

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - Главный инженер

АО «ТЭК СПб»

М. М. Комаров

« 28 »

2026 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор

ООО «РМС-Комплект»

А. А. Александров

« »

2026 г.



**Методические указания по проектированию и монтажу
системы оперативного дистанционного контроля с
использованием кабеля СОДК-П.**

ИПМ СОДК-П 27-05-2022

(Для ППУ трубопроводов, в том числе оснащенных телеметрическим
оборудованием)

Дата введения: _____. _____. 2026

Срок действия 3 года (с даты согласования АО «ТЭК СПб»).

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «ТЭП – диагностика»

А.Р. Тамвилиус

2026 г.



ООО «РМС-Комплект»
ООО «ТЭП Диагностика»
2026 год

Содержание

Введение.....	3
1. Назначение системы оперативного дистанционного контроля..	3
2. Состав системы ОДК.....	3
2.1 Сигнальные проводники.....	3
2.2 Контрольно-измерительное оборудование.....	5
2.3 Коммутационные терминалы.....	11
2.4 Соединительные кабели.....	18
2.5 Наземные и настенные ковра.....	23
3. Рекомендации по проектированию системы ОДК.....	24
4. Монтаж системы ОДК.....	30
5. Проверка работоспособности системы ОДК.....	32

Введение.

Методические указания ИПМ СОДК-П 27-05-2022 содержат указания по проектированию, монтажу и наладке систем оперативного дистанционного контроля (СОДК) увлажнения труб с ППУ изоляцией с применением соединительного кабеля СОДК – П. Кабель СОДК-П является специализированным для системы оперативного дистанционного контроля и предназначен для соединения проводников-индикаторов, проложенных в изоляции трубопровода, с терминалами в точках контроля. Кабель изготавливается по ТУ 27.32.1-028-70629337-2021.

1. Назначение системы оперативного дистанционного контроля.

Система оперативного дистанционного контроля (ОДК) предназначена для контроля состояния влажности теплоизоляционного слоя из пенополиуретана (ППУ) изолированных трубопроводов и обнаружения с помощью переносных детекторов участков с повышенной влажностью изоляции, вызванной либо проникновением влаги через внешнюю полиэтиленовую оболочку трубопровода, либо за счет утечки теплоносителя из стального трубопровода вследствие коррозии или дефектов сварных соединений.

2. Состав системы ОДК.

2.1. Сигнальные проводники.

Сигнальные проводники изготавливаться из медной проволоки сечением $1,5 \text{ мм}^2$ (марка ММ 1,5). Медные проводники-индикаторы в теплоизоляционном слое трубопроводов, проходящие по всей длине теплопроводов: основной сигнальный проводник и транзитный проводник;

После сварки стальных труб и освидетельствования сварного шва неизолированные концы сваренных труб очистить от пыли и грязи, с их поверхности удалить влагу. Далее вытянуть проводники индикаторы из передних кромок трубы (не допускается петель). Измерения целостности проводников и сопротивления изоляции стыкуемых элементов должны проводиться от одного стыка к другому во время изоляционных работ. Для этого необходимо замкнуть контур в начале трубопровода, используя обжимной соединитель. Удалить слой теплоизоляции на торцах монтируемого стыка элемента трубопровода на глубину 20 – 25 мм. Проконтролировать целостность проводников и сопротивление изоляции стыкуемых элементов. Контрольные измерения следует проводить от стыка к стыку с помощью монтажного тестера изоляции с испытательным напряжением 250 В.

Сопротивление контура сигнальных проводников трубопровода не должно превышать 0,010- 0,017 Ом на 1 м проводника. В случае обрыва или

ненормативного значения сопротивления проводников индикаторов измерительного контура, необходимо проверить контур и устранить обрыв или причину ненормативного значения проводников индикаторов.

Допустимое сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм на 300 м длины сигнальной линии. Расчетное значение сопротивления изоляции в зависимости от длины сигнальной линии (в метрах) указано на графике (рис.1)). При сопротивлении изоляции ниже величины определенной по графику необходимо переизолировать последний изолированный стык.

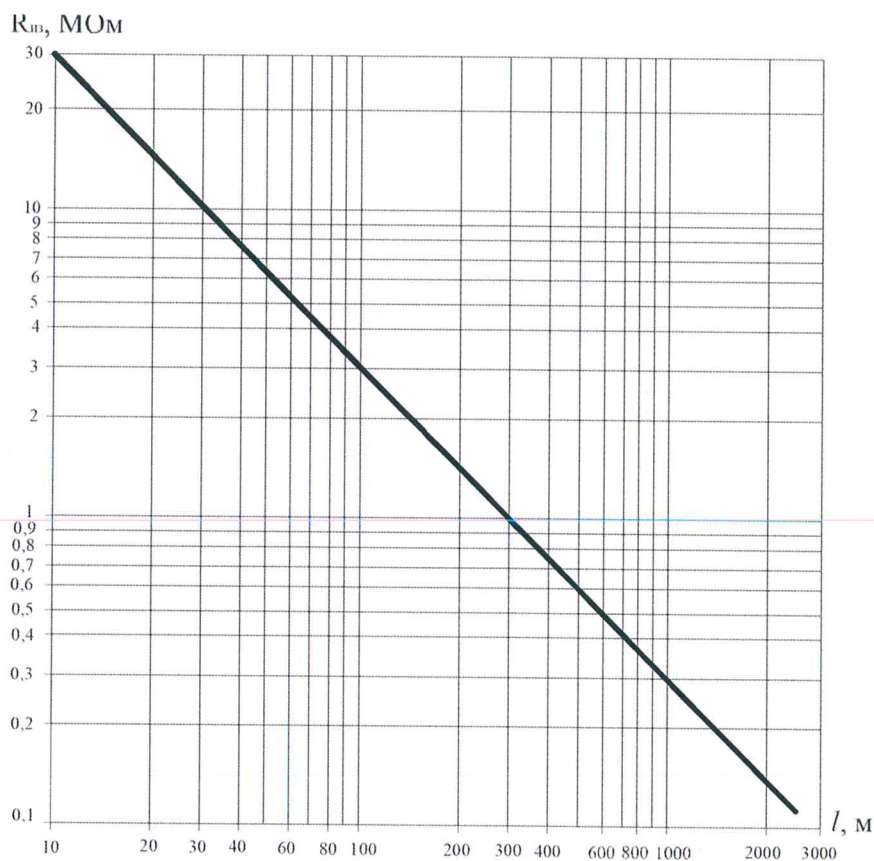


Рис. 1 Значение сопротивления изоляции в зависимости от длины сигнальной линии.

Соединение сигнальных проводников во время работ по изоляции стыков.

Укоротить провода таким образом, чтобы зачищенные концы можно было вставить с двух сторон в обжимной соединитель. Зачистить концы проводников наждачной бумагой с зернистостью не более 32 или специальным абразивным материалом до появления характерного медного блеска и облудить зачищенные концы проводников.

Установить на стыке стойки для проводников и зафиксировать их при помощи скотча на бумажной основе. Установить проводники на стойках. Зазор между проводом и трубой должен быть 20 мм. Вставить зачищенные концы проводов в соединитель и обжать один раз при помощи опрессовочных

клещей. Провести испытания соединения на прочность, для этого надо потянуть провода в противоположном направлении от места соединения (рис.2)

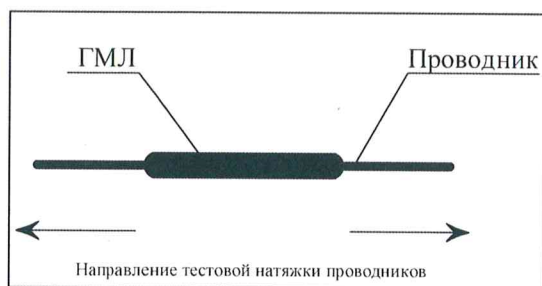


Рис. 2

Если соединение оказалось не прочным, повторить процедуру соединения проводников. Пропаять соединение, нагревая его при помощи специальной газовой горелки, подавая необходимое количество припоя на оба конца соединителя. Пайка должна выполняться с использованием неактивных флюсов.

После остывания соединения произвести:

- визуальный контроль пайки;
- провести контрольные измерения соединения, которые заключаются в измерении переходного сопротивления места соединения (рис.3).

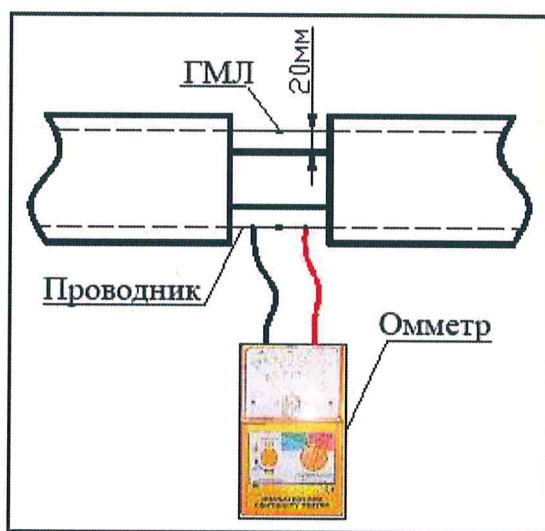


Рис. 3

Аналогично соединяются сигнальные проводники индикаторы на всех последующих стыках тепловой сети.

2.2. Контрольно-измерительное оборудование.

Обнаружение и локализация места проникновения влаги в теплоизоляционный слой или обрыв проводников СОДК может производиться при помощи специальных приборов:

- Детектор повреждений (стационарный и переносной) – позволяет определить наличие таких дефектов как намокание изоляции, обрыв сигнальных проводников, замыкание сигнального проводника индикатора с металлической трубой, в случае возникновения дефекта показывает его характеристики, без локализации на теплосети, а так же место расположения детектора на карте в компьютере диспетчера.
- Переносной локатор (рефлектометр) – производит локализацию места проникновения влаги в теплоизоляционный слой или обрыва проводников - индикаторов СОДК.
- Программно-аппаратный комплекс технических средств передачи, измерения и отображения состояния СОДК (ПАК-2) – производит постоянный мониторинг состояния изоляции и целостности проводников индикаторов, в случае возникновения дефекта показывает его местоположение и характеристики на карте в компьютере диспетчера.

Измерения и передача данных осуществляется с помощью комплекса средств передачи и измерения ПАК-2.

Установка аппаратного и программного обеспечения телемониторинга ОДК ТС в виде двухуровневой иерархической системы, в состав которой входят:

- система сбора, обработки и представления информации о состоянии объектов, в дальнейшем центр приема данных (ЦПД). Структурная схема представлена на рис.4.



Рис.4

Структурная схема программного обеспечения ЦПД представлена на рис.5.

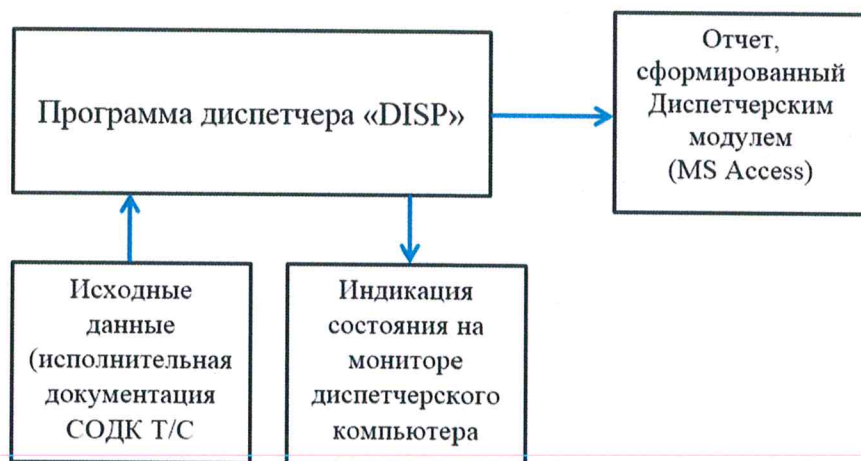


Рис.5

• подсистема сбора, обработки и приема-передачи телеметрической информации о результатах рефлектометрического контроля (киберфизическая локационная система тепловых сетей - КЛС МТ 1.1). Структурная схема представлена на рис.6



Рис.6

- для питания КЛС МТ от сети применяется стабилизированный источник питания постоянного тока с напряжением питания 12 В (ток 1 А).

- в случае отсутствия электрической сети или высокой стоимости прокладки линии питания для питания КЛС МТ 1.1 могут применяться автономные кислотные необслуживаемые аккумуляторы с напряжением 12 В и емкостью 17 А*Час и более (с временем работы до замены 1 год (в модуле КЛС МТ1.1 предусмотрен контроль состояния аккумуляторной батареи и сигнализатор несанкционированного доступа).

Технические характеристики ПАК- 2:

Аппаратные и программные средства ПАК-2 ОДК ТС предназначены для телемониторинга тепловых сетей с пенополиуретановым покрытием и вмонтированными продольными медными проводниками индикаторами, производящие автоматический контроль и обнаружение увлажнения изоляционного покрытия, позиционирование (локализацию) средствами ПАК-2 мест увлажнения с необходимой точностью и передачу информации по радиоканалу в ЦПД.

Комплекс ПАК-2 ОДК ТС обеспечивает постоянный телеметрический контроль состояния изоляции трубопроводов ППУ, а также дистанционно передает данные о локализации мест увлажнения изоляции и обрыва сигнальных проводников в центр приема данных (ЦПД)

- Основные технические характеристики ЦПД.

ЦПД обеспечивает дуплексную связь с измерительными модулями ПАК 2 (КЛС МТ 1.1) по GSM-радиоканалу, осуществляет прием данных о локализации мест увлажнения изоляции с каждой из подсистем ПАК-2, обрабатывает и запоминает информацию о дефектах в базе данных, содержит программный комплекс верхнего уровня (ПКВУ) для обработки, интерпретации и представления информации диспетчеру. ПКВУ предназначен для:

- получения данных из подсистемы ПАК-2 (измерительного модуля КЛС МТ);
- организации хранения полученных данных в виде блоков измерений;
- организации возможности выбора для дальнейшей работы блоков данных;
- отображения выбранного блока данных в виде таблицы;
- отображения выбранного блока в графическом виде с возможностью манипулирования изображением;
- математической обработки блока измерений с показом результатов;
- других методов представления информации оператору.

В ЦПД отображение оперативной информации о состоянии изоляции трубопроводов ППУ представляется на мониторе компьютера в наглядном виде с возможностью производства выборок и запросов информации необходимой для принятия решений оперативным персоналом.

В состав ЦПД входят:

- персональный компьютер (РС) с ПКВУ;
- GSM - модем для реализации радиоканала;

Основные технические характеристики ЦПД;

- число подсистем ПАК-2 (адресов с контролируемыми участками СОДК) не менее 500;

- Основные технические характеристики ПАК-2.

ПАК-2 обеспечивает соединение и автоматическое зондирование по сигнальным проводникам индикаторам предизолированных ППУ трубопроводов в выбранной

Заказчиком конфигурации, фиксацию и локализацию мест увлажнения, автоматическую передачу данных по радиоканалу, в том числе по принудительному запросу от ЦПД. При фиксации дефекта (фиксируется адрес контролируемого участка СОДК, дата возникновения и характеристики дефекта (обрыв, увлажнение, подающая или обратная труба)) данные сохраняются в памяти компьютера диспетчера.

В состав оборудования входят:

- киберфизическая локационная система мониторинга ТС КЛС МТ 1.1;
- аккумулятор 12 В, 20 А*час;
- антенна GSM связи;
- датчик несанкционированного доступа.

Киберфизическая локационная система мониторинга ТС КЛС МТ 1.1 предназначена для получения рефлектограмм, их обработки и определения расстояния до дефекта в трубах. Модем предназначен для связи с устройствами верхнего уровня по инициативе диспетчера или автоматической передаче информации в случае аварийной ситуации в трубах, при вскрытии ковера (шкафа) с оборудованием. Компьютер диспетчера осуществляет взаимодействие оборудования всех подсистем ПАК-2 установленных на различных участках теплосети.

Основные технические характеристики ПАК-2:

- минимальная длина измеряемой секции - 5 метров;
- максимальная длина измеряемой секции - 2500 метров;
- точность измерения +/-3 метра на максимальной длине измеряемого участка;
- диапазон рабочих температур от -30 до +40 град С;
- количество опрашиваемых каналов на одном периферийном устройстве системы - 4;
- время опроса может устанавливаться от 30 секунд (в отладочном режиме или при наличии электросетевого питания) до 1 дня (в энергосберегающем режиме).
- передача данных по GSM модему по запросу ЦПД.

Параметры энергопотребления КЛС МТ 1.1;

- напряжение питания 12 В;
- мощность потребления не более 0.12 Вт;
- ток потребления не более 0.01 мА;

- к.п.д. не менее 0,7.

Выбор системы питания (от автономного аккумулятора или от электросети) подсистем ПАК-2 для модуля КЛС МТ 1.1 определяется заказчиком и отображается в техническом задании на проектирование системы ОДК.

2.3. Коммутационные терминалы.

Коммутационные терминалы предназначены для подключения приборов контроля состояния трубопровода и коммутации жил соединительных кабелей. Терминалы подразделяются на виды:

- измерительный (рис.7);
- концевой (рис.8);
- проходной (рис.9);
- объединяющий (рис.9).

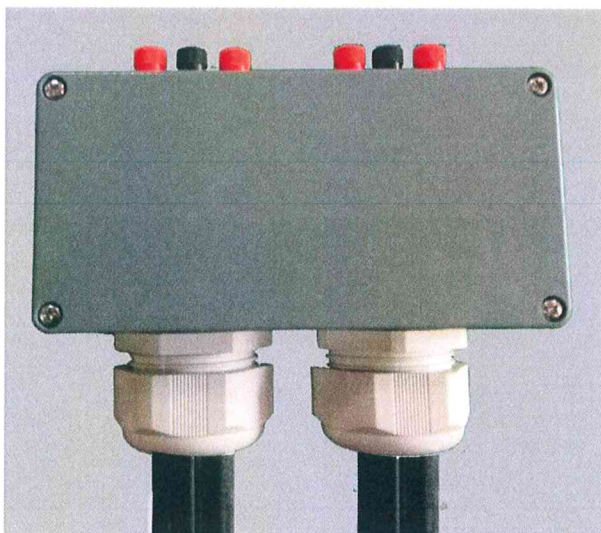


Рис. 7

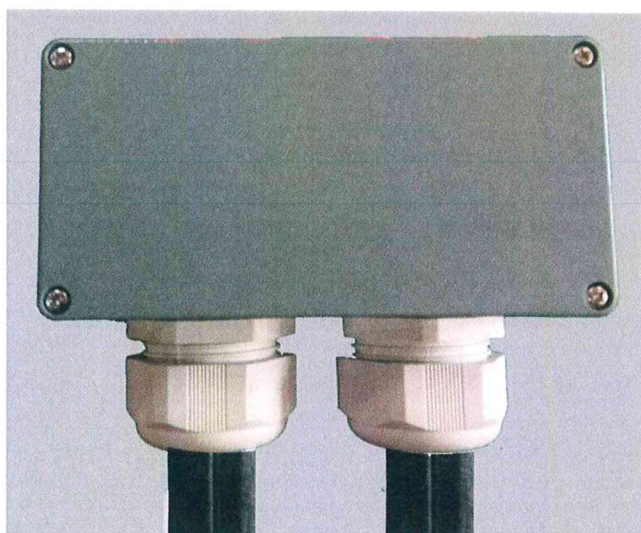


Рис. 8

Проводники системы ОДК вводятся в терминалы соединительным кабелем СОДК - П. Измерения производятся от измерительного терминала с подключением к нему переносных детекторов или локаторов. Промежуточные терминалы применяются для мониторинга значительных по протяженности участков и устанавливаются на проходных камерах. Объединяющие терминалы применяются в случае наличия боковых ответвлений трубопровода в тепловых камерах. Концевые терминалы применяются для создания петли контроля проводников индикаторов. В промежуточных, объединяющих и концевых терминалах производится коммутация

проводников системы ОДК при помощи перемычек из провода ПВ1, входящих в комплектацию терминала.

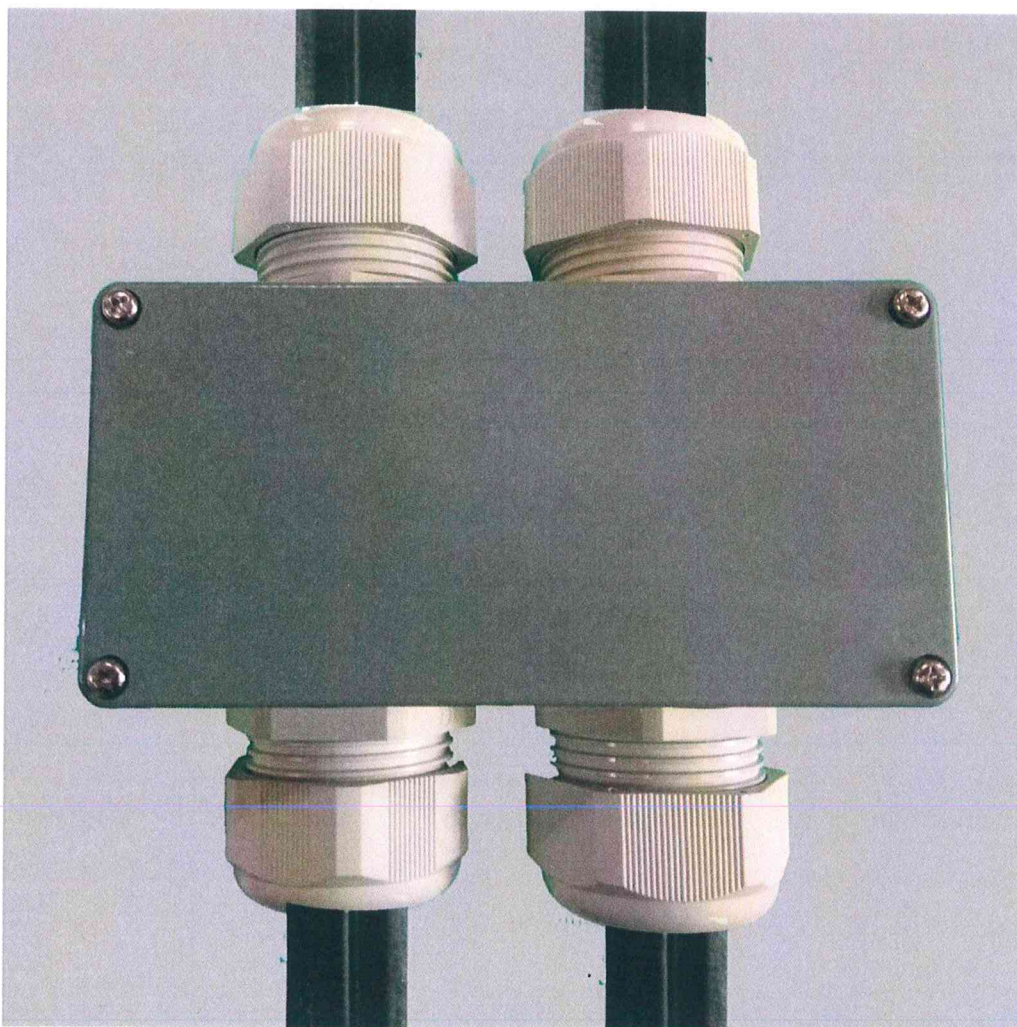


Рис. 9

Терминалы герметичны, не требуют дополнительного электропитания и соответствуют классу защиты IP-65 (в случае установки в вентилируемых местах допускается класс защиты IP-56).

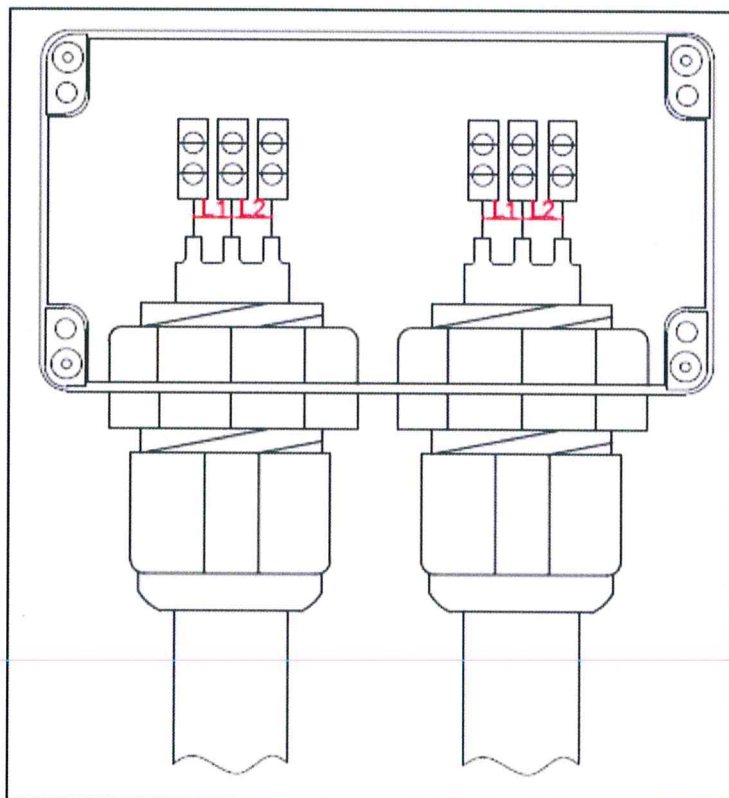
Внутри терминалов устанавливаются:

- кабельные вводы - для крепления и герметизации входящих в терминал кабелей;
- клеммные разъемы - для коммутации кабельных жил.

Размещение терминалов производится в точках контроля и транзита, в местах доступных для обслуживания.

В зависимости от предназначения терминалы различаются по конструкции.

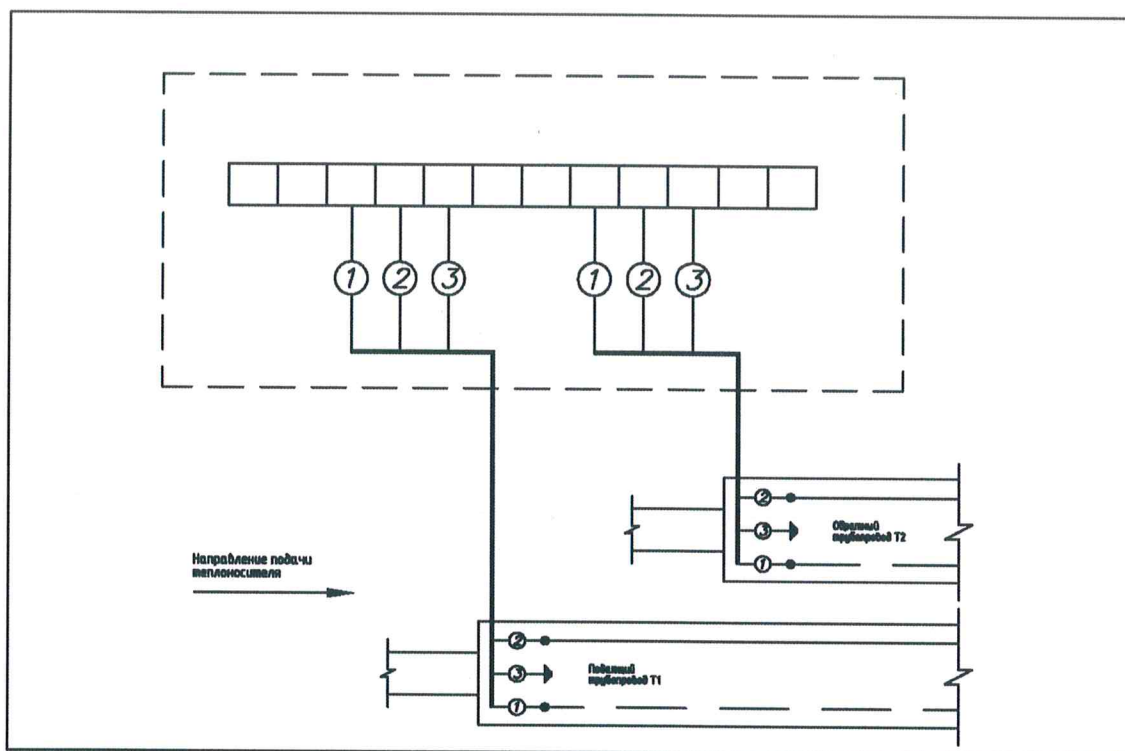
2.3.1. Терминал измерительный.



Предназначен для подключения приборов контроля.

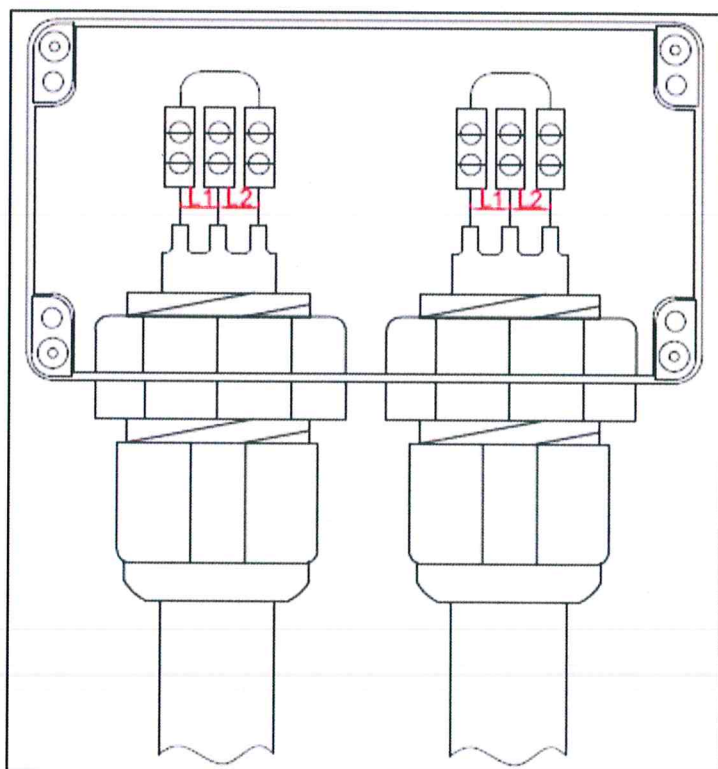
Расстояние между проводниками должно быть одинаковое ($L1=L2$). Допуск $\pm 1,5$ мм.

Схема коммутации измерительного терминала:



Терминал устанавливается в контрольных точках, предусмотренных проектом.

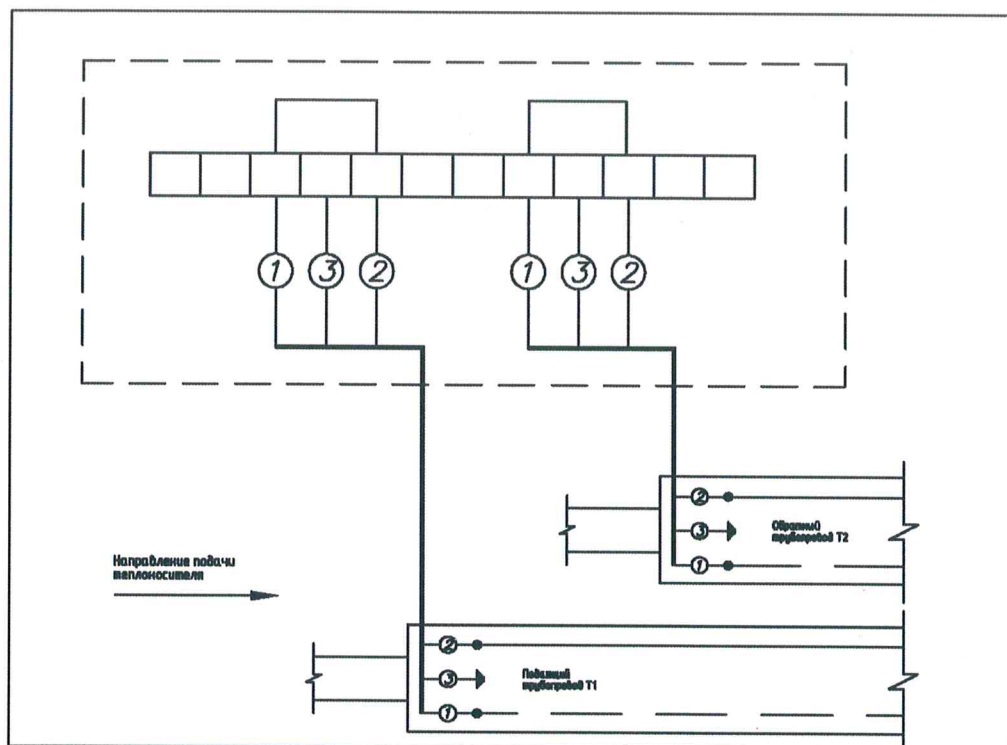
2.3.2. Терминал концевой.



Предназначен для закольцовки сигнальных проводников.

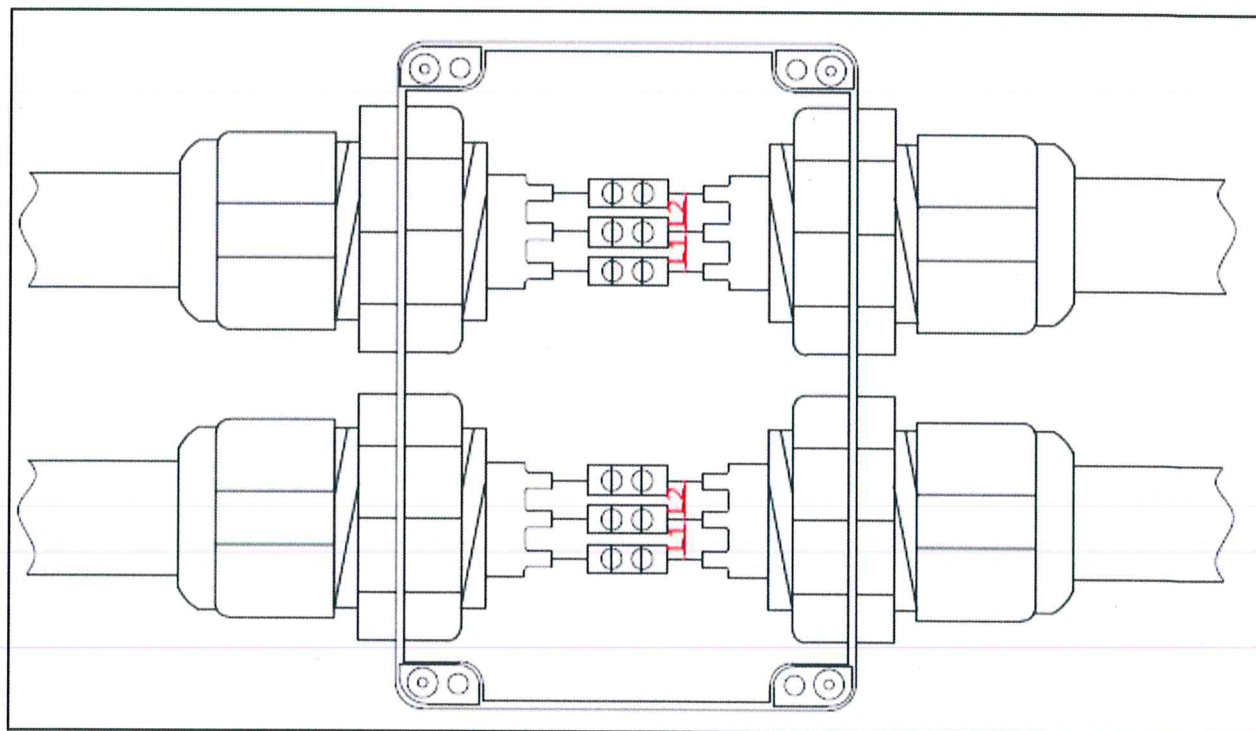
Расстояние между проводниками должно быть одинаковое ($L1=L2$). Допуск $\pm 1,5$ мм.

Схемы коммутации концевой терминала:



Терминал устанавливается в концевых точках контроля, предусмотренных проектом.

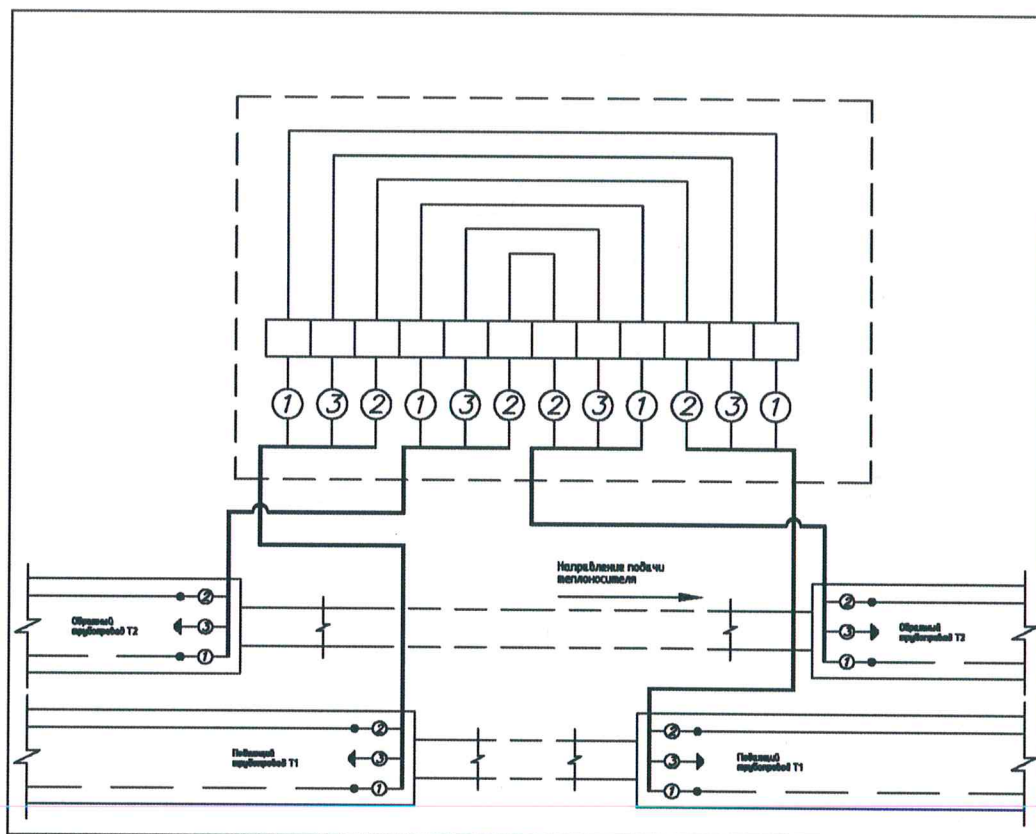
2.3.3 Терминал проходной.



Предназначен для соединения сигнальных проводников двух контролируемых участков трубопроводов.

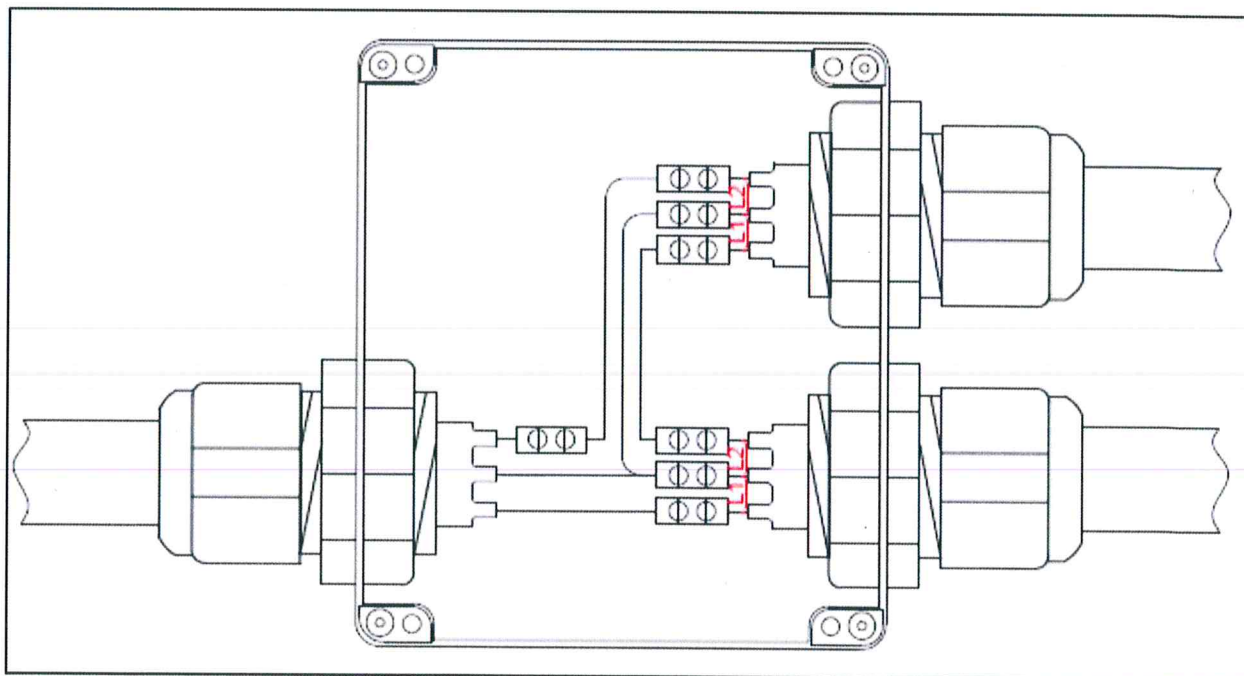
Расстояние между проводниками должно быть одинаковое ($L1=L2$) . Допуск $\pm 1,5$ мм.

Схема коммутации проходного терминала:



Терминал устанавливается в контрольных точках, предусмотренных проектом.

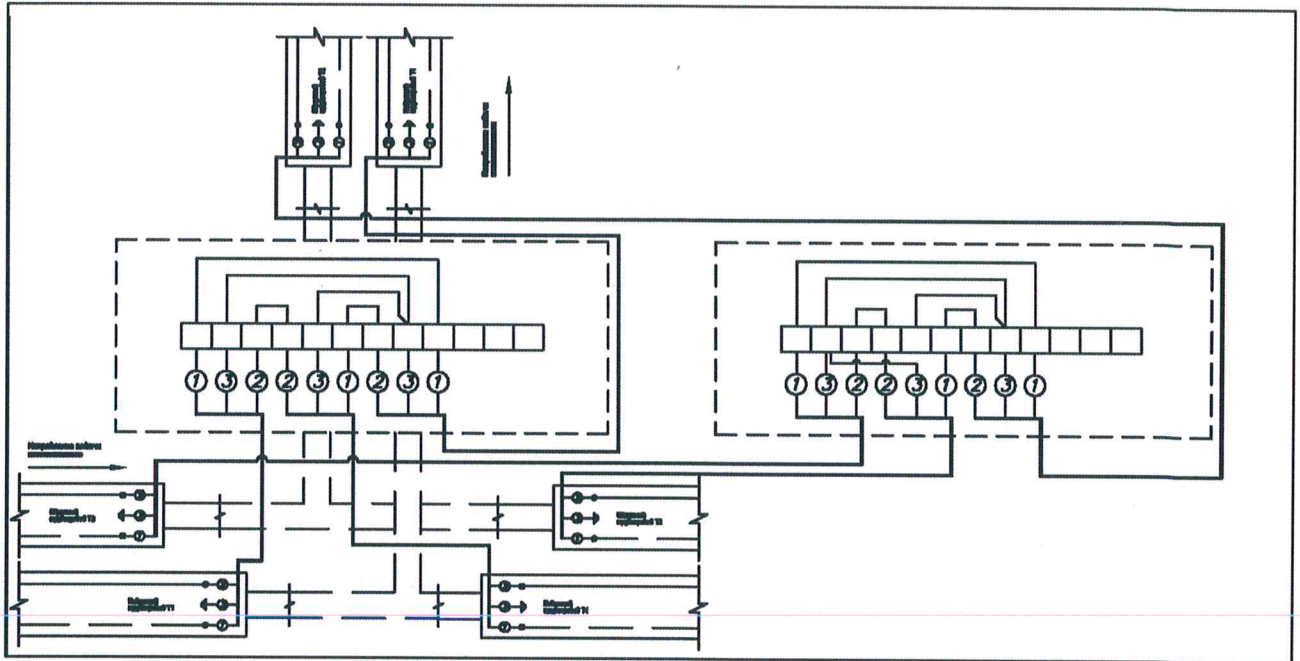
2.3.4 Терминал объединяющий (объединение сигнальных проводников в единую петлю контроля 3-х трубопроводов).



Предназначен для объединения сигнальных проводников трех контролируемых трубопроводов, для трубопроводов в 2-х трубном исполнении необходимо использовать 2 терминала.

Расстояние между проводниками должно быть одинаковое ($L_1=L_2$) . Допуск $\pm 1,5$ мм.

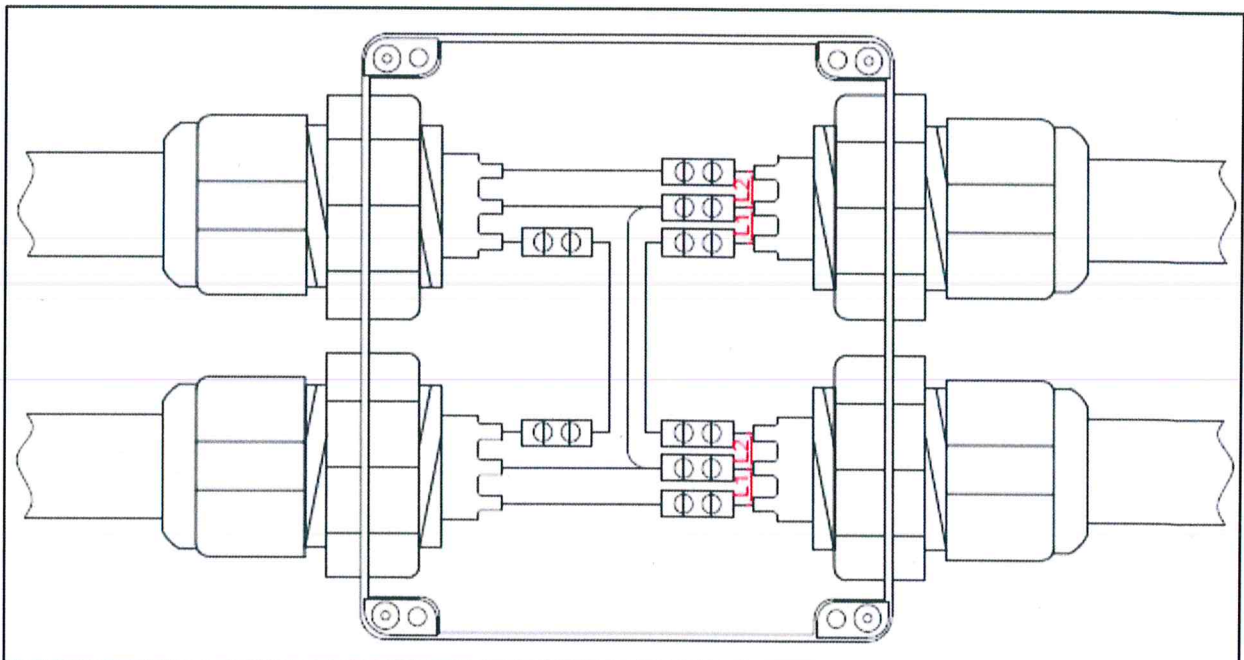
Схема коммутации объединяющих терминалов для 3-х трубопроводов:



Терминал устанавливается в контрольных точках объединения контрольных проводников трех контролируемых трубопроводов, предусмотренных проектом.

Соединительный кабель СОДК-П от подающего и обратного трубопровода заводятся в разные коммутационные коробки. Таким образом, в точке контроля будет использовано два объединяющих терминала.

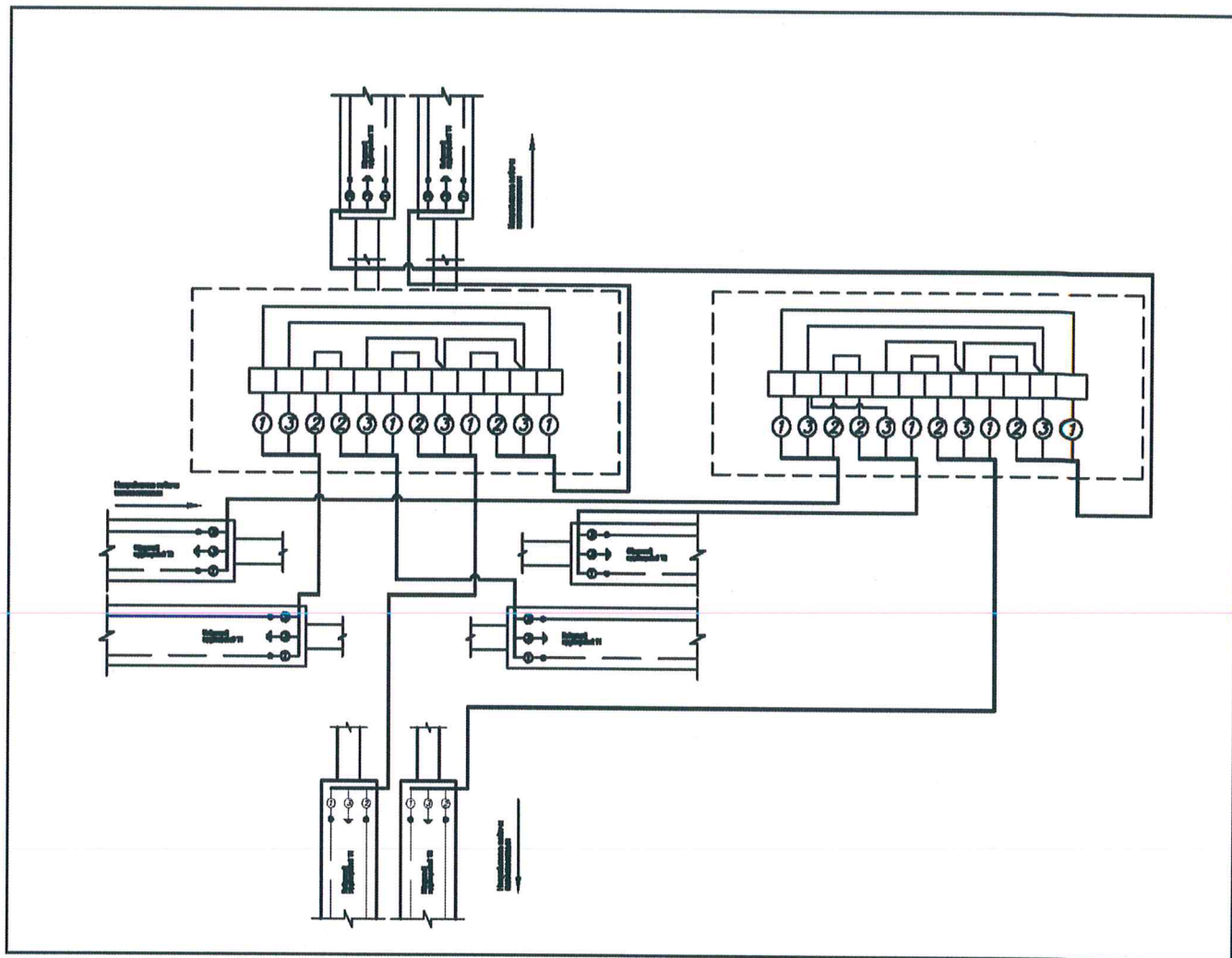
2.3.5 Терминал объединяющий (объединение сигнальных проводников в единую петлю контроля 4-х трубопроводов).



Предназначен для объединения сигнальных проводников четырех контролируемых трубопроводов.

Расстояние между проводниками должно быть одинаковое ($L1=L2$) . Допуск $\pm 1,5$ мм.

Схема коммутации объединяющих терминалов для 4-х сигнальных проводников в единую петлю контроля 4-х трубопроводов:



Терминал устанавливается в контрольных точках, предусмотренных проектом. Соединительный кабель СОДК-П от подающего и обратного трубопровода заводятся в разные коммутационные коробки. Таким образом, в точке контроля для трубопровода в 2-х трубном исполнении будет использовано два объединяющих терминала.

2.4. Соединительные кабели.

В точках контроля в качестве соединительных кабелей применяется плоский трехжильный кабель марки СОДК-П (рис.10) с полиэтиленовой изоляцией. Кабель СОДК-П изготавливается согласно ТУ 27.32.1-028-70629337-2021.

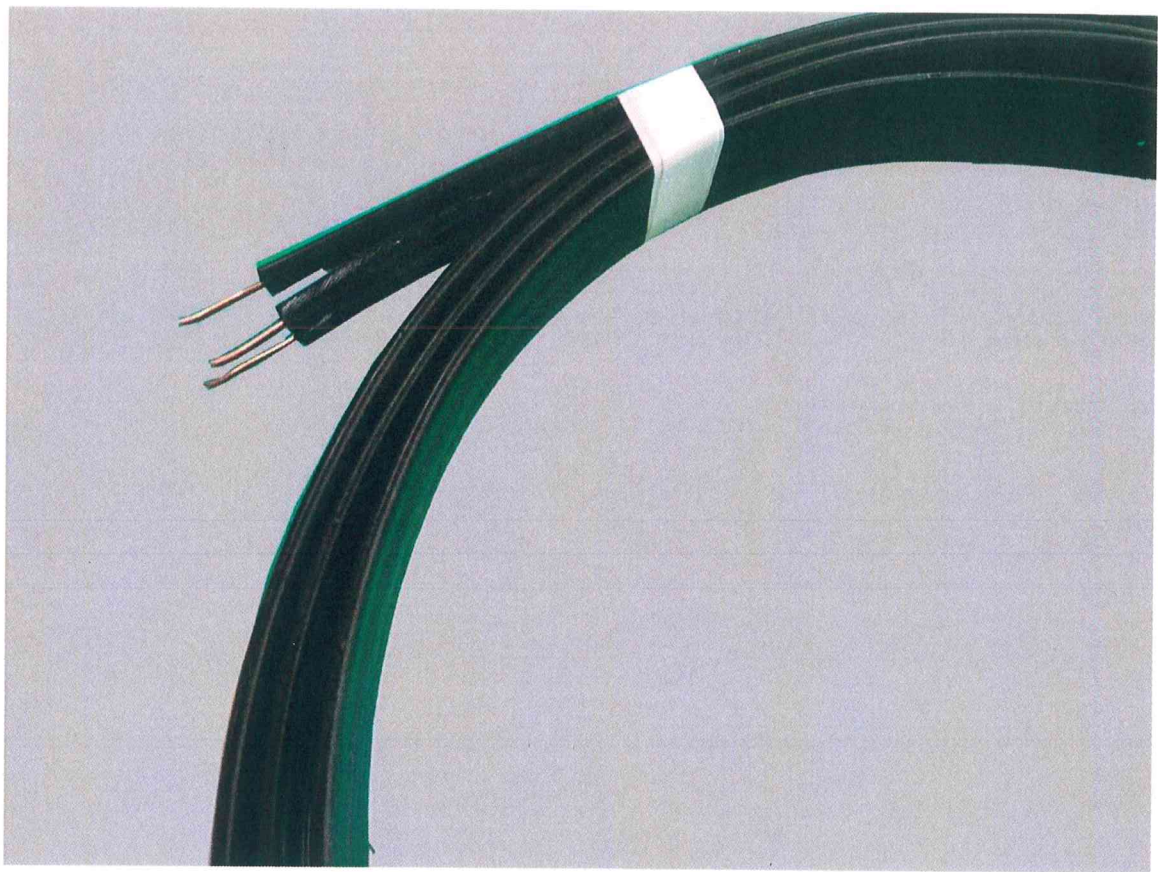


Рис.10

Основные параметры и характеристики:

Число и номинальное сечение токопроводящих жил, толщина изоляции, расстояние между центрами жил, наружные размеры кабеля соответствуют значениям, указанным в таблице 1

Таблица 1

Число номинальное сечение токопроводящих жил, мм ²	и Толщина изоляции, мм	Расстояние между центрами жил, мм	Ширина, мм	Расчетная масса 1 км кабеля, кг
2x1,5 1x2,5 или 1x1,5	$5 \pm 0,25$	$11 \pm 0,5$	$29,0 \pm 0,5$	95,0

Кабель имеет однопроволочные токопроводящие жилы и изготовлены из медной проволоки, класс жил – 5 по ГОСТ 22483- 2012 .

Токопроводящие жилы расположены параллельно в одной плоскости и заключены в общую изоляцию из полиэтилена

Цвет изоляции – черный.

Одна из крайних жил имеет на поверхности изоляции отличительную, ассиметричную относительно центральной жилы, увеличенную на 2 мм кромку.

При коммутации кабеля в терминале, жила, со стороны увеличенной кромки присоединяется к сигнальному проводнику, а со стороны уменьшенной кромки к транзитному.

Электрическое сопротивление изоляции, пересчитанное на 300 м длины, не менее 1 МОм (см. зависимость нормативного сопротивления изоляции от длины цепи контрольных проводников в пункте 2.1 Рис. 1 настоящих методических указаний).

Соединительные кабели СОДК-П подключаются к сигнальным проводникам трубопровода через концевые элементы трубопровода с выводными проводниками (рис.11). Перед монтажом соединительного кабеля СОДК-П необходимо на расстоянии 20 мм от торца концевой элемента приваривать к стальной трубе заземлитель (1824), служащий для крепления центральной жилы плоского кабеля СОДК-П.

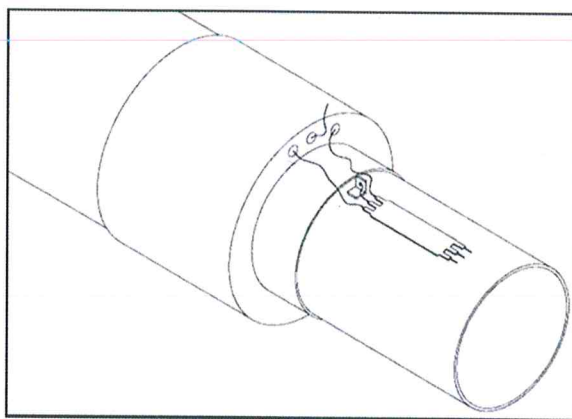


Рис.11

Сигнальные проводники индикаторы трубопровода должны соединяться с кабельными жилами посредством обжимных гильз с последующей пропайкой места соединения и герметизацией термоусадочной трубкой на клеевой основе. Жилы кабеля СОДК-П коммутируются с выводными проводниками следующим образом - со стороны увеличенной кромки присоединяется к сигнальному проводнику, а со стороны уменьшенной кромки к транзитному.

При выводе кабеля в землю (на концевом или промежуточном элементе изготавливаемом по месту), кабель СОДК-П вваривается в оболочку при помощи ручного экструдера как показано (рис. 12) до усадки и приварки термоусаживаемой муфты. Проводники индикаторы присоединяются к кабелю

посредством обжимных гильз с последующей пропайкой места соединения. Центральный проводник крепится к заземлителю (1824) приваренному к трубе (см. рис. 12.1). Следует следить за тем, чтобы на проводники индикаторы были надеты перфорированные фторопластовые трубки (кембрики) не допускающие их гальванического контакта с трубой.

После надвигания, усадки, приварки, проверки на герметичность, заливки и заварки заливных отверстий в термоусаживаемой муфте, над местом сварки кабеля следует установить предохранительный козырек в виде полиэтиленовой оболочки трубы ППУ толщиной не менее 4 мм. Установка производится посредством приварки переносным экструдером полиэтилена (см. рис. 12.2). Длина предохранительного козырька не менее 30 см (см. рис 12.3), внутреннее пространство козырька заполняется пористым упругим не гидрофобным материалом (на пример - нарезанными в размер по месту кусками из матов вспененного полиэтилена, полиуретана и т.п.)

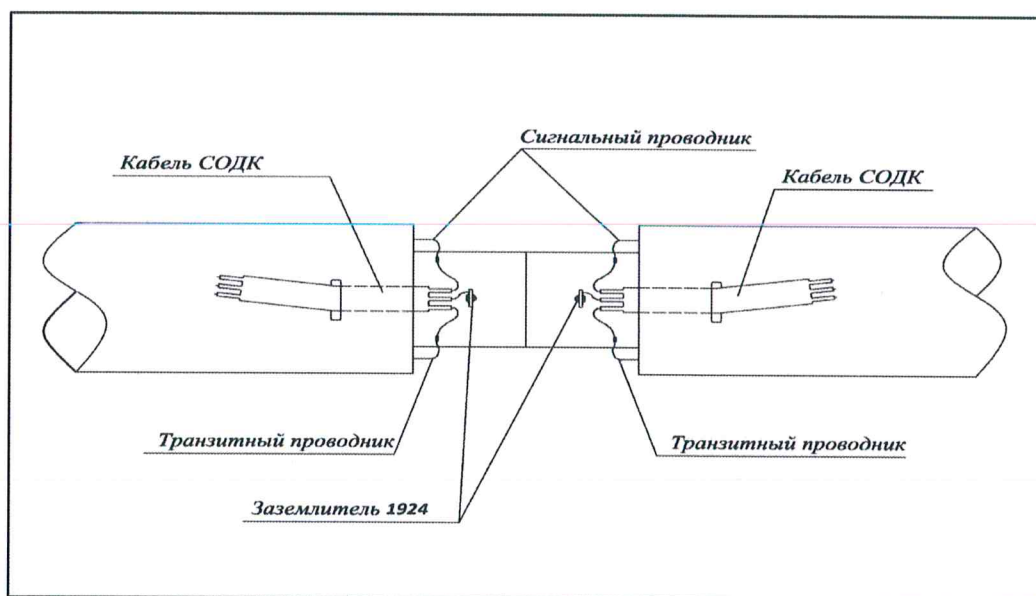


Рис.12



Рис 12.1



Рис 12.2



Рис 12.3

Прокладку соединительного кабеля в месте разрыва тепловой изоляции (в тепловой камере и т. п.) также необходимо осуществлять в гофрированной ПНД, ЗПТ трубе, прикрепляемой к стене с помощью скоб. Прокладку соединительного кабеля внутри зданий (сооружений) до места установки терминалов необходимо

осуществлять в гофрированной ПВХ трубе, гофрированной негорючей ПНД, ЗПТ трубе (Гофрошланге на рис. 13). При обосновании допускается прокладка в стальных трубах.

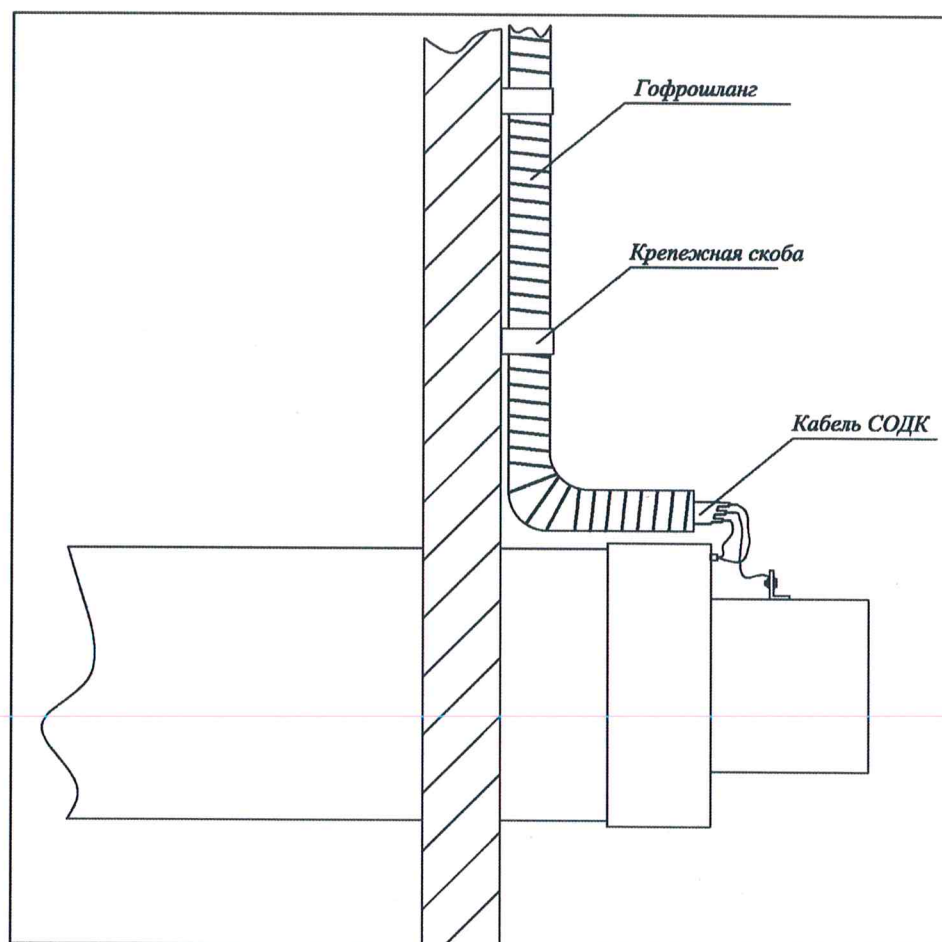


Рис.13

Перед присоединением кабеля к терминалу необходимо прикрепить к нему пластиковую бирку с нанесенной маркировкой (рис.14), идентифицирующей соответствующие трубы. Маркировка представляет собой пятизначный код:

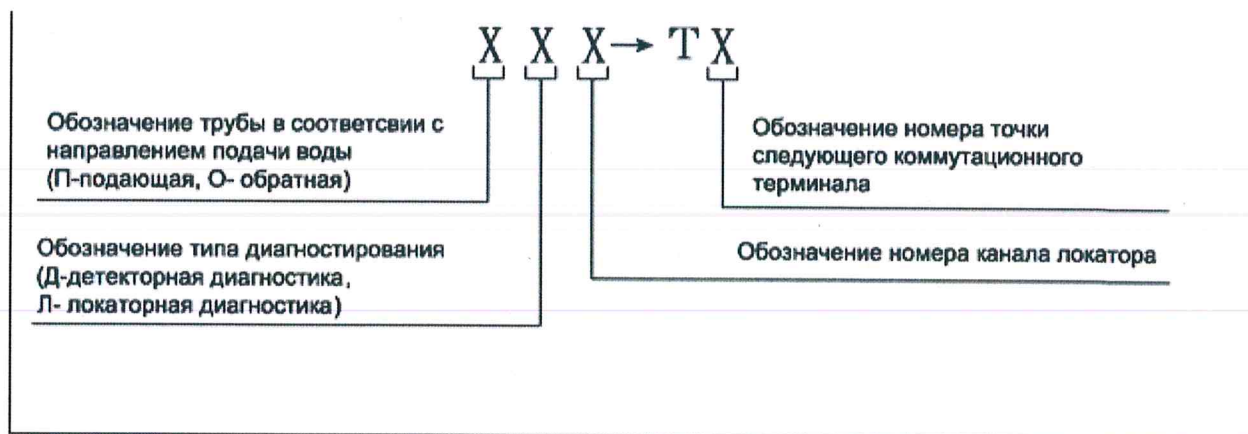
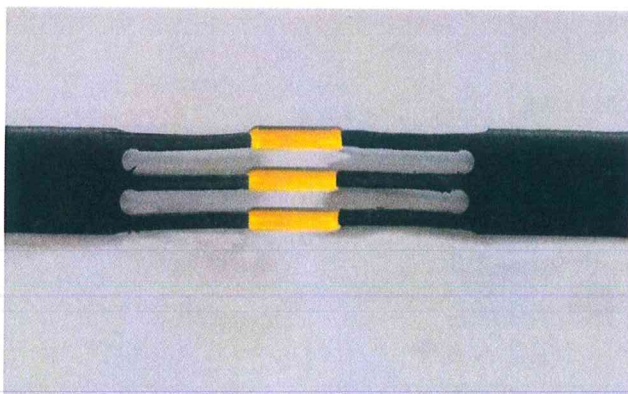
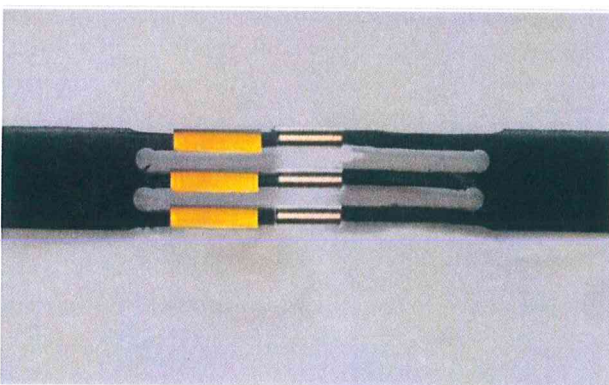
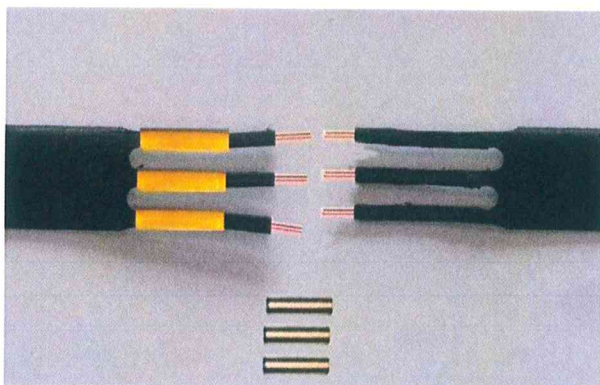


Рис.14

Поверх бирки с маркировкой кабеля усадить прозрачную термоусадочную трубку PBF D:31.8/15.9 мм

Мероприятия по наращиванию соединительного кабеля:



Снять изоляцию каждой соединяемой жилы на 10-12 мм от ее окончания. Зачистить освобожденные от изоляции жилы кабеля при помощи наждачной бумаги до медного блеска. Надеть на каждую пару соединяемых жил одного цвета термоусаживаемую трубку диаметром 4 мм и длиной 45 мм (рис. 3).

Произвести соединение кабельных жил с помощью обжимных втулок и опрессовать втулки обжимными клещами. Каждую обжатую втулку необходимо пропаять с использованием неактивного флюса и газового паяльника.

Усадка предварительно надетой термоусаживаемой трубки на соединенной кабельной жиле производится таким образом, чтобы нахлест трубки на изоляцию соединенной жилы был равномерным и составлял около 10 мм с каждой стороны соединительной втулки. Усадку производить газовым паяльником. При усадке пламя горелки необходимо удерживать на расстоянии не ближе 5-7 мм от трубки. Соединение жил кабеля производить последовательно.

2.5. Наземные ковра и настенные шкафы.

Установка терминалов производится на стене помещения в шкафу для размещения терминала (рис.15).

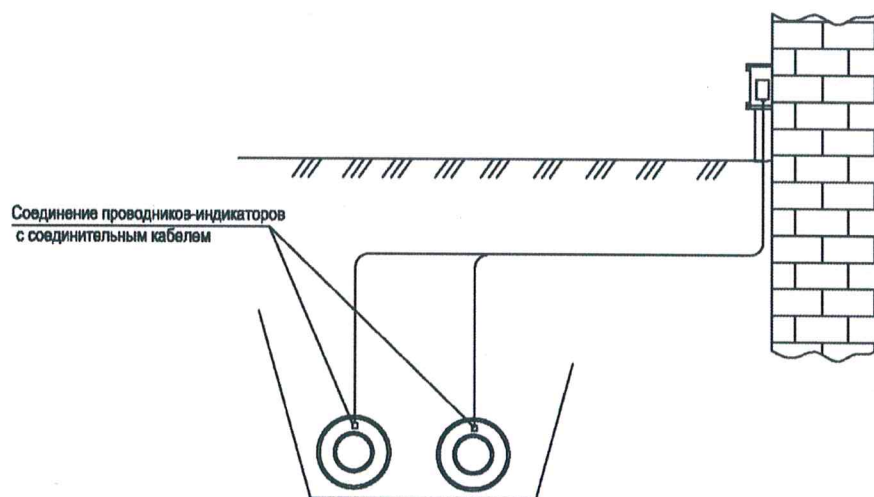


Рис.15

Установка терминалов возле тепловых камер производится в наземном ковре (рис. 16)

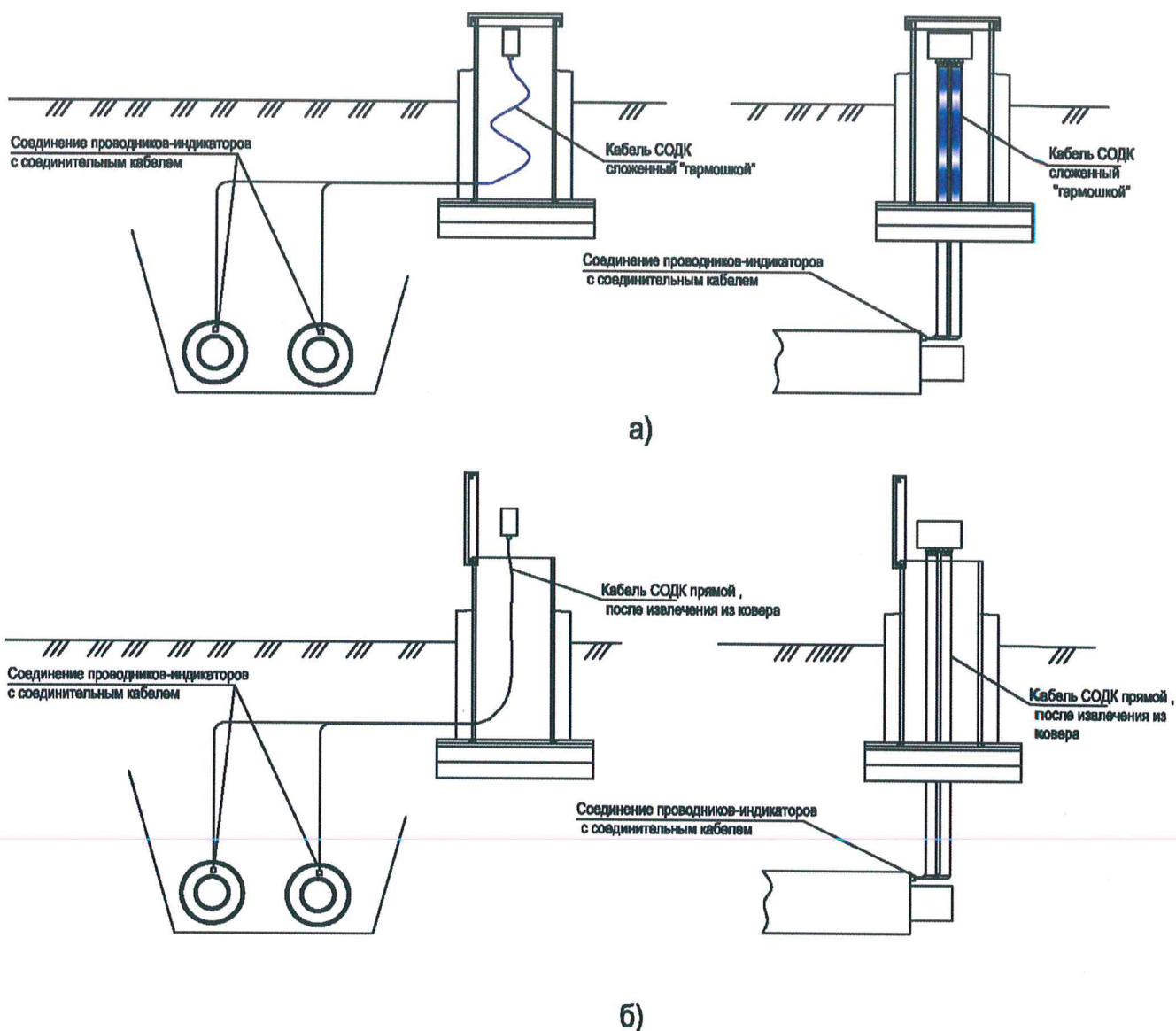


Рис.16

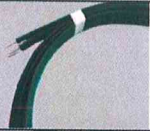
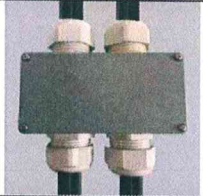
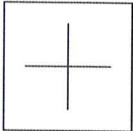
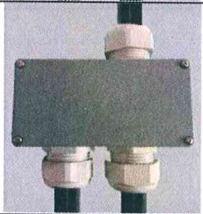
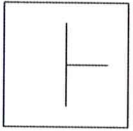
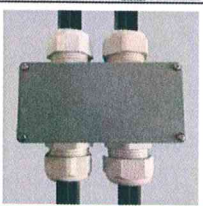
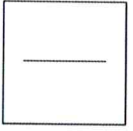
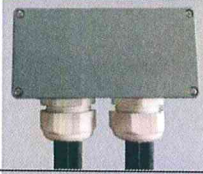
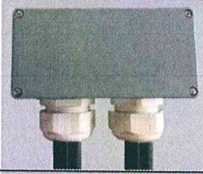
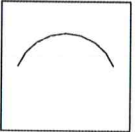
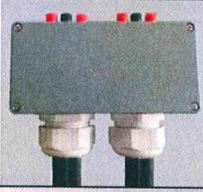
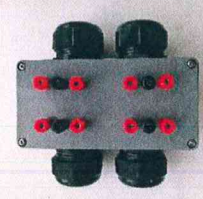
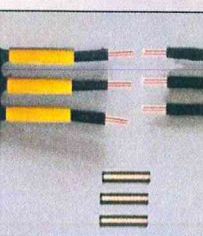
3. Рекомендации по проектированию системы ОДК.

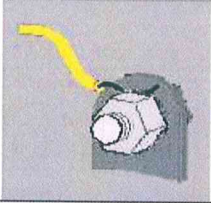
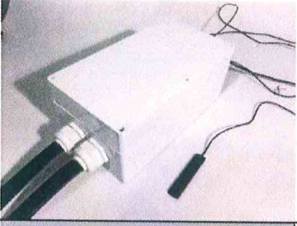
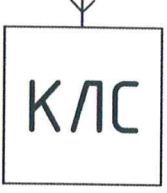
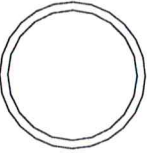
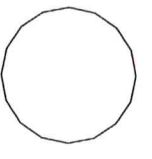
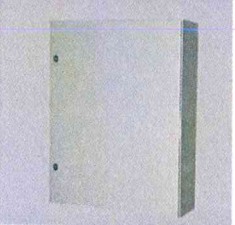
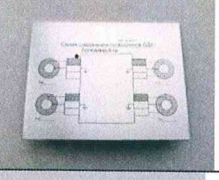
В целях обеспечения текущего периодического контроля над состоянием изоляции в ручном режиме рекомендуется применение переносных приборов контроля – детекторов и локаторов (рефлектометров).

В целях обеспечения постоянного оперативного контроля над состоянием изоляции в реальном масштабе времени рекомендуется применение программно-аппаратного комплекса технических средств измерения и передачи состояния СОДК ПАК-2.

Материалы и оборудование для проектирования систем ОДК с периодическим и постоянным контролем состояния изоляции представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование/ Обозначение	Иллюстрация	Номер по каталогу	Условное обозначение
1	2		3	4
1	Кабельный элемент СОДК-П		1817	
2	Объединяющий терминал/ КТО-П (размер 86x80x160) (объединение 4-х систем)		1818/4	
2	Объединяющий терминал/ КТО-П (размер 86x80x160) (объединение 3-х систем)		1818/3	
3	Проходной (промежуточный) терминал/ КТП-П (размер 86x80x160)		1819	
4	Концевой терминал с согласующими сопротивлениями КТКС-П (размер 86x80x160)		1820	
5	Концевой терминал /КТК-П (размер 86x80x160)		1821	
6	Измерительный терминал/ КТИ-П-2 для 2-х кабелей (размер 86x80x160)		1822/2	
7	Измерительный терминал/ КТИ-П-4 для 4-х кабелей (размер 86x80x160)		1822/4	
8	Комплект присоединения кабеля СОДК-П к проводникам трубопровода в ППУ изоляции		1823	

9	Заземлитель		1824	
10	Киберфизическая локационная система мониторинга ТС КЛС МТ 1.1 (размер 160-200 x 90-155 x 250-360)		1825	
11	Ковер наземный специальный (размер: ковер 1205 x 253; крышка 100 x 325)		1826	
12	Ковер наземный (размер: ковер 1205 x 253; крышка 100 x 325)		1827	
13	Шкаф для размещения терминалов		1828	
14	Аккумулятор 12В, 17Ач (размер 181x167x77)		1829	
15	Маркировка терминала (алюминиевая бирка)		1830	
16	GSM-модем диспетчерского пункта с антенной		1930	
17	Программа Диспетчера «DISP»		1931	
18	Адаптер для сетевого питания стационарного мониторингового комплекса 12В		1933	

Проектирование систем ОДК необходимо осуществлять с возможностью присоединения проектируемой системы к действующим системам ОДК и планируемым в будущем.

В качестве основных проводников-индикаторов используется крайняя жила, расположенная справа по направлению подачи воды и центральная жила. Крайняя жила, расположенная слева по направлению подачи воды является транзитным проводником.

Все боковые ответвления должны включаться в разрыв основных проводников-индикаторов. Запрещается подключать боковые ответвления к жиле, расположенной слева по ходу подачи воды к потребителю (транзитному).

ПАК-2 обеспечивает непрерывный контроль состояния изоляции. При отсутствии возможности подключения ПАК-2, периодический контроль может проводиться с использованием переносного локатора или детектора.

Пример контура, контролируемого ПАК-2, представлен на рис. 17.

Пример контура, контролируемого при помощи переносного детектора или локатора (рефлектометра), представлен на рис. 18.

В точках контроля на концах теплосети устанавливаются измерительные терминалы, один из которых может иметь выход на измерительный модуль ПАК 2 - КЛС МТ 1.1.

В конце боковых ответвлений ставится промежуточный терминал вне зависимости от расположения других точек контроля на основном трубопроводе.

При последовательном соединении проводников системы ОДК в местах окончания изоляции с установкой концевых элементов с выводными проводниками (проход трубопроводов через тепловые камеры, подвалы зданий и т.п.) соединения проводников индикаторов требуется выполнять кабелем СОДК-П через промежуточные терминалы.

Максимальная длина кабеля от трубопровода до терминала не должна превышать 100 м. В случае необходимости применения кабеля с большей длиной требуется установка дополнительного терминала как можно ближе к трубопроводу.

Для соединения сигнальных проводников и подключения приборов контроля необходимо использовать терминалы следующих типов:

- измерительный терминал с выходом на модуль КЛС МТ 1.1 комплекса ПАК-2 — в точке контроля на конце трубопровода, в котором предусмотрен ПАК-2;
- измерительный терминал с выходом на переносной локатор или детектор — в точке контроля на конце трубопровода;
- концевой терминал — в точках контроля на концах трубопровода;
- двойной концевой терминал — в точке контроля на границе участка;
- проходной/объединяющий терминал — для подключения соединительных кабелей в местах отсутствия изоляции (в тепловых камерах, в подвалах домов и т.п.) и при длине соединительного кабеля более 100 м.

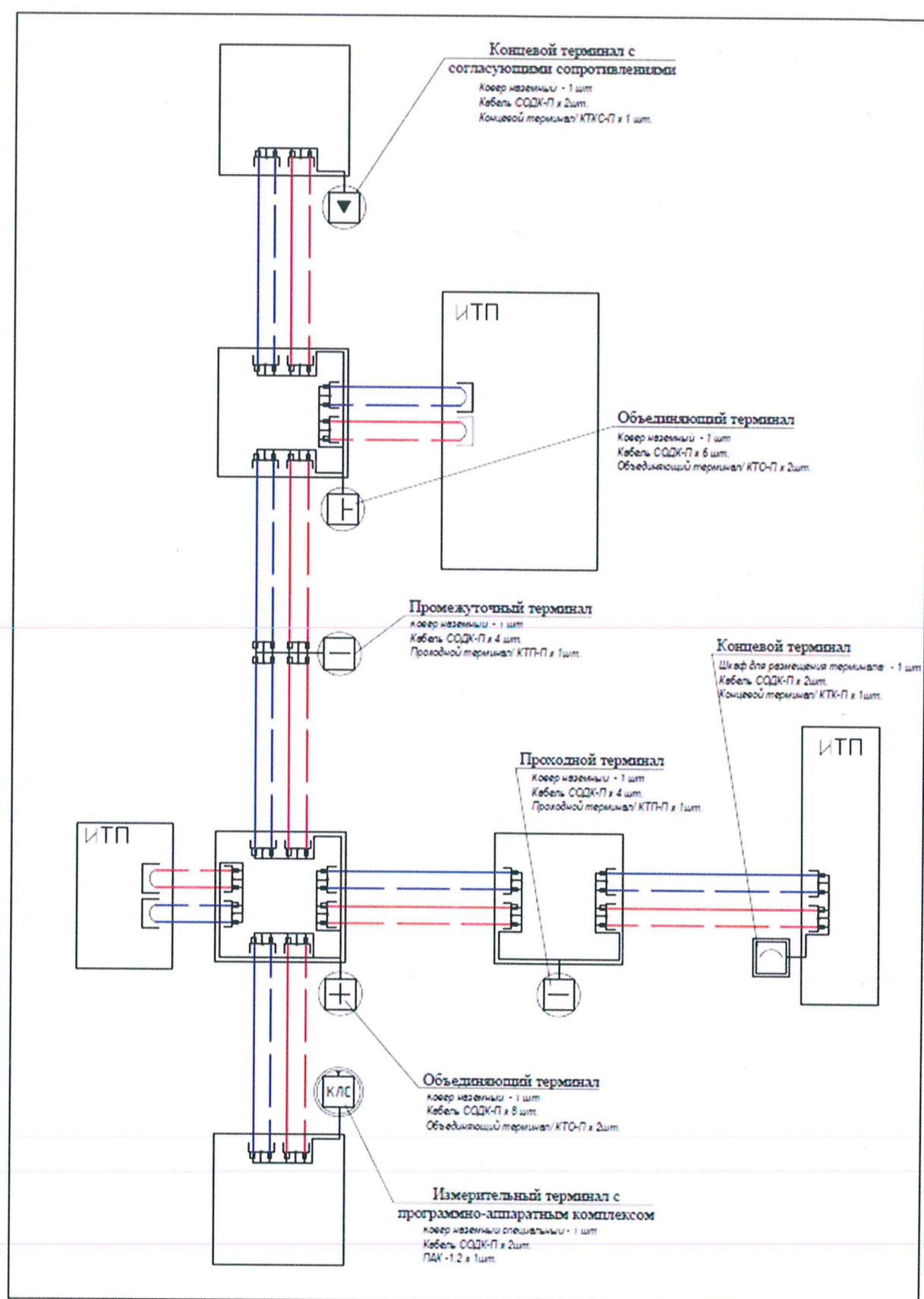


Рис.17

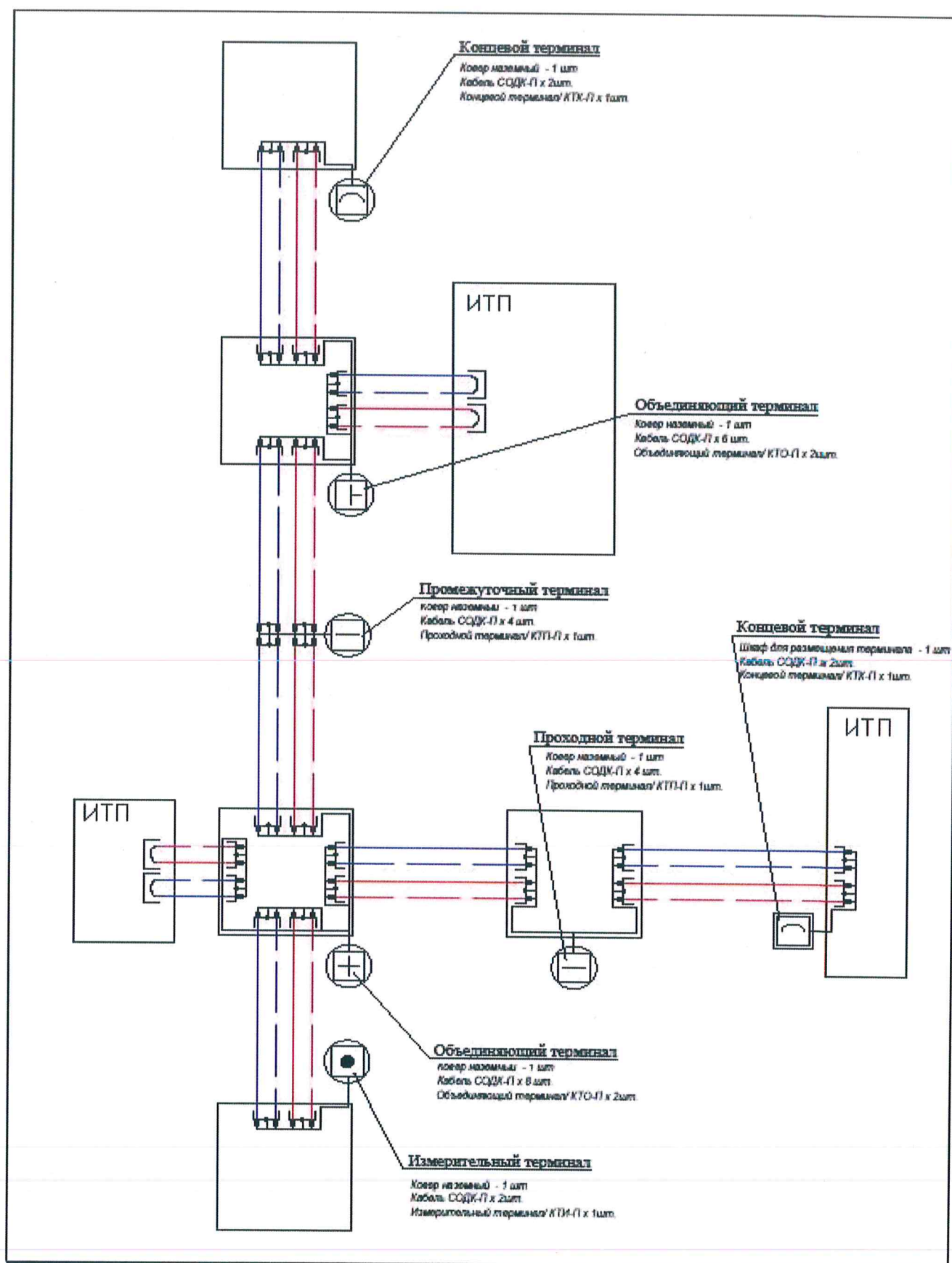


Рис. 18

Установка измерительных терминалов с наружными разъемами для соединения сигнальных проводов в помещениях с повышенной влажностью (тепловые камеры, подвалы домов и т.п.) не допускается.

Установка терминалов в промежуточных и концевых точках контроля осуществляется в наземных или настенных коверах (шкафах) установленного образца. В концевых точках трубопровода допускается установка терминалов в ИТП, ЦТП, котельных и других помещениях с ограниченным доступом.

Прокладку соединительного кабеля внутри зданий (сооружений) до места установки терминалов необходимо осуществлять в металлической оцинкованной трубе $d=50\text{мм}$, прикрепленной к стене скобами.

Для обеспечения гальванической связи в местах разрыва оцинкованной трубы применять металлическую оцинкованную гофру с крепежным хомутом.

После монтажа системы ОДК следует выполнить ее исполнительную схему, включая:

- графическое изображение схемы соединения сигнальных проводников (пример создания схемы (рис.17,18);
- характерные точки, соответствующие монтажной схеме: ответвления от магистральной теплотрассы; углы поворотов; точки контроля (наземные и настенные коверы);
- таблицу данных по характерным точкам с указанием параметров: номера точек, диаметр трубы на участке; длина трубопровода между точками по проектной документации (для подающего и обратного трубопроводов); длина трубопровода между точками по схеме стыков (для основного, транзитного сигнальных проводников для подающего и обратного трубопроводов);
- маркировку на терминалах (алюминиевых бирках);
- спецификацию и сертификаты применяемых приборов и материалов;
- схемы электрических соединений в терминалах.

На схеме необходимо указывать условные обозначения всех используемых элементов системы ОДК.

4. Монтаж системы ОДК.

Монтаж системы ОДК должен проводиться в соответствии с проектом, согласованным с эксплуатирующей организацией.

Определение места неисправности системы ОДК (увлажнение или обрыв сигнального проводника) осуществляется измерительным модулем КЛС МТ 1.1 программно-аппаратного комплекса ПАК-2.

При изоляции стыков сигнальные проводники смежных элементов трубопроводов должны соединяться посредством обжимных муфт, с

последующей пропайкой места соединения проводников. Пайка должна выполняться с использованием неактивных флюсов.

Все боковые ответвления от магистрального трубопровода должны включаться в разрыв основного сигнального проводника магистрального трубопровода. Транзитный сигнальный проводник должен проходить только в магистральном трубопроводе.

В точках контроля соединительные кабели должны присоединяться к сигнальным проводникам при помощи обжимных муфт с последующей пропайкой места соединения проводников и герметизацией места соединения термоусаживаемыми трубками.

Конструкция кабельных выводов терминалов должна обеспечивать герметичность в течение всего срока службы трубопровода.

В точках контроля и транзита в тепловых камерах и подвалах домов в качестве соединительных кабелей следует применять кабель СОДК-П

Соединительные кабели трубопроводов должны иметь маркировки, идентифицирующие соответствующие трубы и кабели.

Подключение соединительных кабелей к терминалам в точках контроля должно выполняться в соответствии с маркировкой и проектными указаниями по коммутации проводников-индикаторов к каждому терминалу.

Монтажные терминалы, устанавливаемые в точках контроля, должны соответствовать классу защиты не ниже IP 65 (в случае установки в вентилируемых местах допускается класс защиты IP-56). Установка терминалов с наружными разъемами для сигнальных проводников в помещениях с повышенной влажностью (тепловые камеры, подвалы домов, другие места с угрозой затопления) не допускается.

На терминалах должны быть закреплены алюминиевые бирки с маркировкой и коммутацией, определяющей направление измерений от измерительного терминала.

Установка КЛС МТ 1.1 должна выполняться в соответствии с паспортом.

При использовании ПАК-2, контроль изоляции трубопровода осуществляется по сигнальному проводу, на конце которого устанавливается согласующее сопротивление линии (терминатор). Сопротивление подбирается опытным путем, до устранения порога срабатывания локатора типа «обрыв линии».

По окончании монтажа системы ОДК должно проводиться обследование, включающее:

- измерение длины сигнальных проводников и длин соединительных кабелей во всех точках контроля;

- измерение рефлектограмм собранной, согласно проекту системы ОДК вместе с соединительными кабелями.

Система ОДК считается работоспособной, если:

- на рефлектограмме сдаваемого участка контроля теплоизоляции, четко идентифицируется конец линии контроля, что будет свидетельствовать о правильном монтаже изоляции теплопровода и всей системы ОДК

Для оперативного выявления неисправностей СОДК необходимо обеспечить регулярный контроль состояния системы, при отсутствии стационарных приборов контроля с телеметрической системой следует использовать переносные приборы контроля:

- переносной детектор или тестер изоляции не реже 2 раз в месяц;
- переносной локатор (рефлектометр) по результатам измерений переносного детектора.

При обнаружении неисправности системы ОДК (обрыв или увлажнение) необходимо, проверить наличие и правильность подключения электроперемычек и коммутационных соединений терминалов во всех точках контроля, после чего провести повторные измерения.

5. Проверка работоспособности системы ОДК.

При монтаже системы ОДК с кабелями СОДК-П следует учитывать электрические параметры каждого элемента (компонента) входящего в систему контроля. Каждый элемент (компонент) имеющий номер по каталогу должен иметь паспорт, в котором производитель указывает все электрические параметры изделия.

На тепло - гидроизолированных трубах в ППУ изоляцию закладывают проводники - индикаторы вдоль рабочей трубы на центрирующих опорах. Эти проводники - индикаторы в дальнейшем стыкуются в местах сочленения элементов и образуют единую сигнальную петлю, повторяющую общий контур трубопровода. Сопротивление вмонтированных промышленным методом проводников петли трубопровода и соединительного кабеля СОДК-П не должно превышать 0,010-0,017 Ом на 1 метр линейной развертки цепи контроля, результаты замеров заносятся в протокол измерений.

Нормативное значение сопротивления изоляции $R_{из}$ считается равным 1 МОм на 300 м сигнальных проводников трубопровода. Для трубопроводов, длина сигнальных проводников которых отличается от указанной, нормативное значение сопротивления изоляции изменяется обратно пропорционально длине фактического (измеряемой) трубопровода и рассчитывается по формуле:

$$R_{из} = 300 / L_{тр}$$

где $L_{тр}$ – длина измеряемого трубопровода, м (См. Рис.1 п. 2.1 инструкции).

В случаях закольцовки на конце измеряемой трассы нормативное значение сопротивления изоляции рассчитывается по формуле:

$$R_{из} = 300 / (2 \times L_{тр}).$$

Нормативное значение сопротивления проводников $R_{пр}$ рассчитывается по формуле:

$$R_{пр} = \rho \times L_{сигн}$$

где $L_{сигн}$ – длина измеряемой сигнальной линии

где ρ — удельное электрическое сопротивление проволоки, Ом/м ($\rho = 0,010 \dots 0,017$ Ом для 1 м провода сечением 1,5 мм² при температуре $t = -15 \dots +150$ °C).

В случае, если фактическое значение сопротивления изоляции $R_{из}$ ниже нормативного, или фактические значения сопротивления проводников $R_{пр}$ превышают нормативные (минимум на 10–20 %), СОДК считается неработоспособной и требуется устранение причин, приведших к этому. После устранения дефектов осуществляется повторная проверка работоспособности.

Для дальнейшей эксплуатации системы контроля, необходимо снять стартовую рефлектограмму с помощью рефлектометра (РИ-307М или подобным) при полностью исправном состоянии СОДК, которая принимается в качестве эталона при эксплуатации и поиске дефектов.

При записи рефлектограммы следует соблюдать следующие параметры измерений:

- для увеличения точности измерения необходимо устанавливать минимально возможную длительность зондирующего импульса, при которой хорошо виден конец контролируемого участка

- для уменьшения влияния помех необходимо проводить локацию на прямых параметрах или с минимально возможным усилением отраженных импульсов

- коэффициент укорочения следует выбирать исходя из фактических размеров трубопроводов с учетом того, что физические размеры кабелей рассчитываются под коэффициент укорочения трубопровода - 1,070 (0,935) относительно их электрической длины при данном коэффициенте.

- желательно использовать двухканальные рефлектометры с параллельным измерением и индикацией петли контроля подающего и обратного теплопровода

Необходимо снимать по две рефлектограммы петли контроля прямого и обратного теплопровода. Одну с началом обхода по направлению часовой стрелки (прямую рефлектограмму), другую в обратном направлении (обратная рефлектограмма) по ходу направления движения теплоносителя.

На рефлектограммах должно быть хорошо видно конец петли контроля, идентифицируемый как «разрыв линии проводника», с крутым передним фронтом и достаточной для идентификации отраженного импульса амплитудой (не менее 60 град и 1/10 величины исходного зондирующего импульса), что говорит о хорошей «просматриваемости» трубопровода и возможности определения места увлажнения изоляции или разрыва контрольных проводников см (рис.19). При невозможности идентификации конца петли контроля, СОДК является «не просматриваемой» и считается не работоспособной.

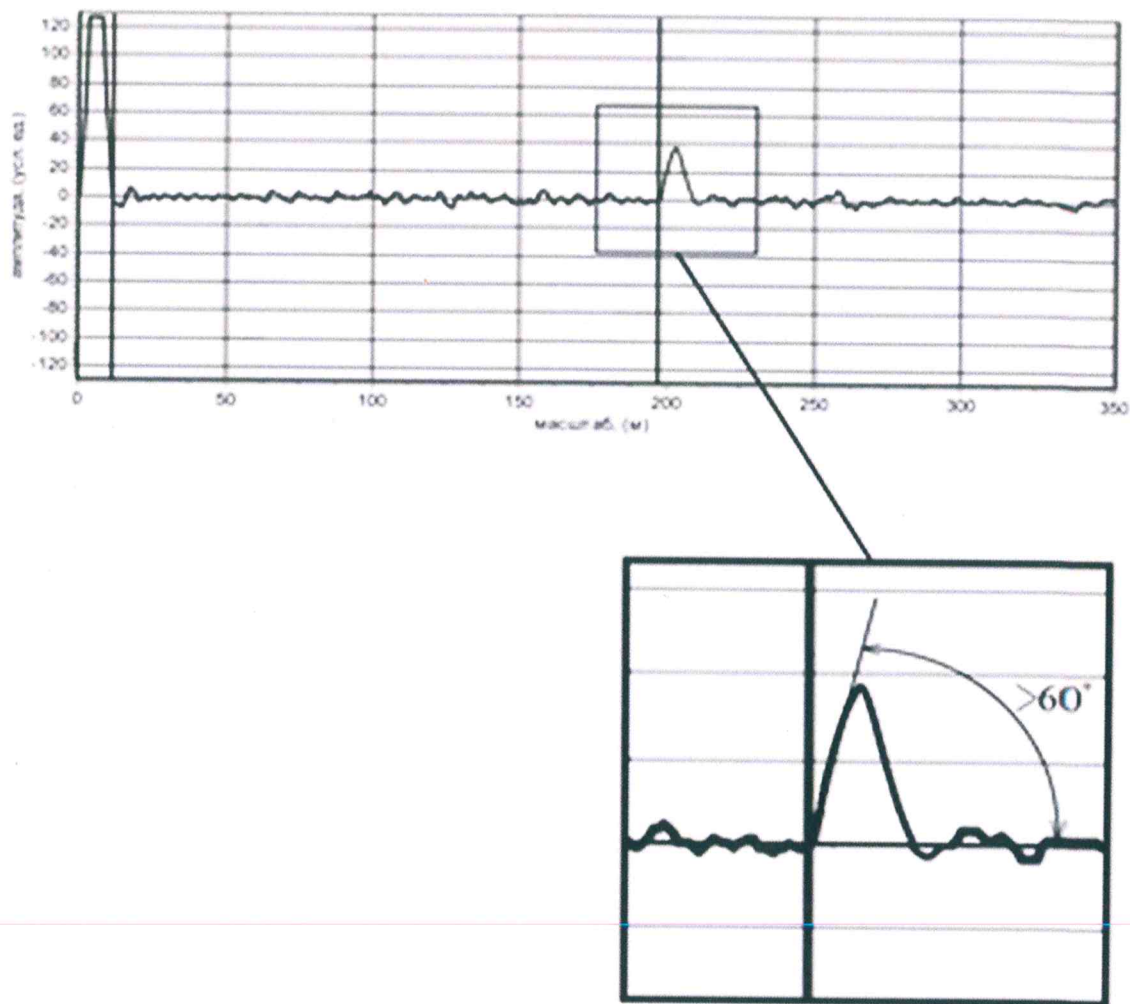


Рисунок 19. Параметры отраженного импульса на рефлектограмме.

Рефлектограммы следует снимать на всех участках контроля - от терминала до терминала, с четкой индексацией - согласно обозначениям линий контроля в терминалах. При отсутствии «просматриваемости» на участке контроля необходимо устранить причину препятствующую прохождению зондирующего импульса (увлажнение, КЗ, обрыв, плохой контакт, кабель с высоким затуханием сигнала, отсутствие согласований импедансов проводников индикаторов и соединительных кабелей и т.п.).

При производстве пусконаладочных работ на систему ОДК со стационарными локаторами «просматриваемость» линии (петли) контрольных проводников - включая соединительные кабели, обязательна на всей протяженности (в соответствии с паспортными данными стационарного локатора - общая протяженность контролируемых проводников индикаторов вместе с кабелем не должна превышать 3000 метров).

Настройку модуля КЛС МТ 1.1 комплекса ПАК-2 выполнить в соответствии с инструкцией по эксплуатации РЭ 4221-010-23133821-18.