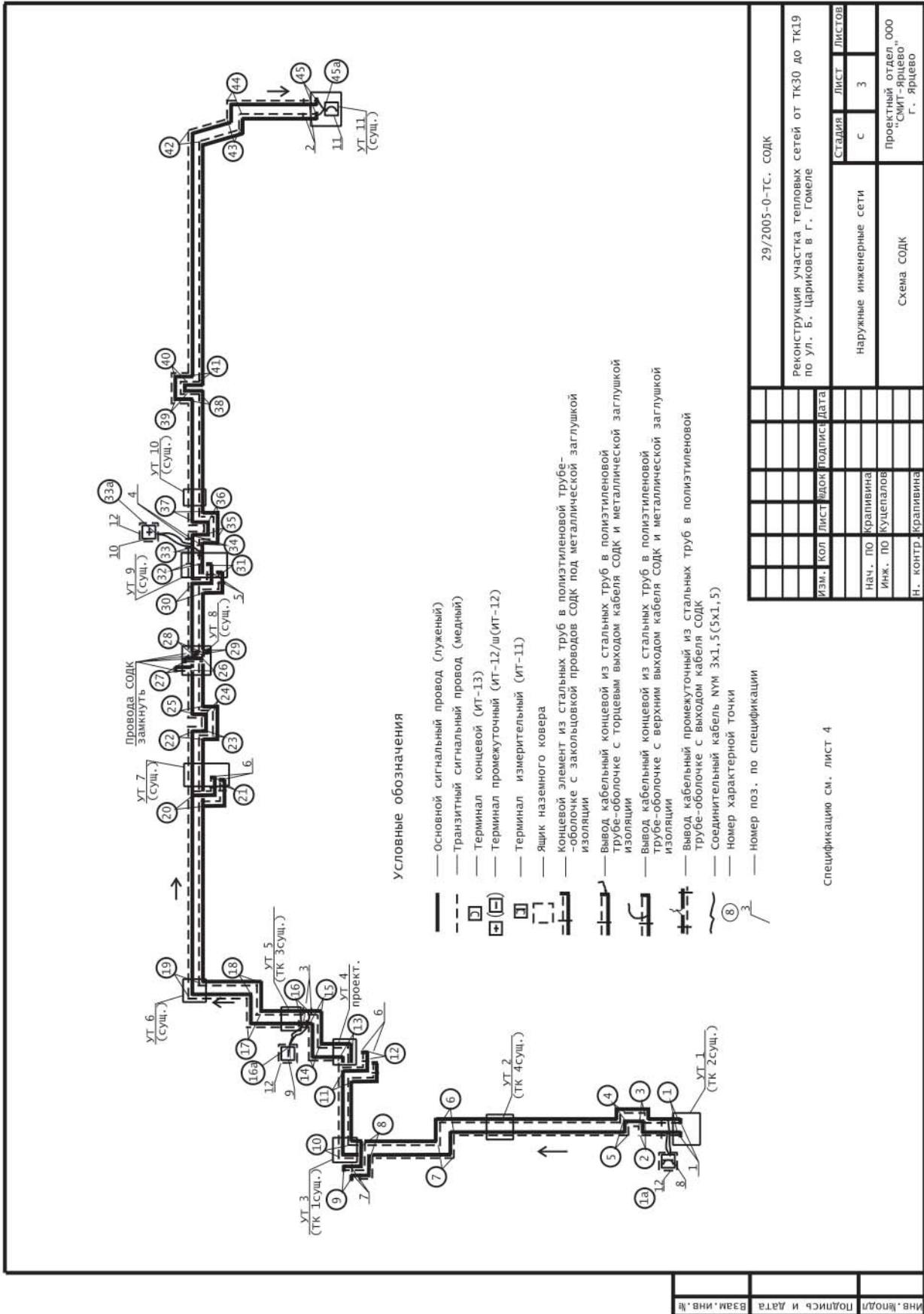
- графическое изображение соединения сигнальных проводников;
- характерные и контрольные точки в соответствии с монтажной схемой (ответвления, углы поворотов, неподвижные опоры, переходы диаметров, КТ);
- таблицу данных по характерным точкам;
- условные обозначения всех элементов СОДК, используемых в схеме;
- спецификацию применяемых материалов и приборов контроля.

Спецификацию выполняют в форме таблицы, содержащей полный список приборов, оборудования, материалов и инструментов.

Таблица данных по характерным точкам, как правило, содержит графы:

- длины участков между характерными точками и их номера по монтажной схеме;
- диаметр труб;
- длина участка расчетная;
- длина подающей трубы по факту;
- длина обратной трубы по факту;
- примечание.



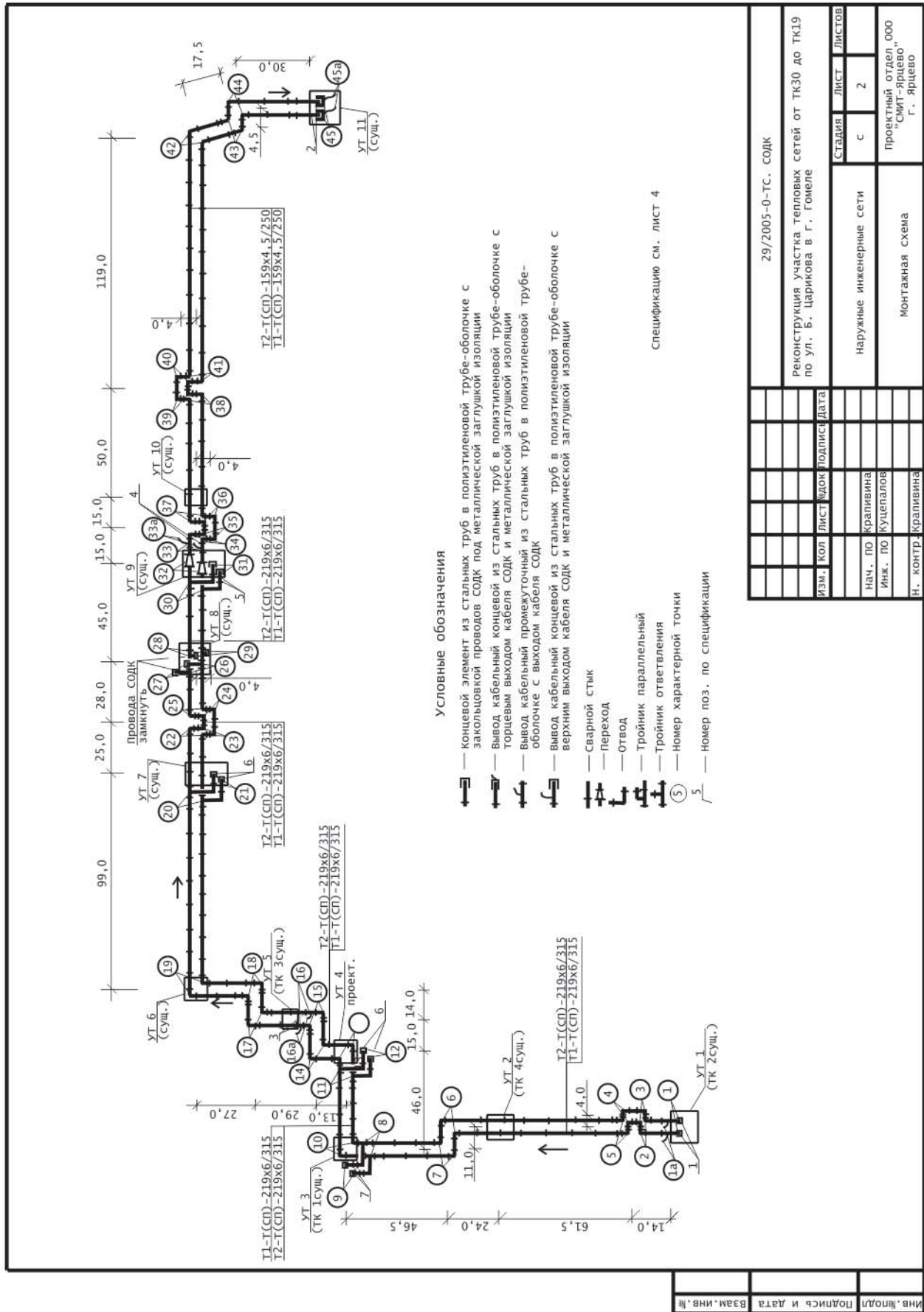


29/2005-0-ТС. СОДК	
Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в г. Гомеле	
Стация	Лист
С	3
Наружные инженерные сети	
Схема СОДК	
Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево" г. Ярцево	

Изм.	Кол.	Лист	Вид	Подпись	Дата
Нач. по			Кривина		
Инж. по			Куцелалов		
Н. контр.			Кривина		

Спецификацию см. лист 4

Изм.	Кол.	Лист	Вид	Подпись	Дата



29/2005-0-ТС. СДК	
Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в г. Гомеле	
Изм.	Кол. Лист
Ввод	Подпись
Дата	
Нач. ПО	Крапивина
Инж. ПО	Куцелалов
Н. контр.	Крапивина
Стадия	Лист
С	2
Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево" г. Ярцево	
Монтажная схема	

Имя, Инициалы	Подпись и дата	Взам. инв. №
---------------	----------------	--------------

Спецификация элементов СОДК					
Поз.	обозначение	наименование	Кол. шт.	Масса ед. кг	Примеч.
1	ВКк(СП)вв - 219/315	Вывод кабельный концевой из стальных труб в п/э трубе-оболочке с верхним выходом кабеля СОДК и металлической заглушкой изоляции	2		
2	ВКк(СП)тв - 159/250	Вывод кабельный концевой из стальных труб в п/э трубе-оболочке с торцевым выходом			
3	ВКп(СП) - 219/315	кабеля СОДК и металлической заглушкой изоляции	2		
4	ВКп(СП) - 159/250	Вывод кабельный промежуточный из стальных труб в п/э трубе-оболочке с выходом	2		
5	КЭ(СП) - 114/200	кабеля СОДК	2		
6	КЭ(СП) - 89/160	То же	2		
7	КЭ(СП) - 57/125	концевой элемент из стальных труб в п/э трубе-оболочке с закладной проволокой под металлической заглушкой изоляции	2		
8	ИТ-11	То же	4		
9	ИТ-12	То же	2		
10	ИТ-12/ш	Терминал измерительный	1		
11	ИТ-13	Терминал промежуточный	1		
12		Терминал промежуточный	1		
		Терминал концевой	1		
		Ящик наземного ковера	3		
		Детектор повреждений переносной с автономным питанием "Вектор-2000"	1		

Табл. 1	
<p>Схема подключения промежуточного терминала ИТ-12</p>	<p>Схема подключения концевой терминала ИТ-13</p>
<p>Схема подключения измерительного терминала ИТ-11</p>	<p>Схема подключения промежуточного измерительного терминала ИТ-12/ш</p>

Условные обозначения

с – Синий провод (сигнальный)  
 ч – Черный провод (транзитный)  
 ж-з – Желто-зеленый провод (заземление)

29/2005-0-ТС. СОДК	
Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в г. Гомеле	
Изм.	Кол. Лист
Подпись	Дата
Нач. ПО Крапивина	
Инж. ПО Куцелалов	
Н. контр. Крапивина	
Наружные инженерные сети	Лист 4
Спецификация элементов СОДК	Лист 4
Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево", г. Ярцево	

Спецификация элементов СОДК

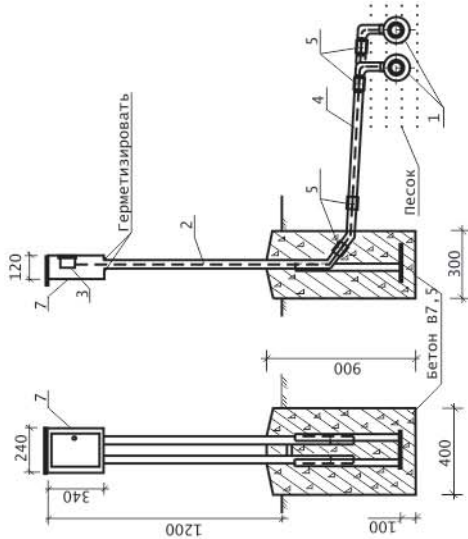
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. ЕД.	Масса кг	Примеч.
1	ВКК(СП)вв	Выход кабельный концевой из стальных труб в полиэтиленовой трубе-оболочке с верхним выходом кабеля СОДК и металлической заглушкой изоляции	2		УЧТЕН В ЧАСТИ ТЭС.С
2	НУМ 3х1,5	Соединительный сигнальный кабель	12		УЧТЕН В СТОИМОСТИ ВКК. М
3	ИТ-11 (ИТ-13)	Терминал измерительный (концевой)	1		УЧТЕН В ТЭС.СОДК.С
4	ГОСТ 3262-75	Трубопровод из оцинкованных вгп труб $\varnothing 50$	2		М
5		Хомут стальной	12	0,15	
6		Болт М12	24		УЧТЕН В ЧАСТИ ШАРЖИ И ГАЙКИ
7		Ящик ковера наземного	1		УЧТЕН В ЧАСТИ ТЭС.СОДК.С
8		Втулка обжимная	6		
9		Термоусаживаемая трубка $\varnothing 4$ мм длиной 70 мм	6		
10		Термоусаживаемая трубка $\varnothing 30$ мм длиной 250 мм	2		
		Бетон В7,5	0,12		КУБ.М
		Герметик (силикон)	0,12		КГ

Примечание:

Спецификация элементов СОДК составлена на установку 1 ящика наземного ковера

Изм.		КОЛ	ЛИСТ	ИЗДК	ПОДПИСЬ	ДАТА
Нач. по		КРАПЛИВА				
Инж. по		КУЩЕПАЛОВ				
Н. КОНТР.		КРАПЛИВА				
29/2005-0-ТС. СОДК						
Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в г. Гомеле						
СТАВАЯ		ЛИСТ	ЛИСТОВ			
с		5				
Наружные инженерные сети						
Схема установки ящика наземного ковера (для терминалов ИТ-11, ИТ-13)						

Схема установки ящика наземного ковера



Соединение оцинкованных труб с кабелем НУМ 3х1,5 с помощью хомутов

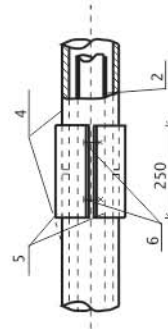
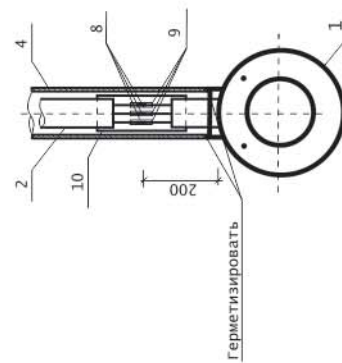


Схема соединения кабеля НУМ 3х1,5



ХОМУТ для соединения оцинкованных труб и крепления их к стене



Изм.	КОЛ	ЛИСТ	ИЗДК	ПОДПИСЬ	ДАТА
Взам. инв. №					
Инв. №подл					



Спецификация элементов СОДК

поз.	обозначение	наименование	кол.	Масса ед. кг	Примеч.
1	вкл(сп)	Вывод кабельный промежуточный из стальных (оцинкованных) труб в полиэтиленовой трубе-оболочке с выходом кабеля СОДК	2		УЧТЕН В ЧАСТИ ТС.С
2	НУМ 5х1,5	Соединительный сигнальный кабель	12		УЧТЕН В СТОИМОСТИ ВКП М
3	ИТ-12/ш(ИТ-12)	Терминал промежуточный	1		УЧТЕН В ТС.СОДК.С
4	ГОСТ 3262-75	Трубопровод из оцинкованных труб Ø50	4		М
5		Хомут стальной	12	0,15	
6		Болт М12	24		В Т-Ч С шайбой и гайкой
7		Ящик ковера наземного	1		
8		Втулка обжимная	10		
9		Термоусаживаемая трубка Ø4 мм длиной 70 мм	10		
10		Термоусаживаемая трубка Ø30 мм длиной 250 мм	2		
		Бетон В7,5	0,12		куб.м
		Герметик(силикон)	0,12		кг

Примечание:

Спецификация элементов СОДК составлена на установку 1 ящика наземного ковера

Изм.		Кол	Лист	Подпись	Дата
<p>29/2005-0-ТС. СОДК</p> <p>Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. В. Царикова в г. Гомеле</p>					
Нач. по		Кравчина			
Инж. по		Куцепалов			
Н. контр.		Кравчина			
Стедия			Лист	Листов	
			с	6	
<p>Наружные инженерные сети</p> <p>Схема установки ящика наземного ковера (для терминалов ИТ-12/ш, ИТ-12)</p> <p>Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево" г. Ярцево</p>					

Схема установки ящика наземного ковера

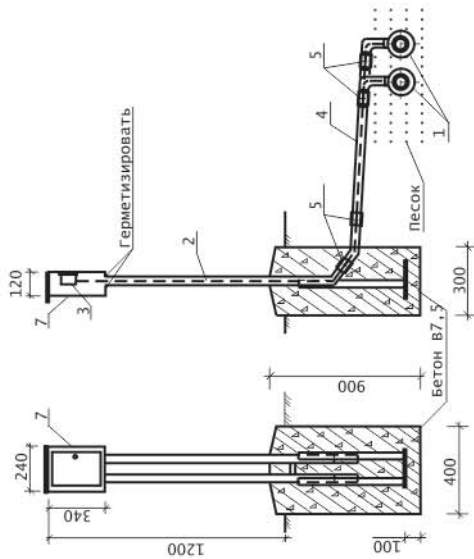
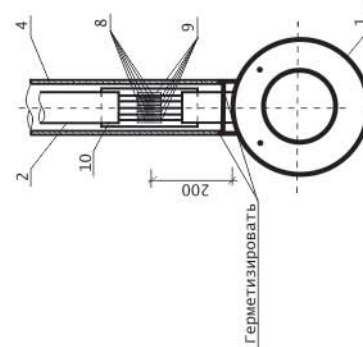
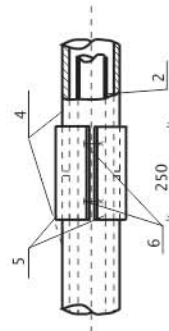


Схема соединения кабеля НУМ 5х1,5



Соединение оцинкованных труб с кабелем НУМ 5х1,5 с помощью хомутов



Хомут для соединения оцинкованных труб и крепления их к стене



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

Таблица расчетных пороговых значений сопротивления изоляции и сигнальной цепи

Продолжение табл. 2

№ точки	Длина, м		Пороговое значение сопротивления		Примечание
	Участка	Сигнальной цепи	Сигнальной цепи, Ом	Изоляции, МОм	
1-2	14,0	28,0	0,34-0,42	21,43	Последовательный контроль отдельных участков сигнальной системы (от данной точки контроля до соседней точки контроля)
2-3	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
3-4	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
4-5	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
5-6	83,5	167,0	2,0-2,51	3,59	
6-7	11,0	22,0	0,26-0,33	27,27	
7-8	40,0	80,0	0,96-1,20	7,50	
8-9	6,0	12,0	0,14-0,18	50,00	
8-10	6,5	13,0	0,16-0,20	46,15	
10-11	42,5	85,0	1,02-1,28	7,06	
11-12	3,0	6,0	0,07-0,09	100,00	
11-13	3,5	7,0	0,08-0,11	85,71	
13-14	13,0	26,0	0,31-0,39	23,08	
14-15	15,0	30,0	0,36-0,45	20,00	
15-16	2,0	4,0	0,05-0,06	150,00	
16-17	27,0	54,0	0,65-0,81	11,11	
17-18	14,0	28,0	0,34-0,42	21,43	
18-19	27,0	54,0	0,65-0,81	11,11	
19-20	95,0	190,0	2,28-2,85	3,16	
20-21	3,0	6,0	0,07-0,09	100,00	
20-22	27,0	54,0	0,65-0,81	11,11	
22-23	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
23-24	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
24-25	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
25-26	25,5	51,0	0,61-0,77	11,76	
26-27	1,0	2,0	0,02-0,03	300,00	
26-28	1,0	2,0	0,02-0,03	300,00	
28-29	0,5	1,0	0,01-0,02	600,00	
28-30	40,5	81,0	0,97-1,22	7,41	

Продолжение табл. 2

№ точки	Длина, м		Пороговое значение сопротивления		Примечание
	Участка	Сигнальной цепи	Сигнальной цепи, Ом	Изоляции, МОм	
30-31	3,0	6,0	0,07-0,09	100,00	Последовательный контроль отдельных участков сигнальной системы (от данной точки контроля до соседней точки контроля)
30-32	3,0	6,0	0,07-0,09	100,00	
32-33	11,5	23,0	0,28-0,35	26,09	
33-34	1,5	3,0	0,04-0,05	200,00	
34-35	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
35-36	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
36-37	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
37-38	60,5	121,0	1,45-1,82	4,96	
38-39	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
39-40	5,0	10,0	0,12-0,15	60,00	
40-41	4,0	8,0	0,10-0,12	75,00	
41-42	116,5	233,0	2,80-3,50	2,58	
42-43	17,5	35,0	0,42-0,53	17,14	
43-44	4,5	9,0	0,11-0,14	66,67	
44-45	30,0	60,0	0,72-0,90	10,00	
Трубная часть	798,5	1597,0	19,16-23,96	0,38	
1-1а	6,0	12,0			
16-16а	6,0	12,0			
33-33а	6,0	12,0			
45-45а	6,0	12,0			
Итого кабеля	24,0	48,0			
Всего с кабелям	822,5	1645,0	19,16-23,96	0,38	

Изм.	Кол.	Лист	Чел.	Подпись	Дата

29/2005-0-Тс. Содк					
Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в Г. Гомеле					
Изм.	Кол.	Лист	Чел.	Подпись	Дата
Нач. по Крапивина			Наружные инженерные сети		
Инж. по Куцупалов			Таблица расчетных пороговых значений сопротивления изоляции и сигнальной цепи		
Н. контр Крапивина			Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево"		
			Г. Ярцево		
			формат А3		

Таблица данных по характерным точкам

Табл. 3

№ точки	Диаметр трубы, мм	Расчетная длина, м	Фактическая длина, м	
			подающая труба	обратная труба
1-2	2x219/315	14,0		
2-3	2x219/315	4,0		
3-4	2x219/315	4,0		
4-5	2x219/315	4,0		
5-6	2x219/315	83,5		
6-7	2x219/315	11,0		
7-8	2x219/315	40,0		
8-9	2x57/125	6,0		
8-10	2x219/315	6,5		
10-11	2x219/315	42,5		
11-12	2x89/160	3,0		
11-13	2x219/315	3,5		
13-14	2x219/315	13,0		
14-15	2x219/315	15,0		
15-16	2x219/315	2,0		
16-17	2x219/315	27,0		
17-18	2x219/315	14,0		
18-19	2x219/315	27,0		
19-20	2x219/315	95,0		
20-21	2x89/160	3,0		
20-22	2x219/315	27,0		
22-23	2x219/315	4,0		
23-24	2x219/315	4,0		
24-25	2x219/315	4,0		
25-26	2x219/315	25,5		
26-27	2x159/250	1,0		
26-28	2x219/315	1,0		
28-29	2x32/110	0,5		
28-30	2x219/315	40,5		

продолжение табл. 3

№ точки	Диаметр трубы, мм	Расчетная длина, м	Фактическая длина, м	
			подающая труба	обратная труба
30-31	2x114/200	3,0		
30-32	2x219/315	3,0		
32-33	2x159/250	11,5		
33-34	2x159/250	1,5		
34-35	2x159/250	4,0		
35-36	2x159/250	4,0		
36-37	2x159/250	4,0		
37-38	2x159/250	60,5		
38-39	2x159/250	4,0		
39-40	2x159/250	5,0		
40-41	2x159/250	4,0		
41-42	2x159/250	116,5		
42-43	2x159/250	17,5		
43-44	2x159/250	4,5		
44-45	2x159/250	30,0		
Итого		798,5		

Изм. №	Кол. Лист	Улок	Подпись	Дата

29/2005-0-ТС. СОДК

Реконструкция участка тепловых сетей от ТК30 до ТК19 по ул. Б. Царикова в г. Гомеле

Наружные инженерные сети  
Таблица данных по характерным точкам  
Проектный отдел ООО "СМИТ-Ярцево"  
г. Ярцево

формат А3

**3.5**
**МОНТАЖ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ  
ОПЕРАТИВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**
**3.5.1**
**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕРЫ СОСТОЯНИЯ  
ТРУБОПРОВОДА В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ**
**Определение пороговых значений сопротивления ППУ-изоляции**

Для выполнения замера на выводе кабеля концевой элемент снимают наружную оболочку кабеля длиной 50 мм и зачищают концы жил от изоляционного материала на длину 10 мм.

Для измерения сопротивления изоляции ( $R_{из}$ ) используют мегаомметр с испытательным напряжением 500 В.

Перед проведением измерений в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора производят настройку мегомметра на требуемый диапазон измерения сопротивления.

Затем подключают мегаомметр к жилам кабеля, обеспечивая надежный контакт щупов прибора с проводниками, измерительным щупом к основному проводнику, а вторым щупом - к проводнику желто-зеленого цвета (контакт со стальной трубой).

Фактическое сопротивление ППУ-изоляции должно быть не менее значения, определенного по формуле:

$$R_{из} = 300/L_{из},$$

где  $R_{из}$  - сопротивление изоляции, МОм;

$L_{из}$  - длина измеряемого участка трубопровода, м.

Пониженное сопротивление ППУ-изоляции свидетельствует о контакте проводников со стальной трубой или увлажнении ППУ-изоляции.

Оценку работоспособности СОДК производят путем сравнения измеренных значений сопротивления изоляции с нормативными значениями (табл. 3.7).

Таблица 3.7. Расчетные величины сопротивления сигнальной цепи и изоляции в зависимости от длины трубопровода

Таблица 3.7

Длина трубопровода, м	Длина сигнальных проводников, м	Сопротивление изоляции, не менее, МОм	Сопротивление контрольных проводников в пределах, Ом	
			от	до
10	20	30.0	0.24	0.3
50	100	6.00	1.2	1.5
100	200	3.00	2.4	3.0
150	300	2.50	3.6	4.5
200	400	1.50	4.8	6.0
250	500	1.20	6.0	7.5
300	600	1.00	7.2	9.0
350	700	0.85	8.4	10.5
400	800	0.75	9.6	12.0
450	900	0.66	10.8	13.5
500	1000	0.60	12.0	15.0
550	1100	0.54	13.2	16.5

Таблица 3.7 (продолжение)

Длина трубопровода, м	Длина сигнальных проводников, м	Сопротивление изоляции, не менее, МОм	Сопротивление контрольных проводников в пределах, Ом	
			от	до
600	1200	0,50	14,4	18,0
650	1300	0,50	15,6	19,5
700	1400	0,45	16,8	21,0
750	1500	0,40	18,0	22,5
800	1600	0,40	19,2	24,0
850	1700	0,35	20,4	25,5
900	1800	0,35	21,6	27,0
950	1900	0,32	22,8	28,5
1000	2000	0,30	24,0	30,0

### Определение пороговых значений сопротивления сигнальной цепи

Для проведения измерений тестер подключают к жилам кабеля одним щупом на основной проводник, а другим - на транзитный.

Сначала устанавливают целостность сигнальной цепи, для этого тестер включают на звуковой сигнал (зуммер).

Затем тестер переключают в режим проведения измерений сопротивления в «Ом» и снятия показаний. Замеренное сопротивление должно быть сопоставимо с нормируемыми значениями (табл. 3.7) либо с расчетными:

$$R_{уд} = R_{сп} / L_{сп} ,$$

где  $R_{сп}$  - замеренное сопротивление сигнальных проводов, Ом;

$L_{сп}$  - длина шлейфа сигнальных проводников во время замера, м.

Полученное по формуле удельное сопротивление ( $R_{уд}$ ) сигнальных проводников должно быть в пределах от 0,012 до 0,015 Ом/м.

Большое  $R_{уд}$  свидетельствует о некачественном соединении проводников.

Значение измеряемых показателей больше максимального значения шкалы прибора свидетельствует об обрыве сигнальных проводников.

Затем снимают нулевые рефлектограммы трубопровода в ППУ-изоляции и оформляют протокол измерений с записью контролируемых показателей.

Если все параметры СОДК соответствуют допустимым параметрам, то можно переходить к операциям монтажа КТ.

## 3.5.2

### НАРАЩИВАНИЕ (УДЛИНЕНИЕ) СОЕДИНИТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Для подсоединения КТ к концевому или промежуточному элементу трубопровода в ППУ-изоляции следует удлинить соединительный кабель.

Для этого отмеряют требуемую длину кабеля и снимают наружную оболочку кабеля на расстоянии 100 мм от края. На поверхности кабеля не должно быть зазубрин, надрезов, трещин либо других видимых дефектов. С концов жил на длине 10 мм удаляют изоляционный материал, зачищают наждачной бумагой концы жил до медного блеска и обезжиривают ацетоном (либо растворителем на основе ацетона).

Концы проводов вставляют в соединительную гильзу и опрессовывают ее при помощи обжимных клещей.

**Для обеспечения наилучшего электрохимического взаимодействия соединительную гильзу (тулейку) пропаивают с использованием припоя и паяльного флюса.**

Затем каждую жилу изолируют с помощью термоусаживаемой трубки (наборные зажимы) диаметром 4 мм.

Соединяют удлиненные провода с проводами вывода кабеля концевой элемента трубопровода и опрессовывают гильзы обжимными клещами.

**Провода наращиваемого кабеля соединяют в строгом соответствии с цветовой маркировкой жил.**

Пропаивают вторую сторону соединительной гильзы. Для проверки надежности соединения провода натягивают с небольшим усилием.

Затем изолируют каждую жилу термоусаживаемыми трубками и усаживают их при помощи газовой горелки.

Участок кабеля, оголенный от наружной изоляции, покрывают герметиком и надвигают термоусаживаемую трубку диаметром 30 мм с перекрытием изоляции кабеля на 20 мм. Термоусаживаемую трубку усаживают газовой горелкой.

### 3.5.3

## УСТАНОВКА ЯЩИКОВ КОВЕРА

Установку ковера производят в строгом соответствии с проектной документацией.

Ковер устанавливают на открытом пространстве в грунт на отметке не менее 1,2 метра от поверхности земли, здания, пола либо закрепляют на стене на той же отметке (приложение А).

При установке ковера на теплотрассах, прокладываемых в насыпных грунтах, необходимо предусматривать дополнительные меры по защите ковера от просадки грунта (приложение А, рис. 1, приложение Б, рис. 3а).

Схемы установки ящика ковера возле тепловой камеры приведены в приложении Б.

### 3.5.4

## ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ

Прокладку соединительного кабеля следует производить в оцинкованной трубе диаметром  $du = 50$  мм. Допускается использовать оцинкованные трубы диаметром  $du=25$  и  $32$  мм.

Оцинкованные трубы соединяют между собой при помощи муфт, отводов, тройников либо при помощи пайки.

**Пайка трубы с размещенным в ней кабелем запрещена!**

Внутри зданий и подвалов возможна прокладка кабеля в защитных гофрошлангах.

При креплении оцинкованной трубы и гофрошланга к стене используют крепежные хомуты или специальные скобы.

### 3.5.5

## УСТАНОВКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ ТЕРМИНАЛОВ

При установке терминала внутри помещения выполняют следующие действия:

- снять крышку терминала;
- просверлить в стене здания два отверстия диаметром 6 мм на высоте предполагаемого крепления терминала;
- вставить дюбели в отверстия;
- прикрепить терминал к стене при помощи шурупов, продев их через отверстия в корпусе. При подключении терминала:
- снять гайки и резиновые уплотнители с кабельных вводов, расположенных на терминале;
- надеть на сигнальные кабели гайки и резиновые уплотнители;
- ввести сигнальные кабели через устройства кабельного ввода в терминал;

- снять с конца кабеля наружную изоляцию на 50 мм;
- зачистить концы жил кабеля от изоляции на 5-10 мм;
- соединить концы жил с клеммными разъемами согласно прилагаемой монтажной схеме;
- произвести окончательные замеры состояния ППУ-изоляции;
- занести данные в протокол;
- зажать гайки кабельных вводов руками с максимальным усилием;
- закрыть терминал крышкой.

Маркировка кабелей соединительных на бирке приведена в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Маркировка кабеля	Номер характерной точки, где установлен кабель	Номер характерной точки, в сторону которой направлен кабель
1,2-ПЦ-8	1	2
1,2-ОЦ-8	1	2

ПЦ - подающий трубопровод центрального теплоснабжения.

ОЦ - обратный трубопровод центрального теплоснабжения.

### 3.5.6

## УСТАНОВКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ППУ-ИЗОЛЯЦИИ

Детектор устанавливают в точке контроля, указанной в проекте СОДК. Подключение детектора осуществляют посредством коммутационных терминалов марки ИТ-14.

Порядок установки и подключения:

- просверлить в стене здания два отверстия диаметром 6 мм на высоте предполагаемого крепления детектора;
- вставить дюбели в отверстия;
- прикрепить детектор к стене при помощи шурупов, продев их через отверстия в корпусе;
- открыть крышку терминала и подсоединить провода детектора на клеммные планки терминала согласно монтажной схеме;
- закрыть терминал крышкой;
- подключить детектор к сети переменного тока;
- установить кнопку «Сеть» в позицию «Вкл»;
- зафиксировать показания детектора;
- оставить детектор во включенном состоянии.

После выполнения работ по монтажу СОДК монтажная организация предоставляет специалистам строительной организации или представителям эксплуатирующей организации:

1. Протокол диагностики состояния ППУ-изоляции труб в ППУ-изоляции. Измерение сопротивления изоляции трубопровода.
2. Протокол диагностики состояния ППУ-изоляции труб в ППУ-изоляции. Измерение сопротивления сигнального шлейфа трубопровода.
3. Акт приемки системы ОДК (увлажнения ППУ-изоляции).

Комплектность инструментов и материалов для монтажа и ремонта ССОДК приведены в таблицах 3.9 и 3.10.

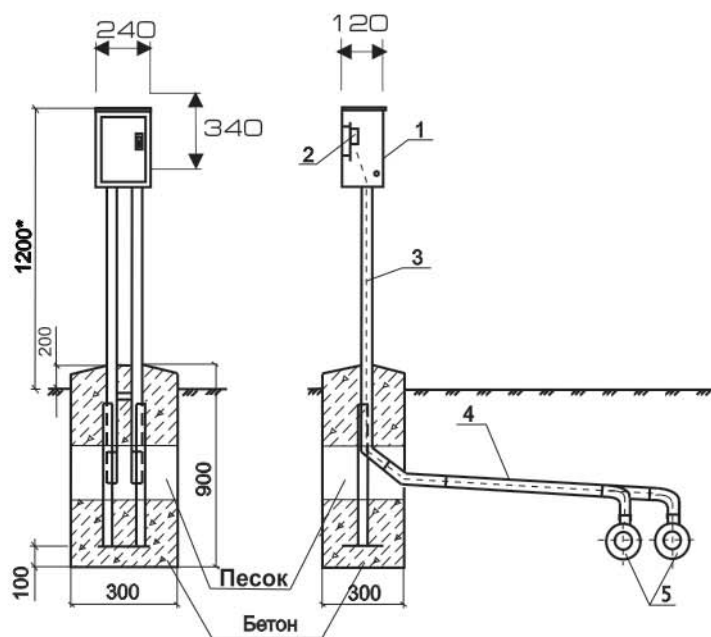
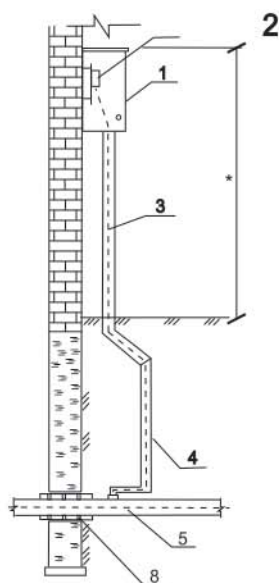
Таблица 3.9. Инструмент и оборудование

№ п/п	Наименование	Применение
1	Клещи обжимные	Для опрессовки гильз соединительных
2	Пассатижи	Для выпрямления сигнальных проводов
3	Кусачки (бокорезы)	Для укорачивания сигнальных проводов
4	Нож	Для зачистки жил кабеля
5	Рулетка	Для измерения длины кабеля
6	Отвертки крестообразные: большая, средняя, малая	Для фиксации терминалов и детекторов
7	Отвертки плоские: большая, средняя, малая	Для фиксации терминалов и детекторов
8	Молоток	Для закрепления дюбелей, анкерных болтов
9	Ключи гаечные	Для закрепления болтов и гаек на соединительных хомутах
10	Ключ гаечный с трещоткой	Для установки анкерных болтов
11	Щетка металлическая	Для очистки поверхности от загрязнений
12	Паяльник газовый	Для усадки муфты соединительной (термокембрик) и пайки гильз соединительных
13	Паяльник электрический	Для пайки опрессованных гильз соединительных
14	Перфоратор (электродрель)	Для сверления отверстий
15	Угловая шлифмашина	Для обработки оцинкованной трубы
16	Портативный электрогенератор V=220В	Для питания электрооборудования
17	Мегаомметр	Для снятия замеров состояния изоляции
18	Тестер монтажный (мультиметр)	Для снятия замеров сопротивления сигнальной петли
19	Импульсный рефлектометр	Для снятия рефлектограмм
20	Фреза конусная (с пяткой) Ø 25 мм (45°)	Для обработки отверстий
21	Прибор ЦТП для расплавления ПНД	Для сваривания пробок
22	Маркер водостойкий	Для маркировки



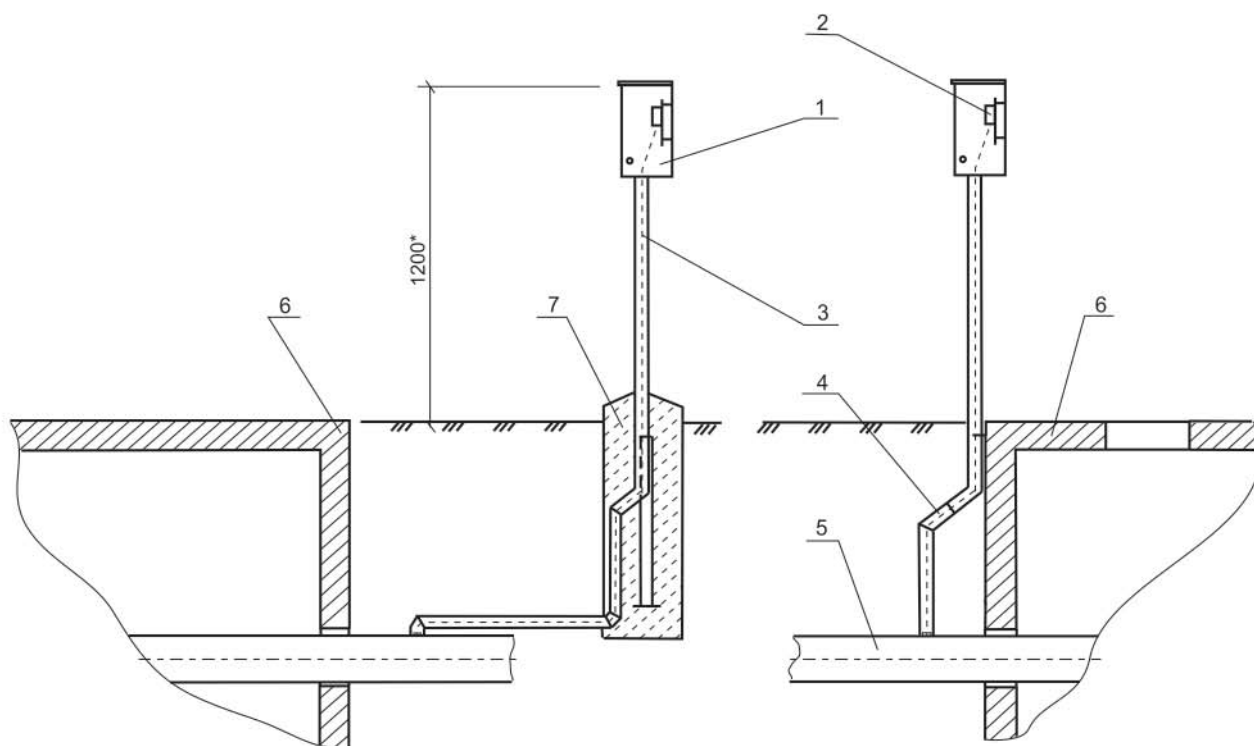
Таблица 3.10. Материалы

№ п/п	Наименование	Применение
1	Ацетон или растворитель на основе ацетона	Для обезжиривания поверхности сигнальных проводов
2	Припой	Для пайки гильз соединительных
3	Флюс паяльный	Для пайки гильз соединительных
4	Наждачная бумага	Для зачистки сигнальных проводов перед спайкой
5	Гильза соединительная (тулейка), наружный Ø 1,85 мм	Для соединения сигнальных проводов
6	Термоусаживаемая трубка (термокембрик), Ø 4 мм	Для изоляции проводника
7	Термоусаживаемая трубка на клеевой основе (наборные зажимы), Ø 30 мм	Для гидроизоляции кабеля NYM
8	Анкерные болты	Для крепления ящика ковера
9	Дюбели, шурупы, саморезы	Для крепления детекторов, терминалов
10	Хомут крепежный, Ø 30-50	Для закрепления гофрошланга, оцинкованных труб
11	Хомут соединительный, Ø 60	Для соединения оцинкованных труб
12	Труба оцинкованная	Для прокладки кабеля NYM
13	Отвод оцинкованный	Для прокладки кабеля NYM
14	Гофрошланг	Для прокладки кабеля NYM
15	Проволока и кабель	Для наращивания (удлинения) соединительных кабелей и ремонта СОДК

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (РЕКОМЕНДУЕМОЕ)**

**РИС. 1. УСТАНОВКА НАЗЕМНОГО КОВЕРА**

**РИС.2. УСТАНОВКА НАСТЕННОГО КОВЕРА ВОЗЛЕ ЗДАНИЯ**

1- ЯЩИК КОВЕРА; 2-ТЕРМИНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ; 3-КАБЕЛЬ НУМ3х1,5 ВКВ НУМ5х1,5;  
4-ТРУБА СТАЛЬНАЯ ОЦИНКОВАННАЯ, Ду=50mm; 5-КАБЕЛЬНЫЙ ВЫВОД;  
8\*-СТАЛЬНАЯ ГИЛЬЗА С МАНЖЕТАМИ СТЕНОВОГО ВВОДА (СОГЛАСНО ПРОЕКТА)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (РЕКОМЕНДУЕМОЕ)



**РИС.3. СХЕМЫ УСТАНОВКИ ЯЩИКА КОВЕРА ВОЗЛЕ ТЕПЛОКАМЕРЫ:**

- а) В НАСЫПНОМ ГРУНТЕ  
 б) НА СТЕНЕ ТЕПЛОКАМЕРЫ  
 1- ЯЩИК КОВЕРА; 2-ТЕРМИНАЛ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ; 3-КАБЕЛЬ НУМ3х1,5 ВКВ НУМ5х1,5;  
 4-ТРУБА СТАЛЬНАЯ ОЦИНКОВАННАЯ, Ду=50mm; 5-КАБЕЛЬНЫЙ ВЫВОД;  
 6-ТЕПЛОКАМЕРА; 7-БЕТОННОЕ ОСНОВАНИЕ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Area with horizontal dotted lines for notes.

**ТРАНСПОРТИРОВКА  
И ХРАНЕНИЕ ТРУБ  
И ФАСОННЫХ ИЗДЕЛИЙ  
В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ**

**4**

Транспортировку и хранение труб в ППУ-изоляции и фасонных изделий в ППУ-изоляции осуществляют в соответствии с ГОСТ 30732.

Перевозку труб в ППУ-изоляции следует производить автомобильным транспортом с удлиненным прицепом или другими транспортными средствами, приспособленными для их перевозки.

Нарушение вышеуказанных требований перевозки может привести к повреждению защитной трубы-оболочки и ППУ-изоляции. В случае использования несоответствующего транспортного средства в накладной производителя делается отметка и в дальнейшем претензии к повреждению трубы-оболочки и ППУ-изоляции не принимаются.

Свободные концы труб не должны выступать за габариты транспортного средства более чем на 1 м.

При низком расположении бортов трубы в ППУ-изоляции следует фиксировать стяжными ремнями.

Для предупреждения раскатывания нижнего ряда труб и обеспечения свободного пропуска обвязок и строп при погрузо-разгрузочных работах на дно кузова с шагом не более 2 м следует устанавливать деревянные прокладки или специальные башмаки, исключаящие возможность повреждения защитной трубы-оболочки и ППУ-изоляции.

В качестве амортизатора и для защиты трубы-оболочки между трубами необходимо использовать поролон, резину или другие мягкие материалы.

Перевозка труб в ППУ-изоляции и полиэтиленовых труб-оболочек автомобильным транспортом, а также выполнение погрузочно-разгрузочных работ допускаются при температуре наружного воздуха до минус 20°C.

Укладку труб в ППУ-изоляции в транспортное средство производят ровными рядами, не допуская перехлестов. Рекомендуемое количество одновременно перевозимых труб в ППУ-изоляции и количество ярусов приведены в таблице 4.1.

Диаметр труб (d), мм	Диаметр оболочки (D), мм	Количество труб, шт.	Количество ярусов, шт.
57	140	42	4
76	160	42	4
89	180	34	4
108	200	30	4
133	225	22	3
159	250	17	3
219	315	9	2
273	400	7	2
325	450	5	2
426	560	5	2
530	710	3	2
630	800	3	2
720	900	3	2
820	1000	2	2
920	1100	2	1
1020	1200	2	1

При выполнении погрузо-разгрузочных работ с трубами в ППУ-изоляции у поставщика и на строительных площадках следует применять:

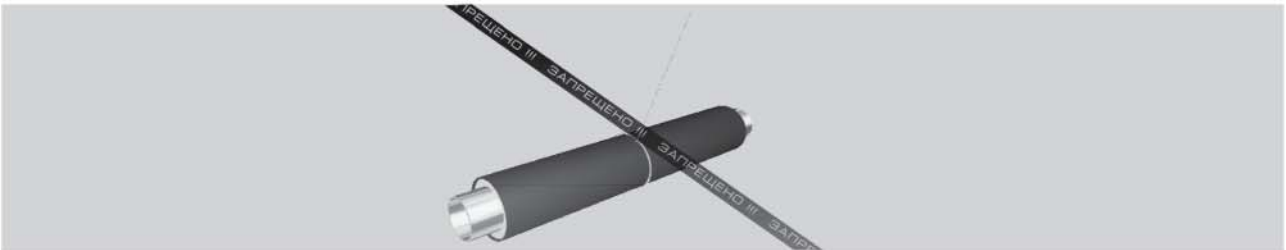
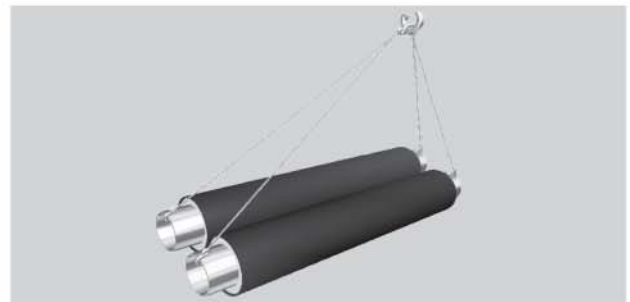
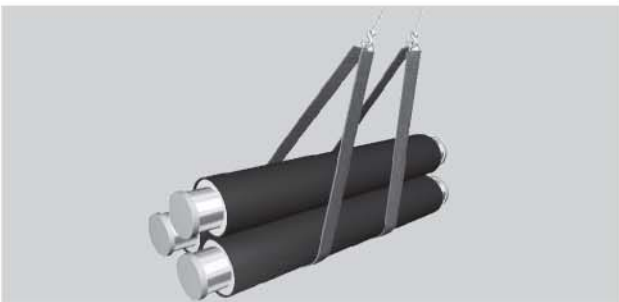
- для труб диаметром до 150 мм - специальные траверсы и мягкие стропы (полотенца) шириной 100-200 мм;
- для труб диаметром более 300 мм - дополнительно стропы с концевыми захватами.

При использовании эластичных или стальных строп с концевыми захватами их длина должна быть подобрана таким образом, чтобы угол между ними в месте присоединения к крюку был не более 90°.

Не допускается применение цепей, стальных канатов и других грузозахватных средств во избежание повреждения трубы-оболочки и ППУ-изоляции.

Фасонные изделия в ППУ-изоляции (отводы, тройники, неподвижные опоры и т. п.) разгружают с помощью строп, протягиваемых внутри фасонных изделий.

Строго запрещается при разгрузке скатывание труб в ППУ-изоляции и сбрасывание труб в ППУ-изоляции и фасонных изделий в ППУ-изоляции.



Складирование и хранение труб в ППУ-изоляции и фасонных изделий в ППУ-изоляции на приобъектных складах и строительных площадках выполняют в штабелях на подготовленной и выровненной площадке, причем нижний ряд располагают на песчаных подушках:

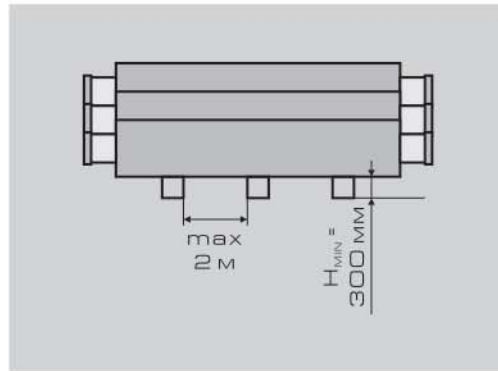
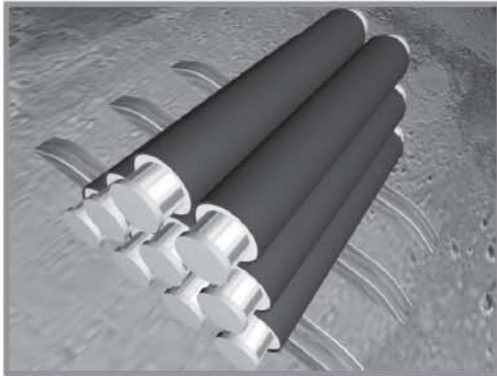
- высотой не менее 300 мм;
- шириной 0,7-0,9 м - для труб диаметром до 530 мм;
- шириной 1-1,2 м - для труб диаметром 630-1020 мм.

Высота штабеля труб в ППУ-изоляции должна быть не более 2 м. Против раскатывания труб должны быть предусмотрены специальные боковые опоры. Трубы в ППУ-изоляции и фасонные изделия в ППУ-изоляции должны храниться в специально отведенных для них местах, отдельно по типоразмерам и типу трубы-оболочки.

Полуцилиндры, термоусаживаемые муфты следует располагать в помещениях или под навесом в заводской упаковке вертикально.

Для предупреждения попадания воды в ППУ-изоляцию с торцов крайние песчаные подушки располагают на расстоянии около 1 м от конца оболочки.

При складировании труб вблизи земляных выемок (траншеи, котлованы) расстояние от бровки выемки до места складирования должно определяться в зависимости от глубины траншеи и типа грунта (угла естественного откоса), чтобы не допустить скатывания труб в углубления, выемки, котлованы.



Не допускается складирование и хранение труб в ППУ-изоляции и фасонных изделий в ППУ-изоляции в местах, подверженных затоплению водой.

Трубы в ППУ-изоляции и фасонные изделия в ППУ-изоляции при хранении более двух недель должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей (под навесом или укрыты рулонным непрозрачным материалом).

Производитель гарантирует соответствие выпускаемых труб в ППУ-изоляции требованиям ГОСТ 30732-2006 при соблюдении условий хранения, транспортирования и эксплуатации.



**МОНТАЖ И  
ИСПЫТАНИЕ  
ТРУБОПРОВОДОВ**

**5**



Наименьшую ширину траншеи по дну при двухтрубной бесканальной прокладке тепловых сетей (согласно СНиП 3.05.03) принимают для труб с условным диаметром:

до 250 мм -  $2d_1+a+0,6$  м;

до 500 мм -  $2d_1+a+0,8$  м;

до 1000 мм -  $2d_1+a+1$  м;

где  $d_1$  - наружный диаметр трубы-оболочки;

$a$  - расстояние в свету между трубами-оболочками, принимают в зависимости от диаметра трубы-оболочки:

для  $d_1$  от 110 до 225 мм - **150 мм**;

для  $d_1$  от 250 до 800 мм - **250 мм**;

для  $d_1$  более 900 мм - **350 мм**.

При прокладке труб в ППУ-изоляции в канале следует руководствоваться приложением в СНиП 41-02.

Размеры приямков под сварку и изоляцию стыков труб при бесканальной прокладке следует принимать:

ширина -  $2d_1+a+1,2$  м;

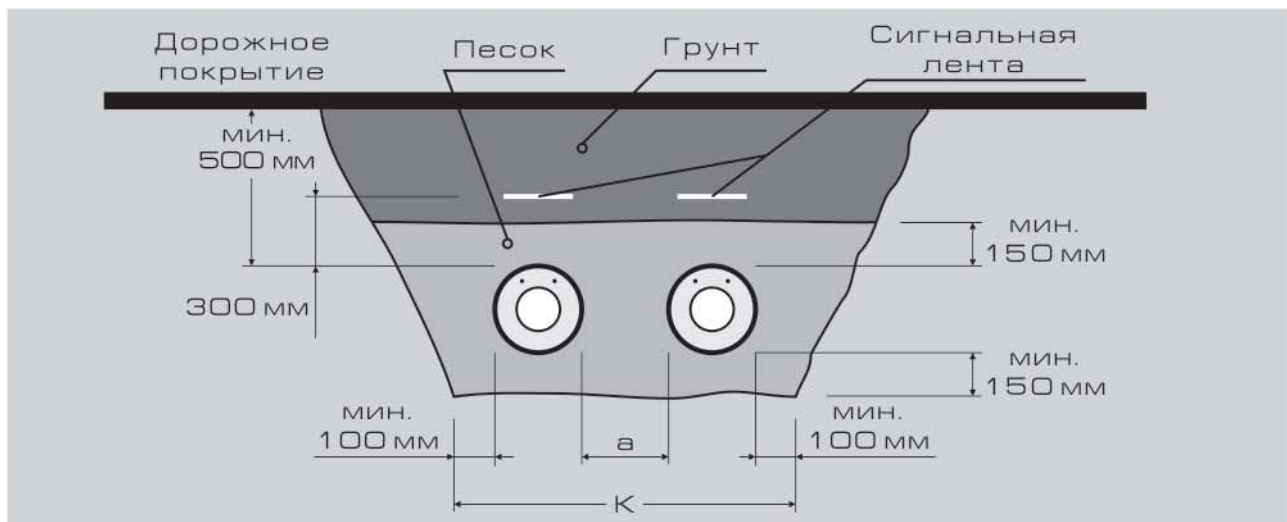
длина - 1,2 м для стыка с термоусаживаемым полотном;

длина - 2,0 м для стыка с муфтами;

глубина - 0,7 м.

На дне траншеи следует устраивать песчаную подушку толщиной **не менее 150 мм**. Песок следует применять несвязный, средне- или крупнозернистый с размером зерен не более 5 мм, не содержащий крупных включений.

На рисунке показано поперечное сечение теплотрассы.



Обратную засыпку траншей при бесканальной прокладке трубопроводов следует выполнять после проведения предварительных испытаний их на прочность и герметичность, полного выполнения изоляционных и строительно-монтажных работ.

Обратную засыпку трубопроводов выполняют в следующей технологической последовательности:

- подбивка пазух между трубопроводами и основанием;
- одновременная равномерная засыпка пазух между трубами, а также между стенками траншеи и трубами с послойным уплотнением на высоту не менее 150 мм над трубопроводами;
- засыпка траншеи до проектных отметок.

Разрешается засыпку траншей до проектных отметок производить местным грунтом. Уплотнительные механизмы следует использовать только после заполнения слоя грунта на песчаную подушку не менее 200 мм.

Особое внимание следует обращать на устройство песчаной подушки: она должна быть из песка, а не из песчаного или тем более глинистого грунта. Крупные камни в подушке и засыпке могут тормозить температурные перемещения труб в ППУ-изоляции и вызвать повреждение трубы-оболочки. То же может произойти и при заиливании труб глинистым грунтом, если не устроены песчаные подушка и подсыпка. Причины этих повреждений можно легко установить при вскрытии траншеи.

## 5.2

### ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ

Перед укладкой элементы трубопровода в ППУ-изоляции и СОДК подвергают тщательному осмотру с целью обнаружения трещин, сколов, глубоких надрезов, проколов и других механических повреждений.

При обнаружении трещин или глубоких надрезов в полиэтиленовой трубе-оболочке их заделывают путем экструзионной сварки или путем наложения термоусаживаемых манжет.

Трубы в ППУ-изоляции и изделия в ППУ-изоляции раскладывают на бровке или дне траншеи с помощью крана или трубоукладчика, мягких «полотенец» или гибких концевых строп.

Опускание в траншею труб в ППУ-изоляции и изделий в ППУ-изоляции следует производить плавно, без рывков и ударов о стенки и дно каналов и траншей.

Песчаное основание для укладки трубопровода в ППУ-изоляции не должно иметь твердых включений, которые следует удалить, а образовавшиеся углубления засыпать песком.

До 30% повреждений трубопроводов в ППУ-изоляции возникает в период их монтажа из-за нарушения технологии укладки, а значительная часть повреждений имеет место при проведении строительных работ в районе тепловой трассы.

## 5.3

### МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ

Монтаж трубопроводов в ППУ-изоляции производят под надзором со стороны представителей проектной организации и заказчика.

Работы по сварке и герметизации стыков выполняют при благоприятных погодных условиях:

- сварку стальных труб - при температуре не ниже 0°C;
- изоляцию сварных стыков - не ниже плюс 10°C.

При атмосферных осадках и более низких температурах (не ниже минус 10°C) допускается использовать палатки с местным обогревом. Монтаж трубопроводов в ППУ-изоляции производят, как правило, на дне траншеи. Допускается сварка прямых участков труб в секции на бровке траншеи.

При необходимости резку стальных труб производят газорезкой, при этом ППУ-изоляцию снимают механизированным ручным инструментом на участке длиной 300 мм, торцы ППУ-изоляции закрывают увлажненной тканью или жесткими экранами. Сварку стыков стальных труб и контроль сварных соединений производят в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03.

Сопряжение бесканальных участков с каналом осуществляют путем устройства торцевой стенки, установкой в ней металлических гильз для прохода трубопровода в ППУ-изоляции с последующим их бетонированием и навивкой на оболочку

трубы в ППУ-изоляции смоляной тесьмы (каболка).

Проход трубопроводов в ППУ-изоляции сквозь стенки камер и фундаменты зданий осуществляют с помощью установки манжет стенового ввода с последующим их бетонированием (бетон класса С 20/25).

В строительной конструкции для стен толщиной до 250 мм применяется одна манжета стенового ввода, а для стен большей толщины - две манжеты.

## 5.4

## МОНТАЖ МУФТ

Работы по изоляции сварных соединений трубопроводов в ППУ-изоляции (далее - монтаж стыков) являются одними из наиболее ответственных элементов трассы. Монтаж стыков труб требует использования специальных материалов, оборудования и оснастки, тщательного соблюдения технологического процесса и обученного персонала.

Работы по заделке стыков выполняют после гидравлических испытаний трубопроводов в ППУ-изоляции на прочность и герметичность и после проверки работоспособности СОДК.

Маркировка муфт должна соответствовать диаметру оболочки трубопровода в ППУ-изоляции.

Основное назначение муфт - обеспечение защиты ППУ-изоляции от намокания и механических воздействий в местах сварных соединений трубопроводов в ППУ-изоляции.

При заделке стыков трубопроводов в ППУ-изоляции в полиэтиленовой оболочке используют следующие типы подвижных муфт:

- термоусаживаемые;
- электросварные.

**НАДВИЖНЫЕ МУФТЫ СЛЕДУЕТ УСТАНОВЛИВАТЬ НА ТРУБУ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ ПЕРЕА СВАРКОЙ СТЫКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ. ЗАПРЕЩЕНО СНИМАТЬ УПАКОВОЧНУЮ ПЛЕНКУ С ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫХ МУФТ ДО НАЧАЛА ИЗОЛЯЦИИ СТЫКА.**

Заделку стыков с помощью электросварных муфт используют, как правило, на трубопроводах в ППУ-изоляции среднего и большого диаметров.

Сущность способа заключается в обеспечении надежного герметичного сварного соединения муфты и полиэтиленовой оболочки с помощью нагревательных элементов сварочного аппарата.

Преимущества способа - не требуется установка клеевой ленты между муфтой и оболочкой, термоусаживаемой ленты (устанавливают по заявке заказчика).

Производители электросварных муфт, как правило, предлагают свои сварочные аппараты, которые полностью адаптированы для конкретного типа муфт, и определяют расположение нагревательных элементов, температуру и время сварки.

Для электросварных муфт используют термоусаживаемые муфты (кроме муфт «Canusa»).

При заделке стыков трубопроводов в ППУ-изоляции в оцинкованной оболочке используют разрезные муфты из оцинкованной тонколистовой стали.

Заделку стыков с помощью оцинкованных разрезных муфт используют для трубопроводов в ППУ-изоляции надземной прокладки.

Муфты входят в комплект заделки стыков (КЗС).

**ООО «СМИТ-Ярцево» ОСУЩЕСТВЛЯЕТ ПОСТАВКУ КЗС СТАНДАРТНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ.**

Стандартная комплектация КЗС для всех применяемых типов муфт приведена в «Сортаменте» ООО «СМИТ-Ярцево».

При монтаже трубопроводов в ППУ-изоляции (в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03, ПБ10-573 и СП 41-105) проводят следующие испытания:

- предварительные испытания на прочность и плотность;
- испытания стыков изоляции труб;
- испытания сигнальной системы ОДК;
- проверку чистоты трубопроводной системы;
- окончательные испытания трубопроводов на прочность и плотность.

Трубопроводы в ППУ-изоляции, прокладываемые бесканально и в непроходных каналах,

подлежат предварительным испытаниям на прочность и герметичность в процессе производства строительно-монтажных работ.

Предварительные испытания следует производить до установки сильфонных и стартовых компенсаторов, секционирующих задвижек, закрывания каналов и обратной засыпки при бесканальной прокладке.

Предварительные испытания на прочность и герметичность выполняют, как правило, гидравлическим способом.

При отрицательных температурах наружного воздуха и невозможности подогрева воды, а также при отсутствии воды допускается выполнение предварительных испытаний пневмоническим способом.

Трубопроводы в ППУ-изоляции водяных тепловых сетей следует испытывать давлением, равным 1,25 рабочего, но не менее 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>), если другие требования не обоснованы проектом.

Для гидравлических испытаний используют воду с температурой не ниже плюс 5°С и не выше плюс 40°С. Температура наружного воздуха при этом должна быть положительной. Испытываемый участок теплосети заваривают с двух сторон заглушками, причем использование для этих целей запорной арматуры и подключение к действующим теплосетям не допускаются.

Окончательные испытания трубопроводов в ППУ-изоляции на прочность и герметичность проводят после завершения строительно-монтажных работ и установки запорной арматуры, кранов воздушников, кранов спускников, сильфонных компенсаторов и приборов СОДК, заварки стартовых компенсаторов.

Результаты испытаний трубопровода в ППУ-изоляции на прочность и герметичность, а также о проведении промывки оформляют актами:

- акт о проведении испытаний трубопроводов на прочность и герметичность;
- акт о проведении промывки (продувки) трубопроводов.

Дополнительно к обязательному перечню актов по СНиП 3.05.03 заказчик и генеральный подрядчик представляют приемочной комиссии следующие документы:

- паспорта заводов-изготовителей на запорную арматуру и приборы контроля СОДК, сертификаты на стальные трубы и фасонные части трубопровода;
- акт приемки системы ОДК (увлажнения ППУ-изоляции) СП 41-105;
- акт на выполнение скрытых работ (монтаж муфт);
- акт о проведении растяжки компенсаторов (при их наличии).

Приемку трубопроводов в ППУ-изоляции в эксплуатацию производят в соответствии с требованиями СНиП 3.05.03.

В эксплуатирующей организации должны обязательно хранить сведения об участках тепловой сети, проложенных с предварительным нагревом трубопроводов.

**5.6****ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ**

Организацию и выполнение работ по строительству новых или реконструкции существующих тепловых сетей следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 12-03.

К работам по устройству трубопроводов в ППУ-изоляции допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте по технике безопасности.

При хранении труб в ППУ-изоляции, изделий в ППУ-изоляции на строительных площадках следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004.

Материалы теплоизоляции относят к группе горючих Г4. Запрещается разводить огонь и производить огневые работы в непосредственной близости (не ближе 2 м) от места складирования труб в ППУ-изоляции или изделий в ППУ-изоляции, хранить рядом с ними горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

Температура воспламенения пенополиуретана 550-600°C. При горении из пенополиуретана выделяются высокотоксичные продукты. В случае возгорания пламя необходимо тушить в изолирующем противогазе. Тушение можно производить любыми средствами пожаротушения, при пожаре в закрытом помещении следует использовать противогазы марки БКФ.

При сушке или сварке концов стальных труб, свободных от ППУ-изоляции, торцы ППУ-изоляции следует защищать жестяными разъемными экранами толщиной от 0,8 до 1 мм для предупреждения возгорания от пламени горелки или искр электродуговой сварки.

При усадке полиэтиленовых муфт и манжет пламенем горелки следует следить за температурой нагрева, не допуская пережогов полиэтилена или его возгорания.

Отходы пенополиуретана и полиэтилена сразу после резки труб в ППУ-изоляции или удаления слоя ППУ-изоляции следует собрать и складировать в специально отведенном месте на расстоянии не менее 2 метров от труб в ППУ-изоляции и изделий в ППУ-изоляции.

ППУ-изоляция невзрывоопасна, в обычных условиях не выделяет в окружающую среду токсичных веществ и при непосредственном контакте не оказывает вредного влияния на организм человека. Обращение с ней не требует особых мер предосторожности (класс опасности 4, по ГОСТ 12.1.007).

Работы по заливке стыков следует производить с применением индивидуальных средств защиты (резиновые перчатки, фартук, и защитные очки). При заливке ППУ-стыков трубопроводов, прокладываемых в проходных каналах (тоннелях), используют респиратор типа РУ-60М.

На месте заливки стыков ППУ должны находиться средства для дегазации компонентов ППУ (10% раствор аммиака, 5% раствор соляной кислоты), а также аптечка с медикаментами (13% раствор поваренной соли, 5% раствор борной кислоты, 2% раствор питьевой соды, раствор йода, бинт, вата, жгут).

Необходимо помнить, что компонент «Б» пенополиуретана (полиизоцианат) относится к ядовитым веществам.

Все применяемые инструменты, оборудование и индивидуальные средства защиты должны быть в исправном состоянии.

**5.7****ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Меры по охране окружающей среды должны соответствовать требованиям СНиП 3.05.3 СП41-105.

Без получения в установленном порядке разрешения не допускается производить работы по строительству тепловой сети.

Без согласования не допускается производить разрытие траншеи на расстоянии менее 2 м до стволов деревьев и менее 1 м до кустарников, а также складирование материалов на расстоянии менее 2 м до стволов деревьев без временных ограждающих (защитных) устройств вокруг них. На территории строящейся теплотрассы не допускаются не предусмотренные проектом сведение древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом шеек и стволов растущих деревьев и кустарников.

Промывку трубопроводов гидравлическим способом следует выполнять с повторным использованием воды. Слив воды из трубопроводов после промывки (дезинфекции) следует производить в места, предусмотренные в проекте, поверхностное водоотведение дождевых и талых вод - в существующую ливневую канализацию.

Территория после окончания работ по устройству тепловой сети должна быть очищена от отходов строительно-монтажных работ и восстановлена в соответствии с требованиями проекта.

Отходы ППУ-изоляции и полиэтилена, не подлежащие переработке, собирают в контейнеры и утилизируют на свалке твердых бытовых отходов в соответствии с правилами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования и хранения промышленных отходов.

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. ГОСТ 12.1.004-91 - ССБТ. Пожарная безопасность. ОТ
2. ГОСТ 12.1.007-76 - ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
3. ГОСТ 380-2005 - Сталь углеродистая обыкновенного качества марки
4. ГОСТ 1050-2013 -Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей, ОТУ
5. ГОСТ 14918-80 - Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. ТУ
6. ГОСТ 19281-2014 - Прокат повышенной прочности. ОТУ
7. ГОСТ 30732-2006 - Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в защитной оболочке. ТУ
8. СНиП 12-03-2001 - Безопасность труда в строительстве. Общие положения
9. СНиП 3.05.03-85 - Тепловые сети
10. СП 124,13330,2012 - Тепловые сети
11. СНиП 3.05.05-84 - Технологическое оборудование и технологические трубопроводы
12. СП 41-105-2002 - Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с промышленной изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке
13. 116-ФЗ - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности опасных - производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением
14. ТУ 4937-002-70843705-2005 - Трубы-оболочки полиэтиленовые
15. ТУ 5263-006-70843705-2006 - Фасонные части сварные стальных трубопроводов различного назначения.
16. ТУ 4937-009-70843705-2008 - Комплекты заделки стыков сварных соединений трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана
17. ТУ 4937-012-70843705-2009 - Трубы-оболочки оцинкованные спирально-навивные
18. ТУ 4937-014-70843705-2010 - Оболочки оцинкованные для фасонных изделий трубопроводов с тепловой изоляцией





СМИТ

ТАМ, ГДЕ ВАЖНА НАДЕЖНОСТЬ

СМИТ

ТАМ, ГДЕ ВАЖНА НАДЕЖНОСТЬ

