

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ ЛОГИКА 8943**Руководство по эксплуатации**

РАЖГ.421431.036 РЭ



© ЗАО НПФ ЛОГИКА, 2014

Теплосчетчики ЛОГИКА 8943 созданы закрытым акционерным обществом "Научно-производственная фирма "Логика".

Исключительное право ЗАО НПФ ЛОГИКА на данную разработку защищается законом.

Воспроизведение любыми способами теплосчетчиков ЛОГИКА 8943 может осуществляться только по лицензии ЗАО НПФ ЛОГИКА.

Распространение, применение, ввоз, предложение к продаже, продажа или иное введение в хозяйственный оборот или хранение с этой целью неправомерно изготовленных теплосчетчиков запрещается.

Методика поверки, раздел 6, утверждена ФГУП "ВНИИМС" 25.11.2014.
Лист утверждения РАЖГ.421431.036 РЭ-ЛУ.

Отдельные изменения, связанные с дальнейшим совершенствованием изделия, могут быть не отражены в настоящем 2-м издании руководства.

РОССИЯ, 190020, г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 150
Тел./факс: (812) 2522940, 4452745; adm@logika.spb.ru; www.logika.spb.ru

Содержание

Введение	3
1 Назначение	3
2 Состав	3
3 Технические данные	6
3.1 Эксплуатационные характеристики	6
3.2 Функциональные возможности	6
3.3 Диапазоны измерений	7
3.4 Метрологические характеристики	7
3.5 Схемы потребления	8
4 Безопасность	10
5 Подготовка к работе	11
5.1 Общие указания	11
5.2 Монтаж электрических цепей	11
5.3 Монтаж оборудования	12
5.4 Комплексная проверка	12
6 Методика поверки	13
6.1 Общие положения	13
6.2 Операции поверки	13
6.3 Проведение поверки	13
6.4 Оформление результатов	14
7 Транспортирование и хранение	14
Приложение А Основные характеристики преобразователей	15

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж, обслуживание и поверку теплосчетчиков ЛОГИКА 8943.

Руководство содержит сведения о составе, технических характеристиках и монтаже теплосчетчиков. Оно не заменяет эксплуатационную документацию оборудования, входящего в состав теплосчетчиков. При проектировании и эксплуатации следует дополнительно пользоваться документацией, поставляемой в комплекте этого оборудования, а также МИ 2714-2002 "Энергия тепловая и масса теплоносителя в системах теплоснабжения. Методика выполнения измерений. Основные положения".

Пример записи теплосчетчика:

"Теплосчетчик ЛОГИКА 8943-1-1611-1/1613-1, ТУ 4218-091-23041473-2014".

1 Назначение

Теплосчетчики предназначены для измерения тепловой энергии, расхода, объема, массы, температуры и давления воды, транспортируемой по трубопроводам систем тепло- и водоснабжения на объектах ЖКХ и промышленных предприятий.

2 Состав

В состав теплосчетчиков входят тепловычислитель СПТ943 и преобразователи расхода, температуры и давления, типы которых приведены в таблицах 2.1 – 2.4¹.

Теплосчетчики различаются исполнениями в зависимости от применяемости их составных частей на подающем и (или) обратном трубопроводах первого и второго теплообменных контуров.

Структура обозначения исполнений теплосчетчиков приведена на рисунке 2.1.

¹ Основные характеристики преобразователей приведены в приложении А.

Теплосчетчик ЛОГИКА 8943- 1 - 16 1 1 - 1 / 71 1 3 - 2



Рисунок 2.1 – Структура обозначения исполнений теплосчетчиков

Таблица 2.1 – Тепловычислители

Тип тепловычислителя	Код
СПТ943 модификация 943.1	1
СПТ943 модификация 941.2	2

Таблица 2.2 – Преобразователи расхода

Тип преобразователя расхода	Код	Тип преобразователя расхода	Код
ПРЭМ	11	US800	35
ВЗЛЕТ ЭР (Лайт М)	12	SONO 1500 СТ	36
МастерФлоу	13	Ultraheat T	37
ЭМИР-ПРАМЕР-550	14	ВПС	51
РМ-5	15	ВЭПС	52
Питерфлоу РС	16	Метран-300ПР	53
Карат-551	17	Метран-320	54
ВСЭ	18	ТЭМ	71
СУР-97	31	ВСТ	72
Карат	32	ВСТН	73
Карат-520	33	М	74
РУС-1	34	W	75

Таблица 2.3 – Преобразователи температуры

Тип преобразователя температуры	Код	Тип преобразователя температуры	Код
ТЭМ-110	1	ТЭМ-100	4
КТПТР-01	2	ТПТ-1	4
КТПТР-05	2	ТПТ-15	4
КТСП-Н	3	ТСП-Н	4

Таблица 2.4 – Преобразователи давления

Тип преобразователя давления	Код	Тип преобразователя давления	Код
Метран-150	1	МИДА-13П	2
Метран-75	1	АИР-10	1
Метран-55	2	АИР-20/М2	1
СДВ	1	МBS 4003	1
DMP	1	(без преобразователя)	3
Корунд	1	–	–

3 Технические данные

3.1 Эксплуатационные характеристики

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха: от 5 до 50 °С;
- относительная влажность: 80 % при 35 °С;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа;
- синусоидальная вибрация: амплитуда 0,35 мм, частота от 5 до 35 Гц.

Электропитание: (220 +22/-33) В, (50 ± 1) Гц (непосредственно или через сетевые адаптеры).

Электромагнитная совместимость: по ГОСТ 30804.6.1-2013 и ГОСТ 30805.22-2013.

Степень защиты от пыли и воды: IP54 по ГОСТ 14254-96.

Средняя наработка на отказ: 35000 ч.

Средний срок службы: 12 лет.

3.2 Функциональные возможности

Теплосчетчики рассчитаны на обслуживание двух теплообменных контуров, содержащих по три трубопровода, в каждом из которых может быть установлен преобразователь расхода с импульсным выходным сигналом, преобразователь температуры с выходным сигналом сопротивления и преобразователь давления с выходным сигналом тока.

Теплосчетчики обеспечивают:

- измерение тепловой энергии, объема, массы, расхода, температуры и давления воды;
- архивирование значений количества тепловой энергии, массы, объема, средних значений температуры и давления – в часовом, суточном и месячном архивах;
- архивирование сообщений о нештатных ситуациях и об изменениях настроечных параметров;
- ввод настроечных параметров;
- показания текущих, архивных и настроечных параметров;
- ведение календаря и времени суток и учет времени работы;
- защиту измерительных данных настроечных параметров от изменения;
- коммуникацию с внешними устройствами через порты RS232.

3.3 Диапазоны измерений

Диапазоны измерений:

- от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $1,4 \cdot 10^5$ м³/ч – расход;
- от 0 до 2,5 МПа – давление;
- от минус 50 до плюс 150 °С – температура;
- от 10^{-4} до $9 \cdot 10^8$ – объем [м³] и масса [т];
- от $3 \cdot 10^{-6}$ до $9 \cdot 10^8$ ГДж – тепловая энергия.

3.4 Метрологические характеристики

Пределы допускаемой погрешности:

– для теплосчетчиков класса 1:

$\pm [2+12/(t_1-\alpha \cdot t_2)+0,01 \cdot D_G]$ % – измерение тепловой энергии (относительная);

$\pm (1,1+0,01 \cdot D_G)$ % – измерение расхода, объема и массы (относительная);

– для теплосчетчиков класса 2:

$\pm [3+12/(t_1-\alpha \cdot t_2)+0,02 \cdot D_G]$ % – измерение тепловой энергии (относительная);

$\pm (2,1+0,02 \cdot D_G)$ % – измерение расхода, объема и массы (относительная);

– для теплосчетчиков классов 1 и 2:

$\pm (0,25+0,002 \cdot t)$ °С – измерение температуры (абсолютная);

± 1 % – измерение давления (приведенная к верхнему пределу измерений);

$\pm 0,01$ % – погрешность часов (относительная).

Примечание.

α – коэффициент водоразбора; $\alpha=M_2/M_1$; M_1 и M_2 – масса воды, прошедшей по подающему и обратному трубопроводам; $0 \leq \alpha \leq 1$.

D_G – динамический диапазон измерений расхода; $D_G=G_B/G$,
 G_B – верхний предел измерений преобразователя расхода,
 G – текущее значение расхода.

3.5 Схемы потребления

Специфические особенности узла учета – конфигурация трубопроводов, состав и размещение оборудования и средств измерений – объединены понятием "схема потребления". В таблице 3.1 приведены поддерживаемые теплосчетчиками схемы потребления и соответствующие им расчетные формулы. Для каждого теплообменного контура может быть выбрана любая из приведенных схем потребления.

В таблице приняты следующие обозначения: ТС1, ТС2, ТС3 – преобразователи температуры; ПД1, ПД2, ПД3 – преобразователи давления; ВС1, ВС2, ВС3 – преобразователи объема; Q, Q_г – тепловая энергия; V1, V2, V3 – объем; M1, M2, M3 – масса; t1, t2, t3, t_x – температура; Δt – разность температур; C1, C2, C3 – цена импульса; N1, N2, N3 – количество импульсов; ρ1, ρ2, ρ3, ρ_x – плотность; h1, h2, h3, h_x – энтальпия.

Приведенные схемы являются базовыми – состав и расположение их элементов могут быть в определенных пределах изменены. Примеры схем потребления с измененной топологией приведены в РАЖГ.421412.019 "Тепловычислители СПТ943. Руководство по эксплуатации".

Таблица 3.1 – Схемы потребления

№	Топология теплообменного контура	Расчетные формулы
0		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=M1-M2$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+(M1-M2) \cdot (h2-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$
1		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+M3 \cdot (h2-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$

№	Топология теплообменного контура	Расчетные формулы
2		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2$ $M3=M1-M2+\rho2 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+M3 \cdot (h2-hx)$
3		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+M3 \cdot (h3-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$
4		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+(M1-M2) \cdot (h2-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$
5		$V1=C1 \cdot N1$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=M1$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)$
6		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-hx)+M2 \cdot (h2-hx)+$ $+M3 \cdot (h3-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$
7		$V1=C1 \cdot N1; M1=\rho1 \cdot V1$ $Q=M1 \cdot (h1-hx)$

№	Топология теплообменного контура	Расчетные формулы
8		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M1=\rho1 \cdot V1; M2=\rho2 \cdot V2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+(M1-M2) \cdot (h2-hx)+$ $+M3 \cdot (h3-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$
9		$V1=C1 \cdot N1; V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$
10		$V2=C2 \cdot N2; V3=C3 \cdot N3$ $\Delta t=t1-t2$ $M2=\rho2 \cdot V2; M1=M2; M3=\rho3 \cdot V3$ $Q=M1 \cdot (h1-h2)+M3 \cdot (h2-hx)$ $Qr=M3 \cdot (h3-hx)$

4 Безопасность

Безопасность оператора при работе с теплосчетчиками обеспечена конструкцией тепловычислителя. При этом действия оператора, связанные с эксплуатацией теплосчетчика, должны быть строго ограничены исключительно работой с лицевой панелью тепловычислителя.

При монтаже и техническом обслуживании теплосчетчиков источниками опасности являются напряжение 220 В переменного тока в силовой сети и теплоноситель с предельными параметрами 1,6 МПа и 150 °С.

Подключение внешних цепей составных частей теплосчетчиков должно осуществляться при обесточенных цепях электропитания. Устранение дефектов и замену составных частей теплосчетчиков следует проводить при отсутствии избыточного давления в трубопроводах.

5 Подготовка к работе

5.1 Общие указания

После распаковки составных частей теплосчетчика необходимо проверить их комплектность на соответствие паспорту. Затем их помещают не менее чем на сутки в сухое отапливаемое помещение; после этого можно проводить работы по их монтажу и вводу в эксплуатацию. На время проведения работ, когда крышки монтажных отсеков тепловычислителя и электронных блоков преобразователей сняты, необходимо обеспечить защиту от попадания пыли и влаги внутрь их корпусов.

5.2 Монтаж электрических цепей

Подключение датчиков и прочего оборудования к тепловычислителю выполняют многожильными кабелями. Для защиты от влияния промышленных помех рекомендуется использовать экранированные кабели, металлорукава или металлические трубы, однако такое решение должно приниматься для конкретного узла учета. В условиях эксплуатации помехи могут быть обусловлены различными факторами, например, работой тиристорных и иных преобразователей частоты, коммутацией мощных нагрузок с помощью реле и контакторов, короткими замыканиями и дуговыми разрядами в электроустановках, резкими изменениями нагрузки в электрических распределительных системах, срабатыванием защитных устройств в электрических сетях, электромагнитными полями от радио- и телевизионных передатчиков, непрямыми разрядами молний и пр. Если в непосредственной близости от оборудования узла учета отсутствуют промышленные агрегаты, способные порождать подобные факторы возникновения помех, допускается использовать неэкранированные кабели.

При использовании экранированных кабелей рабочее заземление их экранированных оплеток должно выполняться только в одной точке, как правило, на стороне тепловычислителя. Оплетки должны быть электрически изолированы по всей длине кабеля, использование их для заземления корпусов датчиков и прочего оборудования не допускается.

Если для работы составных частей требуются вторичные источники питания постоянного тока, в качестве таковых следует использовать сетевые адаптеры¹ АДП82, АДП83 либо иные блоки питания, соответствующие требованиям стандартов электромагнитной совместимости и

¹ Изготовитель адаптеров – ЗАО НПФ ЛОГИКА, г. Санкт-Петербург.

безопасности.

Предельная длина линий связи между тепловычислителем и датчиками определяется сопротивлением каждого провода цепи, которое не должно превышать 50 Ом, между тепловычислителем и внешним оборудованием, подключенным по интерфейсу RS232, не должна превышать 100 м. Электрическое сопротивление изоляции между проводами, а также между каждым проводом и экранированной оплеткой или рабочим заземлением должно быть не менее 100 МОм – это требование обеспечивается выбором кабелей и качеством монтажа цепей.

По окончании монтажа электрических цепей следует убедиться в правильности выполнения всех соединений, например, путем их "прозвонки". Этому этапу работы следует уделить особое внимание – ошибки монтажа могут привести к отказу оборудования.

5.3 Монтаж оборудования

Монтаж теплосчетчика следует выполнять, руководствуясь проектной документацией на узел учета и указаниями, содержащимися в эксплуатационной документации составных частей.

Для установки преобразователей температуры рекомендуется применять бобышки БТП1 и БТП2 и термометрические гильзы ГТ2.5 и ГТ6.3, для установки преобразователей расхода – присоединительные комплекты КП, для установки датчиков давления – отборные устройства, например ОС-100¹.

По окончании монтажа систему заполняют теплоносителем под рабочим давлением и проверяют герметичность соединений преобразователей с трубопроводом. Просачивание теплоносителя не допускается.

5.4 Комплексная проверка

На завершающем этапе подготовки к работе в тепловычислитель вводят настроечные данные, с помощью которых осуществляется "привязка" теплосчетчика к конкретным условиям узла учета (это можно сделать до монтажа тепловычислителя на объекте, в лабораторных условиях). Значения настроечных данных обычно приведены в паспорте узла учета или в его проектной документации. После ввода настроечных данных контролируют работоспособность смонтированной системы по

¹ Изготовитель бобышек, гильз, присоединительных комплектов и отборных устройств – ЗАО "ТЭМ", г. Санкт-Петербург.

показаниям измеряемых параметров, значения которых должны соответствовать режимам работы узла.

В завершение комплексной проверки пломбируют органы управления, настройки и регулировки составных частей теплосчетчика, разъемные соединения и клеммные коробки линий связи.

6 Методика поверки

6.1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на теплосчетчики ЛОГИКА 8943, выпускаемые по техническим условиям ТУ 4218-091-23041473-2014.

Для теплосчетчиков установлен поэлементный метод поверки. Теплосчетчики подвергают поверке при выпуске из производства, при вводе в эксплуатацию, после ремонта и при эксплуатации.

Интервал между поверками при эксплуатации составляет:

- 3 года для теплосчетчиков с преобразователями Метран-320, Метран-55, МИДА-13П;
- 4 года для остальных теплосчетчиков.

6.2 Операции поверки

При поверке выполняют проверку состава и комплектности, проверку составных частей, проверку функционирования и подтверждение соответствия программного обеспечения.

6.3 Проведение поверки

6.3.1 Проверку состава и комплектности проводят при выпуске теплосчетчика из производства, при вводе в эксплуатацию, при эксплуатации и после ремонта.

Проверку выполняют на основании сведений, содержащихся в паспорте теплосчетчика и паспортах его составных частей. Контролируют соответствие заводских номеров, указанных в паспортах составных частей, записям в паспорте теплосчетчика, а также соответствие типов составных частей допускаемым согласно таблицам 2.1 – 2.4.

Устанавливают наличие действующих свидетельств (или отметки в паспортах) о поверке составных частей, наличие и целостность пломб, несущих поверительные клейма.

6.3.2 Поверку составных частей теплосчетчика выполняют согласно документу на поверку каждой составной части.

6.3.3 Проверку функционирования проводят при вводе теплосчетчика в эксплуатацию и после ремонта. Проверку выполняют для всех задействованных измерительных каналов в рабочих режимах и условиях узла учета. Допускается проводить проверку в режимах, отличных от рабочих, когда значения параметров рабочей среды не соответствуют проектным, но находятся в пределах диапазонов измерений преобразователей.

В память тепловычислителя вводят настроечные данные, характеризующие выбранные для проверки режимы работы оборудования.

В систему подают теплоноситель, и после установления режимов контролируют по показаниям тепловычислителя значения измеряемых параметров. Показания должны быть устойчивыми, значения параметров должны лежать в пределах диапазонов измерений, а список нештатных ситуаций, фиксируемых тепловычислителем, должен быть пустым.

6.3.4 Подтверждение соответствия ПО проводят в составе операций поверки тепловычислителя.

6.4 Оформление результатов

В паспорт теплосчетчика, в раздел "Сведения о поверке", заносят результаты поверки с указанием даты ее проведения. Запись удостоверяют подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

Результаты поверки составных частей теплосчетчика оформляют согласно указаниям в их методиках поверки.

7 Транспортирование и хранение

Транспортирование теплосчетчиков в транспортной таре допускается проводить любым транспортным средством с обеспечением защиты от атмосферных осадков и брызг воды.

Условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха: от минус 25 до плюс 55 °С;
- относительная влажность: не более 95 % при 35 °С;
- атмосферное давление: от 84 до 106,7 кПа;
- удары (транспортная тряска): ускорение до 98 м/с², частота до 2 Гц.

Условия хранения теплосчетчиков в транспортной таре соответствуют условиям транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

Приложение А

Основные характеристики преобразователей

А.1 Преобразователи расхода

Режимы работы преобразователей расхода должны выбираться таким образом, чтобы их относительная погрешность измерения расхода (объема) в зависимости от класса теплосчетчиков, в которых они применяются, с учетом влияющих факторов условий эксплуатации не превышала значений, вычисленных по формулам

$$\delta G = \pm (1 + 0,01 \cdot D_G) \leq 3,5 \text{ (для теплосчетчиков класса 1)} \quad (\text{А.1})$$

$$\delta G = \pm (2 + 0,02 \cdot D_G) \leq 5 \text{ (для теплосчетчиков класса 2)} \quad (\text{А.2})$$

где

δG – относительная погрешность [%];

D_G – динамический диапазон измерений расхода; $D_G = G_B / G$,

G_B – верхний предел измерений преобразователя расхода,

G – текущее значение расхода.

Значения характеристик преобразователей расхода в таблицах А.1 – А.4 даны для справки; они могут отличаться от приведенных в эксплуатационной документации преобразователей и не предназначены для использования в расчетах.

Таблица А.1 – Электромагнитные преобразователи

Тип преобразователя	DN [мм]		Gmax/Gmin	
	DNmin	DNmax	при DNmin	при DNmax
ПРЭМ	15	150	6/0,01	630/1,4
ВЗЛЕТ ЭР (Лайт М)	10	300	2,8/0,006	2547/5
МастерФлоу	10	300	3/0,003	2500/2,5
ЭМИР-ПРАМЕР-550	15	150	6/0,024	600/2,4
PM-5	15	300	2,5/0,0025	2500/2,5
Питерфлоу РС	15	150	3/0,007	630/1,4
Карат-551	20	150	10/0,067	570/3,8
ВСЭ	15	300	6,5/0,015	2550/5

Таблица А.2 – Ультразвуковые преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]		Gmax/Gmin	
	DNmin	DNmax	при DNmin	при DNmax
СУР-97	25	2000	20/0,1	120000/600
Карат	20	100	8,1/0,05	240/1,5
Карат-520	20	80	5/0,025	80/0,4
РУС-1	15	1800	3,5/0,03	110000/45
US800	15	2000	340/0,3	136000/80
SONO 1500 СТ	15	100	1,2/0,048	120/4,8
Ultraheat T	20	100	0,6/0,006	60/0,6

Таблица А.3 – Вихревые преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]		Gmax/Gmin	
	DNmin	DNmax	при DNmin	при DNmax
ВПС	20	200	10/0,1	1200/12
ВЭПС	20	300	8/0,3	1600/50
Метран-300ПР	25	200	9/0,18	2000/18
Метран-320	25	200	9/0,3	700/14

Таблица А.4 – Тахометрические преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]		Gmax/Gmin	
	DNmin	DNmax	при DNmin	при DNmax
ТЭМ	15	50	3/0,12	30/1,2
ВСТ	15	20	1,2/0,048	5/0,2
ВСТН	15	40	1,2/0,02	20/0,26
М	15	50	3/0,0225	30/4,5
W	50	500	30/0,225	3000/450

А.2 Преобразователи температуры

Должны применяться преобразователи температуры (термометры сопротивления, термопреобразователи сопротивления) с характеристиками Pt100 и 100П.

Относительная погрешность комплекта преобразователей температуры (согласованной пары для измерения разности температур) не должна превышать $\pm (0,25 + 9/\Delta t) \%$ в диапазоне измерений разности температур Δt от 3 до 145 °С.

Абсолютная погрешность каждого преобразователя не должна превышать $\pm (0,15 + 0,002 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$ в диапазоне измерений температуры от минус 50 до 150 °С.

Схема подключения термопреобразователей – четырехпроводная.

А.3 Преобразователи давления

Должны применяться преобразователи давления с выходным сигналом постоянного тока 4 – 20 мА.

Погрешность преобразователей, приведенная к верхнему пределу измерений, с учетом влияющих факторов условий эксплуатации не должна превышать $\pm 0,9\%$.