

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ТЕПЛОСЧЕТЧИКА
НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В ЧАСТИ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ
И АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 159

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2016 г.

**РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ТЕПЛОСЧЕТЧИКА
НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В ЧАСТИ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ
И АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 159

Исполнитель:

студент(ка) группы ЭС-401 _____ Т.П. Полякова

Руководитель:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ В.А. Семёнов

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 75 страницах, содержит 12 рисунка, 14 таблиц, 20 источников литературы, а также 5 приложений на 11 страницах.

Ключевые слова: ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, УЗЕЛ УЧЕТА, ТЕПЛОСЧЕТЧИК, ТЕПЛОВЫЧЕСЛИТЕЛЬ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ, КРИТЕРИИ ДОСТОВЕРНОСТИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, АЛГОРИТМ, СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ, ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ.

Объектом исследования теплосчетчик для закрытой системы теплоснабжения с предлагаемыми алгоритмами контроля достоверности и методами улучшения эксплуатационных характеристик.

Предметом исследования разработка алгоритмов обработки и анализа информации, поступающих от измерительных преобразователей температуры комплекса приборов теплосчетчика.

Цель - разработка эскизного проекта теплосчетчика непрерывного действия в части алгоритмов измерения и анализа температур теплоносителя.

Сформулированы технические условия на разработку теплосчетчика.

Выбраны приборы и оборудования для измерения температуры.

Разработаны критерии достоверности измерений.

Разработаны алгоритмы обработки измерительных сигналов температур.

Произведен сметный расчет затрат на теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности;

Произведен расчет экономической выгоды теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности;

Произведен анализ мер безопасности при работе с приборами.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УЧЁТЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	8
1.1 Учет тепловой энергии	8
1.2 Правила коммерческого учёта тепловой энергии, теплоносителя	10
1.3 Теплосчетчик	11
1.4 Преобразователи температуры	16
1.5 Теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности	21
1.6 Расчетно-измерительный преобразователь ТЭКОН-19	23
2 ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	33
2.1 Выбор преобразователя температуры	33
2.1.1 Преобразователь температуры МЕТРАН – 2000	33
2.1.2 Преобразователь температуры МЕТРАН – 2700.....	37
2.2 Технические условия	43
2.3 Программирование	45
2.3.1 Критерии достоверности	46
2.3.2 Разработка алгоритмов	49
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	59
3.1 Сметный расчет теплосчетчика	59
3.2 Сметный расчет теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности	61
3.3 Обзор экономической выгоды	62
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРИБОРОВ	65
4.1 Меры безопасности	65
4.2 Транспортировка, хранение и утилизация.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	74

Приложение А.....	74
Приложение Б.....	75
Приложение В.....	83
Приложение Г.....	84
Приложение Д.....	85

ВВЕДЕНИЕ

Законодательство Российской Федерации «Правила коммерческого учёта энергии, теплоносителя. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. № 1034» [9] предполагает обязательную установку приборов учета параметров тепловой энергии.

В настоящей работе анализируются методы повышения достоверности и точности измерения приборов учета тепловой энергии (теплосчетчиков).

Контроль и учет потреблённой тепловой энергии является актуальным вопросом, как для потребителей тепла, так и для жилищно-коммунального хозяйства, поскольку от учета зависит точность денежных расчетов за потреблённую энергию, и любое нарушение работы теплосчетчика, приводит к финансовым потерям.

На современном этапе 30% всей отпущенной энергии теряется в транспортировке, 20% тепла составляет утечки в сетях. На тепловых пунктах жилых зданий отопительные нагрузки не регулируются, поэтому в домах перерасходуют тепло.

Как показывает практика, самая спорная и сложная проблема, является оценка пределов допустимой погрешности измерений тепловой энергии и своевременное выявление неисправности теплосчетчика. Именно на эти проблемы акцентирован теплосчетчик с контролем достоверности.

Объектом исследования является теплосчетчик для закрытой системы теплоснабжения с предлагаемыми алгоритмами контроля достоверности и методами улучшения эксплуатационных характеристик.

Предметом исследования является разработка алгоритмов обработки и анализа информации, поступающих от измерительных преобразователей температуры комплекса приборов теплосчетчика.

Целью исследования является разработка эскизного проекта теплосчетчика непрерывного действия в части алгоритмов измерения и анализа температур теплоносителя.

Задачи:

- сформулировать технические условия на разработку теплосчетчика;
- выбрать приборы и оборудования для измерения температуры;
- разработать алгоритмы обработки измерительных сигналов температур;
- произвести сметный расчет затрат на теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности;
- произвести расчет экономической выгоды теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности;
- произвести анализ мер безопасности при работе с приборами.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УЧЕТЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

1.1 Учет тепловой энергии

Учет тепловой энергии осуществляется с помощью узла — это комплекс механизмов, включающих в себя электронные или механические устройства, которые предполагают контроль и регистрацию основных показателей носителей тепла.

Узел учета устанавливается в месте ввода энергии в жилую постройку. В него входят: приборы, обеспечивающие учет расхода тепла, изменяющие давление, температуру, а также вычислитель. Основное их предназначение — определение всего количества потребленного тепла на дом. В процессе установки счетчика учета решаются такие вопросы первостепенной важности, как разработка проекта. Необходимо выбрать подходящее оборудование, пригодное для использования в определенных условиях.

Приборы учета тепловой энергии и принципы их работы

Для учета тепла используются теплосчетчики. Все основные характеристики приборов учета устанавливаются на основании нормативных документов. К ним относятся: величина допустимой погрешности, диапазон измерения, интервал между проверками. Основное предназначение счетчика — измерять расход теплоты, которая прошла по трубопроводу за определенный промежуток времени, и запись этого показания в виде цифр. Информация хранится в устройстве памяти. В современных теплосчетчиках есть и другие функции. Они снабжены устройствами, предохраняющими приборы от случайного доступа, элементами сигнализации об изменении допустимых значений параметров.

Тепловая энергия определяется путем измерения объема носителя теплоты, температуры и давления. С помощью вычислительного устройства вычисляется расход теплоносителя. Общедомовые приборы учета

(ОДПУ) могут выполнять дополнительные операции. Они хранят и регистрируют информацию о потребленном тепле. Основные различия между теплосчетчиками состоят в методах измерения, условиях монтажа и эксплуатации, а также в их стоимости. Сложность в выборе приборов учета находится в правильном использовании методов, которые будут применяться для расхода тепла, в типе прибора, удовлетворяющего условиям эксплуатации, цене.

Компоненты узла учета тепловой энергии [9]:

- *тепловычислитель (вычислитель)* - составной элемент теплосчетчика, принимающий сигналы от датчиков и обеспечивающий расчет, и накопление данных о количестве тепловой энергии и параметрах теплоносителя;

- *преобразователь расхода (расходомер)* - измерительный прибор, предназначенный для измерения объема воды, протекающей в трубопроводе. Наиболее часто встречающиеся разновидности преобразователей расхода: механические (тахометрические), электромагнитные, ультразвуковые и вихревые;

- *термопреобразователь сопротивления (датчик температуры)* - измерительный прибор, предназначенный для измерения температуры рабочей среды. Функционирование основано на изменении сопротивления материалов чувствительного элемента датчика в зависимости от температуры среды;

- *преобразователь избыточного давления (датчик давления)* - измерительный прибор, предназначенный для измерения избыточного давления в трубопроводе;

Установка завершается процессом монтажа выбранного оборудования, а также проверкой всех его технических параметров и запуском в эксплуатацию. Общедомовые приборы учета тепловой энергии приобретаются и монтируются на основании определенных правил. В первую очередь вопрос установки счетчика тепла решается на общем собрании собственников квартир. Заключается договор с теплоснабжающей организацией. Выбирается

ответственное лицо, обслуживающее счетчик. Необходимым документом является договор с технической организацией для обслуживания приборов учета.

Измерительный участок подающего трубопровода можно посмотреть в приложении А.

1.2 Правила коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя

18 ноября 2013 года вышло постановление Правительства РФ от 18.11.2013 N 1034 "О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя"[9]. Постановление вступило в силу: 29 ноября 2013 г.

Документ включает в себя "Правила коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя" которые приходят на смену документу от 25 сентября 1995 г.

Новый документ, в отличие от предыдущего, не содержит в себе методику осуществления коммерческого учета тепловой энергии, которую предлагается разработать отдельно. В постановлении, в пункте 3 сказано: «Министерству строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации утвердить в 2-недельный срок методику осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя».

Необходимость в новых правилах возникла в связи с развитием и распространением современных технологий учета тепловой энергии, а также в урегулировании некоторых неоднозначных, спорных моментах, возникающих между теплоснабжающей организацией и потребителем тепла.

Новые правила четко регламентируют взаимоотношения между теплоснабжающей организацией и потребителем. В частности, регламентированы правила установки приборов учета, сроки использования уже существующих узлов и установка средств дистанционного контроля,

подробно прописаны правила взаиморасчетов при выходе из строя приборов и окончания сроков поверки.

Наиболее существенные пункты новых правил, касающиеся потребителя тепловой энергии, собственника коммерческого узла учета тепловой энергии (КУУТЭ), представлены в приложении Б.

1.3 Теплосчётчик

Теплосчетчик — прибор, предназначенный для измерения отдаваемой теплоносителем или расходуемой вместе с ним тепловой энергии, представляющий собой единую конструкцию, либо состоящий из составных элементов - преобразователей расхода, расходомеров, водосчетчиков, датчиков температуры (давления) и вычислителя.

Погрешности и диапазоны измерений

Согласно действующим «Правилам учета тепловой энергии и теплоносителя»[9] относительная погрешность измерений тепловой энергии не должна превышать 4% (5 - при малых разностях температур), а погрешность измерений расхода теплоносителя - 2%. Очевидно, что все сертифицированные и допущенные к применению в коммерческом учете приборы такие погрешности обеспечивают, что называется, «как минимум». Но также очевидно, что чем выше точность измерений, тем лучше: чем больше диаметр трубы, чем выше тепловая нагрузка - тем выше цена каждой доли процента погрешности. Вывод понятен - нужно стремиться выбирать более точные приборы, но выбор должен быть разумным, ведь более точный прибор - это и более дорогой прибор.

Также следует помнить о том, что свои паспортные характеристики прибор подтверждает в «стерильных» условиях метрологической лаборатории, а при реальной эксплуатации они, как правило, не столь хороши. Казалось бы, выбирая прибор с меньшей погрешностью, мы обеспечиваем некий

«эксплуатационный запас», однако данный тезис не всегда подтверждается на практике.

Длины прямых участков трубопровода

Любой расходомер для корректной работы требует наличия прямых участков трубопровода определенной длины до и после места его установки. Это нужно для того, чтобы через расходомер проходил «успокоенный», «равномерный» поток.

Обычно узлы учета оборудуются в существующих, ранее построенных помещениях, и «вписать» в них эти прямые участки бывает непросто. В результате приборы с наименьшими требуемыми длинами прямых участков имеют некоторое конкурентное преимущество, но и здесь есть свои «но». Производитель в документации указывает минимально возможные длины, подтвержденные на проливной установке, где поток стабилен и предварительно успокоен. В реальных же условиях на трубопроводе до и после преобразователя расхода смонтировано множество устройств (арматура, термопреобразователи, отводы, переходы), которые дополнительно искажают поток, и влияние которых на точность измерений не учитывается при указании тех самых «минимальных длин». Поэтому для любого расходомера в реальных условиях желательно обеспечить как можно более протяженные прямые участки. При выборе прибора необходимо тщательней изучать документацию: многие производители отдельными пунктами (либо в отдельных инструкциях по монтажу) указывают, насколько нужно увеличивать длины этих участков после сгибов, отводов, сужений, фильтров и т.п.

Кроме того, средства формирования (успокоения) потока могут быть предусмотрены и в самой конструкции прибора. Сравнивая предписанные для различных приборов длины прямых участков, следует выяснить, для каких условий они указаны.

Количество измеряемых параметров

Современные теплосчетчики — это, по сути, измерительные системы, контролирующие целый ряд параметров теплоснабжения (расход и

температуру теплоносителя, давление в трубопроводах и т.п.). Есть приборы, которые могут обеспечивать учет одновременно по двум и более тепловым вводам (две или более пар «подающий — обратный трубопроводы»).

Многие теплосчетчики позволяют подключить к себе помимо расходомеров теплоносителя счетчики горячей и холодной воды. Разумеется, чем прибор многофункциональней, тем он дороже, поэтому при выборе стоит руководствоваться принципом разумной достаточности и не стремиться оборудовать коттедж теплосчетчиком, рассчитанным на работу в крупной котельной.

Также следует иметь в виду, что иногда проще на два тепловых ввода поставить именно два «маленьких» теплосчетчика, а не один «двухсистемный» — вероятно, сократятся длины кабелей, упростится диагностика в случае неисправностей, более гибко можно будет решать вопросы ремонта и поверки.

Наличие и глубина архива

Практически все современные теплосчетчики осуществляют архивирование измерительной информации с возможностью последующего считывания архивных данных с табло прибора, либо передачи их через интерфейс на внешние устройства (компьютер, накопительный пульт и пр.).

Глубина архивов, как правило, такова: 45 суток - почасовые, 2-6 месяцев - посуточные и 4-5 лет - помесечные, хотя с развитием схемотехники и удешевлением микросхем памяти эти величины растут. Опять же, многие компактные «квартирные» теплосчетчики архивов не ведут или же ведут только помесечный архив. Наличие архива важно в основном для анализа режимов работы системы теплоснабжения, а также для разрешения спорных ситуаций, которые могут возникнуть между поставщиком и потребителем тепла. Вероятно, на малых объектах (квартиры, коттеджи), где применяются «компакты», и где владелец вряд ли когда-нибудь захочет проанализировать почасовые данные, функция архивирования является избыточной.

Наличие функций самодиагностики

Большинство современных теплосчетчиков снабжено системой самодиагностики, которая обеспечивает периодическую автоматическую проверку состояния прибора, фиксацию в архивах обнаруженных нештатных ситуаций и сигнализацию о таких ситуациях. К нештатным ситуациям могут быть отнесены, например, выход текущего значения расхода за пределы установленного для прибора диапазона, отключение сетевого питания, не баланс масс в трубопроводах и др. Наличие таких систем заметно облегчает работу обслуживающего персонала, но беда в том, что в настоящее время нет стандартов на то, какие именно ситуации теплосчетчик должен диагностировать и как он должен на них реагировать.

Разработчики приборов прорабатывают эти вопросы на свое усмотрение, поэтому, необходимость и полезность тех или иных диагностических функций не всегда очевидна. Более того, они могут стать причиной недоразумений и даже конфликтов между потребителем и энергоснабжающей организацией.

Периферийные устройства и программное обеспечение

Очевидно, что современный теплосчетчик немислим вне связи с внешними (удаленными) средствами обработки данных. Переписывать показания прибора в блокнотик, а потом «перебивать» их в Excel и долго, и несовременно, и чревато ошибками. Гораздо удобней вывести данные (готовый отчет за некоторый период времени) на принтер, в специальный пульт или передать их на удаленный диспетчерский компьютер по выделенной или коммутируемой линии связи, по радио или GSM-каналу. Для обеспечения такой возможности теплосчетчик должен быть оборудован, прежде всего, неким интерфейсом передачи данных. Весьма полезно наличие оптического порта и возможность приобрести и использовать накопительный пульт, различные интерфейсные адаптеры и, разумеется, программное обеспечение (ПО) для обработки данных (подготовка отчетов, анализ работы и т.п.).

Как правило, каждый производитель приборов предлагает свое собственное ПО и свои собственные периферийные устройства, несовместимые

с приборами других производителей. Встречаются, однако, и исключения. Кроме того, некоторые производители открывают используемые ими протоколы для сторонних разработчиков периферии, некоторые - нет. Эти моменты необходимо уточнять, если сразу или в дальнейшем вы планируете интегрировать теплосчетчик в некую существующую или проектируемую информационную систему (автоматизированную систему коммерческого учета энергоресурсов).

Энергонезависимость

Здесь есть некоторые противоречия. С одной стороны, теплосчетчик, питающийся от встроенных батарей, прост в монтаже, безопасен при эксплуатации и не зависит от перебоев в питающей сети. С другой стороны, энергонезависимость требует жертв: «батарейные» приборы производят измерения с большой периодичностью, что несущественно в закрытых системах теплоснабжения, но может привести к неточному учету в открытых. Кроме того, если теплосчетчик включен в некую информационную систему, то ресурс его «батарейки» будет уменьшаться тем сильнее, чем чаще с него считывают данные.

Очевидно, что теплосчетчики с «батарейным» электропитанием стоит применять именно в закрытых системах, при локальном использовании или там, где подвести сетевое электропитание просто невозможно. На крупных же объектах, в открытых системах теплоснабжения и в составе автоматизированных систем учета предпочтение следует отдавать все же приборам с сетевым питанием, оборудуя их на случай отключений электричества источниками бесперебойного питания с аккумуляторами.

Срок гарантии и межповерочный интервал

Типичный срок гарантии на современный теплосчетчик — 1-2 года, при этом типичный межповерочный интервал — 4 года. Поверка прибора стоит денег, поэтому очевидно, что чем межповерочный интервал больше, тем лучше. Однако странно выглядит гарантийный срок, меньший, чем межповерочный

интервал. Ведь в таком случае производитель теплосчетчика «как бы» уверен в его метрологической надежности, но не уверен в надежности в целом[14].

Датчик температуры используется, там, где рабочие параметры системы зависят от температурных факторов. На сегодняшний день выпускаются разнообразные датчики температуры. Разновидности датчиков: термопар, термистор, терморезистивные датчики с линейной зависимостью выходного сигнала, полупроводниковые датчики с цифровым выходом и другие.

1.4 Преобразователи температуры

Термопреобразователи теплосчетчика — это вовсе не привычные нам «стеклянные градусники». Термопреобразователь представляет собой металлический стержень с разъемом или клеммной головкой на одной стороне. Стержень — полый, на его конце, противоположном разъему или головке, внутри расположен чувствительный элемент, электрическое сопротивление которого меняется пропорционально температуре окружающей среды. Таким образом, чтобы измерить температуру, нужно измерить сопротивление на контактах термопреобразователя.

Все датчики теплосчетчика подключаются к общему блоку — тепловычислителю. Тепловычислитель оборудован дисплеем и клавиатурой; на дисплей выводятся показания всех датчиков (их еще называют измерительными преобразователями), архивы измерений, служебная информация.

Терморезистивные термодатчики

У большинства теплосчетчиков измерительные преобразователи подключаются к вычислителю кабелями. Это удобно, т.к. позволяет разместить вычислитель там, где он доступен, освещен и защищен от влаги, пыли и пр. Но существуют и компактные «моноблочные» конструкции: как правило, это теплосчетчики, предназначенные для квартирного или коттеджного учета. Точно так же, как и расходомеры, теплосчетчики различают по Ду —

номинальному размеру внутреннего диаметра трубы. Когда говорят «теплосчетчик такого-то Ду», то имеют в виду то, что в его состав входят преобразователи расхода соответствующего «размера». И тип теплосчетчика определяется типом его расходомеров, т.е. теплосчетчик может быть тахометрическим, ультразвуковым, вихревым и т.д.

Терморезистивные термодатчики — основаны на принципе изменения электрического сопротивления (полупроводника или проводника) при изменении температуры. Разработаны они были впервые для океанографических исследований. Основным элементом является терморезистор — элемент изменяющий свое сопротивление в зависимости от температуры окружающей среды.

Несомненные преимущества термодатчиков этого типа это долговременная стабильность, высокая чувствительность, а также простота создания интерфейсных схем.

В зависимости от материалов, используемых для производства терморезистивных датчиков, различают:

а) *резистивные* детекторы температуры (РДТ). Эти датчики состоят из металла, чаще всего платины. Любой металл изменяет свое сопротивление при воздействии температуры, но используют платину, так как она обладает долговременной стабильностью, прочностью и воспроизводимостью характеристик. Для измерений температур более 600 °С может использоваться также вольфрам. Минусом этих датчиков является высокая стоимость и нелинейность характеристик;

б) *кремневые* резистивные датчики. Преимущества этих датчиков — хорошая линейность и высокая долговременная стабильность. Также эти датчики могут встраиваться прямо в микроструктуры;

в) *термисторы*. Эти датчики изготавливаются из металл-оксидных соединений. Датчики измеряет только абсолютную температуру. Существенным недостатком термисторов является необходимость их калибровки и большой нелинейностью, а также старение, однако при

проведении всех необходимых настроек могут использоваться для прецизионных измерений.

Полупроводниковые

Полупроводниковые датчики регистрируют изменение характеристик р-п перехода под влиянием температуры. В качестве термодатчиков могут быть использованы любые диоды или биполярные транзисторы. Пропорциональная зависимость напряжения на транзисторах от абсолютной температуры (в Кельвинах) дает возможность реализовать довольно точный датчик.

Достоинства таких датчиков — простота и низкая стоимость, линейность характеристик, маленькая погрешность. Кроме того, эти датчики можно формировать прямо на кремневой подложке. Все это делает полупроводниковые датчики очень востребованными.

Термоэлектрические(термопары)

Термоэлектрические преобразователи — иначе, термопары. Они действуют по принципу термоэлектрического эффекта, то есть благодаря тому, что в любом замкнутом контуре (из двух разнородных полупроводников или проводников) возникнет электрический ток, в случае если места спаев отличаются по температуре. Так, один конец термопары (рабочий) погружен в среду, а другой (свободный) – нет. Таким образом, получается, что термопары это относительные датчики и выходное напряжение будет зависеть от разности температур двух частей. И почти не будет зависеть от абсолютных их значений.

Пирометры

Пирометры – бесконтактные датчики, регистрирующие излучение, исходящее от нагретых тел. Основным достоинством пирометров (в отличие от предыдущих температурных датчиков) является отсутствие необходимости помещать датчик непосредственно в контролируемую среду. В результате такого погружения часто происходит искажение исследуемого температурного поля, не говоря уже о снижении стабильности характеристик самого датчика. Различают три вида пирометров:

а) *флуоресцентные*. При измерении температуры посредством флуоресцентных датчиков на поверхность объекта, температуру которого необходимо измерить, наносят фосфорные компоненты. Затем объект подвергают воздействию ультрафиолетового импульсного излучения, в результате которого после возникает излучение флуоресцентного слоя, свойства которого зависят от температуры. Это излучение детектируется и анализируется;

б) *интерферометрические*. Интерферометрические датчики температуры основаны на сравнении свойств двух лучей – контрольного и пропущенного через среду, параметры которой меняются в зависимости от температуры. Чувствительным элементом этого типа датчиков чаще всего выступает тонкий кремниевый слой, на коэффициент преломления которого, а, соответственно, и на длину пути луча, влияет температура;

в) *датчики на основе растворов*, меняющих цвет при температурном воздействии. В этом типе датчиков-пирометров применяется хлорид кобальта, раствор которого имеет тепловую связь с объектом, температуру которого необходимо измерить. Коэффициент поглощения видимого спектра у раствора хлорида кобальта зависит от температуры. При изменении температуры меняется величина прошедшего через раствор света.

Акустические

Акустические термодатчики используются преимущественно для измерения средних и высоких температур. Акустический датчик построен на принципе того, что в зависимости от изменения температуры, меняется скорость распространения звука в газах. Состоит из излучателя и приемника акустических волн (пространственно разнесенных). Излучатель испускает сигнал, который проходит через исследуемую среду, в зависимости от температуры. Скорость сигнала меняется и приемник после получения сигнала считает эту скорость.

Используются для определения температур, которые нельзя измерить контактными методами. Также применяются в медицине для не инвазивных

(без операционного проникновения внутрь тела больного) измерения глубинной температуры, например, в онкологии. Недостатками таких измерений является то, что при прикосновении они могут вызывать ответные физиологические реакции, что в свою очередь влечет искажение измерения глубинной температуры. Кроме того, могут возникать отражения на границе «датчик-тело», что также способно вызывать погрешности.

Пьезоэлектрические

В датчиках этого типа главным элементом является кварцевый пьезорезонатор. Как известно пьезоматериал изменяет свои размеры при воздействии тока (прямой пьезоэффект). На этот пьезоматериал попеременно передается напряжение разного знака, от чего он начинает колебаться. Это и есть пьезорезонатор [10].

Выяснено, что частота колебаний этого резонатора зависит от температуры, это явление и положено в основу пьезоэлектрического датчика температуры.

На что необходимо обратить внимание при выборе датчиков температуры:

- а) температурный диапазон;
- б) можно ли погружать датчик в измеряемую среду или объект. Если расположение внутри среды недопустимо, то стоит выбирать акустические термометры и пирометры;
- в) каковы условия измерений. Если используется агрессивная среда, то необходимо использовать, либо датчики в коррозионнозащитных корпусах, либо использовать бесконтактные датчики. Кроме того, необходимо предусмотреть другие условия: влажность, давление и т.д.;
- в) как долго датчик должен будет работать без замены и калибровки. Некоторые типы датчиков обладают относительно низкой долговременной стабильностью, например термисторы;

г) какой выходной сигнал необходим. Некоторые датчики выдают выходной сигнал в величине тока, а некоторые автоматически пересчитывают его в градусы;

д) другие технические параметры, такие как: время срабатывания, напряжение питания, разрешение датчиков и погрешность. Для полупроводниковых датчиков, важным также является тип корпуса.

Монтажную схему измерительного преобразователя, можно посмотреть в приложении В.

1.5 Теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности

В настоящее время на рынке учёта тепловой энергии сформировался спрос, такого теплосчётчика, который будет работать без перерывов на метрологические поверки и ремонты отдельных частей, и при этом показывать метрологическую надежность и достоверность измерения величин, не вызывающих возражения теплоснабжающей организации.

Такой теплосчетчик, с условным названием «теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности», разработан на кафедре автоматизированных систем электроснабжения Российского государственного профессионально-педагогического университета.

Приборно-модульная компоновка

Теплосчетчик комбинированного типа, предназначен для применения в одноконтурных закрытых (открытых) водяных системах теплоснабжения (ВСТС). Отличие исполнений для открытых и закрытых ВСТС незначительное, связанное с применением разных «гибких» алгоритмов вычисления тепловой энергии, в остальном исполнения идентичны.

Непрерывность функционирования достигается тем, что составной тепловычислитель теплосчетчика состоит двух теплоэнергоконтроллеров (теповычислитель 1 (ТВ1) и тепловычислитель 2 (ТВ2), соединенных между

собой скоростной шиной передачи данных CAN-bus. Питание ТВ1 и ТВ2 осуществляется от многоканального модуля питания $\approx 24\text{В}$, который в свою очередь рекомендуется подключить через модуль резервного питания МРП-82 от аккумуляторной батареи $\approx 12\text{В}$ для исключения перерывов в работе в связи с пропаданием основного питания $\sim 220\text{В}$. Все элементы тепловычислителя монтируются в шкафу на DINрейке.

Алгоритмы и рабочие программы ТВ1 и ТВ2 одинаковы, поэтому они полностью взаимозаменяемы с учетом того, что настройка коэффициентов при наладке производится в соответствии с типом подключаемых измерительных преобразователей.

К ТВ1 и ТВ2 подключаются расходомеры, измерительные преобразователи температуры и давления таким образом, что на одном трубопроводе монтируется двойное количество, но разнесенные по разным тепловычислителям. Типы индивидуальных приборов (ИП) определяются при проектировании узла учета в соответствии с возможностями приборов ТЭКОН.

Если сложилось первоначальное впечатление, что данный теплосчетчик представляет собой сумму двух комплектов традиционных счетчиков тепла, то это не так. Различия кроются в алгоритмах обработки измеренных значений физических величин, а также в режимах работы теплосчетчика. Вопросы технического задания на разработку, решение которых в наибольшей степени определяет характер функционирования измерительного комплекса:

1. Каждая подсистема учета, реализуемая на тепловычислителя ТВ1 и ТВ2 должна получать результаты измерений и расчетов физических величин, выполняемых сотрудничающей подсистемой.

2. Показания теплосчетчика должны быть однозначными как в штатном режиме, так и в режимах поверки или отказа любого прибора, не допускающими различных толкований.

3. Для обеспечения единства отсчетов времени необходимо выполнять синхронизацию времени программно-аппаратных часов подсистем.

4. Ночевать у теплосчетчика представителям поставщика и потребителя нет никакой возможности, поэтому теплосчетчик должен самостоятельно контролировать все нештатные ситуации и заранее информировать пользователя о возможности наступления метрологического отказа задолго до его возникновения, за исключением, может быть, только внезапных отказов.

5. Теплосчетчик должен «знать» метрологические характеристики подключенных измерительных преобразователей, а также предельные значения погрешностей измеряемых величин, установленные законодательными документами.

6. Периоды очередных и внеочередных поверок приборов, измеряющих одни и те же параметры, должны быть разнесены во времени.

В результате, в процессе работы всего измерительного комплекса, каждая подсистема учета имеет в своем распоряжении по два значения каждой величины, участвующей в дальнейших расчетах количества тепловой энергии (расход, температура, энтальпия, давление теплоносителя), соответствующие одному моменту времени, одна из которых измерена или рассчитана тепловычислителем, а другая получена от другой подсистемы учета. Взаимная передача значений параметров между ТВ1 и ТВ2 производится в каждом рабочем цикле программы по каналу связи CAN-bus.

1.6 Расчетно-измерительный преобразователь ТЭКОН-19

ТЭКОН-19 представляет собой интеллектуальный "инструмент" для реализации различных задач измерения и учёта. Программное обеспечение ТЭКОН-19 состоит из базового набора алгоритмов (жесткий набор задач) и набора загружаемых алгоритмов (очередь задач пользователя).

Базовый набор алгоритмов выполняет следующие функции:

- измерение аналоговых сигналов на измерительных каналах(ИК);
- измерение частотных, числоимпульсных сигналов на ИК;

- обмен по интерфейсам Can-Bus, RS232;
- индикацию информации на дисплее;
- защиту от несанкционированного доступа;
- самоконтроль и ведение системного журнала событий;
- контроль обрыва измерительных цепей датчиков;
- операционная система для загрузки задач;
- счёт времени, ведение календаря.

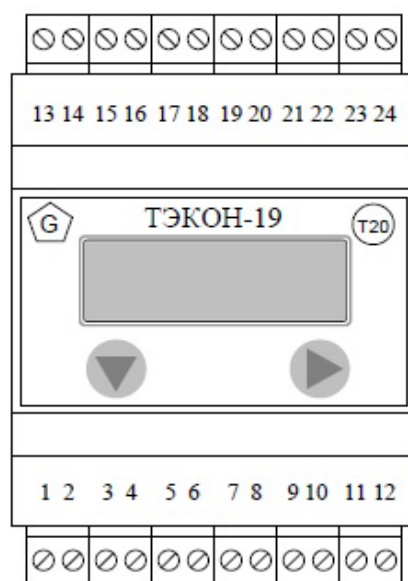


Рисунок 1 – Внешний вид передней панели и нумерация клемм ТЭКОН-19

Назначение изделия

ТЭКОН-19 предназначен для:

- а) измерения выходных сигналов первичных ИП и преобразования их в соответствующие физические величины, измеряемые ИП;
- б) расчета объемного и/или массового расхода методом переменного перепада давления на сужающих устройствах, установленных на трубопроводах диаметром от 50 до 1000 мм, или с помощью датчиков расхода (количества) со стандартными токовыми, числоимпульсными или частотными выходами, следующих энергоносителей:

- вода;
- перегретый пар;
- сухой насыщенный пар;
- сухой природный газ;
- сжатый воздух;
- кислород;
- углекислый газ;
- другие технические газы;

в) расчета количества тепловой энергии, переносимой энергоносителями в закрытых и открытых системах теплоснабжения и в отдельных трубопроводах, для энергоносителей следующих типов:

- вода;
- перегретый пар;
- сухой насыщенный пар;

г) контроля параметров всех перечисленных энергоносителей;

д) расчета количества электроэнергии по одностарифной и двухтарифной схемам.

Область применения - системы коммерческого учета, автоматизированного контроля и управления технологическими процессами на тепловых пунктах, теплостанциях, электростанциях, газораспределительных станциях, предприятиях коммунального хозяйства в условиях круглосуточной эксплуатации.

Технические характеристики ТЭКОН-19:

- выпускается в нескольких основных исполнениях, отличающихся типами и количеством подключаемых измерительных преобразователей, наличием органов управления и индикации, а также составом вычислительных алгоритмов, включенных в программное обеспечение;

- не содержит готового набора законченных задач расчета, индикации архивирования, и должно быть предварительно сконфигурировано. Имеется программный механизм для предварительного создания списка

исполняемых задач, работающих по алгоритмам, выполняющим отдельные типовые операции и содержащимся в базе данных (БД). Общее количество загружаемых задач – до 256. Обзорный перечень имеющихся алгоритмов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные алгоритмы ТЭКОН-19

Наименование	Количество, шт
1	2
Базовое ПО	
Общесистемные функции	1
Счёт времени, ведение календаря	1
Измерение значений сопротивления и тока на соответствующих аналоговых измерительных каналах	По числу каналов
Измерение значений частоты и количества импульсов на соответствующих числоимпульсных измерительных каналах	По числу каналов
Индикация времени, даты и статуса на дисплее	1
Защита коммерческой информации	2
Самоконтроль ТЭКОН-19, ведение системного журнала событий	1
Загружаемые задачи	
Вычисление температуры по измеренному значению сопротивления (терморезисторы ТСМ, ТСП)	Не ограничено
Состояние узла теплоучёта по исправности ИП и выходу контролируемых параметров за технологические уставки	Не ограничено
Накопление интегрального количества тепловой энергии в закрытой или открытой системе теплоснабжения, или в отдельном трубопроводе отопления	До 8
Расчёт и накопление общего времени исправной и неисправной работы оборудования узла теплоучёта	Не ограничено
Накопление суммарных значений параметров по заданным периодам – интервалам от 1 до 30 минут, часам, суткам, месяцам	Не ограничено

- измеряет выходные сигналы первичных ИП, подключаемых к входным ИК: сопротивления (50 – 1000) Ом, силы тока (0 – 5) мА и (0 – 20) мА, числоимпульсные и частотные с частотой следования импульсов (0– 100) Гц

длительностью не менее 4 мс и (0 – 1000) Гц длительностью не менее 50 мкс. Погрешности измерения приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Погрешности измерения сигналов первичных ИП

Измеряемый физический параметр	Диапазон измерения значения параметра		Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения
	min	max	
Сопротивление, Ом	50 250	250 1000	$\pm 0,05$ Ом $\pm 0,2$ Ом
Сила тока, мА	0 5	5 20	$\pm 0,005$ мА $\pm 0,02$ мА
Частота, Гц	0	1000	$\pm 0,2$ Гц
Количество импульсов, шт.	0	∞	± 1

- обеспечивает возможность вычисления средних значений любых рассчитанных параметров по заданным отрезкам времени - расчетным интервалам длительностью от 1 до 30 минут, часам, суткам, месяцам;
- обеспечивает возможность архивирования значений любых рассчитанных параметров по заданным отрезкам времени – расчетным интервалам длительностью от 1 до 30 минут, часам, суткам, месяцам;
- обеспечивает возможность накопления любых интегральных параметров в диапазоне от 0 до 106 единиц. При переходе соответствующего интегрального счетчика через 106 счет целой части параметра начинается снова с нуля, дробная часть –сохраняется;
- исполнений 02,03,04,05,06,10 обеспечивает возможность индикации на двухстрочном жидкокристаллическом дисплее даты и времени, а также выбранных параметров вместе с их названиями, в основном меню и в меню архивов.

Пределы допускаемой приведенной погрешности (dП) преобразования измеренных значений сопротивления и силы тока в значения физических величин, измеряемых первичным ИП при нормирующем значении, равном диапазону измерения ИП, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Погрешности преобразования сигналов ИП в значении физических величин

Измеряемый физический параметр	Алгоритм БД	Наименование и тип измерительного преобразователя (датчика)	Диапазон		дп, %
			min	max	
Температура, °С	0190	TСМ w100=1.428 ГОСТ 6651	- 50	200	± 0,002
		TСМ w100=1.426 ГОСТ 6651	-50	200	± 0,002
		TСП w100=1.391 ГОСТ 6651	-50	400	± 0,004
		TСП w100=1.385 ГОСТ 6651	-50	400	± 0,004
Температура, °С	0191	ИП температуры с выходом 0-5, 0-20, 4-20 мА	0	t ном	±0,0001

Устройство и работа прибора

Все данные, необходимые для настройки ТЭКОН-19 и получения результатов его работы в процессе эксплуатации, доступны через его интерфейсы с использованием системы параметров, хранящейся в БД. Каждый прибор рассматривается как модуль системы. Его программное обеспечение состоит из набора задач, обрабатывающих по заданным алгоритмам входные параметры и константы для получения выходных параметров. Параметры и задачи могут быть жесткими и гибкими.

Жесткие задачи входят в базовое программное обеспечение ТЭКОН-19, постоянно присутствующее в каждом экземпляре прибора, и являются составными частями его операционной системы. Состав жестких задач зависит только от исполнения прибора не может быть изменен. Все входные и выходные параметры жестких задач также являются жесткими.

Гибкие задачи загружаются на первом этапе настройки ТЭКОН-19 для каждого конкретного применения. Из них составляется исполняемая вовремя работы очередь задач, формирующая все требуемые выходные параметры. Большинство параметров гибких задач также являются гибкими. Такие задачи формируются на основе находящихся в БД алгоритмов.

Гибкие задачи в принципе могут быть фоновыми, таймерными и по вызову. Фоновая задача исполняется в каждом основном цикле работы базового программного обеспечения ТЭКОН-19 без привязки к определенным моментам

времени. Таймерная задача выполняется строго через заданные промежутки времени (например, заданное число раз в секунду). Задача по вызову выполняется только при срабатывании определенных внешних условий. ВТЭКОН-19 реализован только аппарат исполнения очереди фоновых задач.

Доступ ко всем параметрам производится с помощью специальной программы «Телепорт» на ЭВМ через магистраль обмена информацией CAN-BUS или RS-232; наиболее важные в эксплуатации параметры могут быть выведены на индикацию через «меню» дисплея на лицевой панели ТЭКОН-19.

По назначению все параметры делятся на следующие группы:

- заводские константы, характеризующие конструктивные особенности и электрические характеристики аппаратуры данного прибора. Значения констант заносятся на предприятии изготовителей ТЭКОН-19 и в процессе эксплуатации не меняются;

- параметры настройки, обеспечивающие программирование ТЭКОН-19 на конкретный технологический объект. К ним относится список выполняемых задач, характеристики ИП, способ измерения давления, единицы измерения расхода, параметры времени, настройки интерфейсов обмена, список индицируемых в меню параметров и т.п.

Эти параметры заносятся с ЭВМ через интерфейс CAN BUS либо на предприятии-изготовителе по спецификации конкретного заказчика, либо потребителем в период пуско-наладочных работ на объекте. В процессе эксплуатации повторная их перезапись, как правило, не требуется.

Расчетные параметры, являющиеся результатом работы задач, загруженных в ТЭКОН-19. Это, например, мгновенное и накопленное значение расхода, количество тепловой и электрической энергии, средняя температура и давление, текущее время и дата, и т.п.

Чтение параметров производится с ЭВМ через интерфейсы CAN BUS или RS-232. Наиболее важные для пользователя параметры могут быть вынесены для просмотра в меню дисплея:

- архивные параметры по расчетным интервалам, часам, суткам, месяцам. Чтение архивов возможно с ЭВМ через интерфейсы CAN BUS или RS-232. Архивы по часам, суткам и месяцам могут быть просмотрены через меню дисплея;

- служебные параметры, содержащие промежуточные результаты вычислений по всем задачам, результаты самоконтроля, а также информацию, которая может применяться для оценки правильности работы ТЭКОН-19 в процессе эксплуатации, при настройке и ремонтно-профилактических работах. Чтение параметров при необходимости производится с ЭВМ через интерфейсы CAN BUS или RS-232.

Каждая задача из загруженного списка (очереди) фоновых задач выполняется монитором один раз за цикл основной программы в порядке ее размещения в очереди. Длительность фонового цикла программы зависит от количества и типа гибких задач, лежит в пределах от 1 до 10-15 секунд, и всегда выравнивается базовым ПО до целого числа секунд.

Измерение аналоговых сигналов

При наличии в данном исполнении ТЭКОН-19 каналов измерения аналоговых параметров (сопротивления и силы тока) они нумеруются, начиная с нуля (ИК0), без пропусков номеров, до максимального номера канала, зависящего от исполнения. По порядку следования номеров вначале сгруппированы все каналы измерения сопротивления, а затем – силы тока.

Для измерения аналоговых каналов используется АЦП с временем преобразования приблизительно от 120 до 160 мс на каждый канал. Запуск преобразования и считывание готовых данных выполняется через систему прерываний процессора, и на длительность фонового цикла влияет незначительно. Измеренные значения напряжений на каналах переводятся в форму с плавающей запятой и помещаются в кольцевые буфера на 8 позиций каждый.

Список загружаемых алгоритмов ТЭКОН-19

Конфигурирование ПО, т.е. отбор загружаемых алгоритмов из базы данных, составление списка загружаемых задач, настройка и загрузка в ТЭКОН-19, выполняется через ПК с помощью поставляемых с ТЭКОН-19 программ «Ромб» и «Телепорт».

Входные и выходные параметры «гибких» задач, как правило, имеют «гибкие», назначаемые в процессе настройки, номера и имена. «Жесткие» номера имеют лишь те входные параметры «гибких» задач, с помощью которых вводится информация из входных каналов (токи и частоты ИП, количество импульсов за цикл и т.п.).

Особенности интерфейсов последовательного обмена

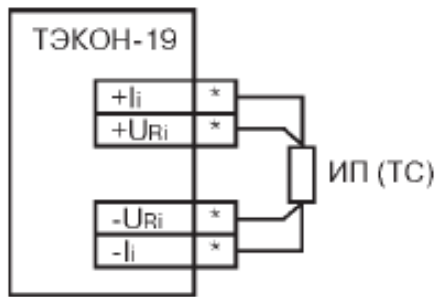
Основной канал обмена для записи и чтения данных ТЭКОН-19 всех исполнений – интерфейс в международном стандарте CAN BUS. Интерфейс является высокоскоростным, скорость обмена до 300 Кбод. Программы чтения и записи данных ТЭКОН-19 для персональной ЭВМ «Телепорт» Т10.06.87 и «Ромб» Т10.06.102, а также драйвер обмена к ним Т10.06.105, поставляются на диске совместно с ТЭКОН-19.

Вспомогательным каналом обмена для исполнений 02,03,04,05,06,10 является интерфейс RS-232. Скорость обмена может назначаться в диапазоне от 1200 до 28800 Бод, протокол обмена соответствует стандарту FT1.2 ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95 с особенностями.

Интерфейс RS-232 настраивается через параметры 0005 – 0007. Параметр 0005 имеет смысл сетевого номера прибора, рекомендуется назначать его в диапазоне от 01 до FE. Двоичное представление параметра 0006 задает особенности реализованного протокола:

Рекомендуется установить протокол FT1.2 без CRC, т.е. задать код 08. Коды сетевого номера 00 или FF недопустимы и воспринимаются как настройка обмена на протокол FT1.2 без CRC с сетевым номером 01[11].

схема подключения



неиспользуемый канал

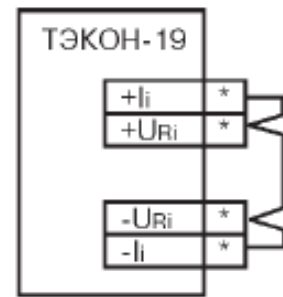
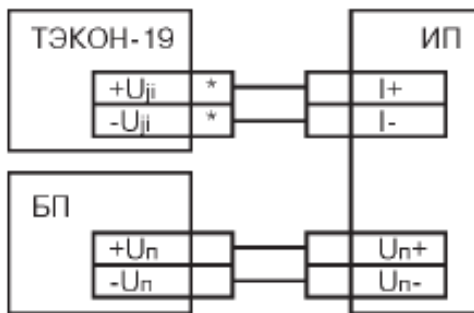


Рисунок 2 – Схема подключения измерительных преобразователей температуры типа ТСМ, ТСП:

i – номер канала, ИП – измерительный преобразователь с токовым выходом, БП – источник питания постоянного тока, *) – номера клемм по рисунку 1

четырёхпроводная



двухпроводная

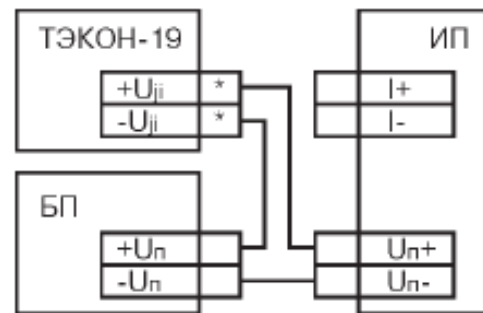


Рисунок 3 – Схемы подключения измерительных преобразователей с токовым выходом:

i – номер канала, ИП – измерительный преобразователь с токовым выходом, БП – источник питания постоянного тока, *) – номера клемм по рисунку 1

Схему подключений и соединений датчиков температуры узла учета можно посмотреть в приложении В. Схема электрическая принципиальная подключения датчиков температуры представлена в приложении Д.

2 ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

2.1 Выбор преобразователя температуры

Для непрерывного функционирования и достоверного показателя температуры, необходимо два теплопреобразователя.

Выберем два преобразователя температуры: микропроцессорный преобразователь температуры с унифицированным входным сигналом МЕТРАН-2700 и термопреобразователь сопротивления МЕТРАН-2000. Рассмотрим все особенности работы этих преобразователей температуры.

2.1.1 МЕТРАН-2000



Рисунок 4 – Термопреобразователи сопротивления МЕТРАН-2000

Назначение

Термопреобразователи сопротивления (далее ТС) МЕТРАН-2000 (рисунок 4) предназначены для измерения температуры различных сред, температуры в расплавах алюминия и меди, температуры поверхностей

твердых тел и малогабаритных подшипников в газовой, нефтяной, угольной, энергетической, металлургической, химической, нефтехимической, машиностроительной и металлообрабатывающей, приборостроительной, пищевой, деревообрабатывающей и других областях промышленности, а также в сфере ЖКХ и энергосбережения. ТС МЕТРАН-2000, заказанные с опцией «КТС» (далее комплекты ТС), представляют собой подобранные пары термопреобразователей сопротивления и предназначены для измерения температуры и разности температур воды в составе теплосчетчиков и других приборов учета и контроля тепловой энергии в системах теплоснабжающих и теплопотребляющих организаций. Использование ТС допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.

По способу контакта с измеряемой средой ТС соответствуют погружаемому или поверхностному исполнениям (в зависимости от конструктивного исполнения), по условиям эксплуатации – стационарному исполнению, по отношению к измеряемой среде герметичные.

ТС изготавливаются в следующих климатических исполнениях по ГОСТ 15150:

- исполнения У1, У1.1, но для работы при значении температуры окружающего воздуха от минус 55 до плюс 85 °С; ТС исполнения Ех температурного класса Т6 по ГОСТ 30852.0 – от минус 40 до плюс 60°С, температурного класса Т5 по ГОСТ 30852.0– от минус 40 до плюс 75 °С;

- тропические исполнения ТЗ, ТС1, но для работы при значении температуры окружающего воздуха – от минус 10 до плюс 85 °С; ТС исполнения Ех температурного класса Т6 по ГОСТ 30852.0 – от минус 10 до плюс 60 °С, температурного класса Т5 по ГОСТ 30852.0 –от минус 10 до плюс 75 °С;

- тропические исполнения ТВ1, ТМ1, но для работы при значении температуры окружающего воздуха – от плюс 1 до плюс 85 °С; ТС исполнения

Ех температурного класса Т6 по ГОСТ 30852.0 – от плюс 1 до плюс 60 °С, температурного класса Т5 по ГОСТ 30852.0 – от плюс 1 до плюс 75 °С.

По защищенности от воздействия окружающей среды ТС являются пылезащищенными и водозащищенными (соответствуют коду IP65) или пылезащищенными (соответствуют коду IP5X) по ГОСТ 14254.

ТС согласно ГОСТ 27.003 относятся к изделиям конкретного назначения, вида 1, непрерывного применения, ремонтируемым или неремонтируемым в зависимости от конструктивного исполнения.

По метрологическим свойствам ТС являются средствами измерений.

Технические характеристики

Диапазоны измерения термопреобразователя сопротивления приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Диапазоны измерений ТС

Тип НСХ	Класс допуска	Диапазон измерений °С
100П	АА	От минус 50 до плюс 250
	А	От минус 50 до плюс 400 От минус 50 до плюс 450
	В	От минус 50 до плюс 120 От минус 50 до плюс 200 От минус 50 до плюс 400 От минус 50 до плюс 500 От минус 196 до плюс 500
	С	От минус 50 до плюс 120
Pt100	АА	От 0 до плюс 150 От минус 50 до плюс 250
	А	От минус 30 до плюс 200 От минус 30 до плюс 300
	В	От минус 50 до плюс 120 От минус 50 до плюс 200 От минус 50 до плюс 400 От минус 70 до плюс 400 От минус 50 до плюс 600
	С	От минус 50 до плюс 120
50М, 100М	В	От минус 50 до плюс 150
	С	От минус 50 до плюс 120 От минус 50 до плюс 180

ТС комплектов обеспечивают измерение температуры в диапазоне от 0 до 150 °С для НСХ типа 100М, в диапазоне от 0 до 180 °С для НСХ типа Pt100, 100П.

Измеряемая разность температур комплектов ТС находится в пределах от 5 до 145 °С.

Соединительная головка ТС изготавливается из алюминиевого сплава, нержавеющей стали или полиамида. Защитная арматура, клеммная колодка и выводные проводники ТС не должны иметь видимых разрушений. На поверхности соединительной головки, кабельного ввода, защитной арматуры и резьбовых соединений не допускаются коррозия, раковины, заусенцы, трещины, ухудшающие внешний вид ТС.

Допускаемое отклонение сопротивления ТС при 0 °С от номинального значения (R0) не превышает величин, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемое отклонение сопротивления ТС при 0 °С от номинального значения (R0)

Тип НСХ	Номинальное значение сопротивления при 0 °С (R0), Ом	Температурный коэффициент α , °С ⁻¹	Допускаемое отклонение от номинального значения сопротивления при 0 °С, Ом			
			Класс допуска			
			AA	A	B	C
100П	100	0,00391	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$	$\pm 0,24$
Pt100		0,00385	$\pm 0,04$	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$	$\pm 0,23$
100М		-	-	$\pm 0,13$	$\pm 0,26$	
50М	50	0,00428	-	-	$\pm 0,06$	$\pm 0,13$

ТС выдерживают циклическое изменение температуры в пределах диапазона измерений. Изменение сопротивления ТС при 0 °С не превышает допускаемых отклонений от номинального значения сопротивления, указанных в таблице 5

Значения сопротивлений ТС комплекта при температуре 0 °С (R0) отличаются между собой на величину не более 0,02 % от номинального сопротивления термопреобразователя сопротивления.

Номинальный измерительный ток для ТС с проволочным ЧЭ - 1 мА, для ТС с тонкопленочным ЧЭ - 0,2 мА.

Максимально допустимый измерительный ток для ТС с проволочным ЧЭ - 5 мА, для ТС с тонкопленочным ЧЭ - 1 мА.

Устройство и работа

На боковой поверхности соединительной головки ТС расположен кабельный ввод для подключения к ТС внешних цепей.

Измеряемая температура передается первичному преобразователю, находящемуся в контакте с измеряемой средой и являющемуся измерительным узлом. С помощью ПП измеряемая температура преобразуется в изменение омического сопротивления чувствительного элемента.

Свободные концы чувствительного элемента подключены к контактам клеммной колодки или оставлены свободными в зависимости от заказа [17]. Схему погружения термопреобразователя в трубопровод можно посмотреть в приложении Г.

2.1.2 МЕТРАН-2700



Рисунок 4 – Термопреобразователь сопротивления МЕТРАН-2700

Назначение

Термопреобразователи (ТП) МЕТРАН-2700 (рисунок 4) предназначены для измерения температуры различных сред, поверхностей и малогабаритных подшипников в газовой, нефтяной, угольной, энергетической, металлургической, химической, нефтехимической, машиностроительной и металлообрабатывающей, приборостроительной, пищевой, деревообрабатывающей и других областях промышленности, а также в сфере ЖКХ и энергосбережения. Использование ТП допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.

Термопреобразователи МЕТРАН-2700 обеспечивают непрерывное преобразование измеряемой температуры в унифицированный токовый выходной сигнал.

Термопреобразователи с обозначением «Ех» имеют взрывозащищенное исполнение по ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.1, ГОСТ Р 51330.10 и могут применяться во взрывоопасных зонах согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ, ГОСТ Р 51330.13, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов, паров, горючих жидкостей с воздухом, относящихся к категориям ПА, ПВ и ПС по ГОСТ Р 51330.11.

ТП изготавливаются в следующих климатических исполнениях:

- исполнения У1, У1.1, У3 по ГОСТ 15150, но для работы при значении температуры окружающего воздуха от минус 40 до плюс 75 °С (опция – от минус 51 до плюс 75 °С); для ТП исполнения Ех температурного класса Т6 по ГОСТ Р 51330.0 – от минус 20 до плюс 60 °С, температурного класса Т5 по ГОСТ Р 51330.0 – от минус 40 до плюс 75 °С (опция – от минус 51 до плюс 75 °С); для ТП общепромышленного исполнения с выносным монтажом измерительного преобразователя – от минус 40 до плюс 85 °С (опция – от минус 51 до плюс 85 °С);

- тропические исполнения ТЗ, ТС1 по ГОСТ 15150, но для работы при значении температуры окружающего воздуха – от минус 10 до плюс 75 °С;

для ТП исполнения Ех температурного класса Т6 по ГОСТ Р 51330.0 – от минус 10 до плюс 60 °С, температурного класса Т5 по ГОСТ Р 51330.0 – от минус 10 до плюс 75 °С; для ТП общепромышленного исполнения с выносным монтажом измерительного преобразователя – от минус 10 до плюс 85 °С;

- тропические исполнения ТВ1, ТМ1, но для работы при значении температуры окружающего воздуха – от плюс 1 до плюс 75 °С; для ТП исполнения Ех температурного класса Т6 по ГОСТ Р 51330.0 – от плюс 1 до плюс 60 °С, температурного класса Т5 по ГОСТ Р 51330.0 – от плюс 1 до плюс 75 °С; для ТП общепромышленного исполнения с выносным монтажом измерительного преобразователя – от плюс 1 до плюс 85 °С.

По защищенности от воздействия окружающей среды ТП являются пылезащищенными, водозащищенными (соответствуют коду IP 65) или пылезащищенными (соответствуют коду IP5X) по ГОСТ 14254.

Технические характеристики

ТП соответствуют следующим требованиям:

а) осуществляют перестройку диапазона измерений температуры с минимальным диапазоном измерений:

- 10 °С – для ТП с НСХ типа 100П, Pt100, 50М, 100М;
- 25 °С – для ТП с НСХ типа К, N, S, В.

б) производят самодиагностику технического состояния:

- первичного преобразователя (детектирование обрыва или короткого замыкания);
- режима работы ТП.

При обнаружении неисправностей во время самодиагностики ТП выходной аналоговый сигнал переводится в состояние, соответствующее сигналу тревоги:

- низкое значение: 3,20 мА $< I_H \leq 3,75$ мА;
- высокое значение: 21 мА $< I_B \leq 23$ мА.

При выходе температуры ТП за пределы диапазона измерений, ТП МЕТРАН-2700 переходит в режим насыщения:

- низкий уровень: $(I_H + 0,05) \text{ мА} < I_{HH} \leq 3,9 \text{ мА}$;
- высокий уровень: $20,50 \text{ мА} < I_{BH} \leq (I_B - 0,05) \text{ мА}$;

ТП имеют функции:

- предусматривать настройку под индивидуальную статическую характеристику первичного преобразователя по 2-8 температурным точкам для повышения точности ТП;
- имеют устройство автокомпенсации изменения термо-ЭДС от изменения температуры холодных спаев чувствительного элемента (ЧЭ) термоэлектрического преобразователя;
- являются одноканальными по числу преобразуемых входных сигналов в соответствии с ГОСТ 13384;
- входная и выходная цепи без гальванической связи;
- предусмотрен режим защиты от случайного изменения установленных параметров;
- имеют защиту от обратной полярности напряжения питания;
- величина демпфирования по умолчанию составляет 5 с и может быть перенастроена на любое значение между 0 и 32 с;
- время выхода в рабочий режим с номинальными характеристиками после подачи питания на ТП не более 5 с;
- время обновления показаний не более 0,5 с;
- время прерывания питания, которое не приводит к сбросу, не менее 5 мс.

Типы НСХ, диапазоны унифицированного выходного сигнала, диапазоны измерений, пределы допускаемой основной приведенной (γ_0) погрешности ТП, выраженные в процентах от диапазона измерений, абсолютной погрешности (Δ_0) соответствуют значениям, указанным в таблице 6.

Электрическое питание ТП осуществляется от источника постоянного тока напряжением U от 12 до 42 В [16].

При этом пределы допускаемого нагрузочного сопротивления ТП (сопротивления приборов и линии связи) зависят от установленного напряжения питания ТП.

Таблица 6- Диапазоны унифицированного выходного сигнала, диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности ТП

Тип НСХ	Входной сигнал, мА	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной погрешности	
			Приведённой, γ0 %	Абсолютно й, Δ0, °С
К	4-20, 20-4	От минус 40 до 1000	± 0,25; ± 0,50	± 1,0
N		От минус 40 до 1100 От минус 40 до 1200	± 0,25; ± 0,50	± 1,0
Pt100		От минус 50 до 120 От минус 50 до 200 От минус 50 до 500 От минус 50 до 600	± 0,15; ± 0,25	± 0,4
100П		От минус 50 до 120 От минус 50 до 200 От минус 50 до 500	± 0,15; ± 0,25	± 0,4
50М, 100М		От минус 50 до 120 От минус 50 до 180	± 0,15; ± 0,25	± 0,5
S		От 0 до 1300	± 0,25; ± 0,50	± 1,0
B		От 0 до 1600	± 0,25; ± 0,50	± 1,0

Дополнительная погрешность ТП, вызванная плавным изменением напряжения питания в пределах значений, (от его минимального значения до максимального), при номинальном нагрузочном сопротивлении, не превышает

$\pm 0,005$ % от диапазона изменения выходного сигнала на каждый 1 В изменения питания.

Потребляемая мощность при максимальном значении выходного токового сигнала не превышает 1,20 Вт, а для взрывозащищенного исполнения «Exia» – 0,58 Вт.

Устройство и работа

На боковой поверхности соединительной головки ТП расположен кабельный ввод (при заказе ТП с кабельным вводом) для подключения источника питания и конфигуратора «МЕТРАН-6700», предназначенного для связи с персональным компьютером.

Измеряемая температура передается первичному преобразователю, находящемуся в контакте с измеряемой средой. С помощью ПП, представляющего собой термометр сопротивления, измеряемая температура преобразуется в изменение омического сопротивления чувствительного элемента (ЧЭ). Для ПП, представляющего собой преобразователь термоэлектрический, измерение температуры основано на явлении возникновения в цепи первичного преобразователя термоэлектродвижущей силы, пропорциональной разности температур между его горячим и холодным спаями.

Аналоговый сигнал с ПП поступает на вход ИП, преобразуется с помощью преобразователя (АЦП) в дискретный сигнал. Дискретный сигнал с помощью микропроцессорного преобразователя (МП) обрабатывается с целью:

- линеаризации НСХ ЧЭ ПП;
- перестройки диапазонов измерений в пределах диапазона измерений, указанного при заказе;
- настройки ТП под индивидуальную статическую характеристику чувствительного элемента по 2-8 температурным точкам для повышения его точности;
- изменения постоянной времени усреднения показаний (демпфирования);

- самодиагностики составляющих узлов ТП, детектирования обрыва или короткого замыкания ПП.

С выхода МП дискретный сигнал поступает на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), осуществляющий преобразование дискретного сигнала в унифицированный токовый аналоговый сигнал 4-20 мА или 20-4 мА.

В ТП с первичным преобразователем, представляющим собой преобразователь термоэлектрический, дополнительно к описанным выше функциям происходит компенсация изменения температуры холодного спая ПП[16].

2.2 Технические условия

При разработке любого проекта, нужно обратить внимание на технические условия.

Эксплуатационные ограничения

ТС монтируются в любом положении, удобном для обслуживания. ТС с соединительной головкой С1, а также ТС с группой исполнения G1 по ГОСТ Р 52931 монтируются в вертикальном положении, допустимый угол отклонения от вертикали $\pm 10^\circ$.

При монтаже ТС рекомендуется учитывать габаритные и присоединительные размеры. Диаметр изгиба кабеля ТС должен быть не менее четырех диаметров кабеля ЧЭ. Расстояние от торца рабочей поверхности кабеля ЧЭ до начала изгиба кабеля ЧЭ должно быть не менее 70 мм.

Перед монтажом ТС с исполнениями ПП В04-В09 необходимо отсоединить выводы ТС от клеммной колодки, произвести монтаж, а затем подключить выводы ТС к клеммам.

При выборе места установки необходимо учитывать следующее:

- ТС МЕТРАН-2000 нельзя устанавливать во взрывоопасных помещениях;

- ТС МЕТРАН-2000-Ех устанавливаются во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями нормативных документов, регламентирующих применение оборудования во взрывоопасных зонах.

Прежде чем приступить к монтажу ТС, необходимо осмотреть их. При этом необходимо проверить крепящие элементы, а также убедиться в целостности корпусов ТС.

Для ТС исполнения Ех проверить маркировку по взрывозащите.

МЕТРАН - 2700

ТП монтируются в любом положении, удобном для обслуживания.

При монтаже ТП рекомендуется учитывать габаритные и присоединительные размеры.

При выборе места установки необходимо учитывать, что ТП МЕТРАН-2700:

- нельзя устанавливать во взрывоопасных помещениях;
- устанавливаются во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок в соответствии с требованиями документов, регламентирующих применение оборудования во взрывоопасных зонах.

Техническое обслуживание

К техническому обслуживанию (ТО) допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

При эксплуатации ТС необходимо руководствоваться главой 3.4 «Правил технической эксплуатации электроустановки потребителей» (ПТЭЭП), настоящим руководством по эксплуатации, инструкциями на оборудование, в комплекте с которым работают ТС.

К эксплуатации ТС должны допускаться лица, ознакомленные с настоящим руководством по эксплуатации и прошедшие необходимый инструктаж.

Во время эксплуатации ТС в специальном техническом обслуживании не нуждаются, за исключением периодического внешнего осмотра с целью контроля:

- соблюдения условий эксплуатации;
- целостности оболочки ТС и кабеля, отсутствия на них повреждений, наличия стопорного устройства крышки;
- наличия заземления оболочки ТС;
- наличия маркировки взрывозащиты (для ТС исполнения Ex);
- работоспособности ТС.

Периодичность осмотров в зависимости от условий эксплуатации, но не реже одного раза в месяц.

Категорически запрещается эксплуатация ТС с повреждёнными деталями или неисправностями.

2.3 Программирование

Программный аппарат ТЭКОН-19 разделён на две части – одна составляет так называемые «жёсткие» задачи или программы, которые неизменны и выполняются при любой конфигурации прибора, а вторая состоит из «гибких» модулей, необходимость и последовательность выполнения которых определяет пользователь самостоятельно.

Большая номенклатура «гибких» модулей, предоставляемая пользователю в виде библиотеки алгоритмов, включает как сложные задачи, такие как: «вычисление тепловой энергии в открытой ВСТС» и «архивирование параметра», так и множество простых алгебраических, тригонометрических, статистических и логических функций. Каждая «гибкая» задача, реализующая определённый алгоритм, имеет ряд входных и выходных параметров, связывая которое между собой можно построить любой сложный пользовательский алгоритм.

2.3.1 Критерии достоверности

В процессе создания теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности были сформулированы критерии достоверности измеряемых и расчётных физических величин, разработаны алгоритмы обработки информации, на основе которых может быть написана рабочая программа тепловычислителя.

Критерий 0 (законодательный критерий):

Правила [9] устанавливают предельные величины погрешностей приборов учета, которые должны обеспечивать:

- измерение массы (объема) теплоносителя с относительной погрешностью не более 2% в диапазоне расхода воды от 4 до 100%;
- измерение температуры теплоносителя с абсолютной погрешностью, не превышающей значений, определяемых по формуле:

$$\Delta t = \pm (0,6 + 0,004 \times t), \quad (1)$$

где Δt – абсолютная погрешность;

t – температура теплоносителя;

- измерение давления теплоносителя с относительной погрешностью не более 2%;
- измерение тепловой энергии горячей воды с относительной погрешностью не более 5% при разности температур в подающем и обратном трубопроводе от 10 до 20% и не более 4% при разности температур в подающем и обратном трубопроводах более 20%.

Критерий 1 (оценочный критерий):

Разность двух согласованных измерений физической величины не должна превышать удвоенное произведение предельной абсолютной погрешности СИ, установленной критерием 0.

$$|X1 - X2| \leq 2\Delta x, \quad (2)$$

где $X1$ и $X2$ – согласованные физические измерения;

Δx – предельная абсолютная погрешность.

Под согласованными понимаются измерения физической величины, выполненные разными измерительными преобразователями, установленными на одном трубопроводе, в совпадающие интервалы времени. Поскольку в погрешность измерения входят не только основные погрешности средств измерения, но и дополнительные систематические погрешности, связанные с неточностью монтажа ИП, загрязненностью теплоносителя, прочими факторами, а также дополнительной погрешностью, вносимой вычислителем, поэтому базой для оценки выбрана предельная погрешность СИ, устанавливаемая критерием 0.

Критерий 2 (результативный критерий):

По результатам двух согласованных измерений физической величины наиболее достоверной, т.е. наиболее приближенной к истинному значению, является величина равная:

- при измерении ИП с одинаковыми классами точности - среднему от двух измеренных величин;

$$X_{\text{ср}} = (X_1 + X_2) / 2; \quad (3)$$

- при измерении ИП с разными классами точности;

$$X_{\text{ср}} = X_1 + \Delta x_1 / (\Delta x_1 + \Delta x_2) * (X_2 - X_1); \quad (4)$$

где Δx_1 и Δx_2 – абсолютные погрешности ИП, рассчитанные для рабочих условий эксплуатации.

Формула (4) имеет общий вид, так как при $\Delta x_1 = \Delta x_2$ она сворачивается до формулы (3). На рис.5 показаны две функции распределения величины, соответствующие нормальному закону Гаусса и наиболее достоверная величина $X_{\text{ср}}$ для двух ИП одного класса точности и с разными классами точности. Величина $X_{\text{ср}}$ рассчитывается по условию уравнивания вероятностей появления значений X_1 и X_2 . Здесь видно, что при равной вероятности значений для преобразователей одной точности истинная величина $X_{\text{ист}}$ лежит посередине отрезка АВ, что соответствует среднеарифметической величине, а для преобразователей с разными классами точности $X_{\text{ист}}$ делит

отрезок АВ пропорционально дисперсиям распределения, или, что тоже самое, пропорционально отношению $\Delta x1$ и $\Delta x2$.

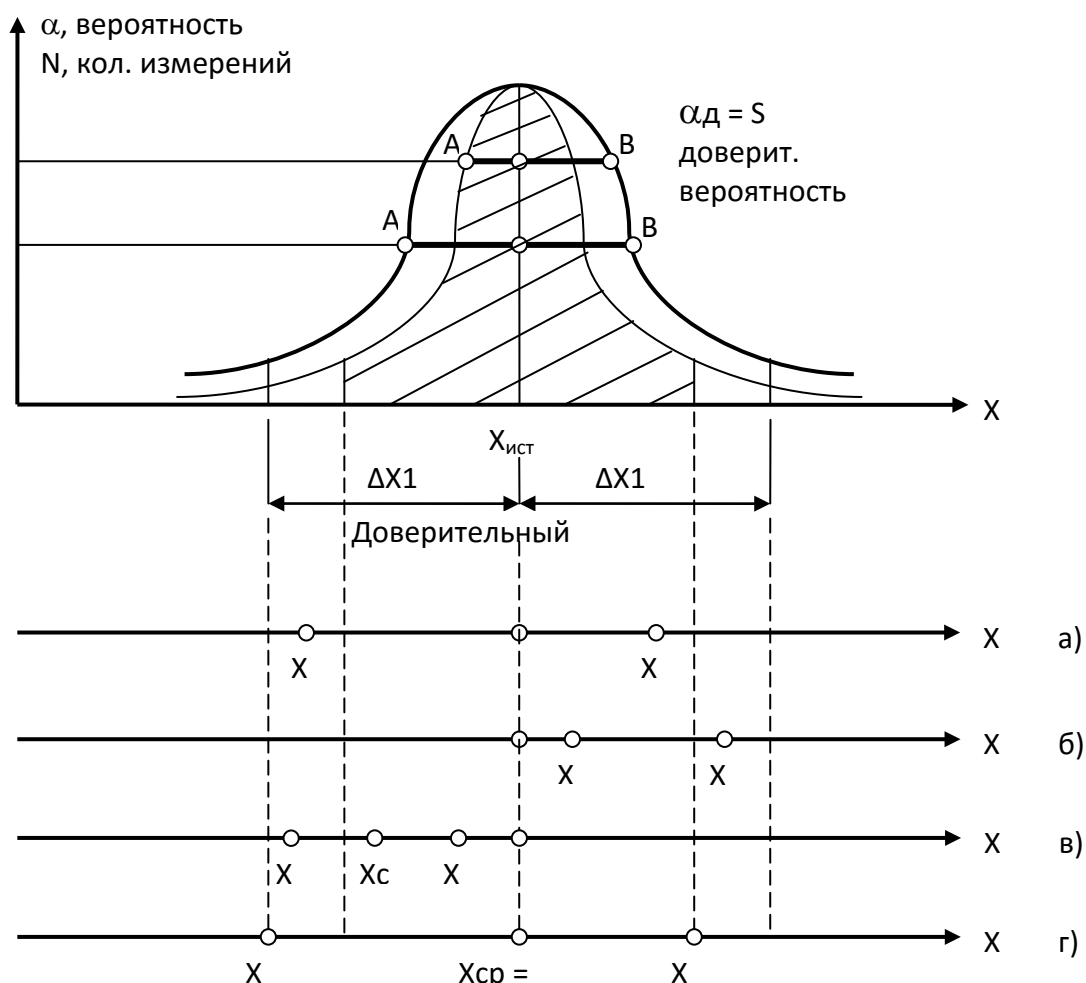


Рисунок 5 – Пояснение к определению критериев достоверности

Критерий №3 (доверительный критерий)

При большом количестве измерений динамично изменяющейся физической величины все измерения считаются достоверными, если отношение количества измерений, неудовлетворяющих первому критерию к количеству измерений, удовлетворяющих этому критерию, выраженное в долях, больше установленной доверительной вероятности.

Средства измерений в процессе эксплуатации могут показывать значения, выходящие за допуски, установленные для своего класса точности. Количество

таких «неточных» измерений при достаточно большом количестве всех измерений определяет характерный параметр, называемый доверительной вероятностью. Доверительная вероятность - это вероятность появления величины в пределах заданного доверительного диапазона. Например, для доверительной вероятности 0,95 это означает, что как минимум 95% всех измерений должны укладываться в пределы допуска по абсолютной погрешности СИ, а 5% измерений могут выходить за эти пределы, в противном случае наступает метрологический отказ и невозможность дальнейшего использования СИ.

2.3.2 Разработка алгоритмов

Наша задача разработать алгоритм обработки сигналов и расчёта параметров температуры подачи, с учётом всех критериев.

Тепловычислитель (ТВ) в каждом цикле измерения имеет два значения температуры, из которых одно рассчитывает самостоятельно на основе измерения собственным ИП, а другое получает по каналу связи от другого ТВ.

Программа:

Сначала производится измерение температур (рисунок 6).

Задача 1: алгоритм «расчет температуры с ТСМ\ТСП» № 0190 определяет одну или несколько температур с помощью термопреобразователей сопротивления, в список задач должен быть соответствующее количество, раз включена задача «Расчёт температуры с ТСМ\ТСП». Основным входным параметром каждой из них должен быть назначен жёсткий параметр 0404-0407 «Изменённое сопротивление ТС канала». Основной выходной параметр – мгновенное значение температуры, является «гибким» (Измерение «своей» температуры (Т_{1п}), рассчитанное на основе собственных измерительных преобразователей ИП).

Задача 2: ТЭЖОН-19 позволяет организовать расчет действительного накопленного расхода среды путем загрузки трёх задач ввода параметров «расход мгновенный», «температура», «давление» по алгоритму «Ввод внешнего параметра сплав запятой» 027В. Использование накопленного

расхода алгоритмически не поддерживается. (Получение температуры (Т2п) по каналу связи от другого ТВ)

Задача 3: алгоритм «переключатель» № 0121 выбирает температуру в зависимости от работоспособности датчиков. При условии обрыва выбираем Т2п.

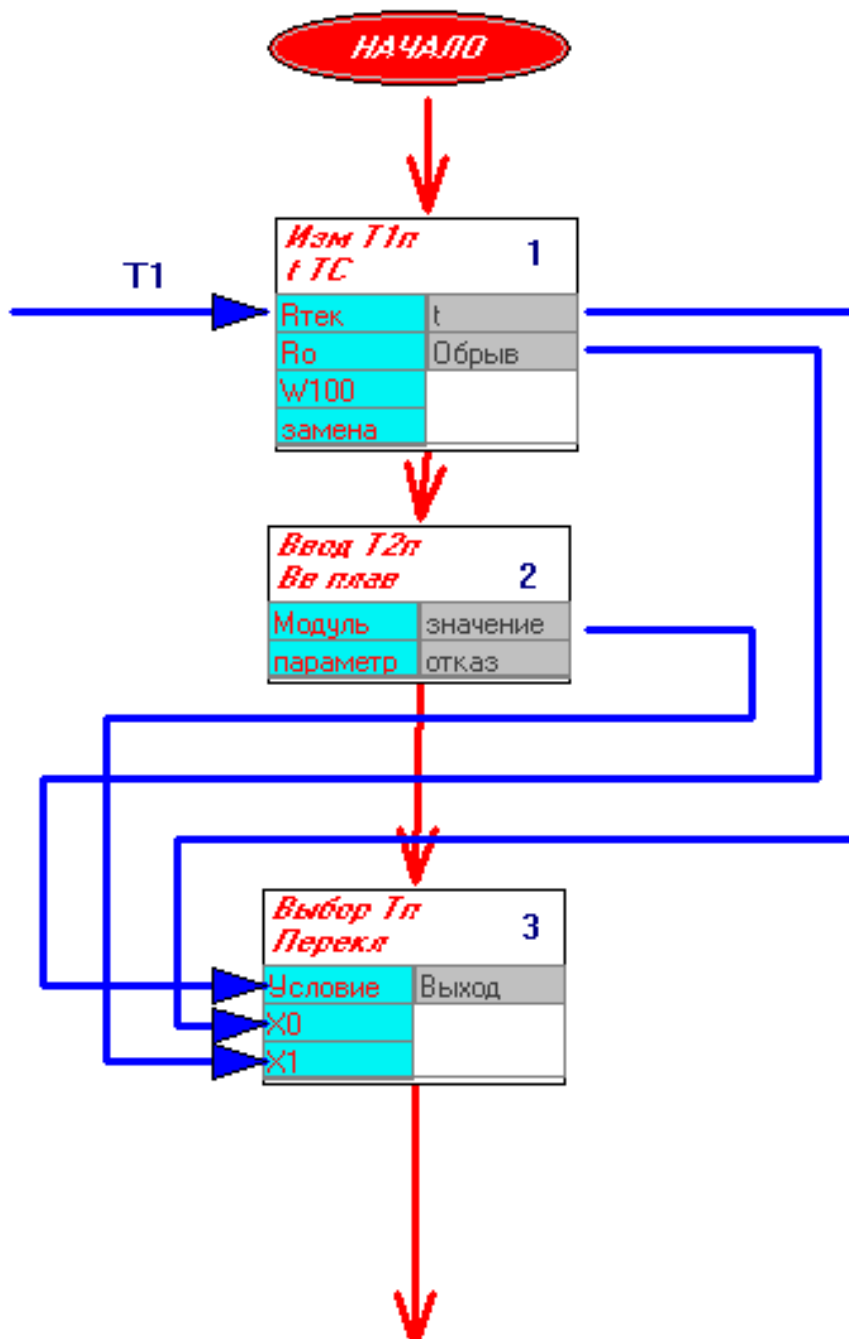


Рисунок 6 – Алгоритм измерения температур, задачи № (1-3)

В задачах 4, 5 и 6 происходит проверка по критерию №2 (рисунок 7).

Задача 4: алгоритм « $X1+X2 \rightarrow Y$ » № 0030 выполняет арифметические операции над параметрами и константами с плавающей запятой (сложение двух Тп: Т1п и Т2п.).

Задача 5: алгоритм «Логическое ИЛИ (на 4 входа, без инверсионного выхода)» № 0199 выполняет логические операции над битовыми параметрами (обрыв с Т1п или отказ с Т2п, или выключение по критерию №3 (см. задачу 21).

Задача 6: алгоритм « $X/K \rightarrow Y$ » № 0037 так же выполняет логические операции: вычисление средней температуры. Сумма двух Тп делится на К, где коэффициент равен 2.

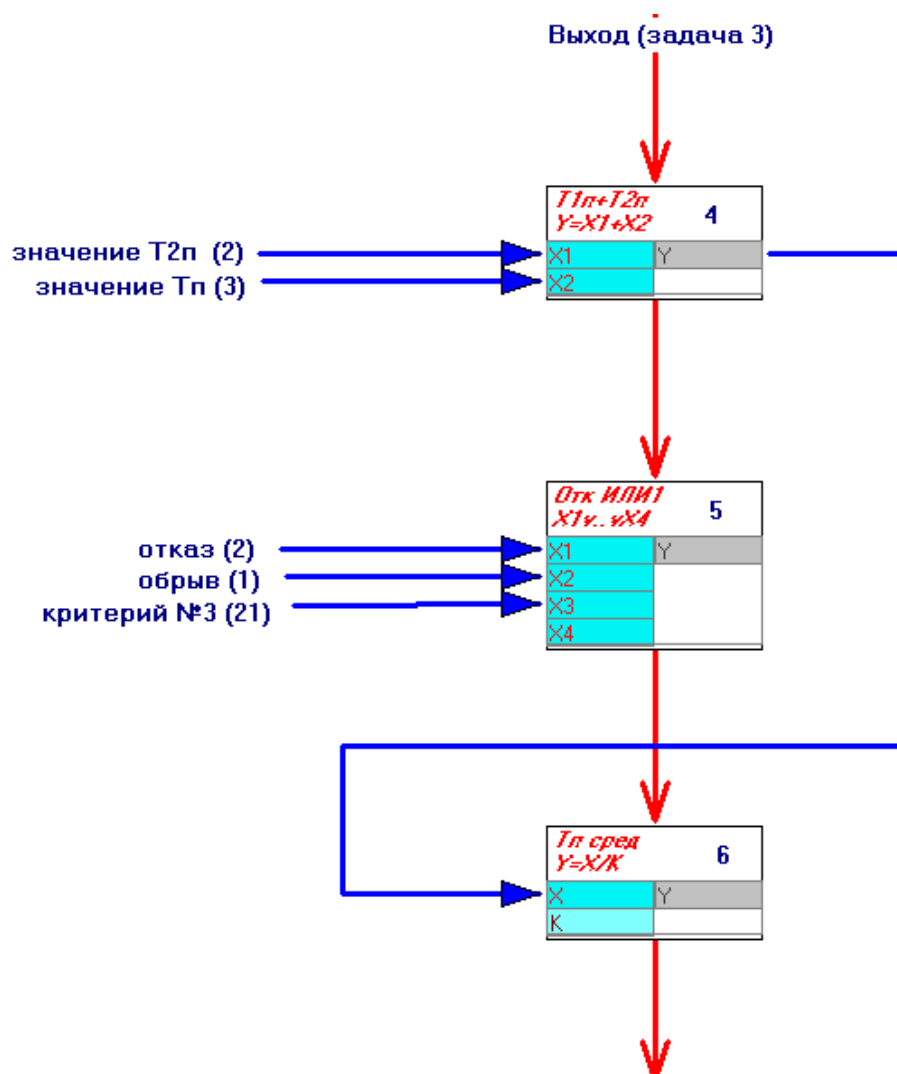


Рисунок 7 – Алгоритм вычисления среднего значения температуры, задачи № (4-6)

В задачах № (7-11) производится архивирование значений температуры (рисунок 8).

Задача 7: алгоритм «переключатель» определяет расчётное значение температуры ($T_{расч}$), которое в дальнейшем используется для вычисления плотности и энтальпии теплоносителя.

Задача 8: алгоритм «усреднение параметра на отрезках времени» № 0224 вычисляет среднее значение на расчетном интервале длительностью от 1 до 30 минут, за час, сутки или месяц. Ее входным параметром должно являться мгновенное значение параметра X на цикле. Принцип работы – накопление суммы мгновенных значений (SX) на заданном отрезке времени, подсчет числа циклов N на этом отрезке и деление суммы замеров на число циклов. Значения SX и N являются внутренними параметрами алгоритма, поэтому откорректировать текущее среднее значение параметра невозможно. По окончании отрезка времени среднее значение переписывается как «среднее за предыдущий отрезок». Диапазон нормальной работы алгоритма по средним значениям выходных параметров – от сотых долей единицы (при меньших значениях значительно снижается точность) до нескольких десятков тысяч единиц (при больших значениях алгоритм неработоспособен за счет особенностей суммирования).

Задача 9: алгоритм «архив часов (на 32 календарных суток) в часовом архиве» № 0228 архивирует параметры по часам с глубиной хранения 32 дня от текущей даты. В каждой имеется всего один входной и один выходной параметр. Входной параметр определяет, что именно архивируется. Для архива расхода потребленной воды берется параметр «общий накопленный расход в тоннах» из задачи расчета тепловой энергии, и архив будет содержать его «мгновенные снимки» в конце каждого часа.

Выходному параметру архива присваивается очередной гибкий номер. Этот параметр является индексным, т.е. при каждом запросе со стороны ЭВМ отражает состояние только одного из 768 (32дня x 24 часа) элементов массива.

Значение индекса вычисляет ЭВМ, исходя из текущего и запрашиваемого моментов времени и даты.

Задача 10: алгоритм «Архив суток (на 1 год)» № 0226 архивирует параметры по суткам. Работает по аналогии алгоритма № 0228. Этот параметр также является индексным, и при каждом запросе со стороны электронно-вычислительной машины (ЭВМ) отражает состояние только одного из 366 (по числу дней хранения) элементов массива. Значение индекса задает ЭВМ, исходя из даты запроса.

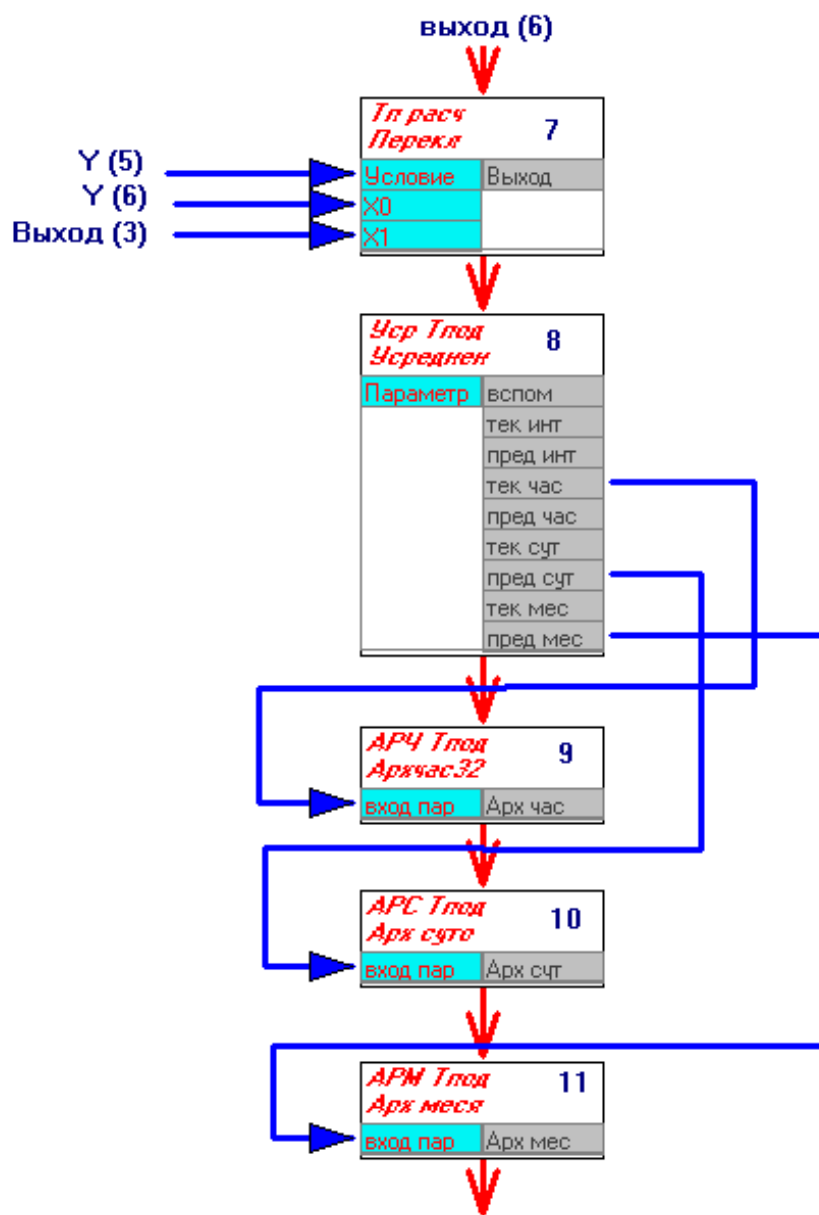


Рисунок 8 – Алгоритм архивирования значений температур, задачи № (7-11)

Задача 11: алгоритм «архив месяцев (на 12 месяцев)» № 0225 архивирует параметры по месяцам. Работает по аналогии № 0228.

Выходному параметру архива присваивается очередной гибкий номер. Этот параметр является индексным, и при каждом запросе со стороны ЭВМ отражает состояние только одного из 12 (по числу месяцев хранения) элементов массива. Значение индекса задает ЭВ.

В задачах № 12 и 14 производится по расчётной температуре вычисление доверительного интервала (рисунок 9).

Задача 13: алгоритм «сравнение параметров X1 и X2» № 0089 сравнивает параметры температуры (T1п и T2п). Пояснение к определению доверительного интервала можно посмотреть на рисунке 5.

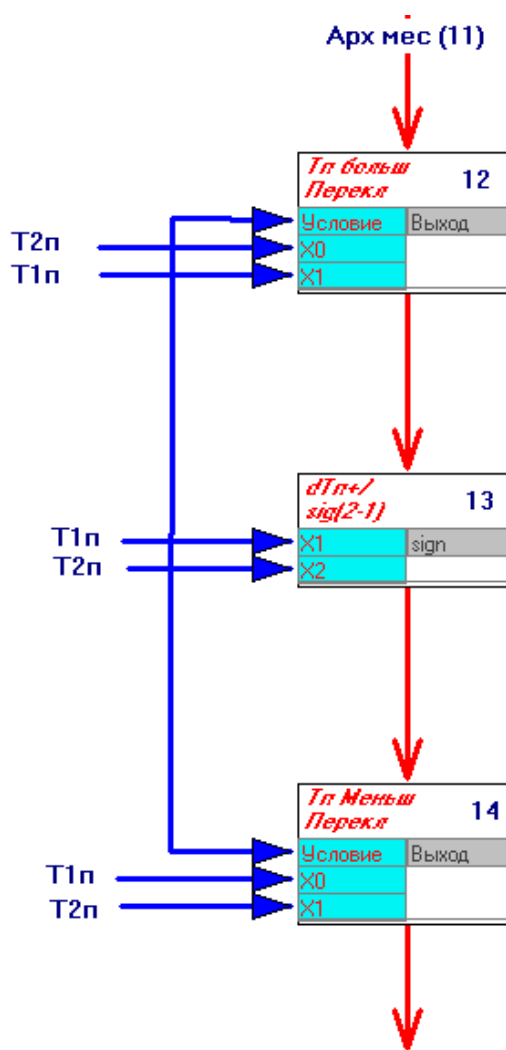


Рисунок 9 – Алгоритм вычисления доверительного интервала, задачи № (12-14)

В задачах № 15-18 происходит проверка по критерию №1 (рисунок 10)

В задачах № 15 и 16 алгоритмы № 0035 и №0031 высчитывают удвоенное произведение предельной абсолютной погрешности СИ, установленной критерием 0.

В задаче № 17 алгоритм «X1-X2->Y» № 0032 вычисляет модуль двух согласованных измерений физической величины.

В задаче № 18 алгоритм «Сравнение параметров X1 и X2» № 0089 определяет условие критерия 1.

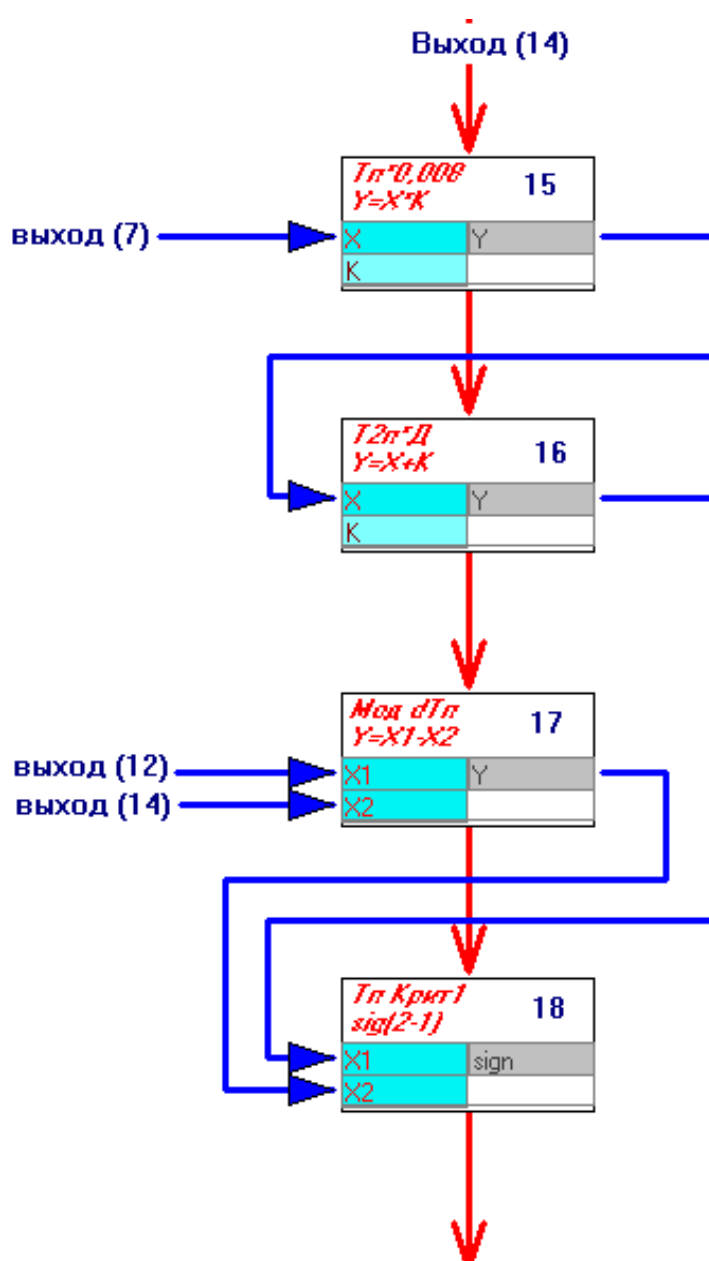


Рисунок 10 – Алгоритм проверки по критерию №1, задачи № (15-18)

В задачах № 19-22 производится формирование значения критерия 3 (рисунок 11), выполняется архивирование значения критерия 3 в суточном архиве, проводится проверка по критерию 3 на основе заданной доверительной вероятности и формирование сигнала блокировки в случае недоверности по критерию.

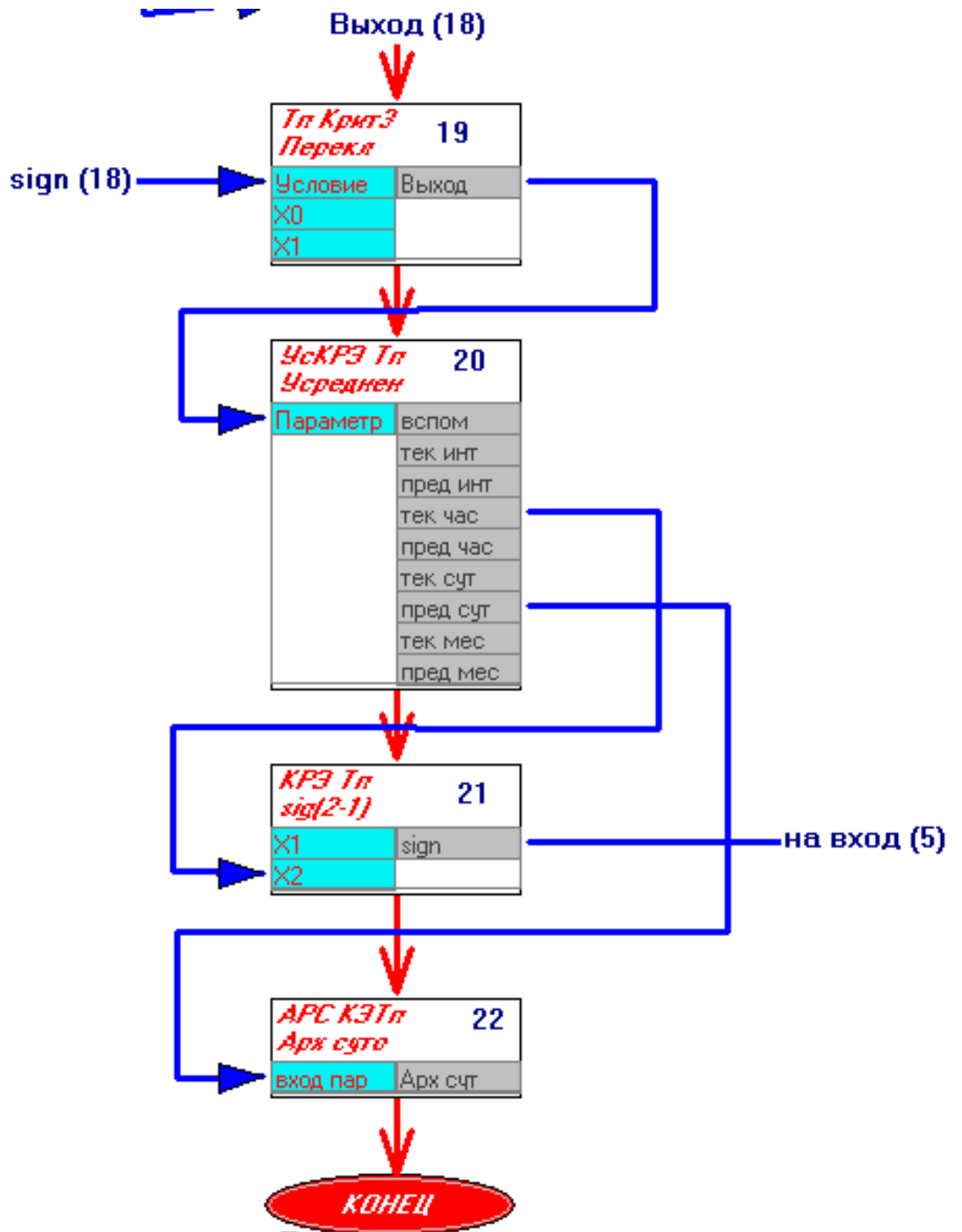


Рисунок 11 – Алгоритм проверки по критерию № 3, задачи № (19-22)

В качестве расчётного значения температуры принимается:

- в штатном режиме работы – температура $T_{\text{ср}}$, рассчитанная по критерию 2, если выполняется критерий 3, в противном случае в расчёт принимается температура «своего» ТВ;
- в режиме «ремонт или проверка», если свой ИП снят – температура, полученная от другого ТВ;
- в режиме «ремонт или проверка», если чужой ИП снят – температура, измеренная «своим» ТВ.

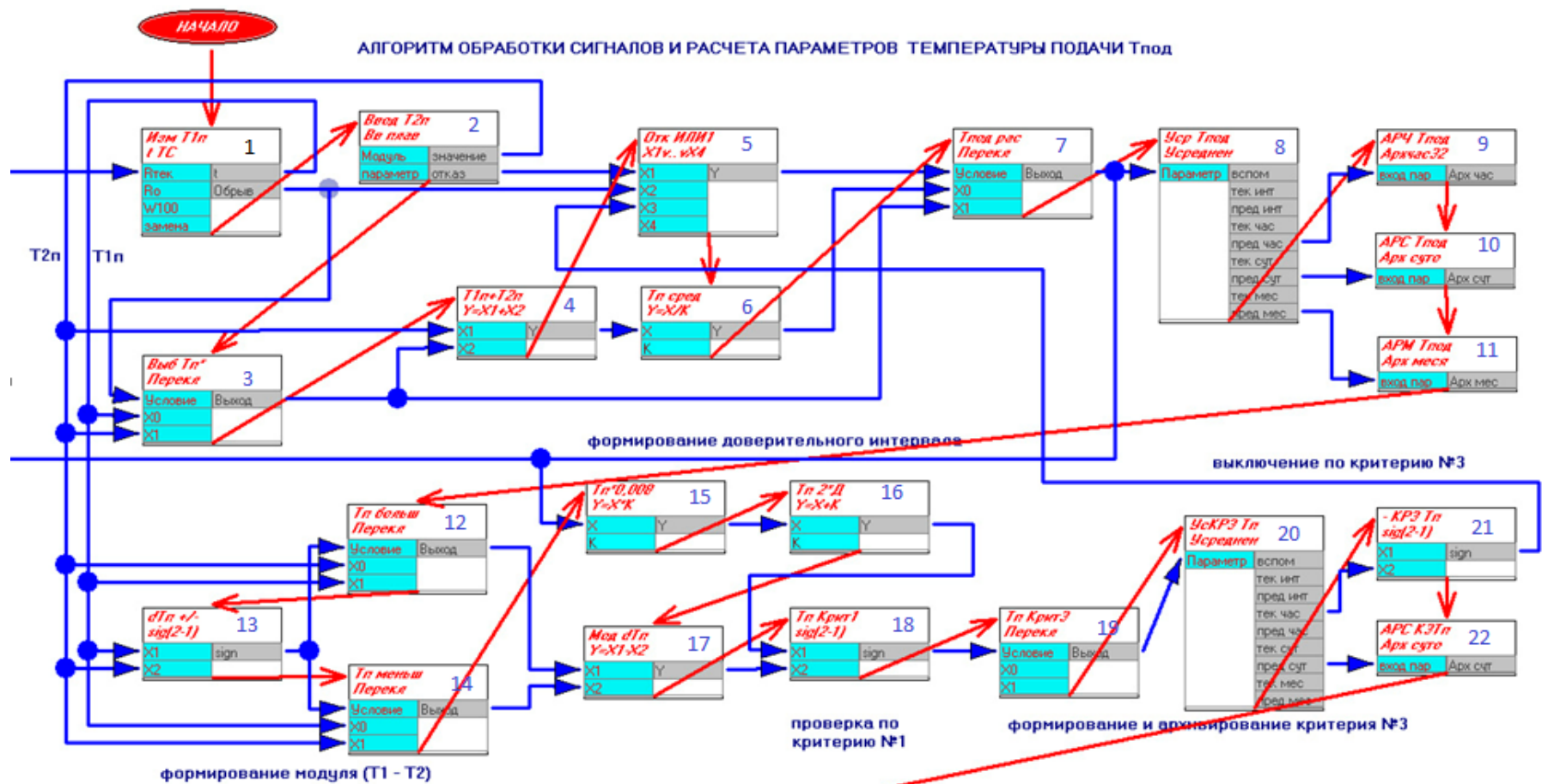


Рисунок 12 – Алгоритм работы теплосчётчика при измерении температур теплоносителя

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Установка узла учёта тепловой энергии существенно снижает расходы по оплате счетов за потребление энергоресурсов. Те потребители тепловой энергии, которые не пользуются узлом учёта, платят за неё по усреднённым нормативам. Установка узла учёта фиксирует реальное потребление тепла. Это поможет сократить расходы на 30-40% и позволит осуществить контроль за исполнением поставщиком тепла условий договора на теплоснабжение. Ведь большинство теплоснабжающих организаций не выдерживают температурный график по договору и занижают температуру теплоносителя в падающем трубопроводе, пытаясь сэкономить.

Но счётчик (далее ТС 1) не экономит, а лишь фиксирует фактическое потребление. Экономия осуществится при условии внедрения энергосберегающих ресурсов. Поэтому стоит рассмотреть установки теплосчётчика с контролем достоверности (далее ТС2).

3.1 Сметный расчет теплосчетчика

Рассчитаем финансовые затраты на основное оборудование, а именно на тепловычислитель и на датчики (таблица 7)

Таблица 7- Финансовые затраты на оборудование ТС1

Оборудование	Ед.	Кол-во	Стоимость, р.	
			За ед.	Всего
Тепловычислитель ТЭКОН 19	шт	1	15400	15400
Расходомер МЕТРАН 30Пр-50	шт	1	18300	18300
Датчик температуры МЕТРАН 2700	шт	1	14100	14100
Датчик давления МЕТРАН 55 ДИ	шт	1	9800	9800
Всего:				57600

За электромонтажные, пусконаладочные и проектные работы тоже придется заплатить. Рассчитаем, какую денежную сумму придется заплатить за заготовительные работы (таблица 8).

Таблица 8- Заготовительные расходы ТС1

Заготовительные расходы	Выплата за выполненную работу, р.
Работы по монтажу оборудования	5500
Электромонтажные работы	4000
Пусконаладочные работы	8200
Проектные работы	12000
Всего:	29700

Узел учета – это не только основные приборы, это все материалы, которые понадобятся для установки этих приборов, рассчитаем их стоимость (рисунок 9).

Таблица 9 - Расходы на материалы ТС1

Материалы	Ед.	Кол-во	Стоимость, р.	
			За ед.	Всего
Комплект гильз для термометров	коп.	4	250	1000
Кран шаровой Ду50	шт	3	3220	9660
Переход конусный 108/57	шт	4	325	1300
Труба стальная Ду50	шт	2	235	470
Фланец стальной Р-1,6-Ду50	шт	8	280	2240
Кабель МКЭШ 14х0,5	м	30	44	1320
Кабель МКЭШ 5х0,35	м	30	27	810
Перфолента	м	10	64	640
			17440	

Теперь подсчитаем все расходы: за оборудование, материалы и заготовительные работы (таблица 10).

Таблица 10 - Общие расходы ТС1

Расходы	Выплата за выполненную работу, р.
Оборудование	57600
Заготовительные работы	29700

Продолжение таблицы 10

Материалы	17440
Всего:	92120

3.2 Сметный расчет теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности

В счетчике непрерывного функционирования с контролем достоверности два комплекта всего оборудования, следовательно, и стоимость такого узла учёта тепловой энергии возрастёт. Рассчитываем аналогично ТС1.

Таблица 11- Финансовые затраты на оборудование ТС2

Оборудование	Ед.	Кол-во	Стоимость, р.	
			За ед.	Всего
Тепловычислитель ТЭКОН 19	шт	2	15400	30800
Расходомер МЕТРАН 30Пр-50	шт	2	18300	36600
Датчик температуры МЕТРАН 2700	шт	2	14100	28200
Датчик давления МЕТРАН 55 ДИ	шт	2	9800	19600
Всего:			115200	

Таблица 12- Заготовительные расходы ТС2

Заготовительные расходы	Выплата за выполненную работу, р.
Работы по монтажу оборудования	5800
Электромонтажные работы	4500
Пусконаладочные работы	9000
Проектные работы	15000
Всего:	34300

Таблица 13 - Расходы на материалы ТС2

Материалы	Ед.	Кол-во	Стоимость, р.	
			За ед.	Всего
Комплект гильз для термометров	коп.	8	250	2000
Кран шаровой Ду50	шт	6	3220	19320
Переход конусный 108/57	шт	4	325	1300
Труба стальная Ду50	шт	2	235	470
Фланец стальной Р-1,6-Ду50	шт	16	280	4480
Кабель МКЭШ 14х0,5	м	30	44	1320
Кабель МКЭШ 5х0,35	м	30	27	810

Продолжение таблицы 13

Перфолента	м	10	64	640
Всего:				30340

Таблица 14 - Общие расходы ТС2

Расходы	Выплата за выполненную работу, р.
Оборудование	115200
Заготовительны работы	34300
Материалы	30340
Всего:	179840

3.3 Обзор экономической выгоды

Как видно, что затраты на ТС2 почти в два раза больше. Выгодно ли устанавливать такой дорогостоящий счетчик тепловой энергии? Да! Рассмотрим плюсы такого дорогостоящего счетчика тепла:

- благодаря алгоритмам, которые разработались в этой выпускной квалификационной работе, мы точно будем знать температуру теплоносителя в падающем трубопроводе, и точно знать, на экономят ли на нашем тепле теплоснабжающие организации;

- в узле учёта тепла много разных приборов, а как известно у приборов есть свойство ломаться. А когда ломается счётчик, потребители платят уже по усреднённым нормам, а как сообщалось выше – это на 30-40% дороже, что, естественно, совсем не выгодно потребителю;

Стоит понимать, что неисправность в работе теплосчетчика происходит не по окончании межповерочного срока какого-либо прибора, а в процессе эксплуатации, оперативно выявить которую часто бывает очень сложно. Существенные издержки потребителей в процессе эксплуатации узла учета возникают в периоды периодических проверок приборов и выхода из строя по причинам, установленным в п.9.10 «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя» [9]. Причем основную часть этих издержек составляют финансовые потери от разницы между расчетным (договорным) и реальным

количеством потребленной тепловой энергии. Так потребитель с тепловой мощностью систем теплоснабжения 1Гкал/ч при указанной разнице всего в 10%, может понести потери в сумме, соизмеримой с затратами на установку узла учета.

Время проведения проверок приборов теплосчетчика составляет от двух недель до двух месяцев и будет, скорее всего, увеличиваться по мере увеличения парка поверяемых приборов. Время простоев узла по причине ремонтов может быть еще более продолжительным.

На сколько же велика экономическая выгода, рассмотрим на примере коммунальных платежей многоквартирного дома.

Пример

Мария Иванова живет в многоквартирном доме общей площадью 6000 кв. м., ее квартира составляет 60 кв. м. (всего 10 квартир одинаковой площадью). Рассчитаем, сколько Мария Иванова платит в месяц, при условии, что общедомовой прибор учета (ОДПУ) работает исправно.

ОДПУ показал, что в день потребляется 2,94 Гкал в день. Потребляемая энергия за месяц, получится;

$$2,94 \times 31 = 92,29 \text{ Гкал.}$$

Добавим потери тепла от границы раздела до приборов учета:

$$92,29 + 1,15 = 93,79 \text{ Гкал.}$$

Поставщик тепловой энергии дома, в котором живет Мария Ивановна, утвердил тариф 1 Гкал 2000 рублей с НДС (у всех теплоснабжающих компаний стоимость тепла разная).

Рассчитаем сумму, которую управляющая компания будет должна заплатить поставщику тепловой энергии за энергию, потребленную домом:

$$93,79 \times 2000 = 187580 \text{ р.}$$

Полученную сумму разделим на общую площадь дома и умножим на площадь квартиры и коэффициент 1,12. Коэффициент 1,12 – это усредненный коэффициент, учитывающий площадь общественных мест – коридоры, лестницы и т.д.

$187580 / 6000 \times 60 \times 1,12 = 2100$ р. (примерно) – Это оплата за квартиру Марии Ивановны.

Теперь предположим, что ОДПУ вышло из строя и ресурсоснабжающая организация начисляет отопление по нормативу потребляемой энергии [6].

Расчет оплаты по нормативу осуществляется произведением норматива потребления, общую площадь квартиры и тарифа. Норматив потребления тепла утверждается раз в год, исходя из многих параметров – средняя температура за отопительный сезон, цены на энергоносители и другие. Например, для нашей квартиры норматив потребления тепла 0,033 Гкал, получим:

$$0,033 \times 60 \times 2000 = 3960 \text{ р.}$$

Допустим, что простой узла, по причине ремонта 3 месяца, тогда оплата по нормативу за это время была бы $3960 \times 3 = 11880$, а при условии рабочего ОДПУ:

$$2100 \times 3 = 6300 \text{ р}$$

$$\text{Потеря денежных средств составляет } 11880 - 6300 = 5580 \text{ р.}$$

ОДПУ устанавливается за счет жильцов дома, если ставить теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности, с жителей каждой квартиры предъявили счет в размере $17984 / 10 = 17984$ р.

Как часто будет ломаться обычный теплосчетчик, сказать, конечно, невозможно, (еще будет проведение проверок приборов), но по рассмотренному случаю можно сказать, что теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности, полностью окупает свою дороговизну.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРИБОРОВ

4.1 Меры безопасности

При использовании каких-либо приборов, необходимо знать - как с ним обращаться, чтобы не допустить опасных ситуаций.

Обязательно нужно ознакомиться с мерами безопасности, чтобы не подвергать опасности себя и окружающих людей.

ТЭКОН-19

- соответствует требованиям безопасности по ГОСТ Р 51649;
- обеспечивает защиту человека от поражения электрическим током по классу 0 ГОСТ 12.2.007.0.

К работе с прибором ТЭКОН-19 должны допускаться лица, имеющие образование не ниже среднего технического, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с установками напряжением до 1000 В, ознакомленные с настоящим руководством по эксплуатации.

Транспортирование упакованного ТЭКОН-19 должно производиться в крытых транспортных средствах всеми видами транспорта, авиатранспортом только в герметизированных и отапливаемых отсеках в соответствии с ГОСТ 12997.

МЕТРАН-2000

При монтаже, техническом обслуживании и демонтаже ТС необходимо соблюдать меры предосторожности от ожогов и других видов поражения в соответствии с правилами техники безопасности, установленными на объекте.

Замену, отсоединение, присоединение ТС к трубопроводу объекта производить при полном отсутствии избыточного давления, при остановленном технологическом оборудовании.

При работе с ТС взрывозащищенного исполнения:

- не снимать крышку соединительной головки ТС во взрывоопасной зоне при включенном ТС;
- проверить установку крышки соединительной головки, кабельного ввода.

Все работы по установке ТС должны выполняться опытными специалистами, имеющими соответствующую квалификацию и допуск.

Проверка работоспособности ТС:

- подключить соединительный кабель к измерительному вторичному прибору. Вторичный прибор должен обеспечить номинальный измерительный ток через чувствительный элемент ТС;
- отсчитать по шкале вторичного прибора измеренное значение температуры на объекте и сравнить с допустимым значением.

ТС подлежит государственной поверке или поверке другими уполномоченными органами, организациями, имеющими право поверки. Интервал между поверками – 5 лет. Поверка ТС проводится по методике поверки МИ 4211-017-2013.

МЕТРАН– 2700

При монтаже, техническом обслуживании и демонтаже ТП необходимо соблюдать меры предосторожности от ожогов и других видов поражения в соответствии с правилами техники безопасности, установленными на объекте.

Замену, отсоединение, присоединение ТП к трубопроводу объекта производить при полном отсутствии избыточного давления, при остановленном технологическом оборудовании. При работе с ТП взрывозащищенного исполнения:

- не снимать крышку соединительной головки ТП во взрывоопасной зоне при подаче питающего напряжения;
- проверить установку крышки соединительной головки, кабельного ввода.

Все работы по установке ТП должны выполняться опытными специалистами, имеющими соответствующую квалификацию и допуск.

При наличии электромагнитных полей использовать экранированный кабель. Экран должен быть заземлен в одной точке (около минуса источника питания).

ТП подлежит государственной поверке или поверке другими уполномоченными органами, организациями, имеющими право поверки.

Межповерочный интервал:

- для ТП с НСХ типа К, S, В 1 год;
- для ТП с НСХ типа N, 100П, Pt100, 50М, 100М 2 года.

Поверка ТП осуществляется в соответствии с методикой поверки МИ 4211-018 «Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом Метран-2700». Процедура устранения неисправностей ТП приведена в таблице 7.

4.2 Транспортирование, хранение и утилизация

ТЭКОН-19

Транспортирование упакованного ТЭКОН-19 должно производиться в крытых транспортных средствах всеми видами транспорта, авиатранспортом только в герметизированных и отапливаемых отсеках в соответствии с ГОСТ 12997.

Хранение ТЭКОН-19 должно производиться в соответствии с условиями хранения ОЖ4 по ГОСТ 15150. ТЭКОН-19 упакован в коробку из гофрокартона. Перед укладкой в коробку ТЭКОН-19 упакован в мешок из полиэтиленовой пленки, который должен быть заварен. В упаковочную коробку вместе с прибором помещены принадлежности и эксплуатационная документация, уложенные в полиэтиленовый мешок.

В упаковочной коробке после укладки ТЭКОН-19 произведено уплотнение вспомогательными материалами.

Преобразователь расчетно-измерительный ТЭКОН-19 не содержит драгоценных металлов и материалов, представляющих опасность для жизни.

Утилизация ТЭКОН-19 производится отдельно по группам материалов: пластмассовые элементы, металлические крепежные элементы.

МЕТРАН – 2000

ТС в упаковке транспортируются всеми видами транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отопливаемых герметизированных отсеках, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта. Допускается транспортирование ТС в контейнерах.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования, ТС не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков. Способ укладки ТС на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

Ящики с ТС должны транспортироваться и храниться в определенном положении, в соответствии с обозначенными манипуляционными знаками.

При транспортировании ТС железнодорожным транспортом вид отправки – мелкий, повагонный, малотоннажный.

Условия транспортирования должны соответствовать условиям хранения 5 или 3 (для морских перевозок в трюмах) по ГОСТ 15150. Срок пребывания ТС в соответствующих условиях транспортирования не более трех месяцев.

ТС могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабелях до пяти ящиков по высоте, так и без упаковки на стеллажах.

Условия хранения ТС в транспортной таре 3 по ГОСТ 15150. Условия хранения ТС без упаковки должны соответствовать условиям 1 по ГОСТ 15150.

Воздух помещения, в котором хранятся ТС, не должен содержать коррозионно-активных веществ.

Утилизация ТС производится по инструкции эксплуатирующей организации.

МЕТРАН – 2700

Термопреобразователи в упаковке транспортируются всеми видами закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отопливаемых герметизированных отсеках, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

Допускается транспортирование термопреобразователей в контейнерах.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

Способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать их перемещение. Ящики с ТП должны транспортироваться и храниться в определенном положении, в соответствии с обозначенными манипуляционными знаками.

При транспортировании термопреобразователей железнодорожным транспортом вид отправки – мелкий, повагонный, малотоннажный.

Срок пребывания термопреобразователей в соответствующих условиях транспортирования – не более трех месяцев. Условия транспортирования должны соответствовать условиям хранения 5 или 3 (для морских перевозок в трюмах) по ГОСТ 15150.

Термопреобразователи могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабеля до пяти ящиков по высоте, так и без упаковки на стеллажах. Условия хранения термопреобразователей в транспортной таре – 3 по ГОСТ 15150.

Условия хранения термопреобразователей без упаковки должны соответствовать условиям по ГОСТ 15150.

Воздух помещения, в котором хранятся термопреобразователи, не должен содержать коррозионно-активных веществ.

Утилизация драгоценных металлов производится в соответствии с инструкцией № 68 Министерства финансов РФ "О порядке учета и хранения драгоценных металлов, драгоценных камней, продукции из них и ведения отчетности при их производстве, использовании и обращении", утвержденной 29.08.2001.

Утилизация драгоценных металлов ТП, эксплуатирующихся в других странах, производится в порядке, установленном национальными нормативными документами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выпускной квалификационной работы был разработан эскизный проект непрерывного действия части алгоритмов измерения температур теплоносителя.

В ходе разработки выпускной квалификационной работы были:

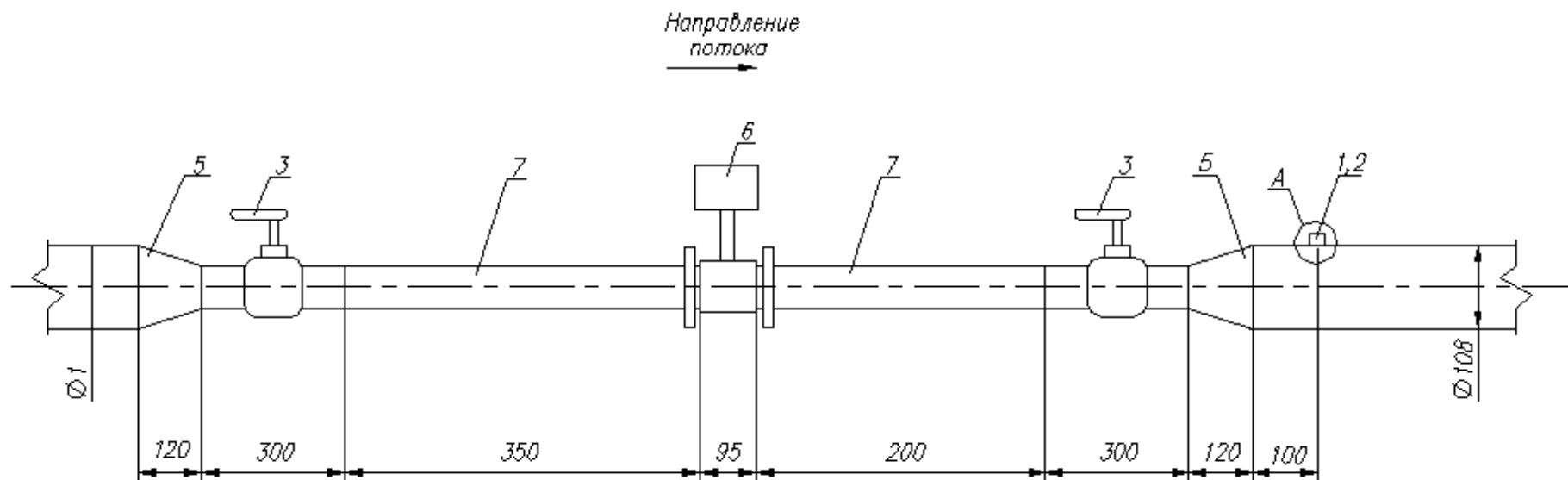
- сформулированы технические условия на разработку теплосчетчика;
- выбраны приборы и оборудования для измерения температуры – микропроцессорный преобразователь температуры с унифицированным входным сигналом метран-2700 и термопреобразователь сопротивления метран-2000;
- разработаны алгоритмы обработки измерительных сигналов температур;
- произведен сметный расчет затрат на теплосчетчик непрерывного функционирования с контролем достоверности;
- произведен расчет экономической выгоды теплосчетчика непрерывного функционирования с контролем достоверности;
- произведен анализ мер безопасности при работе с приборами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Астраханцева И. А. Учет и анализ: учебное пособие. – М.: Высшее образование, 2011. – 344с.
2. Атаманенко С. А. Управляющая организация в сфере ЖКХ. – М.: Феникс, 2012 – 267 с.
3. Боровков В. М., Калютик А. А., Сернеев В. В. Теплотехническое оборудование. – М.: Академия, 2013 – 192с.
4. Гассуль В. А. Управление многоквартирным домом в системе ЖКХ. –СПб.: Питер, 2015 – 256 с.
5. ГОСТ Р ЕН 1434-1-2006 «Теплосчетчики». – М., 2006
6. Единый расчетный центр [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.erc.ur.ru>
7. Магадеев В.Ш. Источники и системы теплоснабжения. – М.: Энергия, 2013 – 272с.
8. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2011 – 148с.
9. О коммерческом учёте тепловой энергии, теплоносителя [Правила коммерческого учёта энергии, теплоносителя]– постановление Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. № 1034. – М.: Собрание законодательства. – 2013 – 24с.
10. По теплу [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.1poteply.ru>
11. Преобразователь расчётно-измерительный ТЭКОН-19. Руководство по эксплуатации. – Екб.: ИВП КРЕЙТ, 2013– 69с.
12. Сибикин М. Ю., Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения. – М.: Форум, 2015 – 352с.
13. Соколов Б. А. Основы теплотехники.–М.: Академия, 2013 – 128с.
14. Теплопункт [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.teplopunkt.ru>
15. Теплоэнергетические установки. Сборник нормативных документов. Коллектив авторов. – Нск. Астра, 2013– 2194с.

16. Термопреобразователи с унифицированным сигналом МЕТРАН-2700. Руководство по эксплуатации СПГК.5242.000.00 РЭ. – Екб.: , 2013– 72с.
17. Термопреобразователи сопротивления Метран-2000. Руководство по эксплуатации. Т10.00.60 РЭ. – Екб.: , 2013– 55с.
18. Теплотехника. Автоматизация теплосбережения.[электронный ресурс]. – режим доступа: <http://teploteh.spb.ru>
19. Копко В. М. Теплоснабжение. – М.: АСВ, 2012 – 336с.
20. Шорников Е.А. Расходомеры и счётчики газа, узлы учёта. – М.: Политехника, 2013– 165 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А



1. Бобышка приварная под зильзу $L=40\text{мм}$
2. Гильза термометра $M20 \times 1,5$ $L=80\text{мм}$
3. Переход конусный $K76/57$
4. Кран поворотный запорный $D=100$
5. Труба водовозопродная $D=50$, ГОСТ 3262-80
6. Отбор давления прямой в сборе
7. Расходомер Метран 300ПР-50
8. Манометр МПЗ-1,0МПа

Рисунок А.1 – Монтажная схема измерительного участка подающего трубопровода отопления

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Выдержки из Законодательства Российской Федерации «Правила коммерческого учёта энергии, теплоносителя. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. № 1034»

Существующие КУУТЭ, установка средств дистанционного контроля

По новым правилам теплоснабжающая организация не может обязать абонента реконструировать существующий КУУТЭ, который имеет в своем составе исправные и поверенные приборы, а также навязать установку средств дистанционного опроса, которые не предусмотрены проектом.

Пункт 6: «Узлы учета, введенные в эксплуатацию до вступления в силу настоящих Правил, могут быть использованы для коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя до истечения срока службы основных приборов учета (расходомер, тепловычислитель), входящих в состав узлов учета».

Пункт 7: «По истечении 3 лет со дня вступления в силу настоящих Правил теплосчетчики, не отвечающие требованиям настоящих Правил, не могут использоваться для установки, как в новых, так и существующих узлах учета».

Пункт 9: «Теплоснабжающая организация, теплосетевая организация и потребитель имеют право установки на узле учета дополнительных приборов для контроля режима подачи и потребления тепловой энергии, теплоносителя, в том числе для дистанционного снятия показаний с тепловычислителя, не препятствующих при этом осуществлению коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя и не влияющих на точность и качество измерений».

Пункт 10: «В случае установки на узле учета оборудования дистанционного снятия показаний доступ к указанной системе вправе получить теплоснабжающая (теплосетевая) организация и потребитель порядке и на условиях, которые определяются договором».

Выдача технических условий и согласований проекта

Новые правила не позволяют затягивать процесс выдачи техусловий, потребитель тепла получает некоторую независимость от теплоснабжающей организации.

Пункт 41: «Теплоснабжающая организация обязана выдать технические условия на установку прибора учета в течение 15 рабочих дней со дня получения запроса потребителя».

Пункт 42: «В случае если в указанный срок теплоснабжающая организация не выдаст технические условия или выдаст технические условия, не содержащие сведений, установленных настоящими Правилами, потребитель вправе самостоятельно разработать проект узла учета и осуществить установку прибора учета в соответствии с настоящими Правилами, о чем он обязан уведомить теплоснабжающую организацию».

Пункт 50: «Потребитель направляет на согласование в теплоснабжающую (теплосетевую) организацию копию проекта узла учета. В случае несоответствия проекта узла учета положениям пункта 44 настоящих Правил теплоснабжающая (теплосетевая) организация обязана в течение 5 рабочих дней со дня получения копии проекта узла учета, направить потребителю уведомление о представлении недостающих документов (сведений).

В этом случае срок поступления проекта узла учета на согласование определяется с даты представления доработанного проекта».

Пункт 51: «Теплоснабжающая (теплосетевая) организация не вправе отказать от согласования проекта узла учета в случае его соответствия пункту 44 настоящих Правил. В случае непредставления сведений о согласовании или замечаний к проекту узла учета в течение 15 рабочих дней со дня получения копии проекта узла учета, проект считается согласованным».

Ввод КУУТЭ в эксплуатацию

Теперь прописана процедура создания комиссии по приемке КУУТЭ, также введено понятие «паспорт узла учета», установлено время предоставления необходимых документов и время на их рассмотрение.

Пункт 53:Для ввода в эксплуатацию узла учета, установленного на источнике тепловой энергии, владельцем источника тепловой энергии назначается комиссия по вводу в эксплуатацию узла учета (далее - комиссия) в следующем составе:

- а) представитель владельца источника тепловой энергии;
- б) представитель смежной теплосетевой организации;
- в) представитель организации, осуществляющей монтаж и наладку сдаваемого в эксплуатацию оборудования.

Пункт 54:Вызов представителей, указанных в пункте 53 настоящих Правил, осуществляет владелец источника тепловой энергии не позднее чем за 10 рабочих дней до дня предполагаемой приемки путем направления членам комиссии письменных уведомлений.

Пункт 63:Комиссия создается владельцем узла учета.

Пункт 64:Для ввода узла учета в эксплуатацию владелец узла учета представляет комиссии проект узла учета, согласованный с теплоснабжающей организацией, выдавшей технические условия и паспорт узла учета или проект паспорта, который включает в себя:

- а) схему трубопроводов (начиная от границы балансовой принадлежности) с указанием протяженности и диаметров трубопроводов, запорной арматуры, контрольно-измерительных приборов, грязевиков, спускников и перемычек между трубопроводами;
- б) свидетельства о поверке приборов и датчиков, подлежащих поверке, с действующими клеймами поверителя;
- в) базу данных настроечных параметров, вводимую в измерительный блок или тепловычислитель;
- г) схему пломбирования средств измерений и оборудования, входящего в состав узла учета, исключающую несанкционированные действия, нарушающие достоверность коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя;

д) почасовые (суточные) ведомости непрерывной работы узла учета в течение 3 суток (для объектов с горячим водоснабжением - 7 суток).

Пункт 65:Документы для ввода узла учета в эксплуатацию представляются в теплоснабжающую организацию для рассмотрения не менее чем за 10 рабочих дней до предполагаемого дня ввода в эксплуатацию.

Пункт 67:При отсутствии замечаний к узлу учета комиссией подписывается акт ввода в эксплуатацию узла учета, установленного у потребителя.

Пункт 68:Акт ввода в эксплуатацию узла учета служит основанием для ведения коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя по приборам учета, контроля качества тепловой энергии и режимов теплопотребления с использованием получаемой измерительной информации с даты его подписания.

Выход из строя приборов КУУТЭ, проверка

Особо следует остановиться на процедуре расчета платы за тепло в момент выхода из строя приборов или окончания срока действия их поверки. Старые правила не однозначно регламентировали такую ситуацию, и теплоснабжающая организация часто трактовала их в свою пользу. В частности, пункт 9.11. старых правил определял расчет за потребленную тепловую энергию после истечения срока действия Государственной поверки хотя бы одного из приборов в соответствии с расчетными тепловыми нагрузками, указанными в Договоре на теплоснабжение. Такая ситуация могла возникнуть даже в тех случаях, когда приборы были сняты в поверку заранее до фактического (паспортного) окончания межповерочного интервала.

Новые правила дают 15 суток на устранение любых неисправностей, включая и окончание срока действия поверки приборов. В течении этого времени определение количества тепловой энергии производится по среднесуточному количеству потребленной тепловой энергии.

Пункт 115:«При отсутствии в точках учета приборов учета или работы приборов учета более 15 суток расчетного периода определение количества

тепловой энергии, расходуемого на отопление и вентиляцию, осуществляется расчетным путем и основывается на пересчете базового показателя по изменению температуры наружного воздуха за весь расчетный период».

Пункт 116:«В качестве базового показателя принимается значение тепловой нагрузки, указанное в договоре теплоснабжения».

Пункт 117:«Пересчет базового показателя производится по фактической среднесуточной температуре наружного воздуха за расчетный период, принимаемой по данным метеорологических наблюдений ближайшей к объекту теплоснабжения метеостанции территориального органа исполнительной власти, осуществляющего функции оказания государственных услуг в области гидрометеорологии.

В случае если в период срезки температурного графика в тепловой сети при положительных температурах наружного воздуха отсутствует автоматическое регулирование подачи тепла на отопление, а также если срезка температурного графика осуществляется в период низких температур наружного воздуха, величина температуры наружного воздуха принимается равной температуре, указанной в начале срезки графика. При автоматическом регулировании подачи тепла принимается фактическое значение температуры, указанной в начале срезки графика».

Пункт 118:«При неисправности приборов учета истечении срока их поверки, включая вывод из работы для ремонта или поверки на срок до 15 суток, в качестве базового показателя для расчета тепловой энергии, теплоносителя, принимается среднесуточное количество тепловой энергии, теплоносителя, определенное по приборам учета за время штатной работы в отчетный период, приведенное к расчетной температуре наружного воздуха».

Пункт 119:«При нарушении сроков представления показаний приборов в качестве среднесуточного показателя принимается количество тепловой энергии, теплоносителя, определенное по приборам учета за предыдущий расчетный период, приведенное к расчетной температуре наружного воздуха.

В случае если предыдущий расчетный период приходится на другой отопительный период или данные за предыдущий период отсутствуют, производится пересчет количества тепловой энергии, теплоносителя в соответствии с пунктом 121 настоящих правил».

Пункт 120:«Количество тепловой энергии, теплоносителя, расходуемых на горячее водоснабжение, при наличии отдельного учета и временной неисправности приборов (до 30 дней) рассчитывается по фактическому расходу, определенному по приборам учета за предыдущий период».

Пункт 121:«В случае отсутствия отдельного учета или нерабочего состояния приборов более 30 дней количество тепловой энергии, теплоносителя, расходуемых на горячее водоснабжение, принимается равным значениям, установленным в договоре теплоснабжения (величина тепловой нагрузки на горячее водоснабжение)».

Теперь рассмотрим только те пункты, которые включают информацию о датчиках температуры:

Пункт 21: Отбор тепловой энергии, теплоносителя на собственные и хозяйственные нужды источника тепловой энергии организуется до узлов учета на выводах. В иных случаях отбор тепловой энергии, теплоносителя должен осуществляться через отдельные узлы учета.

Отбор теплоносителя на подпитку систем теплоснабжения с установкой отдельного счетчика осуществляется из обратного трубопровода после датчика расхода по ходу потока теплоносителя. Датчики давления могут быть установлены как до датчика расхода, так и после него. Датчики температуры устанавливаются после датчика расхода по ходу потока теплоносителя.

Пункт 34: Теплосчетчик состоит из датчиков расхода и температуры (давления), вычислителя или их комбинации. При измерении перегретого пара дополнительно устанавливается датчик давления пара.

Теплосчетчики снабжаются стандартными промышленными протоколами и могут быть снабжены интерфейсами, позволяющими организовать дистанционный сбор данных в автоматическом (автоматизированном) режиме.

Эти подключения не должны влиять на метрологические характеристики теплосчетчика.

Пункт 39: Проект узла учета для иных объектов помимо источников тепловой энергии разрабатывается на основании:

- а) технических условий, выдаваемых теплоснабжающей организацией по запросу потребителя;
- б) требований настоящих Правил;
- в) технической документации на приборы учета и средства измерений.

Пункт 40. Технические условия содержат:

- а) наименование и местонахождение потребителя;
- б) данные о тепловых нагрузках по каждому их виду;
- в) расчетные параметры теплоносителя в точке поставки;
- г) температурный график подачи теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха;

д) требования в отношении обеспечения возможности подключения узла к системе дистанционного съема показаний прибора учета с использованием стандартных промышленных протоколов и интерфейсов, за исключением требований к установке средств связи, если теплоснабжающая организация использует или планирует использовать такие средства;

е) рекомендации, касающиеся средств измерений, устанавливаемых на узле (теплоснабжающая организация не вправе навязывать потребителю конкретные типы приборов учета, но в целях унификации и возможности организации дистанционного сбора информации с узла учета она вправе давать рекомендации).

Пункт 44: Проект узла учета содержит:

- а) копию договора теплоснабжения с приложением актов разграничения балансовой принадлежности и сведения о расчетных нагрузках для действующих объектов. Для вновь вводимых в эксплуатацию объектов прилагаются сведения о проектных нагрузках или условиях подключения;
- б) план подключения потребителя к тепловой сети;

- в) принципиальную схему теплового пункта с узлом учета;
- г) план теплового пункта с указанием мест установки датчиков, размещения приборов учета и схемы кабельных проводок;
- д) электрические и монтажные схемы подключения приборов учета;
- е) настроенную базу данных, вводимую в тепловычислитель (в том числе при переходе на летний и зимний режимы работы);
- ж) схему пломбирования средств измерений и устройств, входящих в состав узла учета, в соответствии с пунктом 71 настоящих Правил;
- з) формулы расчета тепловой энергии, теплоносителя;
- и) расход теплоносителя по теплопотребляющим установкам по часам суток в зимний и летний периоды;

ПРИЛОЖЕНИЕ В

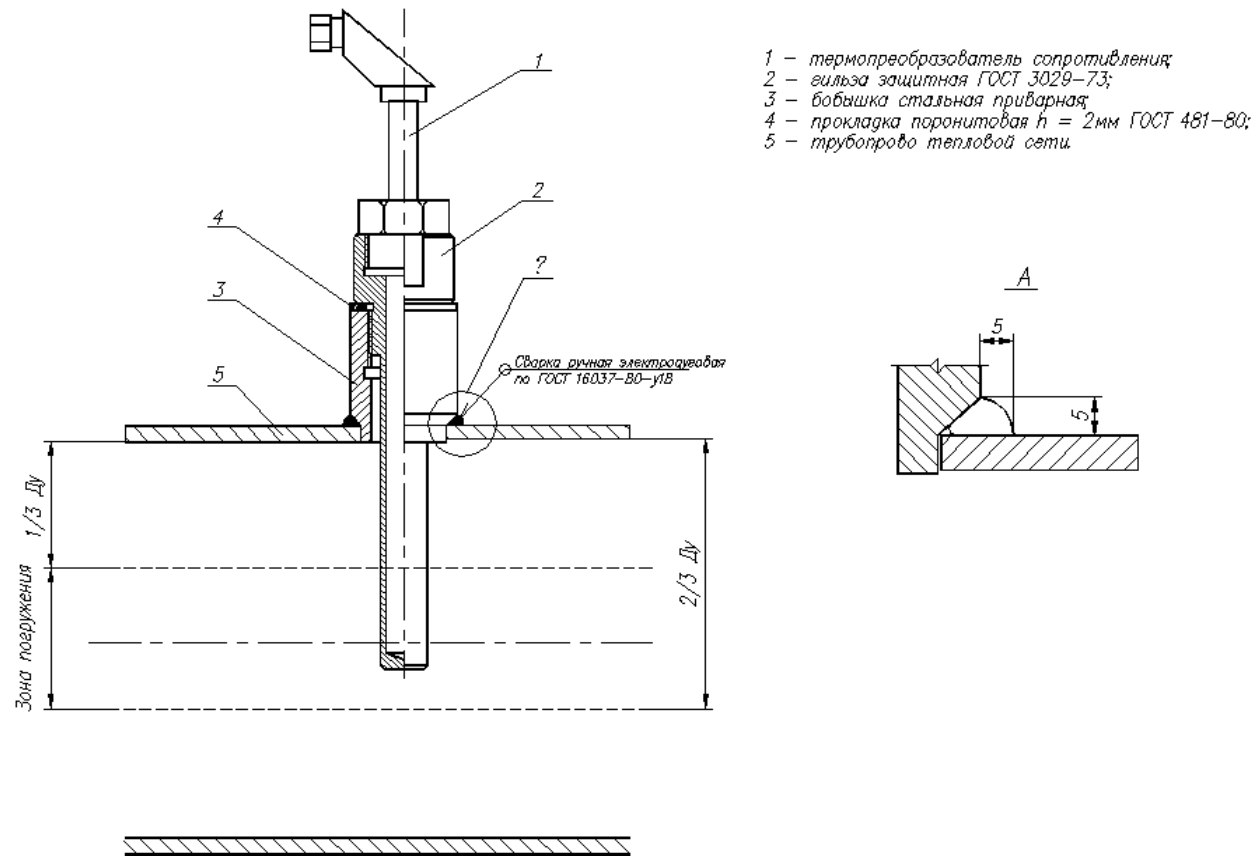


Рисунок В.1 – Монтажная схема измерительного преобразователя температуры

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

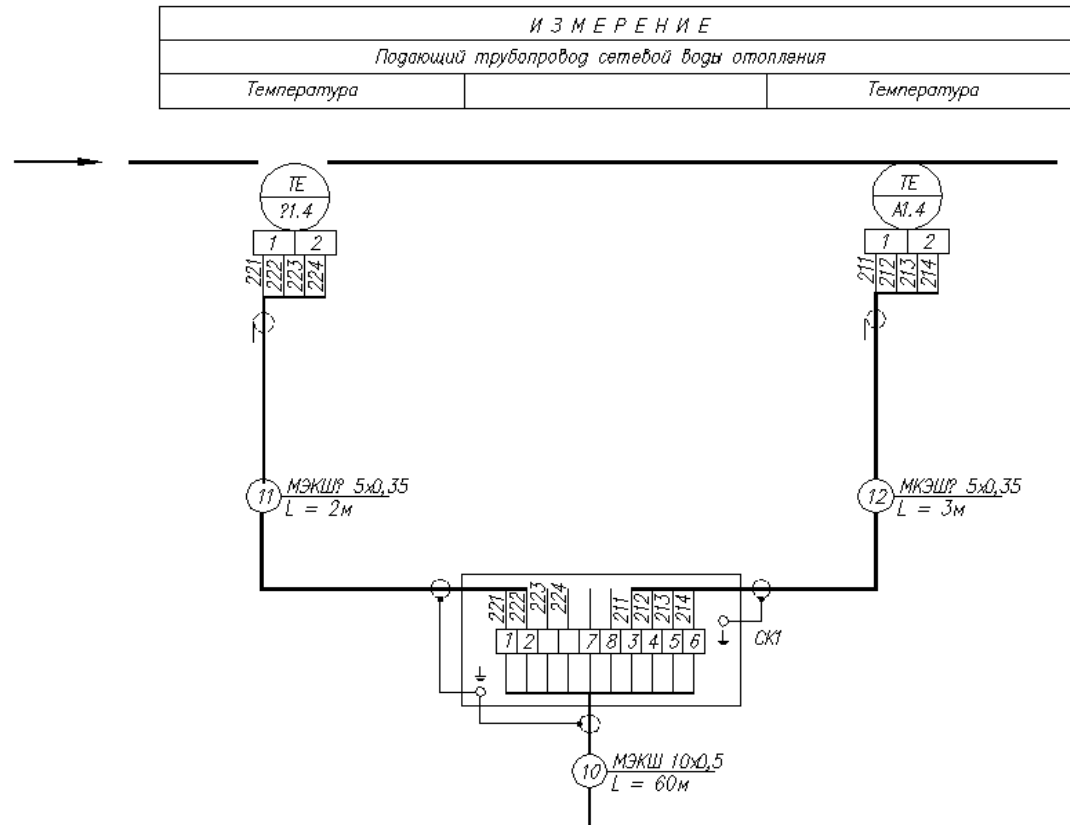


Рисунок В.1 – Схема подключений и соединений датчиков температуры узла учета

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

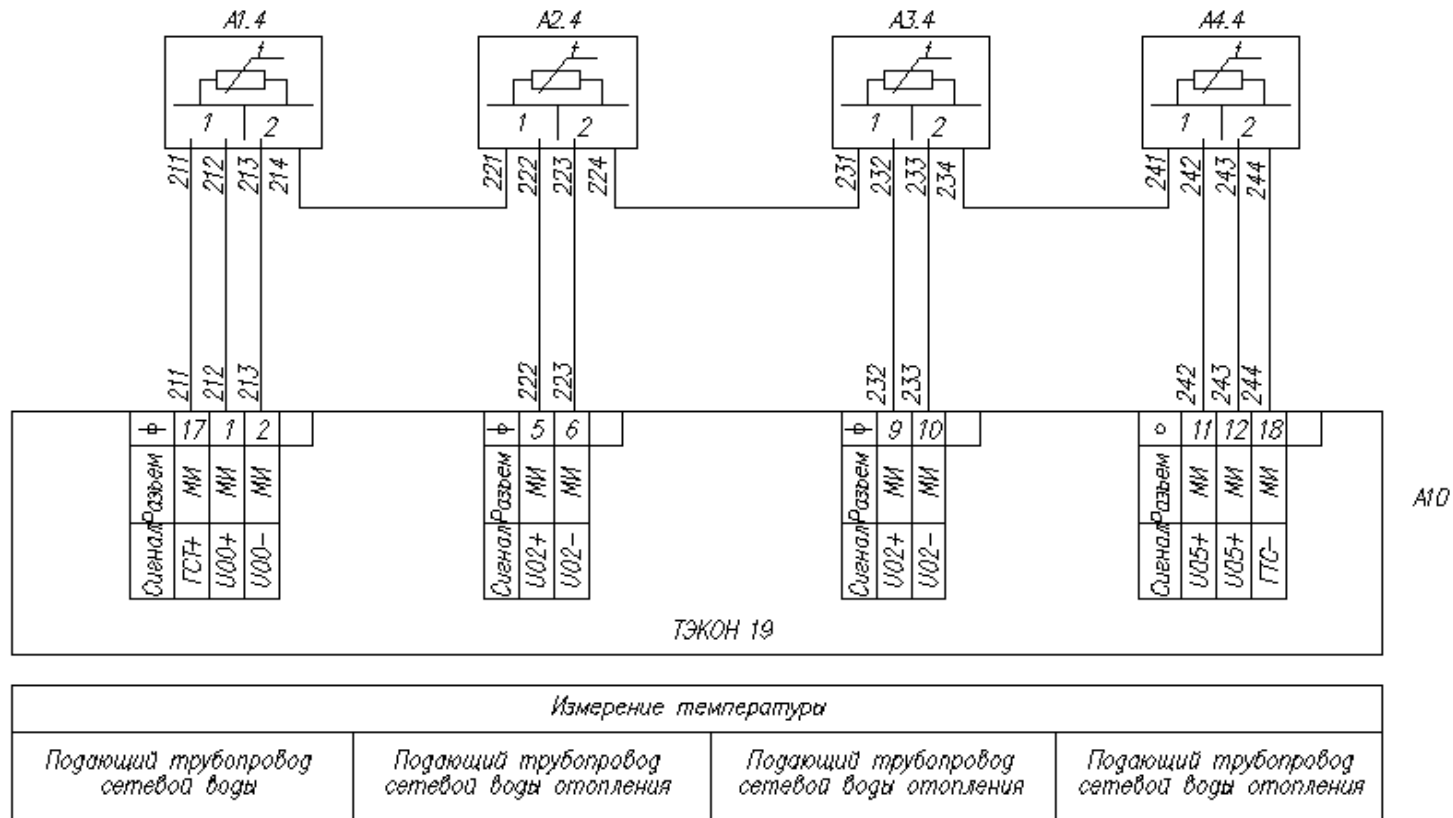


Рисунок Д.1 – Электрическая принципиальная схема подключения датчиков температуры