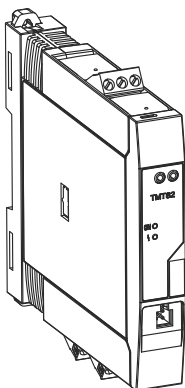


Преобразователь температуры iTEMP TMT82

Руководство по функциональной безопасности



Содержание

1	Декларация о соответствии	4	7.6	Ремонт	42
1.1	Значения, связанные с обеспечением безопасности	5	7.7	Модификация	42
1.2	Срок эксплуатации электронных компонентов	6	8	Приложение	43
2	Сертификат	7	8.1	Структура измерительной системы ...	43
3	Информация о документе	8	8.2	Отчет о вводе в эксплуатацию или испытании	46
3.1	Назначение документа	8	8.3	Прочее	51
3.2	Использование данного документа	8	8.4	Дополнительные сведения	59
3.3	Используемые символы	8	8.5	История версий	59
3.4	Дополнительная документация, имеющая отношение к прибору	9			
4	Разрешенные типы приборов	10			
4.1	Метка SIL на заводской табличке	11			
5	Функция обеспечения безопасности	11			
5.1	Определение функции обеспечения безопасности	11			
5.2	Ограничения на использование в областях, связанных с обеспечением безопасности	14			
5.3	Точность измерения при обеспечении безопасности	17			
6	Применение в системах защиты	19			
6.1	Поведение прибора в процессе эксплуатации	19			
6.2	Настройка параметров для областей применения, связанных с обеспечением безопасности	21			
6.3	Проверка ввода в эксплуатацию и испытание	34			
7	Жизненный цикл	41			
7.1	Требования к работе персонала	41			
7.2	Монтаж	41			
7.3	Ввод в эксплуатацию	41			
7.4	Эксплуатация	41			
7.5	Техническое обслуживание	42			

1 Декларация о соответствии

SIL_00024_02.15

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Declaration of Conformity

Functional Safety according to IEC 61508:2010
Supplement 1 / NE130 Form B.1

Endress+Hauser Wetzer GmbH+Co. KG Obere Wank 1, 87484 Nesselwang

declares as manufacturer, that the following temperature transmitter

iTEMP TMT82

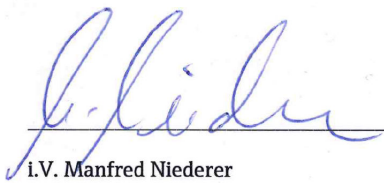
is suitable for the use in safety-instrumented systems up to SIL3 according to IEC61508:2010.

In safety instrumented systems according IEC 61508 and IEC 61511, the instructions of the Safety Manual have to be followed.

Nesselwang, 16.01.2017
Endress+Hauser Wetzer GmbH+Co. KG



Harald Hertweck
Managing Director



i.V. Manfred Niederer
Project Leader

1/2

A0026868-RU

1.1 Значения, связанные с обеспечением безопасности

General			
Device designation and permissible types	TMT82 (Bestellmerkmal "Weitere Zulassungen": Option LA "SIL")		
Safety-related output signal	4...20mA, "Safe HART" ¹⁾		
Fault current	3.58 mA		
Process variable/function	Temperature, Voltage, Resistance		
Safety function(s)	min., max., range		
Device type acc. to IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Type A	<input checked="" type="checkbox"/> Type B	
Operating mode	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode	<input checked="" type="checkbox"/> High Demand	<input type="checkbox"/> Continuous Mode
Valid Hardware-Version	Head transmitter: 01.00.07 or higher DIN Rail transmitter: 01.00.04 or higher		
Valid Software-Version	01.01.10 or higher (Dev.Rev.:2 or higher)		
Safety manual	SD01172T/09/		
Type of evaluation (check only <u>one</u> box)	<input checked="" type="checkbox"/>	Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of "Proven-in-use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use" acc. to IEC 61511	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation by FMEDA acc. to IEC61508-2 for devices w/o software	
Evaluation through / certificate no.	TÜV SÜD Rail GmbH, Germany / certificate no. Z10 14 06 12833 002		
Test documents	development documents, test reports, data sheets		
SIL - Integrity			
Systematic safety integrity		<input type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 capable
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
	Multi-channel use (HFT ≥ 1)	<input type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 capable
FMEDA			
Safety function	Head transmitter	DIN Rail transmitter	
	min., max., range	min., max., range	
λ_{DU} ^{2) 3)}	40 FIT	41 FIT	
λ_{DO} ^{2) 3)}	258 FIT	258 FIT	
λ_{DU} ^{2) 3)}	127 FIT	123 FIT	
λ_{DO} ^{2) 3)}	3 FIT	3 FIT	
SFF - Safe Failure Fraction	91%	90%	
PFD _{avg} T1 = 1 year ³⁾ (single channel architecture)	$1.75 \cdot 10^{-6}$	$1.79 \cdot 10^{-6}$	
PFD _{avg} T1 = 5 years ³⁾ (single channel architecture)	$8.76 \cdot 10^{-6}$	$8.98 \cdot 10^{-6}$	
PFH	$4.0 \cdot 10^{-8} \cdot 1/h$	$4.1 \cdot 10^{-8} \cdot 1/h$	
PTC ⁴⁾	96%	96%	
MTBF ⁵⁾	156 years	156 years	
Diagnostic test interval ⁶⁾	32 min	32 min	
Fault reaction time ⁷⁾	< 10.7 s	< 10.7 s	
Process safety time ⁸⁾	53 h	53 h	
Declaration			
<input checked="" type="checkbox"/>	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future		

¹⁾ Safe Hart is a proprietary extension of the HART-protocol
²⁾ FIT = Failure In Time, Number of failures per 10⁹ h
³⁾ Valid for average ambient temperature up to +40 °C (+104 °F)
 For continuous operation at ambient temperature close to +60 °C (+140 °F), a factor of 2.1 should be applied
⁴⁾ PTC = Proof Test Coverage
⁵⁾ MTBF (Mean time between failures) is the predicted elapsed time between inherent failures of a system during operation in accordance to Siemens SN29500
⁶⁾ All diagnostic functions are performed at least once within the Diagnostic test interval
⁷⁾ Maximum time between error recognition and error response
⁸⁾ The Process safety time is: Diagnostic test interval x 100 (calculated acc. to IEC 61508)

1.2 Срок эксплуатации электронных компонентов

Установленная частота отказов электрических компонентов соответствует сроку эксплуатации согласно стандарту МЭК 61508-2:2010, раздел 7.4.9.5, примечание 3.

2 Сертификат

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

A1 / 04.11



Product Service

C E R T I F I C A T E

No. Z10 16 03 12833 003

Holder of Certificate: Endress + Hauser
Wetzer GmbH + Co. KG
Obere Wank 1
87484 Nesselwang
GERMANY

Factory(ies): 12833

Certification Mark:



Product: Temperature measuring equipment

Model(s): Temperature Transmitter
TMT82 - SIL

Parameters:

Software:	SIL3
Structure-SIL:	1oo1 - SIL2
Output:	4 ... 20mA
Error Current:	<=3.6mA or >=21.0mA
Class of Protection:	IP20
Temperature range:	-40°C ... +70°C

The report and the user documentation in the current valid revision are mandatory part of this certificate. The product complies with the following safety requirements only if the specifications documented in the currently valid revision of this report are met. The certified components are listed in report EN88356C-A in the current valid revision.

Tested according to:

IEC 61508-1(ed.2)
IEC 61508-2(ed.2)
IEC 61508-3(ed.2)
IEC 61508-4(ed.2)

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition the certification holder must not transfer the certificate to third parties. See also notes overleaf.

Test report no.: EN88356C
Valid until: 2021-04-03

Date, 2016-04-04 (Peter Weiss)

Page 1 of 1



TÜV SÜD Product Service GmbH · Zertifizierstelle · Ridlerstraße 65 · 80339 München · Germany

TÜV®

A0026492

3 Информация о документе

3.1 Назначение документа

Настоящий документ является частью руководства по эксплуатации и служит справочником по параметрам для конкретных областей применения и соответствующим пояснениям.



- Общая информация о функциональной безопасности: SIL.
- Общую информацию о SIL можно получить следующим образом:
В разделе загрузки на веб-сайте Endress+Hauser: www.de.endress.com/SIL.

3.2 Использование данного документа

Информация о структуре документа



Описание структуры параметров в меню **Управление**, меню **Настройка**, меню **Диагностика** вместе с кратким описанием см. в руководстве по эксплуатации прибора.


3.3 Используемые символы

3.3.1 Символы техники безопасности



Символ	Значение
 A0011189-RU	ОПАСНОСТЬ! Этот символ предупреждает об опасной ситуации. Если не предотвратить такую ситуацию, она приведет к серьезным или даже смертельным травмам.
 A0011191-RU	ОСТОРОЖНО! Этот символ предупреждает об опасной ситуации. Если этой ситуации не удастся избежать, она может привести к травме легкой или средней степени тяжести.
 A0011192-RU	ПРИМЕЧАНИЕ Этот символ обозначает информацию о процедурах и другие факты, которые не связаны с травмами.

3.3.2 Символы, выделяющие информацию определенных типов

Символ	Значение
 A0011193	Подсказка Указывает на дополнительную информацию.
 A0011194	Ссылка на документацию Ссылка на соответствующую документацию о приборе.
 A0011195	Ссылка на страницу Ссылка на страницу с соответствующим номером.

Символ	Значение
 A0011196	Ссылка на рисунок Ссылка на рисунок с соответствующим номером и номер страницы.
1., 2., 3.	Серия шагов

3.3.3 Символы и обозначения на схемах

Символ	Значение
1,2,3 ...	Номера пунктов
A, B, C, ...	Виды
A-A, B-B, C-C, ...	Разделы
 A0011187	Взрывоопасная зона Указывает на взрывоопасную зону.
 A0011188	Безопасная среда (невзрывоопасная зона) Указывает на невзрывоопасную зону.

3.4 Дополнительная документация, имеющая отношение к прибору

Документ	Содержание документа
Техническое описание ТЮ1010Т/09/en/16.13 и все последующие версии	Информация о технических характеристиках и комплектации прибора В документе содержатся технические характеристики прибора, а также обзор его принадлежностей и дополнительного оборудования.
Руководство по эксплуатации ВАА01028Т/09/en/15.13 и все последующие версии	Данное руководство содержит информацию, необходимую для работы с прибором на различных этапах его эксплуатации: начиная с идентификации, приемки и хранения, монтажа, подсоединения, ввода в эксплуатацию и эксплуатации и завершая устранением неисправностей, сервисным обслуживанием и утилизацией.
Документация по взрывобезопасности ХА00102Т/09/a3/15.12 и все последующие версии	Указания по технике безопасности и технические характеристики электрооборудования, используемого во взрывоопасных зонах в соответствии с Директивой 94/9/ЕС (ATEX).

Данный документ с дополнительными правилами техники безопасности является приложением к руководству по эксплуатации, техническому описанию и инструкции по применению оборудования во взрывоопасных зонах АТЕХ. При монтаже, вводе в эксплуатацию и эксплуатации обязательно соблюдайте инструкции, приведенные в дополнительной документации по прибору. В настоящих указаниях по технике безопасности приведены требования, относящиеся к функции обеспечения безопасности.

4 Разрешенные типы приборов

Приведенные в настоящем руководстве подробные сведения о функциональной безопасности относятся к перечисленным ниже исполнениям прибора и действуют для указанных версий программного и аппаратного обеспечения. Все последующие версии также могут применяться в составе приборных систем безопасности, если не указано иное.

К вносимым в приборы изменениям применяется процесс модификации согласно ГОСТ Р МЭК 61508. Исполнения приборов, разрешенные к использованию для обеспечения безопасности:

Позиция	Наименование	Исполнение
010	Сертификат	Все
...
590	Дополнительные сертификаты	LA
...

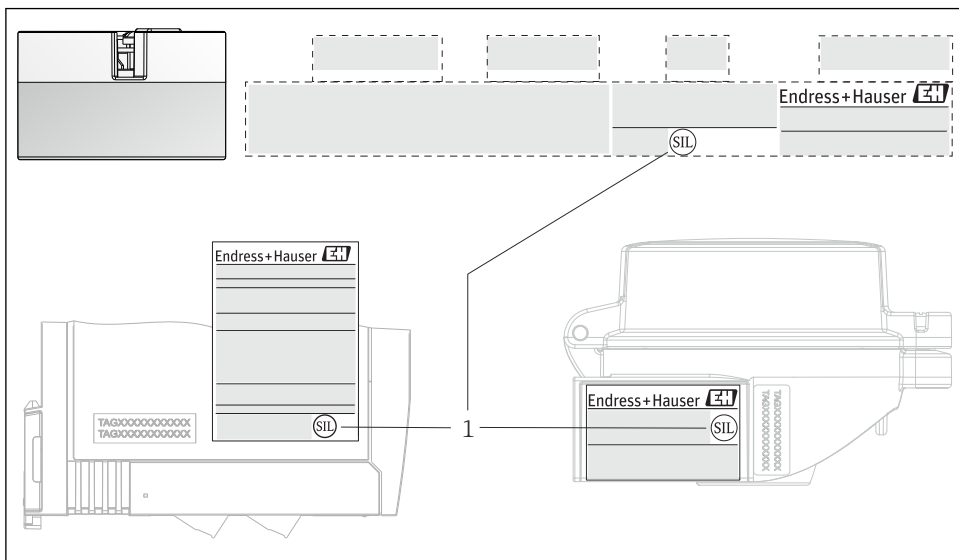
Код заказа

<p>TMT82 - x x x x x x x x + x x x x LA x x x x x</p> <p style="text-align: center;">↑ A0026614</p> <p>Полный код заказа хранится в памяти прибора в электронной форме. На заводской табличке этот номер приведен в сокращении, поскольку свободное пространство ограничено.</p>	<p>Действительная версия программного обеспечения</p>	<p>От 01.01.10</p>
	<p>Действительная версия оборудования (электронная часть)</p>	<p>От 01.00.07 (преобразователь в головке датчика) От 01.00.04 (прибор для монтажа на DIN-рейку)</p>
	<p>Действительные драйверы прибора</p>	<p>DTM версии 1.9.0.396 DD версии 04</p>



Приборы с сертификатом SIL отмечаются символом SIL на заводской табличке.

4.1 Метка SIL на заводской табличке



A0021450

1 Символ SIL

5 Функция обеспечения безопасности

5.1 Определение функции обеспечения безопасности

С помощью прибора допускается выполнение следующих функций обеспечения безопасности:

- Контроль предельного значения → 12;
- Безопасное измерение → 14.

5.1.1 Выходной сигнал, связанный с безопасностью

Связанный с безопасностью выходной сигнал прибора представляет собой аналоговый выходной сигнал 4 до 20 мА в соответствии со стандартом NAMUR NE43. Все меры безопасности связаны только с этим сигналом. Кроме того, прибор осуществляет дополнительный информационный обмен по протоколу HART® и поддерживает все функции HART® с дополнительной информацией о приборе.

Выходной сигнал функции безопасности подается на логический блок следующей ступени (например, программируемый логический контроллер или преобразователь

сигнала предельного значения), на которой реализуется мониторинг следующих условий:

- Определение перехода через предельное значение (в сторону увеличения или уменьшения);
- Фиксация сбоя, например регистрация тока ошибки ($\leq 3,6 \text{ mA}$, $\geq 21 \text{ mA}$, обрыв цепи в кабеле или короткое замыкание в сигнальных проводах).

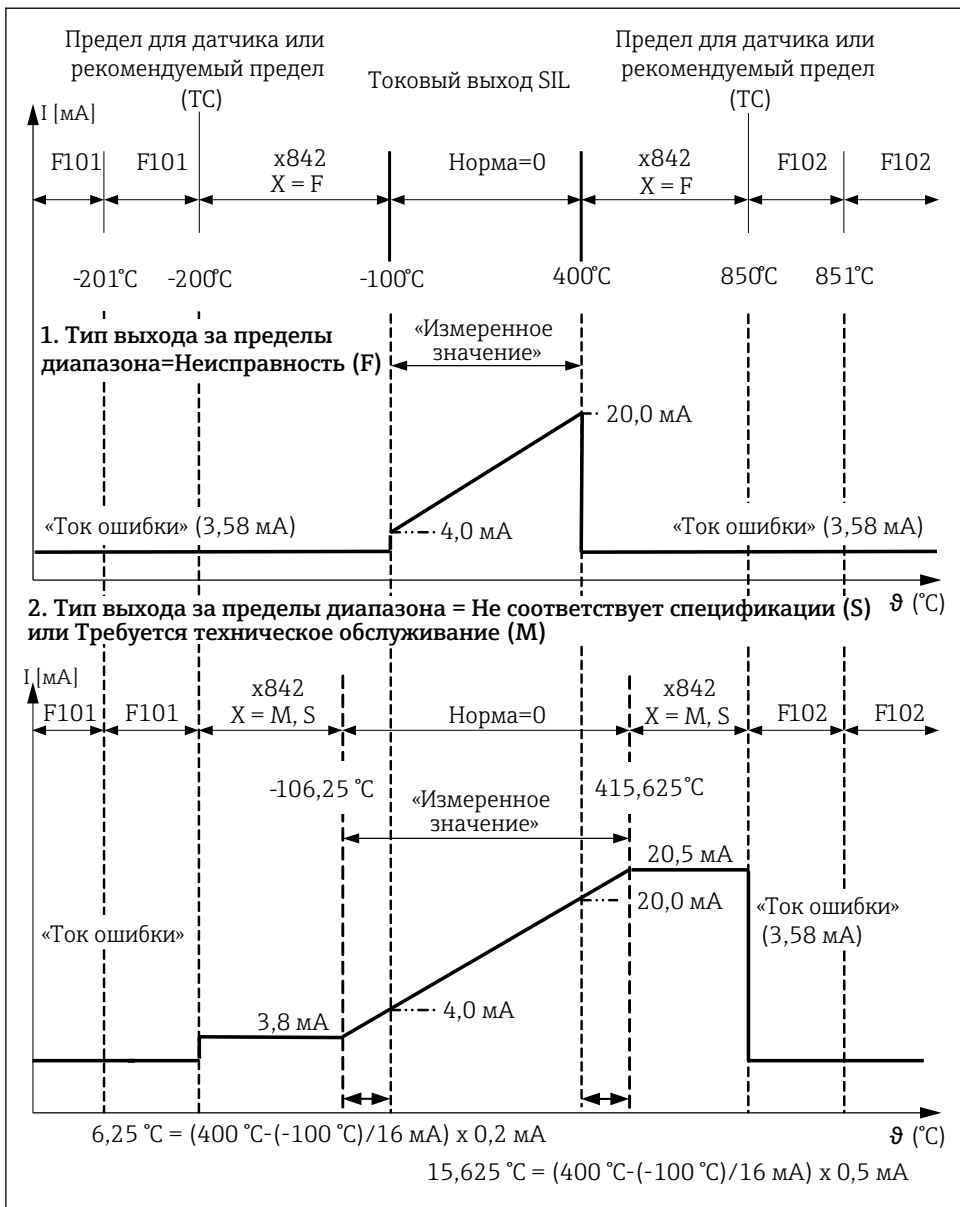


В режиме SIL преобразователь нельзя настроить на отображение инвертированного значения на токовом выходе.

5.1.2 Контроль предельного значения


Функция обеспечения безопасности используется для контроля измеряемого значения. В режиме SIL ток ошибки или ток насыщения выводится в случае выхода измерения за пределы установленного пользователем диапазона измерения (от $X_{\text{мин.}}$ до $X_{\text{макс.}}$). Значение этого тока зависит от настройки параметра «Категория выхода за пределы диапазона» (F, S, M).


Пример, приведенный на рисунке: $I_{4 \text{ mA}} = -100 \text{ }^\circ\text{C}$, $I_{20 \text{ mA}} = +400 \text{ }^\circ\text{C}$.





A0020742-RU

5.1.3 Безопасное измерение

Функция обеспечения безопасности преобразователя включает в себя выходной токовый сигнал, пропорциональный значению напряжения, сопротивления или температуры. Чтобы использовать эту функцию обеспечения безопасности, прибор должен быть настроен с помощью программного обеспечения и переведен в режим SIL. →  21


Все функции обеспечения безопасности могут использоваться в сочетании со всеми вариантами конфигурации датчиков, описанными в разделе «Структура измерительной системы» →  43. Обратите внимание, что через токовый выход возможно отображение измеренного значения только одного датчика или выхода функции (например, функции усреднения или дифференциальной функции). Контроль предельных значений можно настроить для обоих входов по отдельности.

5.2 Ограничения на использование в областях, связанных с обеспечением безопасности





- В каждой конкретной области применения измерительная система должна использоваться корректно и с учетом свойств технологической и окружающей среды. В руководстве по эксплуатации приводятся инструкции, относящиеся к критическим ситуациям процесса и условиям монтажа, – строго следуйте им. Также необходимо соблюдать предельные значения для конкретной области применения.
- Информация о сигнале, связанном с безопасностью →  11.
- Соблюдение технических условий, указанных в руководстве по эксплуатации, является обязательным →  9.
- Соблюдение условий окружающей среды согласно стандарту МЭК 61326-3-2 (Приложение В) обязательно.
- Преобразователь в головке датчика нельзя использовать как замену прибора для монтажа на DIN-рейку (с помощью зажима для DIN-рейки) при использовании датчика в отдельном исполнении.
- Использование прибора FXA291 и интерфейса связи TXU10 невозможно в режиме повышенной защиты или в режиме эксперта (возможно только для связи по протоколу HART®).
- Необходимо корректно настроить сетевой частотный фильтр (50 Гц или 60 Гц).
- Максимально допустимое сопротивление кабеля датчика для измерения напряжения: 1 000 Ом.
- Измеряемое значение «Температура прибора» запрещено выводить в качестве первичной переменной (PV) в режиме обеспечения безопасности.

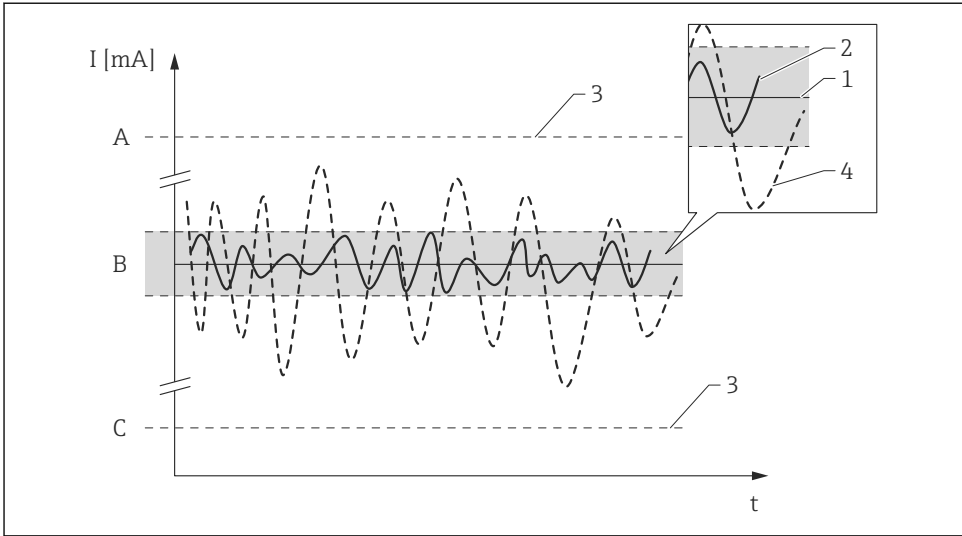
- В режиме обеспечения безопасности **запрещается** использовать функции «Переключение датчика» и «Усреднение с резервированием».
- Компенсация сопротивления проводов при двухпроводном измерении невозможна.
- Кроме того, применение в целях обеспечения безопасности имеет следующие ограничения.

Сильные электромагнитные помехи импульсного характера в линии питания могут приводить к кратковременным (< 1 с) отклонениям выходного сигнала ($\geq \pm 1\%$). Ввиду этого, в логическом блоке следующей ступени должна выполняться фильтрация с постоянной времени ≥ 1 с.

Диапазон ошибки (точность измерения при обеспечении безопасности, \rightarrow  17) зависит от конкретного прибора и определяется согласно правилам FMEDA (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis – анализ режимов отказа, воздействия и диагностики) при поставке. Это охватывает все факторы влияния, приведенные в техническом описании (такие как нелинейность, невоспроизводимость, гистерезис, дрейф нулевой точки, температурный дрейф).

В соответствии с ГОСТ Р МЭК/EN 61508, отказы, связанные с безопасностью, подразделяются на различные категории, см. следующую таблицу. В этой таблице описывается влияние на выходной сигнал, связанный с обеспечением безопасности, и погрешность измерения.

Ошибка, связанная с безопасностью	Пояснение	Влияние на выходной сигнал, связанный с обеспечением безопасности (цифры отсылают к следующей иллюстрации)
Ошибки прибора отсутствуют	Безопасность: Ошибки отсутствуют	1 В пределах спецификации
λ_{SD}	Безопасный детектируемый сбой: Безопасный сбой, который может быть обнаружен	3 Ошибка выходного сигнала (\rightarrow  19)
λ_{SU}	Безопасный недетектируемый сбой: Безопасный сбой, который не может быть обнаружен	2 В пределах допустимого диапазона погрешности (\rightarrow  17)
λ_{DP}	Опасный детектируемый сбой: Опасный сбой, который может быть обнаружен (Внутренняя диагностика прибора)	3 Ошибка выходного сигнала (\rightarrow  19)
λ_{DU}	Опасный недетектируемый сбой: Опасный сбой, который не может быть обнаружен	4 Может выйти за пределы заданного диапазона погрешности (\rightarrow  17)



A0025264

- A Аварийный сигнал высокого уровня ≥ 21 mA
 B Диапазон погрешности → 17
 C Аварийный сигнал низкого уровня $\leq 3,6$ mA

УВЕДОМЛЕНИЕ

Связь по протоколу HART®

- Преобразователь обеспечивает связь по протоколу HART® в режиме SIL. Прибор реализует все поддерживаемые функции HART с дополнительной информацией о приборе. Связь по протоколу HART® **не** является частью функции обеспечения безопасности. Дополнительные сведения см. в разделе «Обеспечение безопасности в режиме HART», в приложении. → 55

- Используйте экранированные кабели питания (см. соответствующее руководство по эксплуатации).

5.2.1 Опасные недетектируемые сбои в данном сценарии

Опасным недетектируемым сбоем считается выходной сигнал, который отклоняется от значения, указанного в настоящем руководстве, но при этом остается в пределах диапазона 4 до 20 mA. → 14

5.3 Точность измерения при обеспечении безопасности

Термопары

Стандартный вариант	Описание	Мин. шаг шкалы	Ограниченный диапазон измерения при обеспечении безопасности	Точность измерения (+A/D), – 40 до +70 °C (– 40 до +158 °F)	Точность измерения (D/A)	Долгосрочный дрейф в °C/год ¹⁾
ГОСТ Р МЭК 60584-1	Тип A (W5Re-W20Re) (30)	50 К (90 °F)	0 до +2500 °C (+32 до +4532 °F)	12 К (21,6 °F)	0,5% от шкалы	1,42
	Тип B (PtRh30-PtRh6) (31)	50 К (90 °F)	+500 до +1820 °C (+932 до +3308 °F)	5,1 К (9,2 °F)		2,01
	Тип E (NiCr-CuNi) (34)	50 К (90 °F)	–150 до +1000 °C (–238 до +1832 °F)	4,9 К (8,8 °F)		0,43
	Тип J (Fe-CuNi) (35)	50 К (90 °F)	–150 до +1200 °C (–238 до +2192 °F)	4,9 К (8,8 °F)		0,46
	Тип K (NiCr-Ni) (36)	50 К (90 °F)	–150 до +1200 °C (–238 до +2192 °F)	5,1 К (9,2 °F)		0,56
	Тип N (NiCrSi-NiSi) (37)	50 К (90 °F)	–150 до +1300 °C (–238 до +2372 °F)	5,5 К (9,9 °F)		0,73
	Тип R (PtRh13-Pt) (38)	50 К (90 °F)	+50 до +1768 °C (+122 до +3214 °F)	5,6 К (10,1 °F)		1,58
	Тип S (PtRh10-Pt) (39)	50 К (90 °F)	+50 до +1768 °C (+122 до +3214 °F)	5,6 К (10,1 °F)		1,59
	Тип T (Cu-CuNi) (40)	50 К (90 °F)	–150 до +400 °C (–238 до +752 °F)	5,2 К (9,4 °F)		0,52
ГОСТ Р МЭК 60584-1; ASTM E988-96	Тип C (W5Re-W26Re) (32)	50 К (90 °F)	0 до +2000 °C (+32 до +3632 °F)	7,6 К (13,7 °F)		0,94
ASTM E988-96	Тип D (W3Re-W25Re) (33)	50 К (90 °F)	0 до +2000 °C (+32 до +3632 °F)	7,1 К (12,8 °F)		1,14
DIN 43710	Тип L (Fe-CuNi) (41)	50 К (90 °F)	–150 до +900 °C (–238 до +1652 °F)	4,2 К (7,6 °F)		0,42
	Тип U (Cu-CuNi) (42)		–150 до +600 °C (–238 до +1112 °F)	5,0 К (9 °F)		0,52
ГОСТ Р 8.585-2001	Тип L (NiCr-CuNi) (43)	50 К (90 °F)	–200 до +800 °C (–328 до +1472 °F)	8,4 К (15,1 °F)		0,53
Преобразователь напряжения (мВ)		5 мВ	–20 до 100 мВ	200 μV		27,39 мкВ/А

1) Значения при 25 °C, для других значений температуры необходима экстраполяция.

Терморезисторы

Стандартный вариант	Описание	Мин. шаг шкалы	Ограниченный диапазон измерения при обеспечении безопасности	Точность измерения (+A/D), – 40 до +70 °C (– 40 до +158 °F)	Точность измерения (D/A)	Долгосрочный дрейф в °C/год ¹⁾
ГОСТ Р МЭК 60751:2008	Pt100 (1)	10 К (18 °F)	–200 до +600 °C (–328 до +1 112 °F)	1,1 К (2,0 °F)	0,5% от шкалы	0,23
	Pt200 (2)	10 К (18 °F)	–200 до +600 °C (–328 до +1 112 °F)	1,6 К (2,9 °F)		0,92
	Pt500 (3)	10 К (18 °F)	–200 до +500 °C (–328 до +932 °F)	0,9 К (1,6 °F)		0,38
	Pt1000 (4)	10 К (18 °F)	–200 до +250 °C (–328 до +482 °F)	0,6 К (1,1 °F)		0,19
JIS C1604:1984	Pt100 (5)	10 К (18 °F)	–200 до +510 °C (–328 до +950 °F)	1,0 К (1,8 °F)		0,32
DIN 43760 IPTS-68	Ni100 (6)	10 К (18 °F)	–60 до +250 °C (–76 до +482 °F)	0,4 К (0,7 °F)		0,22
	Ni120 (7)		–60 до +250 °C (–76 до +482 °F)	0,3 К (0,54 °F)		0,18
ГОСТ 6651-94	Pt50 (8)	10 К (18 °F)	–180 до +600 °C (–292 до +1 112 °F)	1,3 К (2,34 °F)		0,61
	Pt100 (9)	10 К (18 °F)	–200 до +600 °C (–328 до +1 112 °F)	1,2 К (2,16 °F)		0,34
OIML R84: 2003, ГОСТ 6651-2009	Cu50 (10)	10 К (18 °F)	–180 до +200 °C (–292 до +392 °F)	0,7 К (1,26 °F)		0,46
	Cu100 (11)	10 К (18 °F)	–180 до +200 °C (–292 до +392 °F)	0,5 К (0,9 °F)		0,23
	Ni100 (12)	10 К (18 °F)	–60 до +180 °C (–76 до +356 °F)	0,4 К (0,72 °F)		0,21
	Ni120 (13)	10 К (18 °F)	–60 до +180 °C (–76 до +356 °F)	0,3 К (0,54 °F)		0,18
OIML R84: 2003, ГОСТ 6651-94	Cu50 (14)	10 К (18 °F)	–50 до +200 °C (–58 до +392 °F)	0,7 К (1,26 °F)		0,45
Преобразователь сопротивления Ω	400 Ω	10 Ω	10 до 400 Ω	0,5 Ω	0,096 Ω/A	
	2 000 Ω	100 Ω	10 до 2 000 Ω	2,1 Ω	0,51 Ω/A	

1) Значения при 25 °C, для других значений температуры необходима экстраполяция.

Для этих значений не учитываются отклонения, вызванные электромагнитными помехами. При наличии значимых электромагнитных помех к вышеуказанным значениям необходимо добавить дополнительное отклонение величиной 1% от шкалы.

⚠ ВНИМАНИЕ

При использовании 2-проводного измерения сопротивления – действительно начиная с версии аппаратного обеспечения 01.00.07 (преобразователь в головке датчика) и 01.00.05 (прибор для монтажа на DIN-рейку).

- ▶ Выполните необходимую настройку значений сопротивления кабеля за счет коррекции смещения.
- ▶ Дополнительную погрешность 5 °C (9 °F) необходимо добавить к значениям точности измерения при обеспечении безопасности.

Пример расчета с датчиком Pt100, диапазон измерений 0 до +100 °C (+32 до +212 °F), температура окружающей среды +25 °C (+77 °F), сетевое напряжение 24 В:

Точность измерения, цифровой сигнал = 1,2 К (2,16 °F)
Точность измерения D/A = 0,5 % x 100 °C (212 °F) = 0,5 К (0,9 °F)
Точность измерения: 1,7 К (3,6 °F); для точности измерения при обеспечении безопасности следует учесть наиболее неблагоприятные сочетания значений.

Действительность данных для точности измерения при обеспечении безопасности:

- Общий допустимый диапазон температуры преобразователя в режиме SIL;
- Определенный диапазон сетевого напряжения;
- Ограниченный диапазон измерения чувствительного элемента при обеспечении безопасности;
- Точность охватывает все погрешности линеаризации и округления;
- Учитывайте минимальную шкалу каждого датчика;
- Типы корпуса: преобразователь для монтажа на DIN-рейку и преобразователь в головке датчика;
- Значения представляют собой значения 2σ , т. е. 95,4 % всех измеренных значений находятся в пределах спецификации.

6 Применение в системах защиты

6.1 Поведение прибора в процессе эксплуатации



После блокировки SIL активируется дополнительная диагностика, а критические параметры в схеме обеспечения безопасности устанавливаются равными безопасным значениям. Следовательно, поведение прибора при активной блокировке SIL (в «состоянии блокировки SIL») может отличаться от поведения при неактивной блокировке SIL (в «состоянии без блокировки SIL»). Если перед окончательным вводом системы в эксплуатацию имеется этап тестирования, рекомендуется проводить этот этап в состоянии блокировки, с тем чтобы получить наиболее информативные результаты.

6.1.1 Поведение прибора в процессе включения

После подачи питания прибор проходит этап диагностики. В течение этого времени на токовый выход подается ток ошибки (аварийный сигнал низкого уровня).

На протяжении этапа диагностики связь по сервисному интерфейсу (CDI) и по протоколу HART® невозможна.

Поведение прибора в процессе включения зависит от настройки параметров прибора

Параметр режима SIL HART	Параметр режима включения SIL	
	Вкл.	Выкл.
Вкл.	Время запуска прим. 30 с → режим измерения SIL	Дождитесь ввода контрольной суммы SIL
Выкл.	Время запуска прим. 120 с → режим измерения SIL В этот период можно отменить режим SIL, указав в качестве контрольной суммы SIL значение 0.	Дождитесь ввода контрольной суммы SIL

6.1.2 Поведение прибора в режиме срабатывания функции безопасности

Прибор выдает значение тока, соответствующее отслеживаемому предельному значению. Это значение подлежит мониторингу и дальнейшей обработке в логическом блоке, подключенном к прибору.

6.1.3 Варианты безопасного состояния

Безопасное состояние	
Активное состояние обеспечения безопасности	Пассивное состояние обеспечения безопасности
Вывод тока ошибки, $\leq 3,6$ мА (= аварийный сигнал низкого уровня)	Вывод тока ошибки, $\leq 3,6$ мА (= аварийный сигнал низкого уровня) Сброс системы инициируется автоматически.
В активном состоянии обеспечения безопасности связь с прибором по протоколу HART® можно, но он постоянно выводит ток ошибки. Это состояние сохраняется до перезагрузки преобразователя. Все параметры можно считывать, а параметры, не связанные с обеспечением безопасности, – корректировать.	В пассивном состоянии обеспечения безопасности связь с преобразователем по протоколу HART® невозможна. Система немедленно останавливается и перезагружается не позднее, чем через 0,5 секунды. Прибор не отображает сообщения об ошибках. Коррекция параметров невозможна.

Система переходит в одно из двух состояний в зависимости от обнаруженной ошибки. Активное состояние обеспечения безопасности – это единственное состояние, в котором система продолжает работать без автоматического перезапуска.

6.1.4 Поведение прибора при наличии аварийных сигналов и предупреждений

В состоянии аварийного сигнала ток ошибки $\leq 3,6$ мА. В некоторых других случаях (например, при коротком замыкании кабеля), возможен ток ошибки ≥ 21 мА, независимо от настроенного тока ошибки. Логический блок следующей ступени должен быть пригоден для определения аварийных сигналов высокого уровня (≥ 21 мА) и

аварийных сигналов низкого уровня ($\leq 3,6$ мА) в процессе отслеживания аварийных сигналов.

6.1.5 Аварийные сигналы и предупреждающие сообщения

Аварийные сигналы и предупреждающие сообщения, выдаваемые на дисплей прибора или в программное обеспечение в форме диагностических событий, а также соответствующие текстовые описания событий, являются дополнительной информацией.



Обзор диагностических событий содержится в руководстве по эксплуатации ВА01028Т/09.

Следующие диагностические события, которые можно настроить в обычном режиме, приводят к переходу в активное состояние обеспечения безопасности в режиме SIL и, следовательно, к выводу тока ошибки:

- Выход за пределы диапазона допустимой температуры окружающей среды для прибора (диагностическое сообщение F925);
- Коррозионное повреждение датчика (диагностическое сообщение F042).

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если прибор переключается в режим SIL, активируется дополнительная диагностика (например, считываемый выходной ток сравнивается с номинальным значением).

Если работа одной из этих диагностических функций приводит к сообщению об ошибке (например, сбой датчика F041), выводится ток ошибки. После устранения ошибки прибор необходимо перезапустить.

- ▶ Для этого следует отключить прибор от источника питания, или
- ▶ Отправить управляющий сигнал такого содержания по протоколу HART®, или запустить соответствующую функцию с помощью программного обеспечения.

При последующем перезапуске прибора выполняется самопроверка, и сообщения об ошибках сбрасываются (если это допустимо).

6.2 Настройка параметров для областей применения, связанных с обеспечением безопасности

Если прибор используется в системе управления процессами, то его конфигурация должна соответствовать двум требованиям:

- Принцип подтверждения:
Надежное независимое тестирование вводимых параметров, связанных с безопасностью;
- Принцип блокировки:
Блокировка прибора после настройки параметров (согласно стандарту МЭК 61511-1, раздел 11.6.4).

Для активации режима SIL прибор должен осуществить специальную последовательность операций, во время выполнения которой им можно управлять посредством такого средства управления парком приборов (например, FieldCare, Pactware, AMS, PDM, Field Communicator 375/475), для которого в приборе имеются файлы драйвера (DD или DTM).

Существует два способа конфигурирования прибора, основное отличие между которыми состоит в принципе подтверждения:

■ **«Режим повышенной защиты» (настройка параметров обеспечения безопасности):**

При запуске в режиме повышенной защиты:

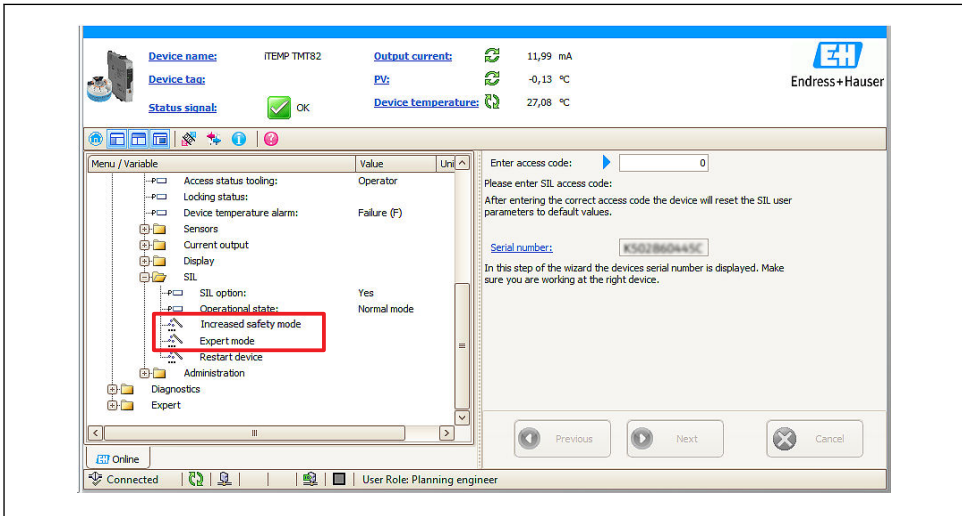
- Для всех параметров, связанных с обеспечением безопасности, устанавливаются определенные значения;
- Преобразователь настраивается с использованием управляемой настройки параметров безопасности;

Ограниченный набор параметров приведен здесь;

■ **«Режим эксперта» (активация режима SIL = SiMA):**

Здесь текущие настройки преобразователя принимаются для режима SIL (ограничения см. в разделе 8.3.1 «Параметры и настройки по умолчанию для режима SIL»)

→ (51). Это означает, что определенные или предварительно настроенные параметры могут быть использованы для соответствующего применения.



A0032738-RU


1 Методы настройки параметров прибора: режим повышенной защиты и режим эксперта

В следующих разделах приводится подробное описание обоих режимов. Только для приборов SIL (код заказа 590 «Дополнительный сертификат», опция LA SIL) режим повышенной защиты и режим эксперта можно реализовать исключительно по протоколу HART. По этой причине только такие приборы можно использовать в защитных системах.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Настройку параметров для приборов SIL необходимо документировать!


- ▶ Укажите настроенные параметры в столбце «Установленное значение». Дата, время и контрольная сумма SIL, которые отображаются впоследствии, должны быть задокументированы.


Для этой цели пригоден «Отчет о вводе в эксплуатацию или испытании». →  46

Контрольная сумма SIL может использоваться для проверки настроенных параметров нескольких приборов.

В общем случае необходимо убедиться в том, что пакетный режим и режим Multidrop деактивированы.

6.2.1 Режим повышенной защиты, настройка параметров обеспечения безопасности

Пользовательский интерфейс может отличаться от изображенных в настоящем документе экранов в зависимости от используемого программного обеспечения и выбранного языка. Отметку времени, указанную по окончании настройки параметров безопасности, можно просмотреть с помощью параметра **Метка времени настройки SIL**. →  46


Каждый параметр, переданный на прибор, заново считывается и отображается. После этого необходимо подтвердить, что отображаемое значение соответствует введенному значению. Значение, которое считывается в обратном порядке, также содержит текст #END в конце. Таблица с присвоением кодовых номеров параметрам приведена в приложении к настоящему руководству по безопасности. →  58

УВЕДОМЛЕНИЕ

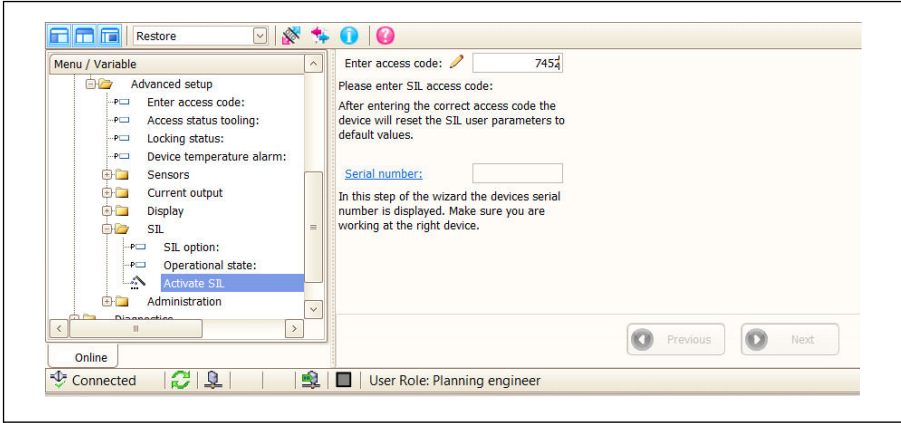
Прерывание настройки параметров безопасности

- ▶ В процессе настройки параметров безопасности преобразователь выводит ток ошибки $\leq 3,6$ мА (аварийный сигнал низкого уровня). Если при настройке параметров безопасности возникает ошибка или если проверка параметров возвращает отрицательный результат, то настройка параметров безопасности расценивается как неудачная и должна быть повторена.

Настройка параметров безопасности: последовательность операций

1. Настройку параметров безопасности можно выполнять только в интерактивном режиме. В подменю  **Настройка** → **Расширенная настройка** → **SIL** запустите настройку параметров безопасности с помощью мастера **Режим повышенной защиты**.
 - ↳ Откроется окно **Код доступа**.

2.

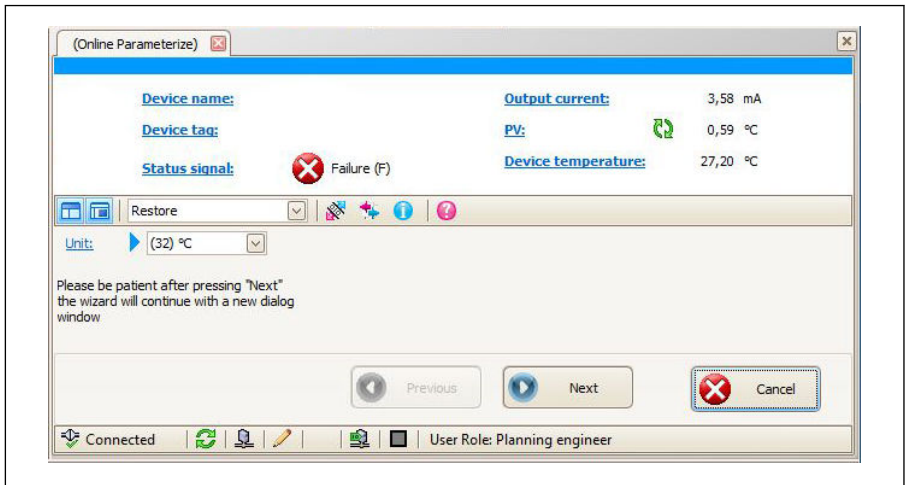


A0021798-RU

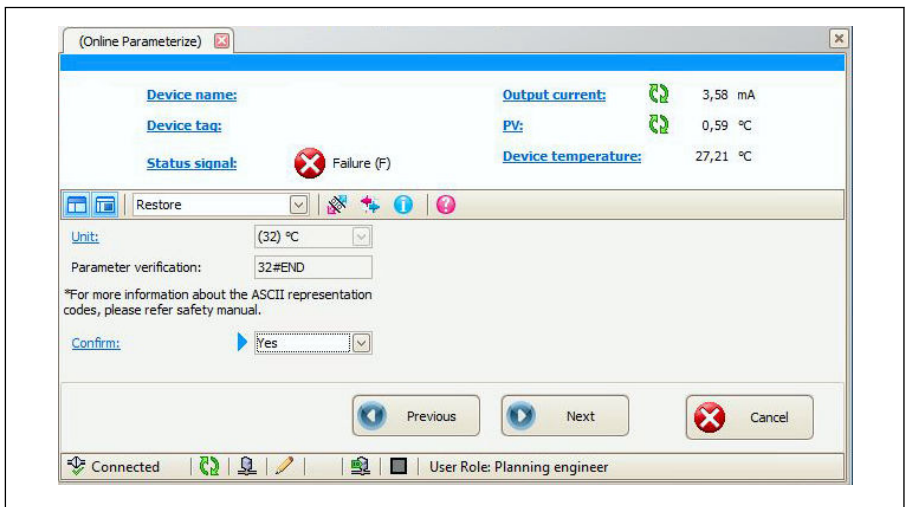
В окне **Ввод кода доступа** введите код **7452** и нажмите кнопку ENTER для подтверждения. Затем нажмите кнопку «Далее», чтобы продолжить.

- ↳ Все параметры, имеющие отношение к обеспечению безопасности, сбрасываются на заводские настройки. См. таблицу «Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта» в приложении. → 51
- После этого откроется окно ввода для настройки прибора, начиная с единицы измерения для измеряемой переменной. Эти окна открываются в определенном порядке.

3.



A0021812-RU



A0021815-RU

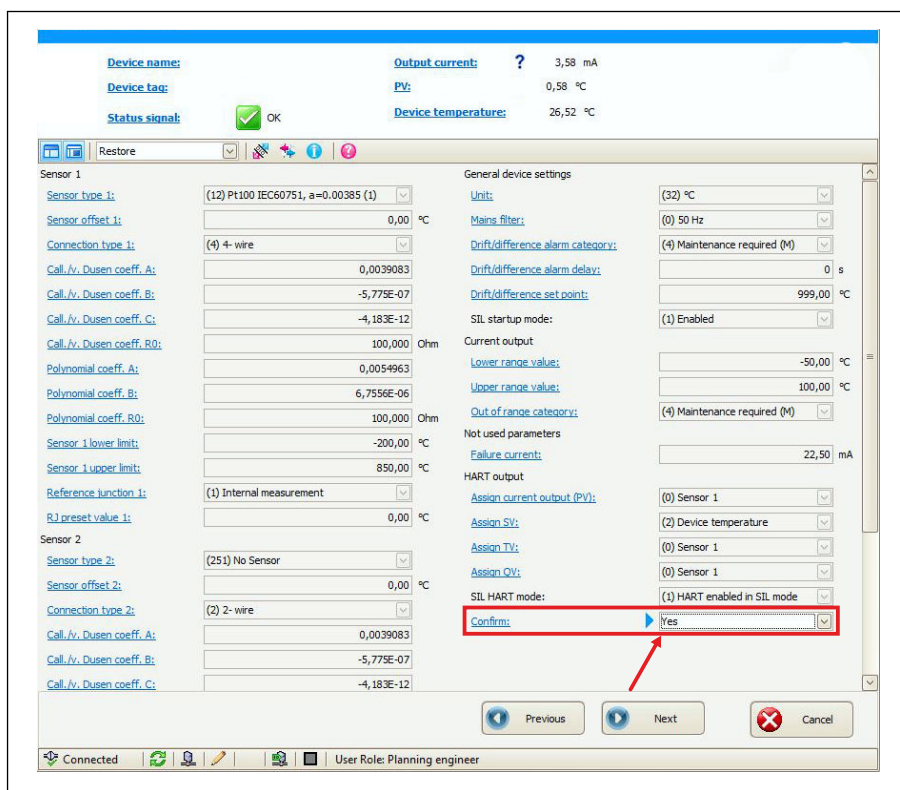
Проверяйте введенные параметры в каждом следующем окне. Если параметры корректны, выберите вариант «Да» в окне **Подтверждение** и нажмите кнопку ENTER, чтобы подтвердить выбор. Нажмите кнопку «Далее», чтобы продолжить.

УВЕДОМЛЕНИЕ

- ▶ Если выбрана единица измерения «градус Фаренгейта (°F)» или «градус Ранкина (°R)» для датчиков Каллендара-Ван-Дюзена или полиномиальных медных/никелевых датчиков, то во время проверки параметров сохраненное значение может отклоняться на 0,01 °F или °R от введенного значения параметра. Это отклонение может происходить со следующими параметрами: нижний диапазон измерения (4 мА), верхний диапазон измерения (20 мА), смещение датчика, режим дрейфа/разности, верхний предел датчика и нижний предел датчика.

После ввода всех параметров, связанных с безопасностью, будет отображен обзор всех не редактируемых значений по умолчанию. После подтверждения отображаются все введенные параметры безопасности, чтобы пользователь мог проверить их еще раз.

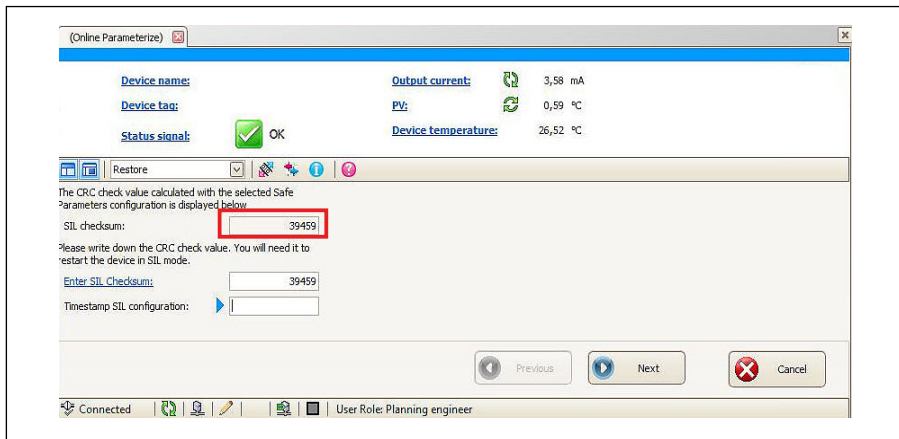
4.



A0023184-RU

Если настройки корректны, выберите вариант «Да» в окне **Подтверждение** и нажмите кнопку ENTER, чтобы подтвердить выбор. Нажмите кнопку «Далее», чтобы продолжить.

5.



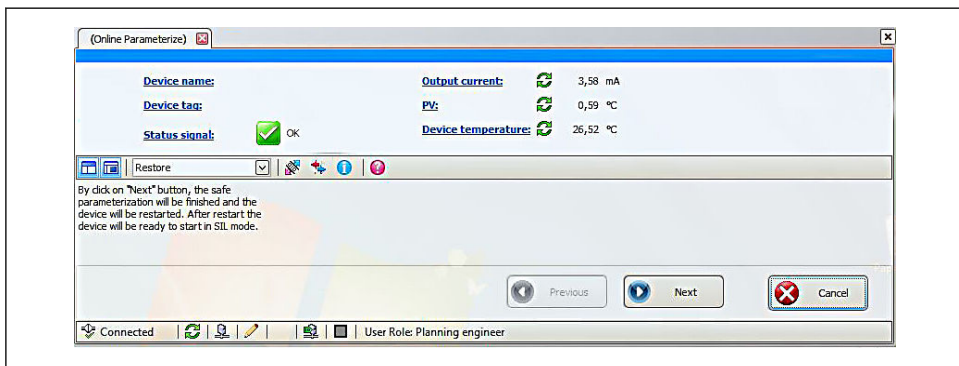
A0021820-RU

УВЕДОМЛЕНИЕ

Это значение, отображаемое для контрольной суммы SIL, необходимо для активации режима SIL, если для параметра «Режим запуска SIL» установлено значение «Неактивно».

- Обязательно запишите значение, отображаемое для контрольной суммы SIL, в документации по этой точке измерения.

Введите контрольную сумму SIL, отображаемую в поле **Ввод контрольной суммы SIL**, и укажите текущие дату и время в поле **Метка времени настройки SIL**. Нажмите кнопку ENTER для подтверждения ввода. Нажмите кнопку «Далее», чтобы продолжить.

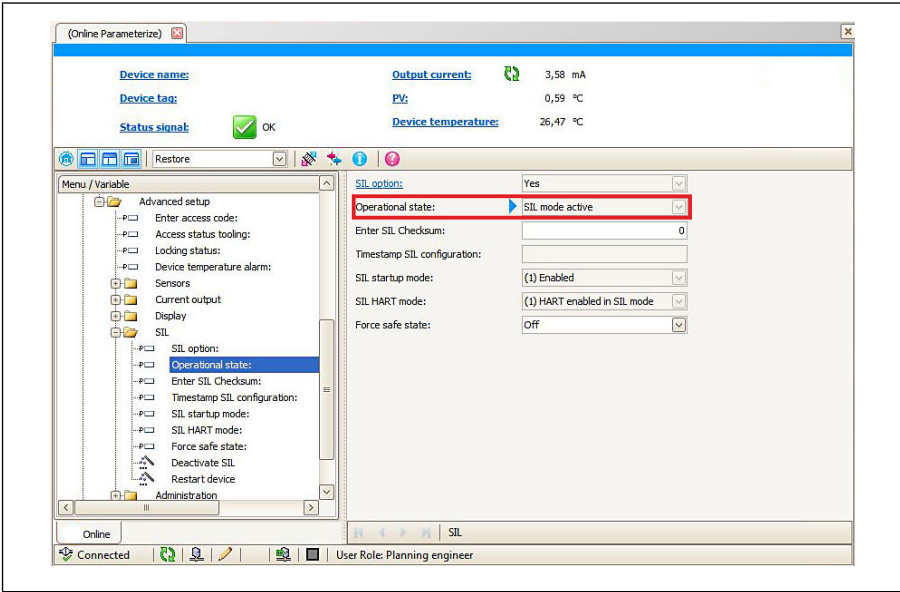


A0026476-RU


Настройка параметров безопасности завершена. После нажатия кнопки «Далее» прибор автоматически перезапустится в режиме SIL. → 19

Проверка рабочего состояния


6.



A0021834-RU

 2 Отображаемое рабочее состояние

Проверьте рабочее состояние преобразователя (**Активен режим SIL**), прежде чем использовать его в защитных системах.

7. Прежде чем вводить в эксплуатацию прибор в режиме SIL, необходимо выполнить проверку ввода в эксплуатацию. →  34

6.2.2 Режим эксперта, активация режима SIL = SiMA

Пользовательский интерфейс может отличаться от изображенных в настоящем документе экранов в зависимости от используемого программного обеспечения и выбранного языка.

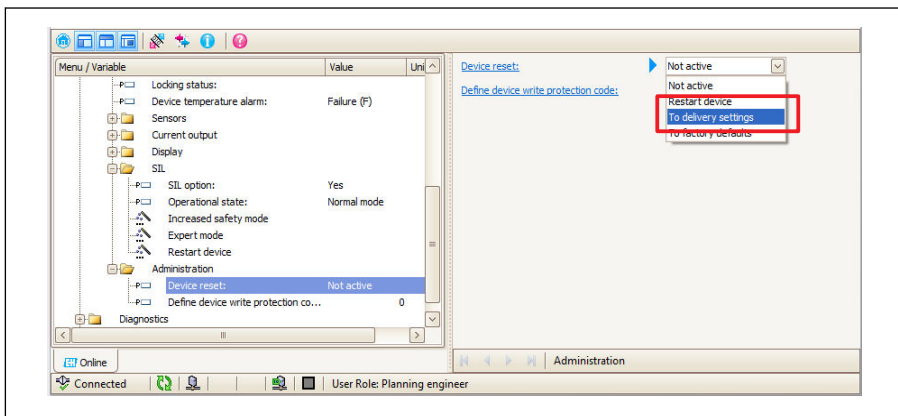
УВЕДОМЛЕНИЕ

Прерывание активации режима SIL

- ▶ В ходе процесса активации режима SIL в режиме эксперта преобразователь выводит ток ошибки $\leq 3,6$ мА (аварийный сигнал низкого уровня). Если при активации режима SIL в режиме эксперта возникает ошибка или если процесс прерывается, активация режима SIL завершается неудачно и должна быть выполнена снова.

Процесс активации режима SIL

1.



A0032671-RU

Если преобразователь не находится в исходном состоянии после поставки, выполните следующие действия.

В меню «Настройка» → «Расширенная настройка» → «Администрирование» выберите вариант «На заводские настройки» для пункта **Перезапуск прибора**.

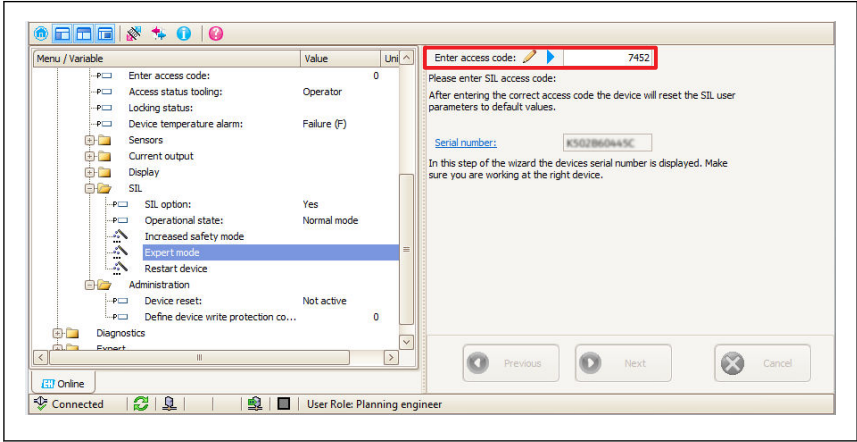
2. Нажмите кнопку ENTER для подтверждения.

3. Выполните настройку всех параметров, необходимых для использования в защитной системе. Для этого можно использовать любое ПО, которое пригодно для работы с прибором.

4. Активация режима SIL возможна только по протоколу HART® в интерактивном режиме.


В подменю  «Настройка» → «Расширенная настройка» → SIL запустите мастер **Режим эксперта**.

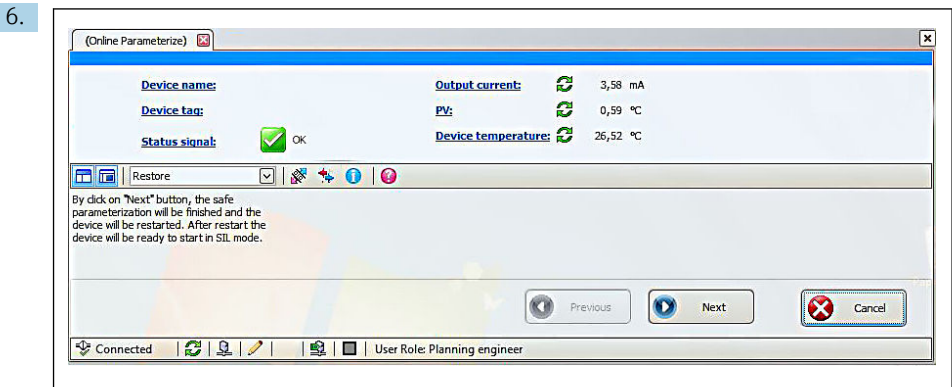
↳ Откроется мастер **Режим эксперта**.



A0032683-RU

5. В окне **Ввод кода доступа** введите код **7452** и нажмите кнопку ENTER для подтверждения. Затем нажмите кнопку «Далее», чтобы продолжить.

↳ Параметры, относящиеся к безопасности прибора, которые нельзя изменять в режиме SIL, сбрасываются на настройки по умолчанию. См. таблицу «Параметры и настройки по умолчанию для режима SIL» (→  51). Все остальные параметры, связанные с безопасностью, принимаются прибором и являются защищенными от несанкционированного вмешательства.



A0026476-RU

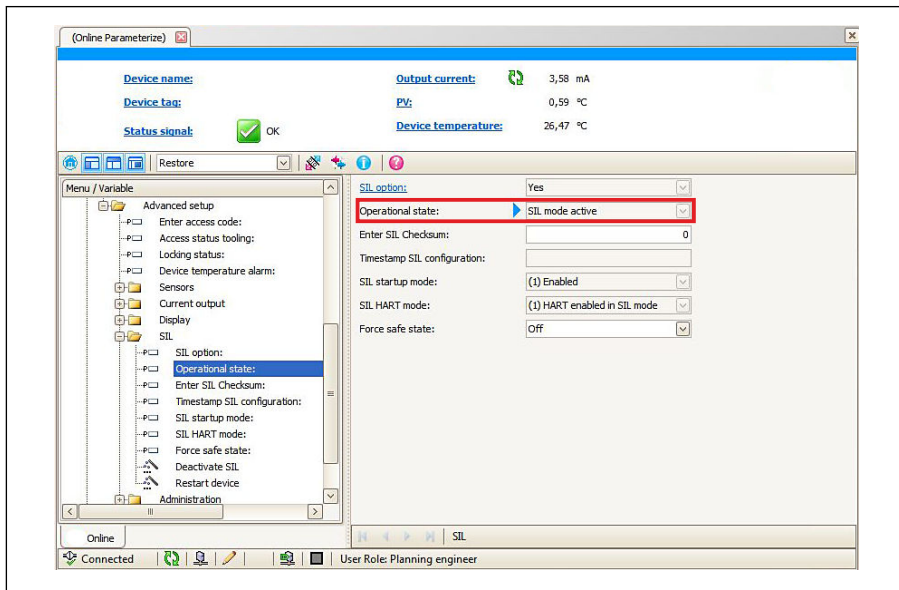
После нажатия кнопки «Далее» прибор автоматически перезапустится в режиме SIL.

↳ Активация режима SIL в режиме эксперта завершена.

7. Для параметра **Метка времени настройки SIL** можно установить последнее значение в режиме SIL.
8. Запишите значение параметра **Контрольная сумма SIL** в соответствующем отчете. Это можно использовать для проверки настроек нескольких приборов.

Проверка рабочего состояния

9.



A0021834-RU

3 Отображаемое рабочее состояние

Проверьте рабочее состояние преобразователя (**Активен режим SIL**), прежде чем использовать его в защитных системах.

10. Прежде чем вводить в эксплуатацию прибор в режиме SIL, необходимо выполнить проверку ввода в эксплуатацию. → 34




Текущую конфигурацию преобразователя в режиме SIL можно проверить, например, с помощью портативного прибора FC475.

Проверяемые параметры	Используйте комбинации функциональных клавиш на приборе FC475 (HART7)
Рабочее состояние (режим SIL активен)	3 → 3
Нижний диапазон измерения (4 мА)	3 → 6 → 3
Верхний диапазон измерения (20 мА)	3 → 6 → 4

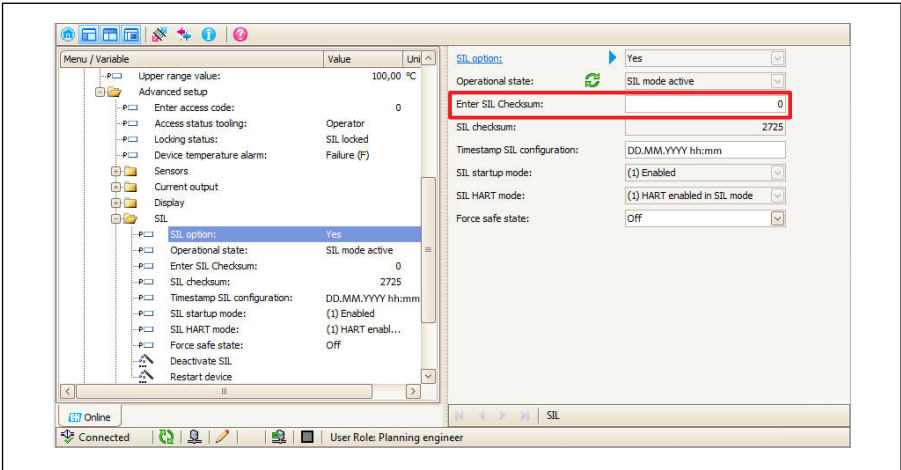
Проверяемые параметры	Используйте комбинации функциональных клавиш на приборе FC475 (HART7)
PV	3 → 7 → 3 → 1
Тип датчика 1	1 → 3
Тип датчика 2	1 → 7
Тип подключения 1	1 → 4
Тип подключения 2	1 → 8
Смещение датчика 1	3 → 5 → 1 → 5
Смещение датчика 2	3 → 5 → 2 → 5
Единица измерения	1 → 2
Фильтр напряжения электросети	3 → 4 → 4

6.2.3 Деактивация режима SIL

Деактивировать режим SIL можно одним из двух методов (А или В). Сначала отключите аппаратную защиту преобразователя от записи.

 Эта процедура описана в руководстве по эксплуатации ВА01028Т/09.

1.

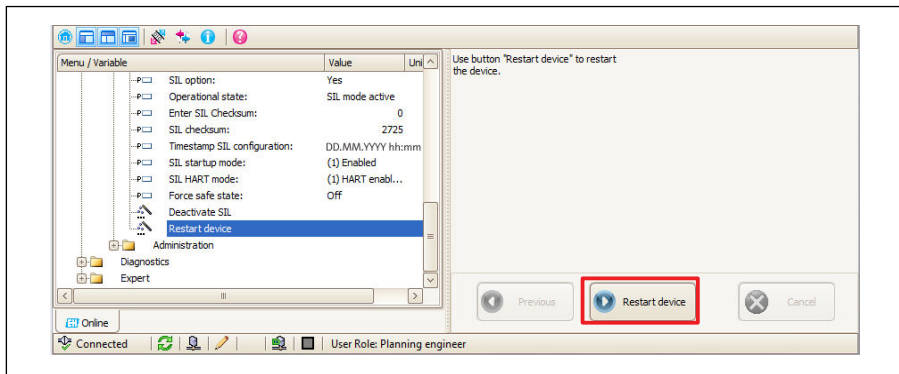


A0021826-RU

А) Введите число **0** в поле **Ввод контрольной суммы SIL**.

2. Нажмите кнопку ENTER для подтверждения.

3.

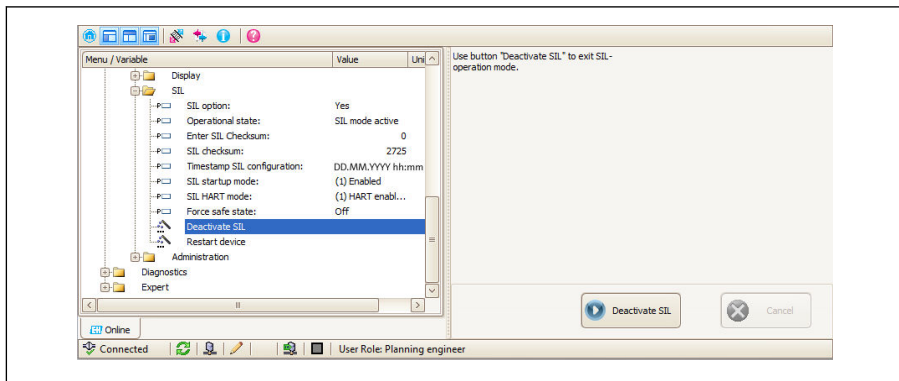


A0032670-RU

Перезапустите прибор: запустите мастер **Перезапуск прибора** или отключите питание преобразователя.

После перезагрузки прибор переходит в небезопасный (нормальный) режим. Чтобы снова переключиться в режим SIL, необходимо на этом этапе снова запустить настройку параметров безопасности или активацию режима SIL (SiMA). → 23

4.



A0026478-RU



В) Запустите мастер **Деактивация SIL** в подменю **Настройка** → **Расширенная настройка** → **SIL**.

5. Еще раз активируйте поле **Деактивация SIL**.

↳ После автоматической перезагрузки прибор переходит в небезопасный (нормальный) режим.

УВЕДОМЛЕНИЕ

После деактивации режима SIL диагностика отключается и прибор становится непригодным для обеспечения безопасности. Поэтому необходимо принять соответствующие меры для предотвращения опасности на время отключения режима SIL.


- ▶ Если связь по протоколу HART отключена при активном режиме SIL (параметр «Режим SIL HART» = деактивирован), перезапустите прибор. На этапе запуска преобразователя методы деактивации А и В доступны в течение 120 секунд. (Связь по протоколу HART в этот период активна.) Чтобы снова переключиться в режим SIL, необходимо на этом этапе снова запустить настройку параметров безопасности →  23 или активацию режима SIL (SiMA) →  28.

6.3 Проверка ввода в эксплуатацию и испытание

Функциональное тестирование служит для проверки функциональной целостности преобразователя в режиме SIL во время ввода в эксплуатацию, в случае изменения параметров безопасности при переводе в режим SiMA или настройки параметров безопасности через определенные интервалы.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Во время проверки ввода в эксплуатацию или испытания действие функции обеспечения безопасности не гарантируется. Для обеспечения безопасности технологического процесса во время проверки должны быть приняты соответствующие меры.

- ▶ Связанный с обеспечением безопасности выходной сигнал 4 до 20 мА запрещается использовать в защитной системе во время проверки.
- ▶ Все выполняемые проверки должны быть задокументированы. Для документирования можно использовать шаблон, приведенный в Приложении. →  46

6.3.1 Испытание функции обеспечения безопасности

1. Регулярно проверяйте функциональную целостность функции обеспечения безопасности.
2. Периодичность тестирования определяется оператором – это необходимо учитывать при расчете вероятности отказа $PFD_{\text{средн.}}$ системы датчика.
 - ↳ Если система имеет одноканальную архитектуру, то средняя вероятность отказа ($PFD_{\text{средн.}}$) датчика зависит от интервала между тестами T_i , интенсивности отказов λ_{du} , охвата функционального тестирования РТС и предполагаемой продолжительности процесса, и достаточно точно определяется следующей аппроксимацией:

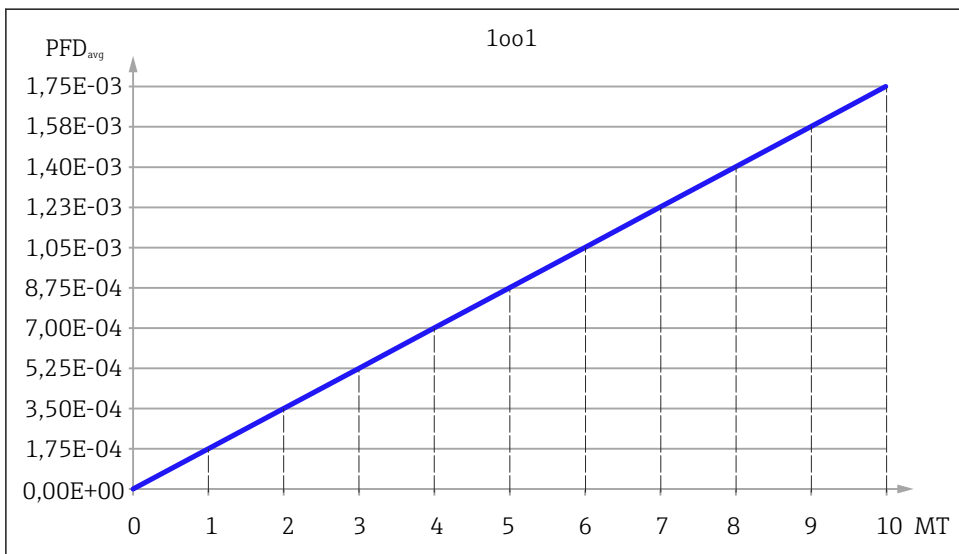
$$PFD_{\text{avg}} \approx \frac{1}{2} \lambda_{\text{DU}} \cdot T_i \cdot \text{РТС} + \frac{1}{2} \cdot \lambda_{\text{DU}} \cdot \text{MT} \cdot (1 - \text{РТС})$$

A0032744

3. Кроме того, оператор определяет процедуру функционального тестирования.

УВЕДОМЛЕНИЕ

- ▶ Согласно стандарту МЭК 61511, независимые испытания подсистем, таких как преобразователь, разрешается проводить в качестве альтернативы проверке функции обеспечения безопасности всей системы. Средняя вероятность сбоя и время работы PFD_{средн.} для одноканальной системы (без проведения испытания).



A0021428

MT:	Время работы в годах
PFD _{средн.} :	Средняя вероятность опасного отказа при запросе
1oo1:	Одноканальная архитектура

6.3.2 Ввод преобразователя в эксплуатацию или испытание

Если для конкретного оператора не определены требования к испытаниям, возможна следующая альтернатива для испытания преобразователя в зависимости от измеряемой переменной, используемой в работе функции обеспечения безопасности. Охват индивидуальных испытаний (PTC), которые можно использовать для вычисления, указаны для испытательных процедур, описанных ниже.

Прибор можно испытать в следующем порядке:

- Испытательная процедура А: полная проверка при работе интерфейса HART;
- Испытательная процедура В: полная проверка без работы интерфейса HART (со съемным дисплеем TID10);
- Испытательная процедура С: упрощенная проверка с использованием работы интерфейса HART или без нее.

В отношении испытательных процедур необходимо учитывать следующие моменты:

- Испытательную процедуру С не допускается использовать для проверки ввода в эксплуатацию;
- Преобразователь можно проверить без датчика с использованием соответствующего имитатора (банка резисторов, источника опорного напряжения и т. п.). Изменение подключения вызывает ошибку датчика, вследствие чего преобразователь переходит в состояние обеспечения безопасности и возникает необходимость перезапуска преобразователя;
- Точность используемого измерительного прибора должна соответствовать техническим условиям преобразователя;
- Если используются оба входных канала преобразователя, то испытание для второго датчика необходимо повторить аналогичным образом;
- При использовании настраиваемой линейаризации необходимо выполнять калибровку по трем точкам (например, с коэффициентами CvD). Кроме того, необходимо проверить параметры **Верхний предел датчика** и **Нижний предел датчика**.

При проверке ввода в эксплуатацию в дополнение к испытательным процедурам А и В необходимо учитывать следующие моменты:

Если используются оба входных канала преобразователя, то такие двухканальные функции, как **Дрейф датчика** или **Дублирование** (назначение канала для токового выхода) также необходимо проверить;

Если используются термодпары, то параметр **Холодный спай** и его существующее значение необходимо проверить;

Функцию «Категория выхода за пределы диапазона» необходимо проверить по предельным значениям, 3,8 мА или 20,5 мА;

Необходимо проверить рабочее состояние преобразователя (активность режима SIL).

6.3.3 Испытательная процедура А

1. Калибровка по двум точкам

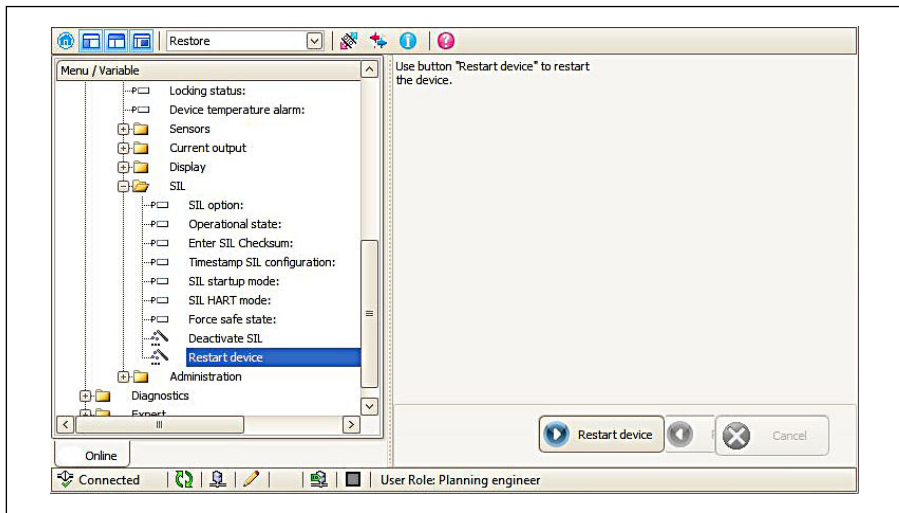
Проверьте токовый выход, применив эталонную температуру на датчике или соответствующий эталонный сигнал (сопротивление, напряжение) в 2 точках. Для нижнего значения диапазона выберите **от 4 мА до +20 % шкалы**, а для верхнего значения диапазона выберите **от 20 мА до -20 % шкалы**.

↳ Результаты измерения должны находиться в пределах диапазона погрешности, допустимого при обеспечении безопасности. В противном случае испытание завершается неудачно.

2. Проверка безопасного состояния (аварийный сигнал нижнего уровня)

Спровоцируйте ошибку датчика, чтобы перевести преобразователь в состояние обеспечения безопасности. (Например, с помощью имитации обрыва цепи в кабеле или короткого замыкания в кабелях датчиков.) Проверьте, соответствует ли выход тока на токовом выходе аварийному сигналу низкого уровня ($\leq 3,6$ мА).

3.



A0026467-RU

Иницируйте перезапуск прибора, используя соответствующую функцию программного обеспечения или команду 42 интерфейса HART.

С помощью этого испытания обнаруживается 96% опасных недетектируемых отказов (охват функционального тестирования, PTC = 0,96). Во время испытательной процедуры токовый выход прибора обычно ведет себя так, как показано на → 6, 39.

6.3.4 Испытательная процедура В

1. Калибровка по двум точкам

Проверьте токовый выход, применив эталонную температуру на датчике или соответствующий эталонный сигнал (сопротивление, напряжение) в 2 точках. Для нижнего значения диапазона выберите **от 4 мА до +20 % шкалы**, а для верхнего значения диапазона выберите **от 20 мА до -20 % шкалы**.

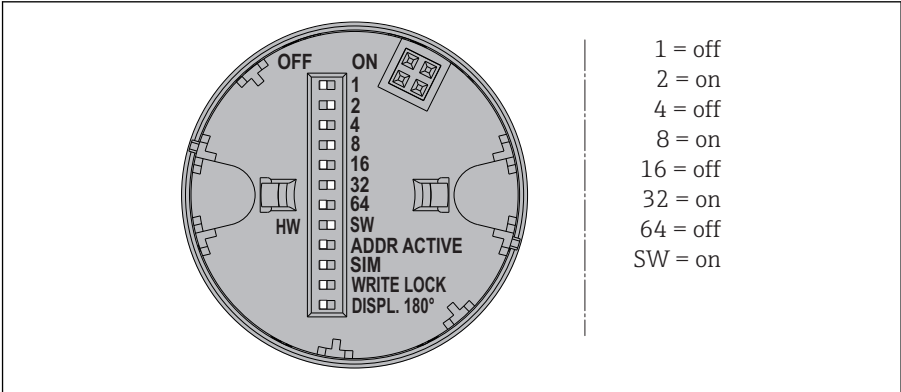
↳ Результаты измерения должны находиться в пределах диапазона погрешности, допустимого при обеспечении безопасности. В противном случае испытание завершается неудачно.

2. Проверка безопасного состояния (аварийный сигнал нижнего уровня)

Спровоцируйте ошибку датчика, чтобы перевести преобразователь в состояние обеспечения безопасности. (Например, с помощью имитации обрыва цепи в кабеле или короткого замыкания в кабелях датчиков.) Проверьте, соответствует ли выход тока на токовом выходе аварийному сигналу низкого уровня ($\leq 3,6$ мА).

3. УВЕДОМЛЕНИЕ

- ▶ Если дисплей будет оставаться подключенным к преобразователю в процессе применения, то настройку DIP-переключателей необходимо будет снова изменить по окончании испытательной процедуры.

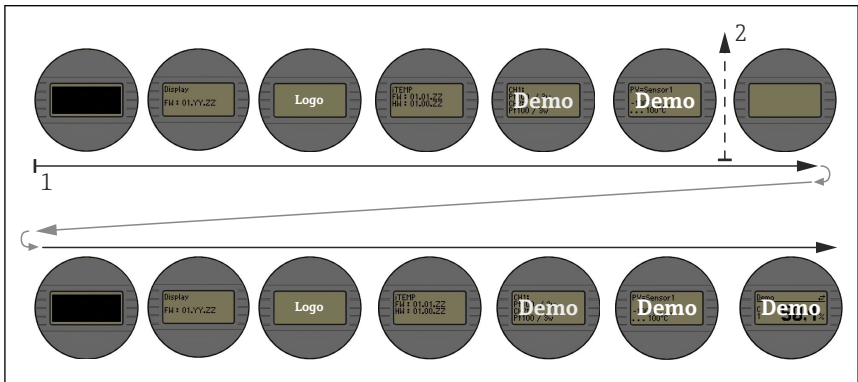


A0026451

4 Настройка DIP-переключателей на подключаемом дисплее

Иницируйте перезапуск прибора, подключив дисплей и установив DIP-переключатели на задней панели в соответствующие положения.

- ↳ При перезапуске прибора на подключаемом дисплее будет отображен следующий порядок запуска.





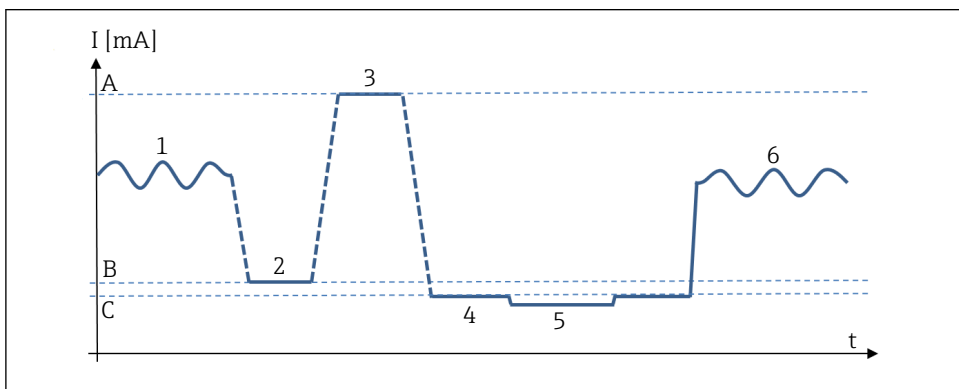
A0026471

5 Порядок запуска прибора, отображаемый на дисплее


- 1 Запуск последовательности
- 2 Перезапуск прибора

Последовательность запуска, отображаемая на дисплее, указывает корректность выполнения перезапуска.

С помощью этого испытания обнаруживается 94% опасных недетектируемых отказов (охват функционального тестирования, PTC = 0,94). Во время испытательной процедуры токовый выход прибора обычно ведет себя так, как показано на →  6,  39.



A0026465

 6 Схема изменения тока во время испытаний A и B

- A 20 мА
- B 4 мА
- C ≤ 3,6 мА
- 1 Эксплуатация
- 2 Коррекция нижнего значения диапазона (калибровка по двум точкам)
- 3 Коррекция верхнего значения диапазона (калибровка по двум точкам)
- 4 Проверка аварийного сигнала низкого уровня
- 5 Перезапуск преобразователя (через интерфейс HART или подключаемый дисплей)
- 6 Эксплуатация

6.3.5 Испытательная процедура C



Испытательная процедура C

1. Проверьте достоверность текущего измеряемого сигнала. Измеренное значение должно оцениваться на основе эмпирических значений, полученных в результате работы прибора. Это обязанность оператора.

2. УВЕДОМЛЕНИЕ

Настройка DIP-переключателей на подключаемом дисплее.

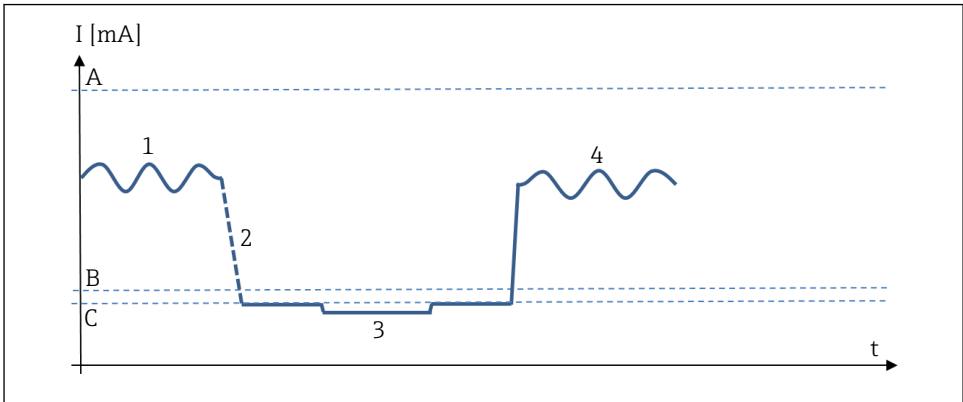
- ▶ Если дисплей будет оставаться подключенным к преобразователю в процессе применения, то настройку DIP-переключателей необходимо будет снова изменить по окончании испытательной процедуры.

Иницируйте перезапуск прибора, подключив дисплей и установив DIP-переключатели на задней панели в соответствующие положения (→  4,  38). Последовательность, отображаемая на дисплее, указывает корректность выполнения перезапуска. (См. испытательную процедуру В, п. 3.)


Альтернативный способ: иницируйте перезапуск прибора, используя соответствующую функцию программного обеспечения или команду 42 интерфейса HART.

- 3. Проверьте, соответствует ли выход тока на токовом выходе аварийному сигналу низкого уровня ($\leq 3,6 \text{ mA}$). См. следующую схему.

С помощью этого испытания обнаруживается 58% опасных недетектируемых отказов (охват функционального тестирования, РТС = 0,58). **Испытательную процедуру С не допускается использовать для проверки ввода в эксплуатацию.**



A0026466

 7 Схема изменения тока во время испытания С

- A 20 мА
- B 4 мА
- C $\leq 3,6 \text{ мА}$
- 1 Эксплуатация
- 2 Перезапуск преобразователя (через интерфейс HART или подключаемый дисплей)
- 3 Проверка аварийного сигнала низкого уровня
- 4 Эксплуатация

УВЕДОМЛЕНИЕ

Для испытательных процедур А, В, С: подключаемый дисплей можно использовать только для преобразователя, встроенного в головку датчика! В задачу этих испытаний не входит анализ влияния систематических отказов на функцию обеспечения безопасности. Систематические отказы могут быть вызваны, например, свойствами среды, рабочими условиями, отложениями или коррозией.

- ▶ Примите меры к сокращению систематических ошибок.
- ▶ Если один из критериев испытаний в описанных выше процедурах тестирования не выполнен, прибор не может использоваться в качестве компонента защитной системы.

7 Жизненный цикл

7.1 Требования к работе персонала


Персонал, занимающийся монтажом, вводом в эксплуатацию, диагностикой и техническим обслуживанием, должен соответствовать следующим требованиям:

- ▶ Обученные квалифицированные специалисты, имеющие соответствующую квалификацию для выполнения конкретных функций и задач;
- ▶ Получить разрешение на выполнение данных работ от руководства предприятия;
- ▶ Ознакомиться с нормами федерального/национального законодательства;
- ▶ Перед началом работы внимательно ознакомиться с инструкциями, представленными в руководстве, с дополнительной документацией, а также с сертификатами (в зависимости от цели применения);
- ▶ Следовать инструкциям и соблюдать основные условия.


Обслуживающий персонал должен соответствовать следующим требованиям:

- ▶ Пройти инструктаж и получить разрешение на выполнение соответствующих работ от руководства предприятия;
- ▶ Соблюдать инструкции из данного руководства.


7.2 Монтаж

Монтаж, электрическое подключение прибора и допустимые монтажные позиции описаны в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к прибору. →  9


7.3 Ввод в эксплуатацию

Ввод прибора в эксплуатацию описывается в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к прибору. →  9 Прежде чем приступить к использованию прибора в системе обеспечения безопасности, необходимо провести проверку при вводе в эксплуатацию.

7.4 Эксплуатация

Правила эксплуатации приведены в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к прибору. →  9


7.5 Техническое обслуживание

Инструкции по техническому обслуживанию приведены в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к прибору. На время конфигурирования, проверки ввода в эксплуатацию и технического обслуживания прибора необходимо принять альтернативные меры по мониторингу для обеспечения безопасности технологического процесса. →  9

7.6 Ремонт

Следующие компоненты могут заменяться специалистами заказчика при условии, что для замены используются оригинальные запасные части и соблюдаются соответствующие инструкции по монтажу:

Компонент	Проверка прибора после ремонта
Дисплей	Внешний осмотр на предмет наличия, надлежащего монтажа всех компонентов и исправности прибора.
Крышка корпуса	
Комплекты уплотнений для крышек корпусов	
Предохранительные хомуты, корпус	
Клеммы и скользящие фиксаторы для монтажа на DIN-рейку	

Если прибор использовался в системе обеспечения безопасности и исключить ошибку прибора не удалось, замененный компонент необходимо отправить изготовителю для анализа причин ошибки. При возврате неисправного прибора к нему необходимо приложить «Справку о наличии опасных веществ» с примечанием «Используется в автоматической системе безопасности как прибор с классом безопасности SIL». Кроме того, ознакомьтесь с разделом «Возврат» в руководстве по эксплуатации. →  9

7.7 Модификация

УВЕДОМЛЕНИЕ

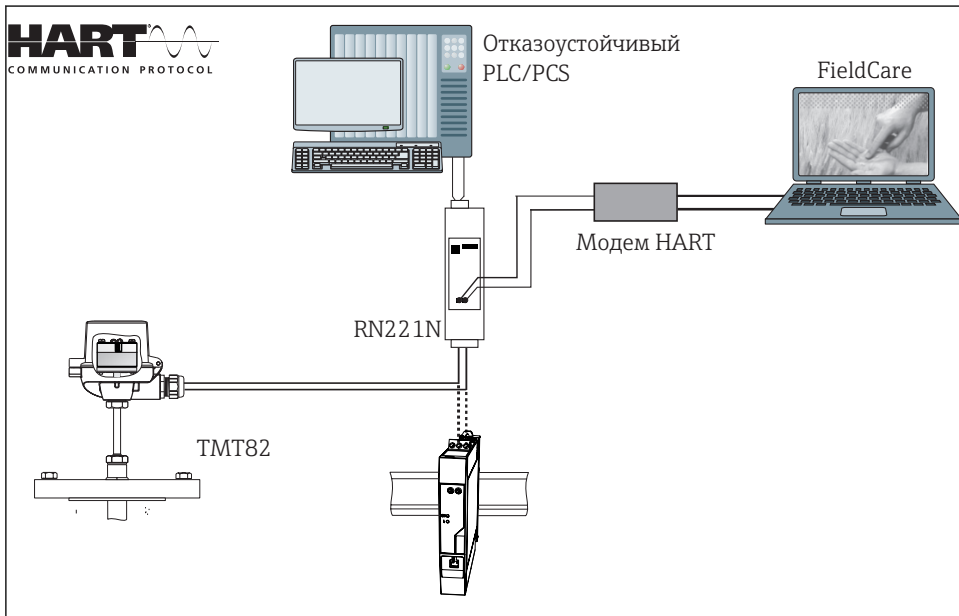
Под модификацией подразумевается внесение изменений в уже поставленные или установленные приборы с классом безопасности SIL.

- ▶ Ни пользователю, ни техническому специалисту изготовителя не разрешается вносить изменения в приборы с классом безопасности SIL.

8 Приложение

8.1 Структура измерительной системы

На следующей схеме приведен пример состава приборов в измерительной системе.



A0033209-RU

В преобразователе генерируется аналоговый сигнал (4 до 20 мА), пропорциональный значению уровня, регистрируемого соответствующим датчиком. Сигнал передается на логический блок следующей ступени (например, ПЛК или преобразователь сигналов предельного уровня), используемый для контроля и определения значений, превышающих определенный предельный уровень или не достигающих предельного уровня. Для мониторинга ошибок логический блок должен определять аварийные сигналы как высокого уровня ($\geq 21,0$ мА), так и низкого уровня ($\leq 3,6$ мА).

УВЕДОМЛЕНИЕ

- ▶ Поставляемый по отдельному заказу съемный дисплей не является частью функции обеспечения безопасности. Ни аппаратное, ни программное обеспечение дисплея не оказывают подтверждаемого влияния на определенные функции обеспечения безопасности преобразователя. Интерфейс CDI небезопасен и поэтому не может использоваться в областях применения, связанных с обеспечением безопасности. Этот интерфейс запрещается использовать в режиме повышенной защиты или режиме эксперта.

8.1.1 Функция измерения


УВЕДОМЛЕНИЕ

Гальваническая развязка

- ▶ Если к преобразователю подключены два датчика, необходимо обеспечить гальваническую развязку между ними.

Двухканальные функции



К преобразователю могут быть подключены два датчика, и преобразователь пригоден для работы в следующих функциях обеспечения безопасности.


- **Два независимых измерения**
Здесь к преобразователю подключаются два (возможно, разных) датчика, например термopара и 3-проводной термометр сопротивления. Два измерительных канала можно использовать для функций обеспечения безопасности. Чтобы анализировать измеряемые значения обоих датчиков, необходимо использовать проприетарное расширение протокола HART® для обеспечения безопасности. →  55
- **Функция усреднения**
Измеряемые значения M1, M2 двух датчиков выводятся в форме среднего арифметического $(M1+M2)/2$.
- **Функция разности**
Измеряемые значения M1, M2 двух датчиков выводятся в форме разности $(M1-M2)$.
- **Функция дублирования**
В случае отказа одного из датчиков преобразователь автоматически переключается на другой измерительный канал. Для этого необходимо, чтобы датчики были идентичными, например 3-проводные термометры сопротивления Pt100. Функция дублирования используется для повышения эксплуатационной готовности или совершенствования диагностических возможностей.
Поэтому в режиме SIL допускается применение датчиков следующих типов:
 - 2 термopары (TC);
 - 2 термометра сопротивления, 2/3-проводного типа.
- **Функция дрейфа датчика**
Если используются избыточные датчики, то можно, например, определить долгосрочный дрейф датчика. Это диагностическая мера, поскольку сигнал второго датчика используется только для этой диагностики. Если используются идентичные датчики, то можно применить также функцию **дублирования**.

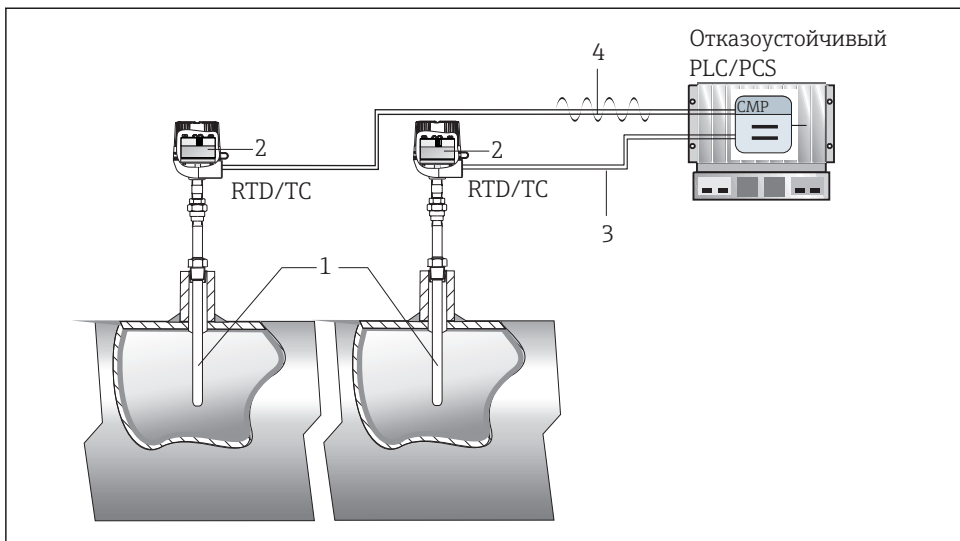


Настроенное предельное значение разности дрейфа должно быть как минимум вдвое больше значения точности, необходимого для обеспечения безопасности.

Конфигурация SIL 3: однородная избыточность

Для точки измерения SIL 3 требуются два преобразователя температуры с одним датчиком на преобразователь. Измеренные значения двух преобразователей анализируются в логическом блоке с использованием безопасной мажоритарной логической схемы. →  8,  45

Измеренные значения могут быть переданы с помощью сигнала 4 до 20 мА и/или по безопасному протоколу HART®. →  55



A0020743-RU

8 Пример с токовым выходом на первом преобразователе и токовым выходом или безопасным сигналом HART® на втором преобразователе. Отказоустойчивый ПЛК/PCS, мажоритарная логическая схема для оценки значений обоих датчиков: SIL 3

- 1 2 датчика температуры
- 2 2 преобразователя температуры (по схеме «преобразователь в головке датчика»)
- 3 Токовый выход 4–20 мА
- 4 Токовый выход 4–20 мА, дополнительно со связью по безопасному протоколу HART®

8.2 Отчет о вводе в эксплуатацию или испытании

Компания/контактное лицо	/
Испытатель	

Информация о приборе	
Установка	Название/номер точки измерения:
Тип прибора/код заказа	
Серийный номер	Версия программного обеспечения
Код доступа (если он индивидуален для каждого прибора)	Контрольная сумма SIL

Информация о проверке	
Дата/время	
Исполнитель	

Результат проверки		
Итоговый результат	<input type="checkbox"/> Успешно	<input type="checkbox"/> Неудачно

Комментарии

 Дата

 Подпись заказчика

 Подпись испытателя

Тип функции обеспечения безопасности

- Контроль минимального предельного значения
 Контроль максимального предельного значения
 Безопасное измерение

Проверка перед вводом в эксплуатацию

- Настройка параметров прибора через настройку параметров безопасности
 Настройка параметров прибора через активацию режима SIL (SiMA)
 Проверка ввода в эксплуатацию, испытательная процедура А
 Проверка ввода в эксплуатацию, испытательная процедура В

Испытание

- Испытательная процедура А
 Испытательная процедура В
 Испытательная процедура С

Отчет об испытании

Этап теста	Контрольная точка	Фактическое значение	Успешно
1. Коррекция нижнего значения диапазона, датчик 1			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
2. Коррекция верхнего значения диапазона, датчик 1			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
3. Коррекция нижнего значения диапазона, датчик 2			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
4. Коррекция верхнего значения диапазона, датчик 2			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
5. Значение тока для аварийного сигнала			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
6. Перезапуск через интерфейс HART			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
7. Перезапуск через подключаемый дисплей			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо

Протокол для проверки ввода в эксплуатацию			
Этап теста	Контрольная точка	Фактическое значение	Успешно
1. Коррекция нижнего значения диапазона, датчик 1			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
2. Коррекция верхнего значения диапазона, датчик 1			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
3. Коррекция нижнего значения диапазона, датчик 2			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
4. Коррекция верхнего значения диапазона, датчик 2			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
5. Двухканальная функция, дрейф датчика			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
6. Двухканальная функция, дублирование			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
7. Назначение канала, токовый выход			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
8. Категория выхода за пределы диапазона			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
9. Холодный спай/ предустановленное значение			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
10. Значение тока для аварийного сигнала			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно
11. Перезапуск через интерфейс NART			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо
12. Перезапуск через подключаемый дисплей			<input type="checkbox"/> Успешно <input type="checkbox"/> Неудачно <input type="checkbox"/> Неприменимо

Комментарии

8.2.1 Настройки параметров для режима SIL

Наименование параметра	Заводская настройка	Установленное значение	Испытано
Нижний диапазон измерения (4 мА)	0		
Верхний диапазон измерения (20 мА)	100		
Категория выхода за пределы диапазона	Требуется техническое обслуживание (M)		
Тип датчика 1	Pt100 МЭК 60751		
Тип датчика 2	Нет датчика		
Верхний предел датчика 1 ¹⁾	+850 °C		
Нижний предел датчика 1 ¹⁾	-200 °C		
Верхний предел датчика 2 ¹⁾	-		
Нижний предел датчика 2 ¹⁾	-		
Смещение датчика 1	0		
Смещение датчика 2	0		
Тип подключения 1	4-проводное (термометр сопротивления)		
Тип подключения 2	2-проводное (термопара)		
Холодный спай 1, 2	Внутреннее измерение (термопара)		
Предустановленное значение холодного спаия 1, 2	0 (для настройки предустановленного значения)		
Коэффициенты А, В и С, Каллендар-Ван-Дюзен, датчик 1 ¹⁾	A: 3.910000e-003 B: -5.780000e-007 C: -5.780000e-007		
Коэффициенты А, В и С, Каллендар-Ван-Дюзен, датчик 2 ¹⁾	A: 3.910000e-003 B: -5.780000e-007 C: -5.780000e-007		
Коэффициент R0, Каллендар-Ван-Дюзен, датчик 1 ¹⁾	100 Ом		
Коэффициент R0, Каллендар-Ван-Дюзен, датчик 2 ¹⁾	100 Ом		
Полиномиальные коэффициенты А, В, датчик 1 ¹⁾	A = 5.49630e-003		
Полиномиальные коэффициенты А, В, датчик 2 ¹⁾	B = 5.49630e-003		

Наименование параметра	Заводская настройка	Установленное значение	Испытано
Полиномиальный коэффициент R0, датчик 1 ¹⁾	100 Ом		
Полиномиальный коэффициент R0, датчик 2 ¹⁾	100 Ом		
Единица измерения	°C		
Фильтр напряжения электросети	50 Гц		
Режим дрейфа/разности	Выкл.		
Категория аварийного сигнала дрейфа/разности	Требуется техническое обслуживание (M)		
Заданное значение дрейфа/разности	999		
Режим SIL HART	HART активен		
Режим запуска SIL	Активен		
Назначение токового выхода (основная переменная)	Датчик 1		
Назначение второй переменной	Температура прибора		
Назначение третьей переменной	Датчик 1		
Назначение четвертой переменной	Датчик 1		

1) Только для датчиков Каллендара-Ван-Дюзена или полиномиальных медно-никелевых датчиков.

8.3 Прочее

8.3.1 Параметры и настройки по умолчанию для режима SIL

Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта	
Версия программного обеспечения	Просмотр установленной версии программного обеспечения прибора. Максимальное отображение: 6-значная строка символов в формате xx.yy.zz. Версию встроенного ПО, действительную в настоящее время, можно выяснить по заводской табличке или в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к прибору.
Серийный номер	Просмотр серийного номера прибора. Это же наименование указывается на заводской табличке прибора. Строка символов, состоящая максимум из 11 букв и цифр.
Ввод кода доступа	Получение доступа к служебным параметрам из программного обеспечения. Заводская настройка: 0
Сброс прибора	Эта функция используется для возврата конфигурации прибора – полностью или частично – в определенное состояние. Заводская настройка: не активно
Версия аппаратного обеспечения	Используйте эту функцию для просмотра версии аппаратного обеспечения прибора.
Моделирование токового выхода	Эта функция используется для активации и деактивации моделирования токового выхода. В процессе моделирования на дисплее попеременно отображаются измеренное значение и диагностическое сообщение категории «Функциональная проверка» (С). Заводская настройка: Выкл. (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Моделирование значения токового выхода	Установка значения тока для моделирования. С помощью этой функции можно проверить правильность настройки токового выхода и правильность функционирования электронных преобразователей на следующих ступенях обработки. Заводская настройка: 3,58 мА (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Согласование тока 20 мА	Установка значения коррекции для токового выхода в конце диапазона измерений (значение 20 мА). Заводская настройка: 20,000 мА (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Согласование тока 4 мА	Установка значения коррекции для токового выхода в начале диапазона измерений (значение 4 мА). Заводская настройка: 4 мА (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Нижнее значение диапазона	Присвоение измеренного значения значению тока 4 мА. Заводская настройка: 0
Верхнее значения диапазона	Присвоение измеренного значения значению тока 20 мА. Заводская настройка: 100

Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта	
Ток ошибки	В этом параметре задается значение, устанавливаемое на токовом выходе в случае ошибки. Режим SIL: 3,58 mA (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Режим ошибки	Выбор значения аварийного сигнала на токовом выходе, выдаваемого при появлении ошибки. Заводская настройка: мин. (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Категория выхода за пределы диапазона	Используйте эту функцию, чтобы выбрать категорию (сигнал состояния) для реагирования прибора при выходе значения за пределы установленного диапазона измерения. Заводская настройка: Требуется техническое обслуживание (M)
Минимальный диапазон	Диапазоном является разность между температурой на 4 mA и 20 mA. Минимальный диапазон – это минимально допустимая настройка или настройка, которая имеет смысл для типа датчика с этой разницей в преобразователе.
Адрес HART®	Определение адреса HART® для прибора. Заводская настройка: 0 (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Исполнение прибора	Просмотр исполнения прибора, под которым данный прибор зарегистрирован в HART® Communication Foundation. Оно необходимо для присвоения прибору соответствующего файла описания прибора (DD). Заводская настройка: 2 (фиксированное значение)
Режим измерения	Возможность инвертирования выходного сигнала. Варианты: стандартный (4 до 20 mA) или инвертированный (20 до 4 mA) сигнал. Заводская настройка: стандартный сигнал (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Тип датчика n	Используйте эту функцию для выбора типа датчика для входа датчика n. <ul style="list-style-type: none"> ■ Тип датчика 1: настройки для входа датчика 1 ■ Тип датчика 2: настройки для входа датчика 2 Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Тип датчика 1: Pt100 МЭК 751 ■ Тип датчика 2: нет датчика
Верхний предел датчика n	Отображается максимальный физический предел диапазона измерений. Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Для типа датчика 1 = Pt100 МЭК 751: +850 °C (+1562 °F) ■ Тип датчика 2 = нет датчика
Нижний предел датчика n	Отображается минимальный физический предел диапазона измерений. Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Для типа датчика 1 = Pt100 МЭК 751: -200 °C (-328 °F) ■ Тип датчика 2 = нет датчика
Смещение датчика n	Используйте эту функцию для установки коррекции нулевой точки (смещения) измеряемого значения датчика. Это значение прибавляется к измеренному значению. Заводская настройка: 0,0

Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта	
Тип подключения n	Выбор типа подключения для датчика. Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Датчик 1 (тип подключения 1): 4-проводной ■ Датчик 2 (тип подключения 2): 2-проводной
Холодный спай n	Используйте эту функцию для выбора измерения холодного спаия для температурной компенсации термопар (ТС). Заводская настройка: внутреннее измерение
Предустановленное значение холодного спаия n	Ввод фиксированного предустановленного значения для температурной компенсации. Параметр Предустановленное значение должен быть установлен, если выбран вариант Холодный спай n . Заводская настройка: 0,00
Коэффициенты A, B и C, Каллендар-Ван-Дюзен	Используйте эту функцию для установки коэффициентов для линеаризации датчиков по методу Каллендара-Ван-Дюзена. Предварительное условие: выбран платиновый термометр сопротивления (Каллендар-Ван-Дюзен) для параметра Тип датчика . Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Коэффициент A: 3.910000e-003 ■ Коэффициент B: -5.780000e-007 ■ Коэффициент C: -4.180000e-012
Коэффициент R0, Каллендар-Ван-Дюзен	Используйте эту функцию, чтобы установить только значение R0 для линеаризации с полиномом Каллендара-Ван-Дюзена. Предварительное условие: выбран платиновый термометр сопротивления (Каллендар-Ван-Дюзен) для параметра Тип датчика . Заводская настройка: 100 Ом
Полиномиальные коэффициенты A, B	Используйте эту функцию для установки коэффициентов линеаризации медных/никелевых термометров сопротивления. Предварительное условие: для параметра Тип датчика выбран вариант полиномиального никелевого или медного термометра сопротивления. Заводская настройка: <ul style="list-style-type: none"> ■ Полиномиальный коэффициент A = 5.49630e-003 ■ Полиномиальный коэффициент B = 6.75560e-006
Полиномиальный коэффициент R0	Используйте эту функцию для установки только коэффициента линеаризации R0 медных/никелевых датчиков. Предварительное условие: для параметра Тип датчика выбран вариант полиномиального никелевого или медного термометра сопротивления. Заводская настройка: 100 Ом
Подстройка датчика	Используйте эту функцию, чтобы выбрать метод линеаризации, который будет использоваться для подключенного датчика. Заводская настройка: Заводская подстройка (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Единица измерения	Выбор единицы измерения для всех измеренных значений. Заводская настройка: °C
Фильтр напряжения электросети	Используйте эту функцию, чтобы выбрать сетевой фильтр для аналого-цифрового преобразования. Заводская настройка: 50 Гц

Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта	
Режим дрейфа/разности	Используйте эту функцию, чтобы задать реакцию прибора на превышение или занижение предельного значения дрейфа/разницы. Можно выбрать только для 2-канального режима. Заводская настройка: Выкл.
Категория аварийного сигнала дрейфа/разности	Используйте эту функцию, чтобы выбрать категорию (сигнал состояния) для реакции прибора на обнаружение дрейфа/разницы между датчиком 1 и датчиком 2. Предварительное условие: параметр Режим дрейфа/разницы должен быть активирован с опцией Вне группы (дрейф) или В группе . Заводская настройка: Требуется техническое обслуживание (M)
Заданное значение дрейфа/разности	Используйте эту функцию для настройки максимально допустимого отклонения измеренного значения между датчиком 1 и датчиком 2, которое приводит к обнаружению дрейфа/разности. Предварительное условие: параметр Режим дрейфа/разницы должен быть активирован с опцией Вне группы (дрейф) или В группе . Заводская настройка: 999,0
Задержка аварийного сигнала дрейфа/разности	Задержка аварийного сигнала для контроля обнаружения дрейфа. Предварительное условие: параметр Режим дрейфа/разницы должен быть активирован с опцией Вне группы (дрейф) или В группе . Заводская настройка: 0 с (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Аварийный сигнал температуры прибора	Используйте эту функцию, чтобы выбрать категорию (сигнал состояния) для реакции прибора на превышение или занижение температуры электронной части преобразователя < -40 °C (-40 °F) или > +82 °C (+180 °F) Заводская настройка: Неисправность (F) (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Режим SIL HART	Настройка для связи по протоколу HART® в режиме SIL. Настройка HART не активен в режиме SIL деактивирует связь по протоколу HART® в режиме SIL (активна только связь в режиме 4–20 mA). Заводская настройка: HART активен в режиме SIL
Режим запуска SIL	Настройка повторного автоматического запуска прибора в режиме SIL, например после выключения питания. Заводская настройка: активно
Принудительное безопасное состояние	Во время ввода в эксплуатацию или испытания этот параметр используется для проверки обнаружения ошибок и безопасного состояния прибора. Предварительное условие: для параметра Рабочее состояние установлено значение Режим SIL активен . Заводская настройка: Выкл.
Назначение токового выхода (первичная переменная)	Используйте эту функцию для назначения измеряемой переменной в качестве первичного значения HART® (PV). Заводская настройка: Датчик 1
Назначение вторичной переменной	Используйте эту функцию для назначения измеряемой переменной в качестве вторичного значения HART® (SV) Заводская настройка: температура прибора

Параметры и настройки по умолчанию для режима повышенной защиты и режима эксперта	
Назначение третичной переменной	Используйте эту функцию для назначения измеряемой переменной в качестве третичного значения HART® (TV). Заводская настройка: Датчик 1
Назначение четвертичной переменной	Используйте эту функцию для назначения измеряемой переменной в качестве четвертичного значения HART® (QV). Заводская настройка: Датчик 1
Демпфирование	Установка постоянной времени для демпфирования токового выхода. Заводская настройка: 0,00 с (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)
Пакетный режим	Активация пакетного режима HART® для пакетного сообщения X. Сообщение 1 имеет наивысший приоритет, сообщение 2 – вторичный приоритет и т. д. Заводская настройка: Выкл. (настройка по умолчанию для режима SIL, изменить невозможно)

8.3.2 Безопасный протокол HART®

Безопасный протокол HART® представляет собой проприетарное расширение, совместимое со стандартом HART®. Это расширение используется для безопасной передачи дополнительной информации от преобразователя к системе управления технологическим процессом по протоколу HART® (до SIL3). Сам протокол HART® следует считать небезопасным, то есть канал передачи рассматривается как «серый канал».

Существует собственная команда HART® для безопасной передачи, которая упаковывает информацию с резервными данными в блок данных полезной нагрузки команд HART®. Безопасный протокол HART® считается безопасным в соответствии со спецификациями EN50159-1. Предполагается, что на шине нет неизвестных пользователей. Соответственно, это должно быть проверено пользователем.



Чтобы получить подробное описание безопасного протокола HART® для использования в системе управления технологическим процессом, обратитесь в местный офис продаж, так как эта функция запатентована компанией Rockwell Automation.

8.3.3 Использование в качестве безопасной измерительной системы

Для реализации безопасной измерительной системы преобразователь температуры должен быть объединен с пригодным для этой цели датчиком. Кодовые номера, требуемые для проектирования системы на один год (см. приведенный в настоящем

документе пример с преобразователем в головке датчика), следует взять из следующих таблиц.

Работа в одноканальном режиме

	λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{SD}	SFF	PFD_{avg}	Тип прибора		
Преобразователь	40 FIT	258 FIT	127 FIT	3 FIT	91%	$1,8 \cdot 10^{-4}$	B		
Чувствительные элементы (термопара/термометр сопротивления)									
	низкая нагрузка		высокая нагрузка		низкая нагрузка		высокая нагрузка		
	прямое замыкание				удлинительный провод				
	SFF	PFD_{avg}	SFF	PFD_{avg}	SFF	PFD_{avg}	SFF	PFD_{avg}	
Термопара	94%	$2,6 \cdot 10^{-5}$	94%	$5,2 \cdot 10^{-4}$	89%	$4,8 \cdot 10^{-4}$	89%	$9,5 \cdot 10^{-3}$	A
RTD 2/3-проводной	81%	$3,9 \cdot 10^{-5}$	81%	$7,9 \cdot 10^{-4}$	79%	$4,3 \cdot 10^{-4}$	79%	$8,7 \cdot 10^{-3}$	A
RTD 4-проводной	94%	$1,2 \cdot 10^{-5}$	94%	$2,5 \cdot 10^{-5}$	94%	$1,4 \cdot 10^{-4}$	94%	$2,8 \cdot 10^{-3}$	A
Датчик, объединенный с преобразователем (тип подтверждения B)									
Преобразователь + Термопара	SIL2	$2,0 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$7,0 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$6,5 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$9,7 \cdot 10^{-3}$	B
Преобразователь + RTD 2/3-проводной	SIL2	$2,1 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$9,7 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$6,1 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$8,8 \cdot 10^{-3}$	B
Преобразователь + RTD 4-проводной	SIL2	$1,9 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$4,2 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$3,2 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$3,0 \cdot 10^{-3}$	B
SFF	Тип	A			B			PFD_{avg} ■ $< 2,5 \cdot 10^{-3}$ ■ $> 2,5 \cdot 10^{-3}$ ■ $> 1 \cdot 10^{-2}$	
	HFT	0	1	2	0	1	2		
	< 60%	SIL1	SIL2	SIL3	---	SIL1	SIL2		
	60% - < 90%	SIL2	SIL3	SIL4	SIL1	SIL2	SIL3		
	90% - < 99%	SIL3	SIL4	SIL4	SIL2	SIL3	SIL4		
	>99%	SIL3	SIL4	SIL4	SIL3	SIL4	SIL4		

A0026488-RU

Работа в двухканальном режиме

	λ_{cu}	λ_{cd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	PFD _{avg}	Тип прибора			
Преобразователь	40 FIT	258 FIT	127 FIT	3 FIP	91%	$1,8 \cdot 10^{-4}$	B			
Чувствительные элементы (термопара/термометр сопротивления)										
	низкая нагрузка		высокая нагрузка		низкая нагрузка	высокая нагрузка				
	прямое замыкание			удлинительный провод						
	SFF	PFD _{avg}	SFF	PFD _{avg}	SFF	PFD _{avg}	SFF	PFD _{avg}		
2 x TC	95%	$4,8 \cdot 10^{-5}$	98%	$3,3 \cdot 10^{-4}$	91%	$7,6 \cdot 10^{-4}$	91%	$1,5 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	A
	95%	$4,4 \cdot 10^{-5}$	99%	$2,5 \cdot 10^{-4}$	94%	$5,4 \cdot 10^{-4}$	94%	$1,1 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	A
2 x RTD 2/3-проводной	89%	$4,5 \cdot 10^{-5}$	89%	$9,0 \cdot 10^{-4}$	88%	$4,9 \cdot 10^{-4}$	88%	$9,8 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	A
	98%	$7,2 \cdot 10^{-6}$	98%	$1,4 \cdot 10^{-4}$	98%	$7,5 \cdot 10^{-5}$	98%	$1,5 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	A
TC + RTD 2/3-проводной	95%	$3,2 \cdot 10^{-5}$	95%	$6,3 \cdot 10^{-4}$	92%	$5,4 \cdot 10^{-4}$	92%	$1,1 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	A
	96%	$2,7 \cdot 10^{-5}$	96%	$5,4 \cdot 10^{-4}$	95%	$3,2 \cdot 10^{-4}$	95%	$6,3 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	A
Датчик, объединенный с преобразователем (тип подтверждения B)										
Преобразователь + 2 x TC	SIL2	$2,2 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$5,1 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$9,3 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$1,5 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	B
		$2,2 \cdot 10^{-4}$		$4,2 \cdot 10^{-4}$		$7,1 \cdot 10^{-4}$		$1,1 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	B
Преобразователь + 2 x RTD 2/3-проводной	SIL2	$2,2 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$1,1 \cdot 10^{-3}$	SIL2	$6,7 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$1,0 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	B
		$1,8 \cdot 10^{-4}$		$3,2 \cdot 10^{-4}$		$2,5 \cdot 10^{-4}$		$1,7 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	B
Преобразователь + TC + RTD 2/3-проводной	SIL2	$2,1 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$8,1 \cdot 10^{-4}$	SIL2	$7,1 \cdot 10^{-4}$	SIL1	$1,1 \cdot 10^{-3}$	без функции диагностики	B
		$2,0 \cdot 10^{-4}$		$7,2 \cdot 10^{-4}$		$4,9 \cdot 10^{-4}$		$6,5 \cdot 10^{-3}$	с функцией диагностики	B

A0026489-RU




- Низкая напряженность: использование $< 2/3$ максимально допустимого ускорения термометра.
- Высокая напряженность: использование $> 2/3$ максимально допустимого ускорения термометра.
- Прямое замыкание: < 30 см.
- Удлинительный провод: > 30 см.
- Диагностика: дрейф датчика.

8.3.4 Присвоение кодовых номеров параметрам

Kennzahl (de)/ Integer value (en)	Parameter (de)	Parameterwert (de)	Parameter (en)	Parameter value (en)
8	Bereichsverletzung Kategorie	Außerhalb der Spezifikation (S)	Out of range category	Out of specification (S)
4		Wartungsbedarf (M)		Maintenance required (M)
1		Ausfall (F)		Failure (F)
12	Sensortyp	Pt100 IEC60751, a=0.00385 (1)	Sensor type	Pt100 IEC60751, a=0.00385 (1)
13		Pt200 IEC60751, a=0.00385 (2)		Pt200 IEC60751, a=0.00385 (2)
14		Pt500 IEC60751, a=0.00385 (3)		Pt500 IEC60751, a=0.00385 (3)
15		Pt1000 IEC60751, a=0.00385 (4)		Pt1000 IEC60751, a=0.00385 (4)
22		Pt100 JIS C1604, a=0.003916 (5)		Pt100 JIS C1604, a=0.003916 (5)
72		Ni100 DIN 43760, a=0.00618 (6)		Ni100 DIN 43760, a=0.00618 (6)
73		Ni120 DIN 43760, a=0.00618 (7)		Ni120 DIN 43760, a=0.00618 (7)
248		Ni100 OIML/GOST 6651-09, a=0.00617 (12)		Ni100 OIML/GOST 6651-09, a=0.00617 (12)
249		Ni120 OIML/GOST 6651-09, a=0.00617 (13)		Ni120 OIML/GOST 6651-09, a=0.00617 (13)
246		Typ A (W5Re-W20Re) IEC60584-2013 (30)		Type A (W5Re-W20Re) IEC60584-2013 (30)
131		Typ B (PtRh30-PtRh6) IEC60584 (31)		Type B (PtRh30-PtRh6) IEC60584 (31)
132		Typ C (W5Re-W26Re) IEC60584 (32)		Type C (W5Re-W26Re) IEC60584 (32)
133		Typ D (W3Re-W25Re) ASTM E988-96 (33)		Type D (W3Re-W25Re) ASTM E988-96 (33)
134		Typ E (NiCr-CuNi) IEC60584 (34)		Type E (NiCr-CuNi) IEC60584 (34)
136		Typ J (Fe-CuNi) IEC60584 (35)		Type J (Fe-CuNi) IEC60584 (35)
137		Typ K (NiCr-Ni) IEC60584 (36)		Type K (NiCr-Ni) IEC60584 (36)
138		Typ N (NiCrSi-NiSi) IEC60584 (37)		Type N (NiCrSi-NiSi) IEC60584 (37)
139		Typ R (PtRh13-Pt) IEC60584 (38)		Type R (PtRh13-Pt) IEC60584 (38)
140		Typ S (PtRh10-Pt) IEC60584 (39)		Type S (PtRh10-Pt) IEC60584 (39)
141		Typ T (Cu-CuNi) IEC60584 (40)		Type T (Cu-CuNi) IEC60584 (40)
142		Typ L (Fe-CuNi) DIN43710 (41)		Type L (Fe-CuNi) DIN43710 (41)
148		Typ L (NiCr-CuNi) GOST R8.8585-01 (43)		Type L (NiCr-CuNi) GOST R8.8585-01 (43)
143		Typ U (Cu-CuNi) DIN43710 (42)		Type U (Cu-CuNi) DIN43710 (42)
241		Pt50 GOST 6651-94, a=0.00391 (8)		Pt50 GOST 6651-94, a=0.00391 (8)
242		Pt100 GOST 6651-94, a=0.00391 (9)		Pt100 GOST 6651-94, a=0.00391 (9)
243		Cu50 GOST 6651-09, a=0.00428 (10)		Cu50 GOST 6651-09, a=0.00428 (10)
105		Cu100 OIML/GOST 6651-09, a=0.00428 (11)		Cu100 OIML/GOST 6651-09, a=0.00428 (11)
244		Cu50 OIML R84:2003, a=0.00428 (10)		Cu50 OIML R84:2003, a=0.00428 (10)
245		Cu50 OIML/GOST 6651-94, a=0.00426 (14)		Cu50 OIML/GOST 6651-94, a=0.00426 (14)
3		RTD Platin (Callendar/van Dusen)		RTD Platinum (Callendar/van Dusen)
240		RTD Poly Nickel (OIML R84, GOST 6651-94)		RTD Poly Nickel (OIML R84, GOST 6651-94)
247		RTD Polynom Kupfer (OIML R84:2003)		RTD Polynomial Copper (OIML R84:2003)
1		10...400 Ohm		10...400 Ohm
2	10...2000 Ohm	10...2000 Ohm		
129	-20...100 mV	-20...100 mV		
251	Kein Sensor	No Sensor		
2	Anschlussart	2-Leiter	Connection type	2-wire
3		3-Leiter		3-wire
4		4-Leiter		4-wire
0	Vergleichsstelle	Keine Kompensation	Reference junction	No compensation
1		Interne Messung		Internal measurement
3		Vorgabewert		Fixed Value
4		Wert Sensor 2		Sensor 2 value
32	Einheit	°C	Unit	°C
33		°F		°F
35		K		K
34		R		R
37		Ohm		Ohm
36		mV		mV
0	Netzfrequenzfilter	50 Hz	Mains filter	50 Hz
1		60 Hz		60 Hz
12	Drift/Differenz- überwachung	Aus	Drift/difference mode	Off
0		Überschreitung (Drift)		Out band (drift)
1		Unterschreitung		In band
0	SIL HART Modus	HART im SIL Mode nicht aktiviert	SIL HART mode	HART disabled in SIL mode
1		HART im SIL Mode aktiviert		HART enabled in SIL mode
0	SIL Startup Modus	Deaktiviert	SIL startup mode	Disabled
1		Aktiviert		Enabled
0	Zuordnung Stromausgang (PV, SV, TV, QV)	Sensor 1	Assign current output (PV, SV, TV, QV)	Sensor 1
1		Sensor 2		Sensor 2
2		Gerätetemperatur		Device temperature
3		Mittelwert		Average
4		Differenz		Difference
5		Sensor 1 (Backup Sensor 2)		Sensor 1 (Backup Sensor 2)
6		Sensorumschaltung		Sensor switching
7	Mittelwert mit Backup	Average with backup		

8.4 Дополнительные сведения

 Общие сведения о функциональной безопасности (SIL) приведены на веб-сайте www.de.endress.com/SIL (на немецком языке) и на веб-сайте www.endress.com/SIL (на английском языке), а также в технической брошюре CP01008Z/11/EN («Функциональная безопасность технологического оборудования для снижения риска»).

8.5 История версий

Исполнение	Изменения	Для версии программного обеспечения
SD01172T/09/EN/02.14	Исходная версия	01.01.00
SD01172T/09/EN/03.15	Пересмотренная версия	01.01.08
SD01172T/09/RU/04.17	Новый метод настройки параметров прибора через активацию режима SIL (SiMA)	01.01.10

www.addresses.endress.com
