ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56380— 2021

СЕТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ

Дистанционный контроль качества

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Некоммерческой организацией «Ассоциация производителей и потребителей трубопроводов с индустриальной полимерной изоляцией» (НО «АППТИПИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2021 г. № 1763-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений национального стандарта Германии ДИН ЕН 14419:2020 «Трубопроводы центрального теплоснабжения. Одно- и двухтрубные системы трубопроводов с предварительно нанесенной изоляцией для подземных сетей горячего водоснабжения. Системы контроля» (DIN EN 14419:2020 «Fernwärmerohre — Einzel- und Doppelrohr-Verbundsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme», NEQ)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 56380—2015

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Дистанционный контроль 2
4.1 Общие положения 2
4.2 Требования к средствам контроля 3
5 Порядок подготовки и проведения испытаний 6
6 Методика проведения контроля 7
7 Правила обработки результатов 8
8 Правила оформления результатов контроля 9
Приложение А (справочное) Примеры рефлектограмм 10
Приложение Б (справочное) Эксплуатация и ремонт системы оперативного дистанционного контроля . 12
Приложение В (справочное) Форма акта технического состояния системы оперативного дистанционного контроля 14
Библиография 16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЕТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ

Дистанционный контроль качества

Heating and hot water supply networks made of pre-insulated pipes. Remote quality control

Дата введения — 2022—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сети теплоснабжения и горячего водоснабжения из предизолированных труб и устанавливает методику дистанционного контроля их качества.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14254 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 22483 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров

ГОСТ 30732 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия

ГОСТ Р 54468 Трубы гибкие с тепловой изоляцией для систем теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **система оперативного дистанционного контроля;** СОДК: Комплекс оборудования, предназначенного для контроля состояния теплоизоляционного слоя из пенополиуретана предварительно изолированных трубопроводов и обнаружения участков с повышенной влажностью изоляции.

3.2 **жесткие стальные предизолированные трубопроводы:** Стальные трубопроводы с тепловой изоляцией из пенополиуретана в защитной полиэтиленовой оболочке или в стальной оцинкованной оболочке.

Примечание — Требования к жестким стальным предварительно изолированным трубопроводам приведены в ГОСТ 30732.

Издание официальное

3.3 **гибкие стальные предварительно изолированные трубопроводы:** Многослойная трубная конструкция, состоящая из напорной гофрированной металлической трубы, изолирующего слоя и защитной оболочки.

Примечание — Требования к гибким стальным предварительно изолированным трубопроводам приведены в ГОСТ Р 54468.

3.4 **защитная оболочка:** Элемент изделия, выполненный из полиэтилена или оцинкованной стали, обеспечивающий защиту изолирующего слоя от внешних воздействий в процессе монтажа и эксплуатации.

3.5 **точка контроля:** Предусмотренное проектом и обустроенное место доступа к системе оперативного дистанционного контроля.

3.6 **концевая точка контроля:** Обустроенное место доступа к системе оперативного дистанционного контроля через концевой элемент трубопровода с заглушкой и герметичным кабелем вывода.

3.7 **промежуточная точка контроля:** Обустроенное место доступа к системе оперативного дистанционного контроля через промежуточный элемент трубопровода с кабелем вывода.

3.8 **единичный участок:** Независимый участок системы оперативного дистанционного контроля, имеющий не более двух точек контроля по транзитному проводнику.

3.9 **сигнальный проводник:** Металлическая проволока, расположенная внутри изолирующего слоя трубопровода.

3.10 **основной сигнальный проводник:** Сигнальный проводник, заходящий во все ответвления.

3.11 **транзитный проводник:** Сигнальный проводник, не заходящий в ответвления.

3.12 **резервный сигнальный проводник:** Сигнальный проводник, расположенный в верхней части предварительно изолированного трубопровода в положении 12 часов.

3.13 **сигнальная линия:** Основной или транзитный сигнальный проводник системы оперативного дистанционного контроля трубопровода между начальной и конечной точками контроля.

3.14 **сигнальный контур:** Два сигнальных проводника системы оперативного дистанционного контроля трубопровода между начальной и конечной точками контроля, объединенные в общую электрическую цепь.

3.15 **система диспетчеризации:** Система сбора данных с разноудаленных объектов на единый диспетчерский пункт.

3.16 **контроллер:** Аппаратное средство, предназначенное для сбора информации, ее первичной обработки и передачи на диспетчерский пункт.

3.17 **информационно-графическая система;** ИГС: Программное обеспечение, устанавливаемое на диспетчерском пункте, служащее для создания описаний систем оперативного дистанционного контроля по исполнительной документации и отображающее дефекты, регистрируемые системой оперативного дистанционного контроля с привязкой к карте расположения теплосетей на основании телеметрических данных.

3.18 **GSM-модем:** Устройство (приемопередатчик), применяющееся в системах связи для физического сопряжения информационного сигнала со средой его распространения, где сигнал не может существовать без адаптации.

3.19 **программно-аппаратный комплекс;** ПАК: Комплекс, состоящий из стационарного оборудования (детекторов, локаторов повреждений — импульсных рефлектометров), GSM-модема, контроллера, питающего аккумулятора и программного обеспечения.

4 Дистанционный контроль

4.1 Общие положения

4.1.1 Настоящий стандарт следует соблюдать при эксплуатации новых и реконструкции, модернизации и капитальном ремонте существующих трубопроводов с тепловой изоляцией из пенополиуретана (ППУ) в полиэтиленовой (ПЭ) оболочке или стальном защитном покрытии.

4.1.2 Система оперативного дистанционного контроля предназначена для контроля состояния теплоизоляционного слоя ППУ предизолированных трубопроводов и обнаружения участков с повышенной влажностью изоляции.

4.1.3 Основой действия СОДК служит физическое свойство ППУ, заключающееся в изменении его диэлектрических свойств, а также в уменьшении значения электрического сопротивления изоляции $R_{из}$ при увеличении влажности.

4.1.4 В состав СОДК входят сигнальные проводники, установленные в тепловой изоляции трубопровода и являющиеся датчиком системы, соединительные кабели, терминалы и приборы контроля. Требования к сигнальным проводникам и их установке регламентированы ГОСТ 30732 для жестких трубопроводов и ГОСТ Р 54468 — для гибких.

4.1.5 Система оперативного дистанционного контроля должна обеспечивать представление информации по следующим характеристикам:

- обнаружение влаги;
- определение мест изменения параметров влажности;
- обнаружение отклонений;
- обнаружение многократных отклонений;
- обнаружение мест нахождения неисправностей.

4.1.6 Технологию использования СОДК при эксплуатации трубопроводов тепловых сетей с применением различных комбинаций приборов контроля для выявления и локализации дефектов изоляции определяет заказчик исходя из необходимой степени оперативности контроля, безопасности эксплуатации тепловых сетей. Технологию устанавливают в проекте.

4.2 Требования к средствам контроля

4.2.1 Элементы СОДК должны удовлетворять тепловым, механическим и химическим условиям, возникающим при эксплуатации систем трубопроводов.

4.2.2 При выборе типа прибора контроля рекомендуется использовать алгоритм, приведенный в 4.2.2.1—4.2.2.4.

4.2.2.1 При наличии электропитания 220 В в месте предполагаемой установки прибора для повышения оперативности выявления повреждений и обеспечения непрерывного мониторинга состояния изоляции трубопровода необходимо предусмотреть установку стационарного ПАК с функцией передачи данных по GSM-каналу (со встроенным контроллером) или ПАК с возможностью подключения к удаленным контроллерам систем диспетчеризации.

4.2.2.2 При отсутствии электропитания 220 В на проектируемой теплотрассе и необходимости обеспечения непрерывного мониторинга следует устанавливать стационарный детектор с функцией передачи данных по GSM-каналу и питанием от аккумулятора.

4.2.2.3 При наличии электропитания 220 В в месте предполагаемой установки детектора и имеющихся сложностях с организацией дистанционной передачи данных на диспетчерский пункт вышеуказанными способами допускается применение стационарных детекторов (многоуровневых или цифровых) без систем диспетчеризации, оснащенных визуальной и/или звуковой сигнализацией.

4.2.2.4 При отсутствии электропитания 220 В в месте предполагаемой установки детектора и имеющихся сложностях с организацией дистанционной передачи данных на диспетчерский пункт вышеуказанными способами периодический контроль состояния изоляции трубопровода следует осуществлять с помощью переносных детекторов с автономным питанием.

4.2.3 Технические параметры применяемых детекторов должны быть унифицированными:

- пороговое значение сопротивления изоляции $R_{из}$ для срабатывания сигнала «Намокание» должно принимать значение не более 5 кОм;
- пороговое значение сопротивления сигнальных проводников $R_{пр}$ для срабатывания сигнала «Обрыв» должно принимать значение менее 200 Ом ± 5 %;
- точность измерения сопротивления изоляции и преобразования измеренных значений в унифицированные аналоговые сигналы в диапазоне от 0,001 до 0,05 МОм должна быть не ниже 10 %;
- предел основной относительной погрешности измерения сопротивления изоляции для переносных цифровых детекторов в диапазоне от 1 кОм до 1 МОм должен составлять ± 5%;
- для стационарных цифровых детекторов основная относительная погрешность должна находиться в диапазоне ± 2,5 %;
- в целях повышения достоверности измерений и исключения влияния электрохимических процессов при увлажнении изоляции трубопровода в измерительном контуре следует формировать измерительный сигнал переменного тока.

4.2.4 В стационарных детекторах должна быть реализована электрическая развязка по каналам, что обеспечивает отсутствие их взаимного влияния.

4.2.5 Тип стационарного детектора (двух- или четырехканальный) зависит от числа контролируемых трубопроводов проектируемой теплотрассы — одному контролируемому сигнальному контуру соответствует один канал стационарного детектора.

4.2.6 В целях повышения информативности контроля состояния трубопровода рекомендуется применять многоуровневые аналоговые и цифровые детекторы повреждений. Цифровой интерфейс прибора или наличие в детекторе нескольких уровней индикации сопротивления изоляции позволяют контролировать скорость намокания изоляции, которая характеризует опасность дефекта.

4.2.7 Стационарными приборами осуществляют контроль на подключенном участке тепловой сети в постоянном режиме. При использовании в системе стационарных детекторов локализация выявляемых дефектов осуществляется переносным рефлектометром (локатором).

4.2.8 Переносной рефлектометр (локатор), применяемый для определения мест повреждений трубопровода, согласно [1, пункт 6.43] должен:

- обеспечивать возможность определения вида и мест дефектов с погрешностью не более 1 % измеряемой длины сигнального проводника;
- обеспечивать дальность (диапазон) измерений — не менее 3000 м с возможностью просмотра участков 25, 50, 100 и 300 м;
- иметь внутреннюю память для регистрации результатов измерений с объемом, который позволяет записывать и хранить не менее 20 рефлектограмм;
- обеспечивать функцию обмена информацией с персональным компьютером (допускается использовать рефлектометр с портативным печатающим устройством).

Примечание — Характеристики локатора приведены по [1, пункт 6.43].

4.2.9 Контрольно-монтажный тестер (высоковольтный мегомметр с функцией измерения сопротивления проводников) должен обеспечивать следующие характеристики:

а) измерение сопротивления проводников:
1) диапазон измерений — от 0,01 до 200 Ом;
2) минимальное разрешение — не более 0,01 Ом;
3) погрешность — не более ± (1,5 % + 3 EMP);

б) измерение сопротивления изоляции:
1) диапазон измерений — от 0,01 до 2000 МОм;
2) минимальное разрешение — не более 0,01 МОм;
3) погрешность — не более ± (3 % + 5 EMP);
4) испытательные напряжения — 250 В/500 В/1000 В.

Для уменьшения ошибок, допускаемых оператором при работе с тестером, рекомендуется использовать тестеры с цифровым отображением значений измеряемых параметров.

4.2.10 Для подключения приборов и соединения (коммутации) сигнальных проводников в точках контроля применяют терминалы.

4.2.11 Классификация терминалов СОДК и их маркировка приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Классификация терминалов СОДК

<table>
<tr><th colspan="2">Назначение</th><th colspan="2">Конструктивные особенности</th><th rowspan="2">Степень защиты от окружающей среды*</th><th colspan="2">Тип подсоединяемого кабеля</th></tr>
<tr><th>Признак</th><th>Обозначение</th><th>Признак</th><th>Обозначение</th><th>Признак</th><th>Обозначение</th></tr>
<tr><td>Концевые</td><td>A</td><td rowspan="2">Терминалы с разъемами</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="4">IP 54/IP 65/ IP 67</td><td rowspan="2">Число кабелей/ число жил</td><td rowspan="2">2/3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Промежуточные</td><td rowspan="2">B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Терминалы без разъемов</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">Число кабелей/ число жил</td><td rowspan="2">2/5</td></tr>
<tr><td>Проходные</td><td>C</td></tr>
<tr><td colspan="7">* Степень защиты от окружающей среды устанавливают в соответствии с ГОСТ 14254.</td></tr>
</table>

4.2.12 Пример условного обозначения проходного терминала, без разъемов, со степенью защиты IP 65, подключаемого шестью кабелями NYM 3×1,5:

С-2-65-6/3

4.2.13 Установка терминалов, имеющих наружные разъемы и класс защиты от воздействия окружающей среды IP54 и ниже, в помещениях с повышенной влажностью (тепловые камеры, подвалы домов с угрозой затопления и т. п.) запрещена.

4.2.14 В точках контроля, имеющих высокую влажность воздуха, необходимо использовать терминалы с классом защиты IP65 и выше. Если для подключения детектора в данной точке необходимо использовать терминал с наружными разъемами, рекомендуется применять терминалы с герметичными разъемами.

4.2.15 В качестве соединительных кабелей применяют кабель марки NYY или NYM (3×1,5 и 5×1,5) с сечением токопроводящей жилы 1,5 мм^2 и цветовой маркировкой жил.

Применение других типов кабелей допускается при подтверждении корректной работы всего комплекса подключаемого оборудования, а также по согласованию с эксплуатирующей организацией.

4.2.16 Части системы контроля, предназначенные для прокладки в земле, не должны требовать технического обслуживания. Условия монтажа соединительного кабеля приведены в технической документации производителя.

4.2.17 Для СОДК гибких стальных трубопроводов используют контрольно-измерительные приборы и оборудование, применяемые и для контроля жестких стальных предизолированных трубопроводов, выполненных по ГОСТ 30732.

4.2.18 Система оперативного дистанционного контроля гибких предизолированных стальных трубопроводов совместима с СОДК предизолированных жестких стальных трубопроводов. Совмещение допускается через терминал.

4.2.19 Для повышения оперативности устранения дефектов и снижения эксплуатационных затрат рекомендуется использовать системы диспетчеризации показаний стационарных приборов контроля ППУ трубопроводов.

При использовании стационарных приборов и многофункциональных контроллеров СОДК позволяет осуществлять постоянный контроль состояния объектов и значений параметров, а в случае возникновения нештатной ситуации — получать сигнал с контроллера в режиме реального времени на диспетчерский пункт.

4.2.20 Система диспетчеризации должна реализовывать следующие функции:

- постоянное наблюдение за состоянием объекта и значениями параметров;
- выбор и архивацию данных с возможностью построения графиков;
- оповещение об аварийных ситуациях.

4.2.21 Стандартная структура системы должна быть реализована одним из способов:

- сбор данных от территориально распределенных контролируемых объектов в единый центр — интеграция показаний стационарных приборов (детекторов, локаторов), как первичных источников информации, в архитектуру действующих систем телеметрии, выполняющую задачу мониторинга и управления технологическим оборудованием тепловых пунктов;
- организация локальных узлов сбора информации с функцией ретрансляции данных — способ ориентирован на использовании систем GSM-телеметрии.

4.2.22 Программное обеспечение диспетчерского пульта должно обеспечивать:

- непрерывный контроль удаленных объектов;
- создание описаний объектов контроля (теплотрасс) с привязкой к карте;
- визуализацию местоположения контролируемых объектов на карте населенного пункта;
- визуализацию дефектов на карте с привязкой к объектам с описанием типа дефекта «Намокание» или «Обрыв»;
- стабильность передачи данных;
- возможность автоматического опроса объектов;
- персонализированное управление и хранение информации о действиях оператора в журнале событий;
- интуитивно понятный интерфейс.

4.2.23 Связь между объектами и удаленным диспетчерским пунктом осуществляется следующими способами:

- по GSM-каналу;
- кабельным линиям.

4.2.24 В системах диспетчеризации рекомендуется использовать стационарные приборы с функцией передачи данных по GSM-каналу (ПАК) со встроенным контроллером или с возможностью подключения к удаленным контроллерам.

4.2.25 Стационарные детекторы подключают к модулю ввода контроллера. Данные, получаемые от подключенных приборов, передают на диспетчерский пункт, где их обрабатывают, визуализируют, архивируют и хранят. В случае нештатных ситуаций сигнал с контроллера в режиме реального времени передается на диспетчерский пункт.

4.2.26 Базовыми способами передачи данных от детектора к контроллеру являются соединения типа «сухой контакт» и «токовый выход», применяемые в большинстве существующих систем диспетчеризации.

4.2.27 Стационарные детекторы с автономным питанием должны обеспечивать постоянный контроль с заданной периодичностью опроса. Время автономной работы таких детекторов должно составлять не менее 3 мес.

4.2.28 Порядок работы стационарных детекторов с автономным питанием должен обеспечивать возможность круглосуточного доступа оператора пульта диспетчера к его текущим показателям.

4.2.29 Стационарные локаторы, задействованные в системах диспетчеризации, должны обеспечивать периодичность измерений не менее одного раза в 10 мин, автоматическую корреляцию с эталонной рефлектограммой, определять тип и координаты возникшего дефекта с визуализацией на карте ИГС в диспетчерском пункте.

5 Порядок подготовки и проведения испытаний

5.1 Контроль СОДК в период эксплуатации сети предусматривает проведение непрерывного и/или периодического мониторинга сопротивления сигнального контура и сопротивления изоляции сигнального контура относительно стального трубопровода.

5.2 Применяемые для контроля состояния трубопровода и сигнальных проводников приборы (локаторы/рефлектометры, тестеры) должны иметь свидетельства о поверке средств измерений. Все оборудование (локаторы/рефлектометры, тестеры, детекторы, терминалы) и материалы (кабель и т. д.) должно быть допущено к работе в порядке, установленном действующим законодательством, и иметь необходимые декларации соответствия или документы оценки соответствия и соответствовать нормативным документам.

5.3 Контроль состояния трубопроводов и функционирования СОДК осуществляется:

- удаленно — с использованием стационарно установленного оборудования и средств диспетчеризации;
- по месту — с использованием стационарно установленного или переносного оборудования.

5.4 При использовании в СОДК стационарных приборов и средств диспетчеризации контроль состояния трубопроводов осуществляется в постоянном режиме с заданной в приборе периодичностью опроса. При работе стационарных локаторов происходят автоматическая корреляция показаний прибора с эталонной рефлектограммой, определение типа и координат возникшего дефекта с визуализацией на карте в диспетчерском пункте.

5.5 Детекторы контролируют два параметра: электрическое сопротивление изоляции $R_{из}$ и сопротивление сигнальных проводников $R_{пр}$.

5.6 Электрическое сопротивление изоляции $R_{из}$ измеряется детектором между установленными предприятием-производителем в предизолированной трубе медными проводниками и стальной трубой. При снижении измеряемого сопротивления до порогового значения, установленного в приборе, детектор выдает сигнал неисправности — загорается светодиод рядом с надписью «Намокание» и/или передается соответствующий сигнал на диспетчерский пункт.

5.7 Одновременно с измерением электрического сопротивления изоляции $R_{из}$ детектор проводит измерение сопротивления медных проводников $R_{пр}$. В случае обрыва сигнальной петли проводников или плохого контакта в местах их соединения (на стыках, при подключении к соединительному кабелю) детектор выдает сигнал неисправности (при $R_{пр} \geq 200$ Ом) — загорается светодиод рядом с надписью «Обрыв» и/или передается соответствующий сигнал на диспетчерский пункт.

5.8 Удаленный контроль состояния трубопроводов и функционирования СОДК необходимо дублировать контролем по месту не реже одного раза в 3 мес в целях подтверждения корректной работы оборудования.

5.9 Контроль состояния трубопроводов и функционирования СОДК по месту проводят не реже двух раз в месяц. При снижении сопротивления изоляции менее 0,05 МОм на единичный участок СОДК частоту обследований необходимо увеличить до четырех раз в месяц.

5.10 Подключение переносных приборов для проведения измерений проводят в точках контроля, где сигнальные проводники выведены из трубы с помощью кабельных выводов, подключенных к коммутационным терминалам посредством соединительных кабелей.

Порядок подключения приборов к коммутационному терминалу:

а) для измерения сопротивления изоляции и рефлектограмм необходимо: подключить кабель прибора к соединительному кабелю трубопровода: зажимное устройство с кембриком красного цвета (заземление) подключают к жиле желто-зеленого цвета (эта жила должна быть присоединена к металлической трубе ППУ трубопровода — заземление), а зажимное устройство с кембриком черного цвета (сигнал) подключают к жиле кабеля, соответствующей обследуемому сигнальному проводнику;

б) для измерения сопротивления сигнального контура необходимо: подключить переносные приборы к жилам соединительного кабеля, соответствующим проводникам сигнального контура.

5.11 Для правильного подключения приборов необходимо использовать инструкции по эксплуатации предприятия-производителя, а также электрическую исполнительную схему СОДК.

5.12 Для исключения повреждений стационарных приборов и искажений в показаниях тестера необходимо отсоединять стационарные приборы контроля от СОДК до начала проведения измерений.

5.13 Для получения достоверных данных о работоспособности системы контроля необходимо удостовериться в надежности подключения желто-зеленой жилы «Заземление» кабеля к стальной трубе. Для проверки необходимо выполнить следующие действия: провести измерение сопротивления заземления $R_{зем}$ между проводником «заземление» и грунтом (поочередно для всех трубопроводов). Измеренное сопротивление заземления $R_{зем}$ не должно превышать 100 Ом. При превышении указанного сопротивления система контроля считается неработоспособной до устранения выявленной неисправности.

5.14 При обнаружении отклонений СОДК от нормального состояния (обрыв сигнального проводника или понижение сопротивления изоляции) проводят поиск места (мест) отклонения. Поиск места отклонения включает в себя: определение единичного участка, на котором произошло отклонение; измерение рефлектограмм сигнальных проводников из точек контроля данного единичного участка; сравнение их с ранее измеренными (эталонными) рефлектограммами.

5.15 Для измерения сопротивления проводников $R_{пр}$ при поиске (уточнении) места повреждения СОДК после откопки трубопровода и проведении ремонта тестер подключают одним измерительным щупом к основному сигнальному проводнику, а другим измерительным щупом — к транзитному, при этом на противоположной стороне проводники должны быть замкнуты.

5.16 Для измерения сопротивления изоляции $R_{из}$ и рефлектограмм при поиске места повреждения и ремонте СОДК переносные приборы подключаются одним щупом к обследуемому сигнальному проводнику, а другим измерительным щупом — к металлической трубе.

5.17 При проведении измерений необходимо обеспечить хороший электрический контакт кабеля прибора с сигнальными проводниками и стальной трубой, для чего следует тщательно зачистить проводники и стальную трубу в месте присоединения заземляющей жилы прибора.

6 Методика проведения контроля

6.1 Параметры, используемые СОДК для обнаружения влажности в изоляции и места повреждения, основаны на электрическом сопротивлении и/или электрическом импедансе.

6.2 Для контроля состояния СОДК проводят следующие измерения:

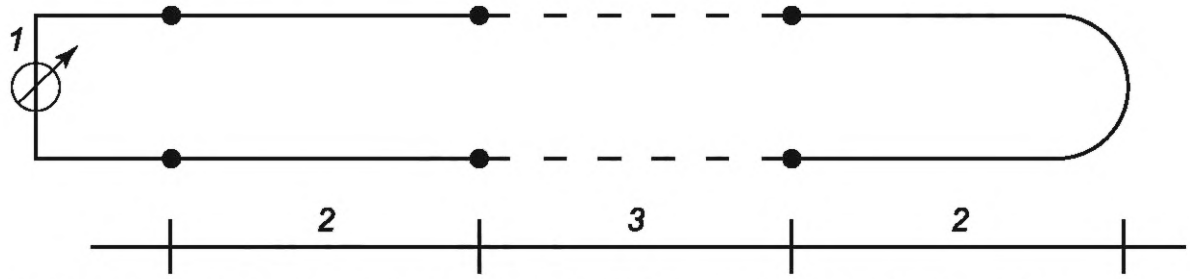
- измерение сопротивления петли сигнальных проводников $R_{пр}$;
- измерение сопротивления изоляции $R_{из}$;
- измерение и запись рефлектограмм.

6.3 Первый этап оценки работоспособности СОДК осуществляется путем проведения измерений фактических значений сопротивления изоляции и сопротивления сигнальных проводников и дальнейшего их сравнения со значениями, рассчитанными по нормативам.

6.4 Схема проведения испытания петлевым методом приведена на рисунке 1.

6.5 При измерении сопротивления проводников $R_{пр}$ для контроля работоспособности СОДК тестер подключают одним измерительным щупом к основному сигнальному проводнику, а другим изме-

рительным щупом — к транзитному, при этом на противоположной от места измерения точке контроля сигнальные проводники должны быть замкнуты.



1 — устройство для измерения сопротивлений; *2* — соединительный кабель; *3* — основной и транзитный проводники участка трубопровода

Рисунок 1 — Схема проведения испытания

6.6 При измерении сопротивления изоляции $R_{из}$ тестер подключают одним измерительным щупом к любому сигнальному проводнику, а другим измерительным щупом — к металлической трубе.

6.7 Проверку трубопровода с полностью смонтированной СОДК осуществляют тестером при контрольном напряжении 250 В. Целью данного измерения является проверка на отсутствие электрического контакта и влаги в измерительном интервале трубопровода.

6.8 При измерении сопротивления изоляции детектором и тестером возможно различие в результатах измерений. Это связано с тем, что тестер проводит измерение на постоянном токе и измеряет активное сопротивление изоляции. Детектор проводит измерения на переменном токе и учитывает наряду с активной составляющей сопротивления реактивную (емкостную) составляющую.

При приемке СОДК основной критерий работоспособности — отсутствие намокания изоляции; подтверждается измерениями контрольно-монтажным тестером.

6.9 Второй этап испытания и оценки работоспособности единичного участка СОДК основан на принципе отражения импульса. Измерение относится к импульсной рефлектометрии, основанной на регистрации отражений в измерительной линии при подаче на нее электрического импульса. Отражения первичного импульса происходят в местах, где имеется изменение волнового импеданса. Изменения импеданса в предизолированных трубах могут быть связаны с намоканием изоляции, обрывом сигнального проводника или его приближением в стальной трубе, а также вследствие различия в волновых сопротивлениях соединительного кабеля и предизолированного трубопровода.

Учитывая невозможность обеспечения постоянства волнового импеданса на всем протяжении СОДК, для четкого (оперативного) выявления сигналов, связанных с намоканием изоляции, необходимо проводить измерения эталонных рефлектограмм при приемке СОДК, когда ее параметры соответствуют нормативным требованиям, а также периодически при эксплуатации СОДК (приложение А).

Испытания проводят рефлектометром (локатором) согласно инструкции предприятия-производителя.

6.10 При измерении рефлектограмм сигнальных проводников обследуемого участка трубопровода необходимо выбрать длительность зондирующего импульса и усиление рефлектометра, обеспечивающие просмотр участка до конечной точки.

6.11 Пример типичной рефлектограммы единичного участка СОДК приведен в приложении А на рисунке А.5.

7 Правила обработки результатов

7.1 Если фактические значения сопротивления проводников $R_{пр}$ не превышают нормативные, СОДК считается работоспособной.

7.2 Нормативное значение сопротивления проводников $R_{пр}$ рассчитывают по формуле

$$R_{пр} = \rho(L_{сигн} + L_{к.в}), \quad (1)$$

где ρ — удельное электрическое сопротивление проволоки, Ом;

$L_{сигн}$ — длина сигнального контура, м;

$L_{к.в}$ — суммарная длина кабелей вывода во всех точках контроля, м.

7.3 Для расчетов принимают следующие значения удельного электрического сопротивления:

- нормативное значение сопротивления для проводников из медной проволоки сечением 1,5 мм^2 должно составлять 0,012 Ом на 1 пог. м проволоки при температуре t = 20 °С по ГОСТ 22483;

- нормативное значение сопротивления для проводников сечением 0,8 мм^2 должно составлять не более 0,022 Ом на 1 пог. м при температуре t = 20 °С по ГОСТ 22483;

- нормативные значения сопротивления для проводников сечением 1,0 мм^2, электрическое сопротивление должно составлять не более 0,018 Ом на 1 пог. м при температуре t = 20 °С по ГОСТ 22483.

7.4 Медные проводники сечением 0,8 и 1,0 мм^2 используют в гибких стальных предизолированных трубопроводах, выпускаемых по ГОСТ 54468, и маркируют согласно инструкции предприятия-производителя.

7.5 В случае если фактические значения сопротивления проводников $R_{пр}$ превышают нормативные, СОДК считается неработоспособной и требуется устранение причин, приведших к этому. После устранения дефектов осуществляют повторную проверку работоспособности (см. приложение Б).

7.6 Если сопротивление изоляции между сигнальным контуром и стальным трубопроводом не ниже 1 МОм на 300 м теплотрассы, то СОДК считают работоспособной.

7.7 Для трубопроводов, длина которых отличается от указанной, нормативное значение сопротивления изоляции $R_{из}$, Ом, изменяется обратно пропорционально фактической длине трубопровода и рассчитывается по формуле

$$R_{из} = 300/L_т, \quad (2)$$

где $R_{из}$ — сопротивления изоляции, Ом;

$L_т$ — длина трубопровода, м.

7.8 В случае если фактическое значение сопротивления изоляции $R_{из}$ ниже нормативного, СОДК считается неработоспособной, и требуется устранение причин, приведших к этому. После устранения дефектов осуществляют повторную проверку работоспособности (см. приложение Б).

7.9 Испытания единичного участка СОДК, основанные на принципе отражения импульса, проводятся рефлектометрами (локаторами). Результаты испытаний при приемке СОДК оформляются и сохраняются в виде эталонных рефлектограмм.

7.10 На рефлектограмме должен быть хорошо виден конец сигнальной линии контроля, идентифицируемый как «разрыв линии проводника», с крутым передним фронтом и достаточной для идентификации отраженного импульса амплитудой. Это говорит о хорошей «просматриваемости» трубопровода и возможности определения места увлажнения изоляции или обрыва сигнального проводника.

7.11 При невозможности идентификации конца сигнальной линии имеет место полное затухание электрического импульса, то есть СОДК является «непросматриваемой» и считается неработоспособной.

7.12 При анализе рефлектограмм рекомендуется использовать примеры рефлектограмм типичных неоднородностей в предизолированных трубопроводах (см. приложение А).

7.13 Применение других методов испытаний допускается, если будет доказано, что альтернативный метод испытаний дает результаты, которые по крайней мере эквивалентны результатам указанного метода испытаний.

8 Правила оформления результатов контроля

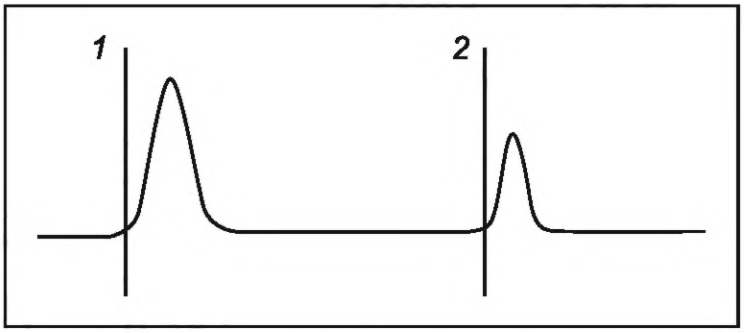
8.1 Результаты испытаний при приемке СОДК оформляют актом технического состояния системы оперативного дистанционного контроля, форма которого приведена в приложении В.

8.2 Результаты измерений при периодическом контроле параметров СОДК в процессе эксплуатации трубопровода и при проведении ремонта заносят в базу данных.

8.3 Требования к структуре и порядку ведения базы данных определены техническим регламентом эксплуатирующей организации.

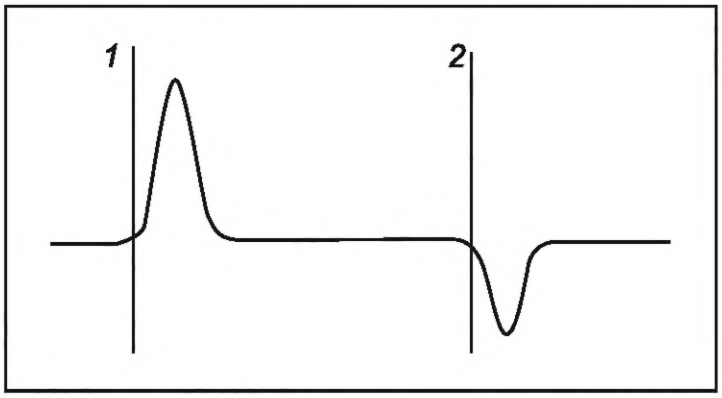
Приложение А
(справочное)

Примеры рефлектограмм



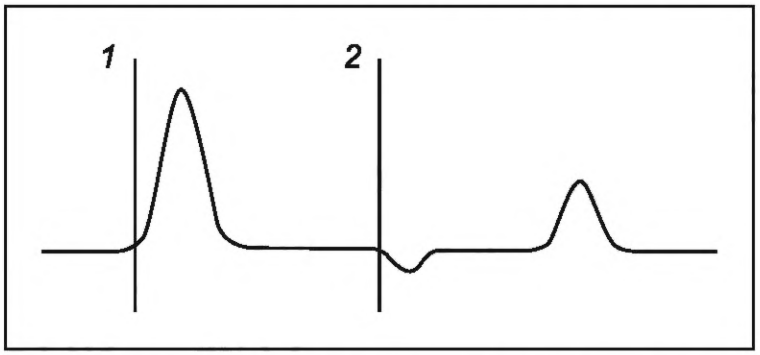
Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) соответствует месту подключения кабеля к трубе или началу обследуемого участка трубопровода. В точке *2* (второй курсор) происходят резкое изменение волнового сопротивления и полное отражение зондирующего импульса с сохранением полярности — обрыв сигнального проводника.

Рисунок А.1 — Пример рефлектограммы с обрывом сигнального проводника



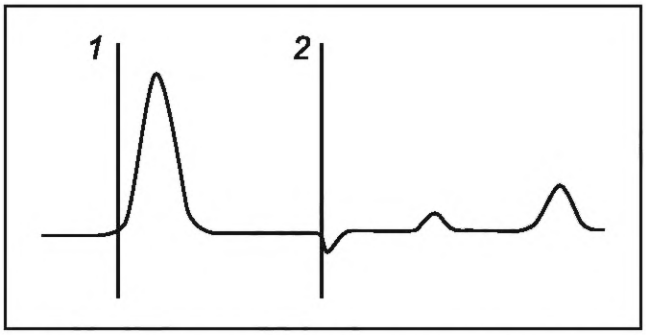
Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) соответствует месту подключения кабеля к трубе или началу обследуемого участка трубопровода. В точке *2* (второй курсор) происходит полное отражение зондирующего импульса с изменением полярности — замыкание сигнального проводника на стальную трубу.

Рисунок А.2 — Пример рефлектограммы с замыканием сигнального проводника на стальную трубу



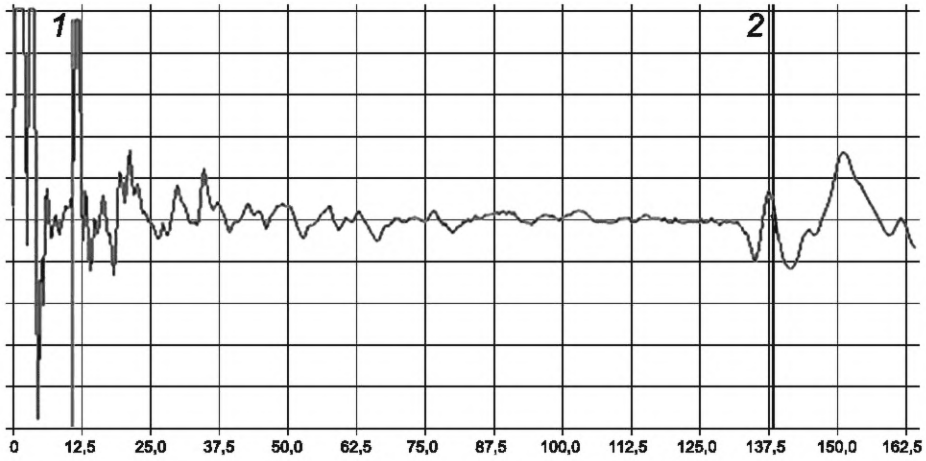
Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) соответствует месту подключения кабеля к трубе или началу обследуемого участка трубопровода. В точке *2* (второй курсор) происходит отражение зондирующего импульса — намокание изоляции (намокание на рефлектограмме также идентифицируется как замыкание и отличается амплитудой) с последующим обрывом сигнального проводника.

Рисунок А.3 — Пример рефлектограммы с намоканием изоляции и последующим обрывом сигнального проводника



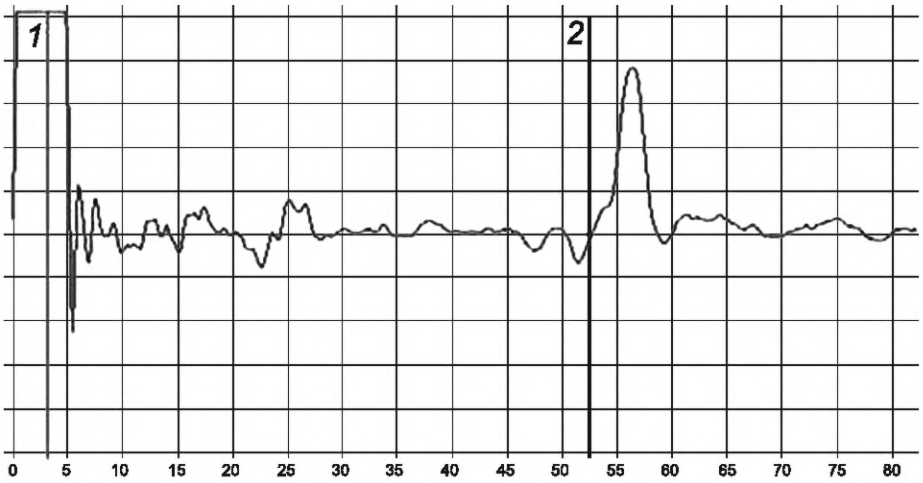
Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) соответствует месту подключения кабеля к трубе или началу обследуемого участка трубопровода. В точке *2* (второй курсор) отрицательный импульс соответствует уменьшению волнового сопротивления.

Рисунок А.4 — Пример рефлектограммы соединительного кабеля



Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) соответствует месту подключения кабеля к трубе или началу обследуемого участка трубопровода на расстоянии 10,88 м. Точка *2* (второй курсор) соответствует концу единичного участка и началу соединительного кабеля в данной точке.

Рисунок А.5 — Пример реальной рефлектограммы для единичного участка длиной L = 128,21 м



Примечание — Точка *1* (положение курсора *1*) — место подключения кабеля к трубе или начало обследуемого участка трубопровода — соответствует расстоянию 3,17 м. В точке *2* (второй курсор) имеется резкое изменение волнового сопротивления и происходит полное отражение зондирующего импульса с сохранением полярности — обрыв сигнального проводника на расстоянии L = 49,4 м.

Рисунок А.6 — Пример реальной рефлектограммы сигнального проводника с обрывом

Приложение Б
(справочное)

Эксплуатация и ремонт системы оперативного дистанционного контроля

Б.1 Контроль состояния трубопроводов и функционирования СОДК осуществляется удаленно и по месту.

Б.2 Требования к периодичности контроля приведены в [1].

Б.3 В случае получения сигнала на центральный диспетчерский пульт о неисправности (обрыв или увлажнение) на участке трубопровода необходимо проведение мероприятий по устранению дефекта. Полученные результаты измерений, проведенных на теплотрассе, сопоставляются с данными, приходящими на пульт диспетчера от системы диспетчеризации, с последующим занесением в архив.

Б.4 Контроль состояния трубопроводов и функционирования СОДК по месту проводят в соответствии с [1]. При снижении сопротивления изоляции ниже пороговых значений частоту обследований необходимо увеличить до четырех раз в месяц.

Б.5 При срабатывании СОДК (обрыв или увлажнение) необходимо проверить наличие и правильность подключения заглушек/замыкателей и перемычек терминалов во всех точках контроля, после чего провести повторные измерения.

При обрыве сигнального проводника необходимо найти участок с обрывом (если на теплотрассе более одного участка) и определить место локатором.

Б.6 При снижении сопротивления до аварийного (предаварийного) значения 0,005 МОм (5 кОм) необходимо уточнить, на каком участке и каких проводниках (основном, транзитном или на обоих сразу) это зафиксировано, и провести поиск места увлажнения изоляции со снятием рефлектограмм и их сравнением с эталонными.

Ремонтные работы осуществляются в случае снижения сопротивления изоляции менее 0,03 МОм, при условии возможности точного определения места повреждения.

Ремонтные работы осуществляются в обязательном порядке в случае снижения сопротивления изоляции ниже аварийного уровня.

Б.7 В целях исключения отклонений в работе СОДК необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению затоплений камер, а также установить график периодического осмотра и восстановления при необходимости антикоррозионного покрытия металлических заглушек изоляции.

Б.8 При производстве ремонтных работ используют средства измерений, имеющие действующие свидетельства о поверке.

Б.9 Ремонтные работы осуществляются с применением материалов, соответствующих требованиям ГОСТ 30732 и позволяющих обеспечить сохранность трубопровода и надлежащее функционирование СОДК на протяжении всего срока эксплуатации.

Б.10 Ремонтные работы при несквозном повреждении ПЭ оболочки проводят посредством заваривания экструзионной сваркой, с предварительным раскрытием повреждения под углом 45° и обезжириванием.

Б.11 Ремонтные работы при сквозном локальном повреждении ПЭ оболочки либо увлажнении ППУ изоляции на участке длиной не более 400 мм проводят посредством предварительного удаления увлажненной ППУ изоляции с обеспечением целостности сигнальных проводников СОДК, монтажа разрезной муфты и восстановления изоляционного слоя ППУ.

Б.12 Ремонтные работы при сквозном повреждении ПЭ оболочки либо увлажнении ППУ изоляции на участке длиной от 400 мм до 3 м проводят посредством предварительного удаления увлажненной ППУ изоляции, установкой сигнальных проводников, монтажа разрезанной вдоль оси ПЭ оболочки с последующим завариванием ее экструзионной сваркой и восстановлением изолирующего слоя ППУ. Если это целесообразно, предусматривается замена участка стальной трубы длиною и менее 3 м. Установку центрирующих опор (не менее двух) проводят с интервалом в 1 м. Соединение восстановленной ПЭ оболочки с существующей ПЭ оболочкой проводят посредством монтажа разрезных муфт.

Б.13 Ремонтные работы при сквозном повреждении ПЭ оболочки либо увлажнении ППУ изоляции на участке длиной более 3 м проводят посредством замены на новый отрезок стальной трубы с заводской ППУ изоляцией в ПЭ оболочке, с соединением сигнальных проводников СОДК. Соединение ПЭ оболочки нового отрезка стальной трубы с существующей ПЭ оболочкой проводят посредством монтажа неразрезных муфт.

Б.14 Использование медных изолированных проводников при производстве ремонтных работ не допускается.

Б.15 Ремонтные работы считаются выполненными в полном объеме и завершенными при наличии сопротивления изоляции $R_{из}$ не менее 0,1 МОм на единичный участок СОДК, а фактическое значение сопротивления проводников $R_{пр}$ находится в соответствии с 7.2 при условии нормального прохождения электрического импульса в соответствии с 7.10.

Б.16 По завершении ремонтных работ составляют акт, содержащий следующие данные:

- место проведения ремонтных работ (с привязкой к характерным точкам и сварным стыкам);
- характер повреждения;
- причины возникновения повреждения;
- перечень выполненных работ;
- параметры СОДК на участке ремонта.

Б.17 Акт выполненных ремонтных работ подшивают в паспорт трубопровода и хранят в архиве в течение срока эксплуатации трубопровода.

Для совершенствования технологии и повышения надежности эксплуатации теплосетей с ППУ изоляцией рекомендуется проводить регистрацию всех случаев повреждений трубопроводов в целях дальнейшего анализа причин повреждений и выработки мероприятий по снижению их количества.

Приложение В
(справочное)

Форма акта технического состояния системы оперативного дистанционного контроля

АКТ
технического состояния системы оперативного дистанционного контроля

от «____ »_____ 20 г.

Мы, нижеподписавшиеся представители от эксплуатирующей организации _____
_____,

от строительной организации _____,

от осуществляющей монтаж СОДК организации _____,

составили настоящий акт по результатам измерений и проверки технического состояния смонтированной и представленной к сдаче системы оперативно-дистанционного контроля.

Технические характеристики

Эксплуатирующая организация
Адрес участка
Проект №
Диаметр трубопровода
Назначение трубопровода
Строительная организация
Осуществляющая монтаж СОДК организация
Приборы контроля по проекту
Приборы контроля, применяемые при сдаче (предприятие-производитель, тип, номер и т. д.)
Место подключения измерительных приборов, применяемых при сдаче

Таблица измерений

Подающий трубопровод		Обратный трубопровод	
Фактическая длина трубопровода по исполнительной документации, м			
Фактическая длина сигнальной линии, м* (по исполнительной документации)			
Основной провод	Транзитный провод	Основной провод	Транзитный провод
Электрическая длина сигнальной линии, м* (по результатам приборных измерений импульсным рефлектометром)			
Основной провод	Транзитный провод	Основной провод	Транзитный провод
Сопротивление изоляции			
Основной провод	Транзитный провод	Основной провод	Транзитный провод
Омическое сопротивление проводов сигнального контура, Ом			
Физические длины соединительных кабелей, м			
Начало участка	Конец участка	Начало участка	Конец участка
Электрические длины соединительных кабелей, м			
Начало участка	Конец участка	Начало участка	Конец участка
* Длины следует указывать без учета соединительных кабелей.			

Заключение комиссии

Система контроля и связанные с ней строительно-монтажные работы выполнены в соответствии с проектом и требованиями предприятия-производителя (в полном объеме, не в полном объеме, с отклонениями от проекта). Ненужное зачеркнуть.

Замечания

_____
_____
_____

Представители:

от эксплуатирующей организации _____ /_____/
от строительной организации _____ /_____/
от организации, осуществляющей монтаж _____ /_____/

Библиография

[1] СП 41-105-2002 Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке

УДК 621.643.2:621.3.048.81:006.354 ОКС 91.120.10

Ключевые слова: сети теплоснабжения и горячего водоснабжения, предизолированные трубы, дистанционный контроль качества, система оперативного дистанционного контроля, средства измерений, испытания, обработка результатов, рефлектограмма

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 13.12.2021. Подписано в печать 12.01.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru