



ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ

ТПУ 0304/МЗ-МВ

Руководство по эксплуатации

НКГЖ.411611.005РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	3
2.1 Назначение изделий	3
2.2 Технические характеристики	7
2.3 Устройство и работа	12
2.4 Задание конфигурации	14
2.5 Сообщения об ошибках	16
2.6 Особенности работы	16
2.7 Маркировка и пломбирование	16
2.8 Упаковка	17
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	18
3.1 Подготовка изделий к использованию	18
3.2 Использование изделий	20
4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	21
5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	21
6 ХРАНЕНИЕ	22
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	22
8 УТИЛИЗАЦИЯ	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А Структура обмена данными между ПК и ТПУ	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Схемы электрические подключений ТПУ 0304/МЗ-МВ	30
ПРИЛОЖЕНИЕ В Термопреобразователи универсальные	34
ТПУ 0304/МЗ-МВ	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304/МЗ-МВ. Форма заказа	38

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1. Руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках термопреобразователей универсальных ТПУ 0304/МЗ-МВ (далее – ТПУ) и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации ТПУ.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

2.1 Назначение изделий

2.1.1. ТПУ предназначены для измерения и непрерывного преобразования температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ в цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU.

ТПУ применяются в различных технологических процессах в промышленности и энергетике.

ТПУ имеют исполнения, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Вид исполнения

Вид исполнения	Код исполнения	Код при заказе
Общепромышленное	–	–
Атомное (повышенной надежности)	А	А
Взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	Exd	Exd
Атомное (повышенной надежности), взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	AExd	AExd

2.1.2. В состав ТПУ входит первичный преобразователь (далее – ПП): термопреобразователь сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009 или преобразователь термоэлектрический (ТП) по ГОСТ Р 8.585-2001 и электронный блок.

2.1.3. В соответствии с ГОСТ 13384-93 ТПУ являются:

- по числу преобразуемых входных сигналов – одноканальными;
- по числу выходных сигналов – одноканальными;
- по возможности перестройки диапазона – однопредельными, перенастраиваемыми;
- по связи между входными и выходными цепями – без гальванической связи.

2.1.4. ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ (повышенной надежности) (далее – ТПУ 0304А) используются в составе систем управления технологическими процессами атомных станций (АС) и объектов ядерного топливного цикла (ОЯТЦ).

2.1.4.1. ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ (в составе с ИП 0304АExd/МЗ-МВ) в соответствии с ГОСТ 25804.1-83

- по характеру применения относится к категории Б – аппаратура непрерывного применения;

- по числу уровней качества функционирования относится к виду I – номинальный уровень и отказ.

2.1.4.2. В соответствии с НП-001-15, НП-016-05 (ОПБ ОЯТЦ) ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ относятся к элементам АС и ОЯТЦ классов безопасности 2, 3, 4:

- по назначению – к элементам нормальной эксплуатации;

- по влиянию на безопасность – к элементам важным для безопасности;

- по характеру выполняемых функций – к управляющим элементам.

Пример классификационного обозначения 2, 2Н, 2У, 2НУ, 3, 3Н, 3У, 3НУ или 4.

2.1.4.3. По устойчивости к сейсмическим воздействиям ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ относятся к I категории сейсмостойкости по НП-031-01 и к группе В исполнения 3 по РД 25 818-87.

2.1.4.4. ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ являются стойкими, прочными и устойчивыми к воздействию землетрясения с уровнем сейсмичности 9 баллов по шкале MSK-64 на уровне установки до 40 м в соответствии с ГОСТ 25804.3-83.

2.1.5. Взрывозащитные термопреобразователи ТПУ 0304Exd/МЗ-МВ (в составе с ИП 0304Exd/МЗ-МВ), ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ (в составе с ИП 0304АExd/МЗ-МВ) соответствуют требованиям ТР ТС 012/2011, ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ IEC-60079-1-2011, имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d», маркировку взрывозащиты 1Ex d IIC T6 Gb X и могут применяться во взрывоопасных зонах.

2.1.6. Термопреобразователи устойчивы к климатическим воздействиям при эксплуатации в соответствии с таблицей 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Климатическое исполнение

Вид исполнения по ГОСТ 15150-69	Группа исполнения по ГОСТ Р 52931-2008	Диапазон температуры окружающего воздуха при эксплуатации	Код при заказе
	С3	от минус 10 до плюс 70 °С	t1070 С3
		от минус 25 до плюс 70 °С	t2570 С3
	С2	от минус 50 до плюс 70 °С	t5070 С2
	Д3	от минус 60 до плюс 70 °С	t6070 Д3
Т3	—	от минус 25 до плюс 70 °С	t2570 Т3
УХЛ 3.1	—	от минус 25 до плюс 70 °С	t2570 УХЛ 3.1
ОМ	—	от минус 25 до плюс 70 °С	t2570 ОМ
ТВЗ	—	от минус 10 до плюс 50 °С	t1050 ТВЗ

2.1.8. По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации ТПУ относятся к группе исполнения М6 согласно ГОСТ 17516.1-90.

2.1.9. В соответствии с ГОСТ 14254-2015 степень защиты от попадания внутрь корпуса ТПУ пыли и воды IP65, IP66.

2.1.10. По устойчивости к электромагнитным помехам

- ТПУ 0304/М3-МВ соответствуют ТР ТС 020/2011, ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 и таблицам 2.2, 2.2.1;

- ТПУ 0304А/М3-МВ соответствуют ТР ТС 020/2011, ГОСТ 32137-2013 и таблицам 2.2.1, 2.2.2.

Таблица 2.2 – Устойчивость к электромагнитным помехам ТПУ 0304/М3-МВ

Степень жесткости электромагнитной обстановки по	Характеристика видов помех	Значение	Критерий качества функционирования
3 ГОСТ 30804.4.2-2013	Электростатические разряды: - контактный разряд - воздушный разряд	6 кВ 8 кВ	А А
2 ГОСТ 30804.4.3-2013	Радиочастотные электромагнитные поля в полосе частот: - от 80 до 1000 МГц	3 В/м	А
1 ГОСТ 30804.4.3-2013	- от 1,4 до 2,0 ГГц	3 В/м	А
2 ГОСТ 30804.4.4-2013	Наносекундные импульсные помехи: - порты питания постоянного тока	1 кВ	А
2 ГОСТ 30804.4.4-2013	- порты ввода-вывода	0,5 кВ	А
1 ГОСТ Р 51317.4.5-99	Микросекундные импульсные помехи: - порты питания постоянного тока (линия-линия)	0,5 кВ	А
2 ГОСТ Р 51317.4.5-99	- порты питания постоянного тока (линия-земля)	1 кВ	А
2 ГОСТ Р 51317.4.6-99	Кондуктивные радиочастотные помехи: - порты питания постоянного тока	3 В 3 В	А А
ГОСТ 30805.22-2013 класс А*	Эмиссия промышленных помех на расстоянии 10 м в полосе частот от 30 до 230 МГц в окружающее пространство	40 дБ	-
ГОСТ 30805.22-2013 класс А*	Эмиссия промышленных помех на расстоянии 10 м в полосе частот от 230 до 1000 МГц в окружающее пространство	47 дБ	-

Примечания

1 * Класс А – категория оборудования по ГОСТ 30805.22-2013.

2 ТПУ 0304/М3-МВ нормально функционируют и не создают помех в условиях совместной работы с аппаратурой систем и элементов, для которых они предназначены, а также с аппаратурой другого назначения, которая может быть использована совместно с данными ТПУ 0304/М3-МВ в типовой помеховой ситуации.

Таблица 2.2.1 – Устойчивость к электромагнитным помехам ТПУ 0304/М3-МВ

Испытательный уровень	Характеристика видов помех	Значение	Критерий качества функционирования
4 ГОСТ IEC 61000-4-8-2013	Магнитное поле промышленной частоты - непрерывное магнитное поле	30 А/м	A
5 ГОСТ IEC 61000-4-9-2013	Импульсное магнитное поле	600 А/м	A
4 ГОСТ IEC 61000-4-10-2014	Колебательное затухающее магнитное поле	30 А/м	A

Таблица 2.2.2 – Устойчивость к электромагнитным помехам ТПУ 0304А/М3-МВ

Степень жесткости электромагнитной обстановки по	Характеристика видов помех	Значение	Группа исполнения и критерий качества функционирования по ГОСТ 32137-2013
4 ГОСТ 30804.4.2-2013	Электростатические разряды: - контактный разряд - воздушный разряд	8 кВ 15 кВ	IVA IVA
3 ГОСТ 30804.4.3-2013	Радиочастотные электромагнитные поля в полосе частот: - от 80 до 1000 МГц	10 В/м	IVA
4 ГОСТ 30804.4.3-2013	- от 800 до 960 МГц	30 В/м	IVA
3 ГОСТ 30804.4.4-2013	Наносекундные импульсные помехи - цепь питания	2 кВ	IVA
4 ГОСТ 30804.4.4-2013	- выходная цепь	2 кВ	IVA
3 ГОСТ Р 51317.4.5-99	Микросекундные импульсные помехи - амплитуда импульсов помехи в выходные цепи (провод – земля)	2 кВ	IVA
2 ГОСТ Р 51317.4.5-99	- амплитуда импульсов помехи в цепи питания постоянного тока (провод – провод)	1 кВ	IVA
3 ГОСТ Р 51317.4.5-99	- амплитуда импульсов помехи в цепи питания постоянного тока (провод – земля)	2 кВ	IVA
3 ГОСТ Р 51317.4.6-99	Кондуктивные радиочастотные помехи: - цепи питания - выходная цепь	10 В 10 В	IVA IVA
ГОСТ 30805.22-2013	Эмиссия промышленных помех на расстоянии 10 м: в полосе частот от 30 до 230 МГц в окружающее пространство	40 дБ	Соответствует для ТС* класса А**
ГОСТ 30805.22-2013	Эмиссия промышленных помех на расстоянии 10 м: в полосе частот от 230 до 1000 МГц в окружающее пространство	47 дБ	Соответствует для ТС* класса А**

Примечания

1 * ТС – технические средства.

2 ** Класс А – категория оборудования по ГОСТ 30805.22-2013.

3 ТПУ 0304А/М3-МВ нормально функционируют и не создают помех в условиях совместной работы с аппаратурой систем и элементов, для которых они предназначены, а также с аппаратурой другого назначения, которая может быть использована совместно с данными ТПУ 0304А/М3-МВ в типовой помеховой ситуации.

2.2 Технические характеристики

2.2.1. Основные метрологические характеристики ТПУ для длин монтажной части первичного преобразователя (ПП) $L \geq 320$ мм соответствуют указанным в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Основные метрологические характеристики ТПУ 0304/М3-МВ при длине монтажной части $L \geq 320$ мм и фиксированном диапазоне измерений

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (класс точности)		Тип НСХ первичного преобразователя
	индекса заказа А	индекса заказа Б	
-200...+600 °С	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	Pt100
-60...+600 °С	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
-60...+850 °С	±0,15 (0,15)	±0,5 (0,5)	ТХА(К)
-60...+1300 °С	±0,15 (0,15)	±0,5 (0,5)	

Таблица 2.3.1 – Основные метрологические характеристики ТПУ 0304/М3-МВ при длине монтажной части $L \geq 10$ мм и фиксированном диапазоне измерений

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (класс точности)		Тип НСХ первичного преобразователя
	индекса заказа А	индекса заказа Б	
-50...+50	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	Pt100
-50...+100	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
-50...+150	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
-50...+200	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
0...+100	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
0...+150	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	
0...+300	±0,15 (0,15)	±0,25 (0,25)	

2.2.1.1. Длина монтажной части ТПУ соответствует ГОСТ 6651-2009, ГОСТ 6616-94 и выбирается из ряда: 60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150 мм.

2.2.1.2. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности с учетом перенастройки рабочих диапазонов измерений и различных длин монтажной части вычисляются по формуле

$$\gamma = \frac{K}{(T_B - T_H)} \cdot 100 + 0,075, \quad (2.1)$$

где γ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;
 K – нормирующий коэффициент, значения которого приведены в таблицах 2.4, 2.5 или в паспорте ТПУ 0304/М3-МВ для ПП с нестандартными длинами монтажной части, изготовленных по эскизам заказчика, °С;

T_B, T_H – нижний и верхний пределы измерений температуры, °С;
 0,075 – аддитивная составляющая основной приведенной погрешности, %.

Таблица 2.4 – Значения нормирующего коэффициента для индекса за-каза А

Диапазон измерений	Длина монтажной части, мм								Тип НСХ первичного преобразователя
	60	80	100	120	160	200	250	320 и более	
	Значения нормирующего коэффициента К, °С								
-60...+100 °С	0,6	0,4	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	Pt100
-60...+200 °С	—	0,6	0,3	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	
-60...+350 °С	—	—	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	
-60...+600 °С	—	—	—	—	0,7	0,6	0,6	0,6	
-200...+200 °С	—	—	—	—	—	—	0,6	0,6	
-60...+600 °С	—	—	—	—	1,2	1,0	1,0	1,0	ТХА(К)
-60...+1300 °С	—	—	—	—	—	—	2,2	1,5	

Таблица 2.5 – Значения нормирующего коэффициента для индекса за-каза Б

Диапазон измерений	Длина монтажной части, мм								Тип НСХ первичного преобразователя
	60	80	100	120	160	200	250	320 и более	
	Значения нормирующего коэффициента К, °С								
-60...+100 °С	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	Pt100
-60...+200 °С	—	1,2	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	
-60...+350 °С	—	—	1,4	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	
-60...+600 °С	—	—	—	—	1,4	1,3	1,3	1,3	
-200...+200 °С	—	—	—	—	—	—	1,3	1,3	
-60...+600 °С	—	—	—	—	2,5	2,2	2,2	2,2	ТХА(К)
-60...+1300 °С	—	—	—	—	—	—	4,0	3,5	

2.2.2. Вариация показаний ТПУ не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

2.2.3. Время установления рабочего режима (предварительный прогрев) не более 15 мин.

2.2.4. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (20±5) °С до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.2.5. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов в диапазоне рабочих температур, не превышает 1 °С.

2.2.6. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ, вызванной воздействием повышенной влажности до 95 % при 35 °С, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.2.7. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ, вызванной воздействием постоянных магнитных полей и (или) переменных полей сетевой частоты напряженностью до 400 А/м, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

2.2.8. Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ во время воздействия вибрации не превышает предела допускаемой основной погрешности.

2.2.9. Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от номинального значения 24 В до минимально допустимого 21,6 В, не превышает 0,05 %.

2.2.10. Питание ТПУ осуществляется от источника постоянного тока напряжением при номинальном значении напряжения ($24 \pm 2,4$) В.

2.2.11. Мощность, потребляемая ТПУ от источника постоянного тока при номинальном напряжении 24 В, не превышает 0,8 Вт.

2.2.12. Изоляция электрических цепей питания и интерфейсных цепей относительно корпуса и между собой выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения постоянного тока 130 В при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

2.2.13. Электрическое сопротивление изоляции электрических цепей питания и интерфейсных цепей относительно корпуса и между собой относительно корпуса не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;

- 5 МОм при температуре окружающего воздуха (70 ± 3) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;

- 1 МОм при температуре окружающего воздуха (35 ± 5) °С и относительной влажности (95 ± 3) %.

2.2.14. ТПУ выдерживают без повреждений обрыв и короткое замыкание входных цепей (цепей датчика).

2.2.15. ТПУ устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха в соответствии с п.2.1.6.

2.2.16. Габаритные, присоединительные и монтажные размеры ТПУ соответствуют указанным в Приложениях В, Г, Д.

2.2.17. Масса ТПУ от 0,3 до 2,4 кг в зависимости от габаритных размеров.

2.2.18. Материал защитной арматуры монтажной части первичного преобразователя ТПУ, контактирующей с измеряемой средой, соответствует приведенному в таблицах Е.1 и Е.2 Приложения Е для первичных преобразователей типа ТС и ТП соответственно.

2.2.19. ТПУ в транспортной таре выдерживают температуру до плюс 50 °С.

2.2.20. ТПУ в транспортной таре выдерживают температуру до минус 50 °С.

2.2.21. ТПУ в транспортной таре обладают прочностью к воздействию воздушной среды с относительной влажностью 98 % при температуре 35 °С.

2.2.22. ТПУ в транспортной таре устойчивы к воздействию ударной тряски с числом ударов в минуту 80, средним квадратическим значением ускорения 98 м/с² и продолжительностью воздействия 1 ч.

2.2.23. ТПУ обладают прочностью и устойчивостью к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 1 до 100 Гц при амплитуде виброускорения 20 м/с².

2.2.24. ТПУ не имеют конструктивных элементов и узлов с резонансными частотами от 5 до 25 Гц.

2.2.25. ТПУ обладают прочностью и устойчивостью к воздействию механических ударов одиночного действия с пиковым ударным ускорением 20 м/с², длительностью ударного импульса от 2 до 20 мс и общим количеством ударов 30.

2.2.26. ТПУ обладают прочностью и устойчивостью к воздействию механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением 30 м/с², с предпочтительной длительностью действия ударного ускорения 10 мс (допускаемая длительность – от 2 до 20 мс) и количеством ударов в каждом направлении 20.

2.2.27. ТПУ обладают прочностью при сейсмических воздействиях, эквивалентных воздействию вибрации с параметрами, указанными в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Частота, Гц	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0	30,0
Ускорение, м/с ²	8,0	15,0	29,0	51,0	48,0	43,0	38,0	31,0	20,0	19,0	4,0

2.2.28. Обеспечение электромагнитной совместимости и помехозащитности

2.2.28.1. ТПУ устойчивы к электромагнитным помехам согласно данным таблицы 2.2.

2.2.28.2. ТПУ нормально функционируют и не создают помех в условиях совместной работы с аппаратурой систем и элементов, для которых они предназначены, а также с аппаратурой другого назначения, которая может быть использована совместно с данным ТПУ в типовой помеховой ситуации.

2.2.29. Обеспечение взрывозащищенности ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ

2.2.29.1. Взрывозащищенность ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ обеспечивается видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки «d» по ГОСТ IEC 60079-1-2013 и достигается заключением электрических частей расходомеров во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление взрыва и исключает передачу взрыва в окружающую взрывоопасную среду.

2.2.29.2. Прочность оболочки проверяется испытаниями по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) и ГОСТ IEC 60079-1-2011. При этом каждая оболочка должна подвергаться испытаниям гидравлическим давлением 2000 кПа.

2.2.29.3. Средства сопряжения обеспечивают взрывозащиту вида «взрывонепроницаемые оболочки «d». Данные сопряжения должны быть обозначены на чертеже словом «Взрыв» с указанием допускаемых по ГОСТ IEC 60079-1-2011 параметров взрывозащиты: минимальной осевой длины резьбы, шага резьбы, числа полных непрерывных неповреждаемых ниток (не менее 5) в зацеплении взрывонепроницаемого резьбового соединения. Все винты, болты и гайки, крепящие детали оболочки, штуцера кабельных вводов должны быть предохранены от самоотвинчивания.

2.2.29.4. Взрывозащитные поверхности оболочки ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ защищены от коррозии нанесением на поверхности консистентной смазки.

2.2.29.5. Температура поверхности оболочки не должна превышать допустимого значения по ГОСТ IEC 60079-1-2011 для оборудования соответствующего температурного класса при любом допустимом режиме работы ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ.

2.2.29.6. Для предохранения от самоотвинчивания соединения крышки ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ с корпусом применена стопорная втулка. Втулка крепится с помощью винта к корпусу. Винт, крепящий стопорную втулку, стопорить и пломбировать после монтажа на месте эксплуатации.

2.2.29.7. Знак «Х», следующий за маркировкой взрывозащиты, указывает на специальные условия применения, заключающиеся в следующем:

- способ монтажа ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ должен исключать нагрев поверхности оболочки ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ во взрывоопасной среде выше температуры, допустимой для температурного класса указанного в маркировке взрывозащиты;
- используемые для подключения ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ кабели должны быть пригодны для эксплуатации в тех же температурных условиях, что и ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ, и должны быть устойчивы к температуре, образующейся на поверхности корпусов ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ;

- ТПУ 0304Exd/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ должны применяться с кабельными вводами завода-изготовителя или другими кабельными вводами, соответствующими требованиям ТР ТС 012/2011, которые обеспечивают соответствующий вид и уровень взрывозащиты, а также степень защиты, обеспечиваемую оболочкой (Код IP). Материал уплотнительных колец должен быть рассчитан на работу при окружающей среде, соответствующей условиям эксплуатации ТПУ 0304Exd/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ;

- неиспользуемые отверстия под кабельные вводы должны быть закрыты заглушками, соответствующими требованиям ТР ТС 012/2011, которые обеспечивают соответствующий вид и уровень взрывозащиты, а также степень защиты, обеспечиваемую оболочкой (Код IP);

- замена, подключение и отключение ТПУ 0304Exd/МЗ-МВ, ТПУ 0304АExd/МЗ-МВ должны осуществляться при выключенном электропитании.

2.3 Устройство и работа

2.3.1. ТПУ состоят из первичного преобразователя температуры (ПП) и электронного блока (ИП 0304/МЗ-МВ), предназначенного для преобразования измеренного значения в цифровой код и передачи данных об измерениях в ПК.

2.3.1.1. В качестве ПП температуры используются термометры сопротивления (ТС) или преобразователи термоэлектрические (ТП), приведенные в таблице 2.3.

2.3.2. Составные части ТПУ предназначены:

ТС – для преобразования температуры в электрическое сопротивление;

ТП – для преобразования температуры в термоэлектродвижущую силу (т.э.д.с).

2.3.3. ТПУ выполнены в алюминиевом корпусе ВР11А.

На передней панели под крышкой расположен переключатель режима сетевой работы INIT/NORM. В положении INIT ТПУ работают с заранее известными параметрами: с фиксированной скоростью обмена 19200 бит/с, сетевым адресом, равным 1, без паритета 1 стоп бит. В положении NORM ТПУ работает с параметрами, заданными потребителем.

Для доступа к переключателю INIT/NORM необходимо открутить и снять крышку корпуса.

На рисунках 2.1 и 2.2 представлен общий вид ТПУ 0304/МЗ-МВ без ПП.

2.3.4. Схемы электрические подключений приведены на рисунках Б.1 – Б.5 Приложения Б.



Рисунок 2.1 – Общий вид ТПУ 0304/М3-МВ.
Вид спереди без крышки и ПП

Обозначение к передней панели:
INIT/NORM – переключатель режима сетевой работы.



Рисунок 2.2 – Общий вид ТПУ 0304/М3-МВ
Вид сзади без крышки и ПП

Обозначения к задней панели:
+Un – питание +24 В;
-Un – питание -24 В;
А, В – разъем интерфейса RS-485;
⊕ – корпус.

2.4 Задание конфигурации

2.4.1. Чтение параметров из ТПУ, их изменение и запись в ТПУ производят посредством компьютерной программы «MODBUSconfig» («POLZ_0304») через интерфейсный кабель, подключаемый к разъему интерфейса RS-485. Схема подключения приведена в Приложении Б.

2.4.2. Параметры конфигурации и заводские установки приведены в таблице 2.7.

Перед началом конфигурирования ТПУ

- подключают ТПУ к ПК, включают ПК. На ПК запускают программу «MODBUSconfig» («POLZ_0304»). Для подключения ТПУ к ПК необходим преобразователь интерфейса «ЭЛЕМЕР-EL-4020RS» производства НПП «ЭЛЕМЕР». Количество ТПУ, подключенных к «ЭЛЕМЕР-EL-4020RS», не должно быть более 32 шт.

- задают параметры обмена ТПУ; если они неизвестны, используют поиск;

- открывают закладку «Поиск» и вводят в окна записи параметров связи номер СОМ-порта, скорость обмена («Скорости для поиска»), диапазон адресов для поиска, указывают паритет;

- нажимают кнопку «Начать поиск»;

- в поле «Найденные приборы» выбирают нужный;

- переходят на закладку «Настройки датчика» и нажимают кнопку «Прочитать» для просмотра текущих значений конфигурационных параметров.

Таблица 2.7 – Параметры конфигурации и заводские установки

Наименование параметра	№ п.п.	Допустимые значения параметра	Заводская установка
Сетевой адрес	2.4.2.1	1...247	1
Скорость обмена по интерфейсу бит/с	2.4.2.2	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200	19200
Паритет	2.4.2.3	нет, четный, нечетный	нет
Тип ПП	2.4.2.4	Pt100, ТХА (К)*	Pt100
Пределы измерений, °С: нижний верхний	2.4.2.5	-60** (100, 200, 350, 600, 900, 1300)**	-60* 600*
Число единичных измерений для усреднения	2.4.2.6	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128	1
Коррекция нуля, °С	2.4.2.7	±5 °С	0
Коррекция диапазона	2.4.2.8	0,75...1,25	1
П р и м е ч а н и я 1 * В соответствии с заказом. 2 ** Поддиапазоны измерений могут конфигурироваться потребителем в указанных пределах.			

2.4.2.1. **Сетевой адрес** («Номер») – адрес, по которому ТПУ идентифицируется в сети приборов, подключенных к выбранному СОМ-порту. Допустимые значения: от 1 до 247.

2.4.2.2. **Скорость обмена** («Скорость») – скорость передачи данных по компьютерному интерфейсу. Допустимые значения: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 или 115200 бит/с.

При установке переключателя режима сетевой работы в положение «**INIT**» у ТПУ автоматически устанавливается скорость обмена 19200 бит/с, адрес 1, без паритета, 1 стоп бит, независимо от записанных ранее параметров связи.

2.4.2.3. **Паритет** – паритет при обмене данными с ТПУ. Допустимые значения: нет паритета, четный, нечетный.

После набора необходимых параметров обмена на закладке «Параметры обмена» нажимают кнопку «Записать».

2.4.2.4. **Тип датчика** – тип первичного преобразователя Pt100 или ТХА (К).

2.4.2.5. **Пределы измерений** – нижний («Минимум») и верхний («Максимум») пределы измерений в соответствии с формой заказа.

Нижний «минимум» и верхний «максимум» выбираются из ряда:

- для ТС – минус 60...100 °С, минус 60...200 °С, минус 60...350 °С, минус 60...600 °С;

- для ТП – минус 60...600 °С, минус 60...850 (900*) °С, минус 60...1250 (1300*) °С.

П р и м е ч а н и е – Кратковременно в зависимости от применяемых материалов защитной арматуры (таблицы Е.1 и Е.2) и технологии изготовления ПП.

ВНИМАНИЕ! Изменение пределов измерений температуры возможно только в пределах, указанных на ПП.

2.4.2.6. **Число единичных измерений для усреднения** («Усреднение») – параметр, позволяющий уменьшить вариацию (шумы) измерений. Выбирается из ряда: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

2.4.2.7. **Коррекция нуля** («Смещение») корректирует (при необходимости) температуру в области нижнего предела измерений ТПУ. Для «смещения» помещают ПП ТПУ в калибратор «ЭЛЕМЕР-КТ-650» (КТ-1100, КТ-110, термостат или печь) при температуре $t_{\text{Т}}$, равной нижнему пределу измерений (допускается отклонение ± 5 °С).

В программе «MODBUSconfig» («POLZ_0304») на закладке «Измеренное значение» считывают измеренное ТПУ значение температуры $t_{\text{H}1}$, а на закладке «Настройка датчика» в поле «Смещение» значение «смещения» $dt_{\text{H}1}$. Вычисляют новое значение «смещения» $dt_{\text{H}2} = dt_{\text{H}1} + (t_{\text{Т}} + t_{\text{H}1})$, записывают его в поле «Смещение» и нажимают кнопку «Записать». Считывают еще раз измеренное значение температуры $t_{\text{H}2}$ и убеждаются, что коррекция нуля прошла успешно.

2.4.2.8. **Коррекция диапазона** («Подстройка») корректирует (при необходимости) температуру в области верхнего предела измерений ТПУ. Для «подстройки» помещают ПП ТПУ в калибратор, термостат или печь при температуре t_{3T} , равной верхнему пределу измерений (допускается отклонение $\pm 25\%$ от верхнего предела измерений).

В программе «MODBUSconfig» («POLZ_0304») на закладке «Измеренное значение» считывают измеренное ТПУ значение температуры t_{B1} , а на закладке «Настройки датчика» в поле «Подстройка» значение коэффициента «подстройки» K_1 . Вычисляют новое значение подстройки $K_2 = (K_1 - 1) + t_{B1} / t_{3T}$, записывают его в поле «Подстройка» и нажимают кнопку «Записать». Еще раз считывают измеренное значение температуры t_{B2} и убеждаются, что коррекция диапазона прошла успешно.

2.5 Сообщения об ошибках

2.5.1. Компьютерной программой предусмотрен диагностический контроль возможных отказов в работе ТПУ и повреждений их составных частей.

При возникновении сбоев в работе ТПУ в окне компьютерной программы высвечивается наименование произошедшей ошибки. Возможные сообщения об ошибках:

1) «EEPROM ERR» – ошибка памяти ТПУ. Переконфигурировать и затем вновь записать все настройки ТПУ. Дальнейший ремонт возможен только в условиях предприятия-изготовителя.

2) «Обрыв» – обрыв в цепях первичного преобразователя.

3) «Выше ВПИ» («Ниже НПИ») – ошибка, возникающая в случае превышения измеренной температуры верхнего (нижнего) предела измерений.

2.6 Особенности работы

2.6.1. Установка (изменение) числовых значений параметров производится на закладке «Настройки датчика» или «Параметры обмена» компьютерной программы.

2.6.2. После установки требуемых параметров в окне программы необходимо записать их в ТПУ нажатием кнопки «Записать».

2.6.3. ТПУ сохраняет ранее установленные параметры конфигурации и их значения при пропадании напряжения питания.

2.7 Маркировка и пломбирование

2.7.1. Маркировка ТПУ производится в соответствии с ГОСТ 26828-86, ГОСТ 9181-74, ГОСТ 30232-94 и чертежом НКГЖ.411611.005СБ.

2.7.2. На корпусе ТПУ указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа средств измерений;
- условное обозначение модификации и исполнения ТПУ;

- дата выпуска (год);
- условное обозначение НСХ;
- диапазон измерений;
- выходной сигнал;
- номинальное значение напряжения питания;
- заводской номер.

2.7.3. На корпус ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ также нанесены:

- номер сертификата соответствия ТР ТС 012/2011;
- специальный знак взрывозащиты согласно приложению 2 ТР ТС 012/2011;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- маркировка взрывозащиты «1Ex d IIC T6 Gb X».

2.7.4. На передней и задней крышках корпуса ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ нанесена предупредительная надпись «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ».

2.7.5. Способ нанесения маркировки:

- для ТПУ 0304/М3-МВ – наклеивание таблички, выполненной на пленке термотрансферным способом, обеспечивающей сохранность маркировки в течение всего срока эксплуатации;
- для ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ, ТПУ 0304А/М3-МВ – крепление металлической таблички, выполненной при помощи лазерной гравировки.

2.8 Упаковка

2.8.1. Упаковка производится в соответствии с ГОСТ 23170-78, ГОСТ 9181-74.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Подготовка изделий к использованию

3.1.1. Указания мер безопасности

3.1.1.1. По способу защиты человека от поражения электрическим током ТПУ соответствуют классу III по ГОСТ 12.2.091-2012.

3.1.1.3. Требования безопасности при испытаниях изоляции и измерении ее сопротивления – по ГОСТ Р 52931-2008.

3.1.1.4. ТПУ 0304А/МЗ-МВ, ТПУ 0304АЕхd/МЗ-МВ (повышенной надежности) в соответствии с НП-001-15, НП-016-05 (ОПБ ОЯТЦ) относятся к элементам АС и ОЯТЦ классов безопасности 2, 3, 4:

- по назначению – к элементам нормальной эксплуатации;
- по влиянию на безопасность – к элементам важным для безопасности;
- по характеру выполняемых функций – к управляющим элементам.

Пример классификационного обозначения 2, 2Н, 2У, 2НУ, 3, 3Н, 3У, 3НУ, 4.

3.1.1.5. При эксплуатации ТПУ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» для установок напряжением до 1000 В.

3.1.1.6. Подключение ТПУ к электрической схеме должно осуществляться при выключенном источнике постоянного тока.

3.1.1.7. При эксплуатации ТПУ должны выполняться требования техники безопасности, изложенные в документации на средства измерений и оборудование, в комплекте с которыми они работают.

3.1.1.8. Устранение дефектов, замена, подключение внешних кабелей, монтаж и отсоединение первичных преобразователей должны осуществляться при выключенном питании и полном отсутствии давления в месте установки.

3.1.2. Внешний осмотр

3.1.2.1. При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

При наличии дефектов покрытий, влияющих на работоспособность ТПУ, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность дальнейшего применения ТПУ.

3.1.2.2. У каждого ТПУ проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

3.1.3. Монтаж изделия

3.1.3.1. Схемы электрические подключений ТПУ приведены на рисунках Б.1 – Б.5 Приложения Б. Соединения выполняют путем подключения экранированного кабеля к клеммным колодкам ТПУ.

Прокладка и разделка кабеля должна отвечать требованиям действующих «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Примечание – При наличии сальникового ввода (см. таблицу Б.1, приложения Б) необходимо:

- удалить лишние секции резиновой уплотнительной прокладки под конкретный диаметр уплотняемого кабеля;
- пропустить кабель через отверстия в металлической резьбовой прижимной втулке и в уплотнительной прокладке;
- кабель с установленными втулкой и прокладкой поместить в гнездо кабельного ввода корпуса;
- металлической резьбовой прижимной втулкой произвести уплотнение кабеля на 2-3 оборота после касания втулкой резинового уплотнения;
- выполнить электрический монтаж кабеля.

3.1.3.2. ТПУ должны быть заземлены с помощью контакта заземления в соответствии с ГОСТ 21130-75.

3.1.3.3. При монтаже необходимо убедиться, что при температуре измеряемой среды

- от минус 60 до плюс 600 °С длина наружной части ≥ 50 мм;
- от плюс 600 до плюс 900 °С длина наружной части ≥ 120 мм;
- от плюс 900 до плюс 1300 °С длина наружной части ≥ 200 мм.

3.1.4. Опробование ТПУ

3.1.4.1. Подключают ТПУ к источнику питания и ПК в соответствии с рисунком Б.1 Приложения Б.

3.1.4.2. Помещают ТПУ в льдо-водяную смесь и выдерживают при температуре 0 °С в течение не менее 30 мин или помещают термопреобразователь в калибратор при температуре, соответствующей t_H , если она отличается от 0 °С, и выдерживают в течение не менее 30 мин.

Рассчитывают основную приведенную погрешность по формуле

$$\gamma = \frac{(t - t_{\text{эТ}})}{(t_B - t_H)} \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

где t – значение измеряемой температуры, °С;

$t_{\text{эТ}}$ – температура льдо-водяной смеси или температура, установленная в калибраторе °С;

$t_B - t_H$ – нижний и верхний пределы измерений температуры, °С.

Рассчитанное по формуле (3.1) значение основной приведенной погрешности не должно превышать соответствующего значения, приведенного в таблице 2.3.

3.1.4.3. Проверяют и при необходимости производят коррекцию температуры в области нижнего предела измерений для чего:

- помещают ПП ТПУ в калибратор «ЭЛЕМЕР-КТ-650» («ЭЛЕМЕР-КТ-500», КТ-110, КТ-1100), термостат или печь на глубину, соответствующую длине монтажной части, или на глубину не менее 250 мм для КТ-1100 и не менее 160 мм для «ЭЛЕМЕР-КТ-650» и КТ-110, для термостата – на глубину монтажной части ТПУ или, если длина монтажной части более 250 мм – на глубину не менее 250 мм;

- устанавливают в калибраторе «ЭЛЕМЕР-КТ-650» («ЭЛЕМЕР-КТ-500», КТ-110, КТ-1100), термостате или печи температуру, соответствующую нижнему пределу измерений температуры; после выхода калибратора, термостата или печи на заданную температуру выдерживают ТПУ при данной температуре в течение не менее 30 мин.

При необходимости с помощью программы «MODBUSconfig» («POLZ_0304») производят коррекцию нуля (см. п. 2.4.2.7).

3.1.4.4. Проверяют и при необходимости производят коррекцию температуры в области верхнего предела измерений, для чего:

- устанавливают в калибраторе «ЭЛЕМЕР-КТ-650» («ЭЛЕМЕР-КТ-500», КТ-110, КТ-1100), термостате или печи температуру, соответствующую верхнему пределу диапазона измерений температуры; после выхода калибратора, термостата или печи на заданную температуру выдерживают ТПУ при данной температуре в течение не менее 30 мин.

- при необходимости с помощью программы «MODBUSconfig» («POLZ_0304») производят коррекцию диапазона (см. п. 2.4.2.8);

- повторяют процедуры по пп. 3.1.4.2, 3.1.4.3, если проводилась коррекция «нуля», то повторяют также и процедуры по п. 3.1.4.4.

3.2 Использование изделий

3.2.1. Осуществляют необходимые соединения ТПУ в соответствии с рисунком Б.1 Приложения Б.

3.2.2. Включают источник питания постоянного тока. По истечении 15 мин ТПУ готов к работе.

3.2.3. Производят конфигурирование ТПУ, руководствуясь п. 2.4.

4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

4.1. Поверку ТПУ проводят органы Государственной метрологической службы или другие аккредитованные на право поверки организации по документу «Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304. Методика поверки с изменением № 1 МП 207.1-009-2017», утвержденному в установленном порядке.

4.2. Интервал между поверками

- 4 года;

- 6 месяцев – для ТП с верхним пределом диапазона измерений св. плюс 1100 °С;

- 2 года – для ТС с верхним пределом диапазона измерений св. плюс 350 °С и нижним пределом ниже минус 60 °С; для ТП с верхним пределом диапазона измерений св. плюс 850 до плюс 1100 °С включ. и нижним пределом ниже минус 50 °С;

- 5 лет – для ТС с НСХ «Pt100» и диапазоном измерений от минус 60 до плюс 350 °С включ.; для ТП с НСХ типа «N» и диапазоном измерений от минус 50 до плюс 850 °С.

4.3. Методика поверки МП 207.1-009-2017 может быть применена при калибровке термопреобразователей.

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Техническое обслуживание ТПУ сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения и транспортирования, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации, профилактическим осмотрам, периодической поверке и ремонтным работам.

5.2 Профилактические осмотры проводятся в порядке, установленном на объектах эксплуатации ТПУ, и включают:

- внешний осмотр;

- проверку прочности крепления ТПУ, отсутствия обрыва заземляющего провода;

- проверку функционирования.

5.3. Периодическую поверку ТПУ производят в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 4 настоящего руководства по эксплуатации.

5.4. ТПУ с неисправностями, не подлежащими устранению при профилактическом осмотре, или не прошедшие периодическую поверку, подлежат текущему ремонту.

Ремонт ТПУ производится на предприятии-изготовителе.

6 ХРАНЕНИЕ

6.1. Условия хранения ТПУ в транспортной таре на складе изготовителя и потребителя должны соответствовать условиям I по ГОСТ 15150-69. В воздухе не должны присутствовать агрессивные примеси.

6.2. Расположение ТПУ в хранилищах должно обеспечивать свободный доступ к ним.

6.3. ТПУ следует хранить на стеллажах.

6.4. Расстояние между стенами, полом хранилища и ТПУ должно быть не менее 100 мм.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

7.1. ТПУ транспортируются всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах. Крепление тары в транспортных средствах должно производиться согласно правилам, действующим на соответствующих видах транспорта.

7.2. Условия транспортирования ТПУ должны соответствовать условиям 5 по ГОСТ 15150-69, но при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С с соблюдением мер защиты от ударов и вибраций.

7.3. Транспортировать ТПУ следует упакованными в пакеты или поштучно.

7.4. Транспортировать ТПУ в коробках следует в соответствии с требованиями ГОСТ 21929-76.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

8.1. ТПУ не содержат вредных материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации.

8.2. После окончания срока службы ТПУ подвергаются мероприятиям по подготовке и отправке на утилизацию. При этом следует руководствоваться нормативно-техническими документами, принятыми в эксплуатирующей организации.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура обмена данными между ПК и ТПУ

А.1. Описание протокола

А.1.1. Протокол MODBUS RTU определяет структуру сообщений, которая используется при обмене данными активного устройства (ПК) с подчиненными устройствами (ТПУ).

Обмен всегда начинается ПК. ТПУ производит анализ принятого запроса и в случае успешного приема отвечает на запрос. Ответ может быть как в виде запрашиваемых данных, так и в виде кода ошибки.

А.1.2. Каждый запрос ПК и ТПУ осуществляется единым кадром, состоящим не более чем из 255 байт.

При пересылке временной промежуток между передаваемыми байтами не должен превышать 3,5 длительности передачи одного байта на этой скорости. Передача осуществляется с использованием четного, нечетного паритета или без паритета в каждом байте, одним стоп битом и контрольной суммой в каждом кадре.

А.1.3. В случае, когда ПК передает запрос с адресом, не совпадающим с адресом принявшего эту команду ТПУ, он не анализирует команду и не отвечает.

Если при анализе команды в ТПУ контрольная сумма, переданная ПК, не совпадает с фактически подсчитанной или при приеме произошла ошибка в паритете, ТПУ не отвечает на эту команду.

Если при анализе команды в ТПУ обнаруживается, что она предназначена для устройства с адресом 0, ТПУ дает ответ ПК с указанием истинного адреса.

Если при анализе команды ТПУ обнаруживается, что она предназначена для устройства с адресом 255, ТПУ не отвечает на запрос.

При анализе принятого сообщения ТПУ может обнаружить логическую ошибку содержания сообщения, например, несоответствие типов данных, выход за доступное адресное пространство или обращение к неподдерживаемым командам, в данном случае ТПУ формирует ответное сообщение с указанием соответствующего кода ошибки.

А.2. Виды данных

А.2.1. Все доступные для обмена данные хранятся в адресуемых (начиная с «0») регистрах HOLD, доступных как по записи, так и по чтению.

А.2.2. Под хранение целых чисел отводится один регистр, причём при передаче старшие биты передаются первыми

А.2.3. Под хранение чисел с плавающей запятой отводится два соседних регистра, представление числа с плавающей запятой соответствует IEEE754.

Порядок следования байт в паре регистров условно выглядит ка «0123».

А.3. Структура кадров обмена

А.3.1. Структура кадров обмена (формат кадра запроса и формат кадра ответа) приведены в таблицах А.1 и А.2.

Таблица А.1 – Формат кадра запроса

Наименование параметра	число байт
Адрес устройства	1
Код команды	1
Передаваемые данные	до 253
Контрольная сумма	2

Таблица А.2 – Формат кадра ответа

Наименование параметра	число байт
Адрес устройства	1
Код команды	1
Передаваемые данные	до 253
Контрольная сумма	2

А.3.2. Адреса может принимать значения от 0 до 255, но каждый ТПУ может иметь индивидуальный адрес от 1 до 247. При приеме адреса «0» ТПУ формирует ответную посылку независимо от собственного адреса, что позволяет осуществить поиск в сети ТПУ с неизвестным адресом.

А.4. Поддерживаемые команды

А.4.1. ТПУ поддерживает только две команды из набора команд, описанных в протоколе MODBUS RTU:

- команда чтения с кодом команды «0x03»;
- команда записи с кодом команды «0x10».

А.4.2. Команда чтения последовательности регистров 0x03 используется для чтения последовательности регистров ТПУ. В кадре запроса ПК содержится адрес ТПУ, начальный адрес последовательности регистров в ТПУ и число считываемых регистров.

А.4.3. Команда записи последовательности регистров 0x10 используется для записи данных из ПК в последовательность регистров ТПУ.

В кадре запроса ПК содержится адрес ТПУ, начальный адрес последовательности регистров в ТПУ, число записываемых регистров, число байт в регистрах и массив записываемых данных. При нескольких последовательных командах записи очередная команда записи должна поступить в ТПУ не ранее чем через 100 мс после получения ответа на предыдущую.

А.5. Доступные параметры

А.5.1. Адреса регистров приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 – Адреса регистров

Адрес	Назначение	Тип (формат)	Команда чтения	Команда записи	Значение по умолчанию	Min	Max
Параметры, необходимые при работе с прибором							
0x0000	IZMF Измеренное значение	float	03h(04h)	–	0x0000	-999	9999
0x0001			03h(04h)	–	0x0000		
0x0002	IZMI Измеренное значение – доля диапазона	int	03h(04h)	–	0x0000	0	0xffff
0x0003	ERR Код ошибки	int	03h(04h)	–	0x0000	0	0xffff
Параметры, необходимые для опознания прибора							
0x0400	MODEL Модель	int	03h(04h)	10h	0x0105	0	0xffff
0x0401	SN_HI, SN_LO серийный номер	int	03h(04h)	10h	0X0000	0	0xffff
0x0402		int	03h(04h)	10h	0X0000	0	0xffff
0x0403	VER_HARD Версия ТПУ	int	03h(04h)	10h	0X0000	0	0xffff
0x0404	VER_SOFT Версия ПО	int	03h(04h)	10h	0X0000	0	0xffff
0x0405	DAY Число	int	03h(04h)	10h	0X0001	1	31
0x0406	MONTH месяц	int	03h(04h)	10h	0X000B	1	12
0x0407	YEAR год	int	03h(04h)	10h		10	20
Параметры, необходимые для настройки обмена							
0x0408	ADR Адрес	int	03h(04h)	10h	0x01	1	247
0x0409	RATE скорость	int	03h(04h)	10h	0x06	0x0003	0x000a
0x040A	PARITY Паритет	int	03h(04h)	10h	0x00	0x0000	0x0002
0x0416	BLINK Включение светодиода для опознания ТПУ(на заводе)	int	–	10h	0x00	0	1
Параметры датчика							
0x0500	DAT Тип датчика	int	03h(04h)	10h	0x09	9	10
0x0507	NS демпфирование	int	03h(04h)	10h	0x00	0	7
0x0516	SHIFT Коррекция нуля	float	03h(04h)	10h	0	-999	9999
0x0517							
0x0518	DIAP Коррекция диапазона	float	03h(04h)	10h	1.0	0.75	1.25
0x0519							

Все регистры доступны по чтению и записи, если противное не оговорено особо

А.5.2. Пара регистров **IZMF** доступна только по чтению и предназначена для хранения измеренного значения (число с плавающей запятой, размещенное в двух регистрах).

А.5.3. Регистр **IZMI** доступен только по чтению и предназначен для хранения измеренного значения I_{zm_otn} – доли диапазона, представляющего собой целое число из диапазона 0x0000 – 0xffff, значение которого вычисляется по формуле

$$I_{zm_otn} = \frac{(I_{zm_cur} - D_{iap_min})65535}{D_{iap_max} - D_{iap_min}}, \quad (A.1)$$

где I_{zm_cur} - текущее измеренное значение;

D_{iap_min} - нижний предел измерений;

D_{iap_max} - верхний предел измерений.

При получении такого числа, текущее измеренное значение восстанавливается по формуле

$$I_{zm_cur} = \frac{I_{zm_otn}}{65535} (D_{iap_max} - D_{iap_min}) + D_{iap_min}. \quad (A.2)$$

Примечание – при использовании первичного преобразователя ТС с НСХ Pt100

$D_{iap_min} = -200$ °С,

$D_{iap_max} = 600$ °С;

при использовании первичного преобразователя ТП

$D_{iap_min} = -50$ °С,

$D_{iap_max} = 1300$ °С,

A.5.4. Регистр ERR доступен только по чтению и предназначен для хранения кода ошибки, представляющего собой целочисленное значение. Код ошибки должен быть проанализирован перед использованием результата измерения. Назначение выставляемых битов в регистре ERR указано в таблице А.4.

Таблица А.4

№ бита	Причина	Примечание
0	Обрыв	В цепях датчика или измерителя температуры холодного спая (при использовании термопары) зафиксирован обрыв
1	Ниже диапазона	Измеренное значение выходит за нижний предел диапазона измерений
2	Выше диапазона	Измеренное значение выходит за верхний предел диапазона измерений
3	Ошибка EEPROM	Прибор не может восстановить данные, хранящиеся в его энергонезависимой памяти
4	Ошибка АЦП	Ошибка доступа к АЦП

A.5.5. Регистр MODEL предназначен для хранения кода модели ТПУ.

A.5.6. Регистры SN_HI, SN_LO предназначен для хранения серийного номера ТПУ, который записывается в них при выпуске.

A.5.7. Регистр VER_HARD предназначен для хранения версии ТПУ.

A.5.8. Регистр VER_SOFT предназначен для хранения версии программного обеспечения (ПО) процессора ТПУ.

A.5.9. Регистр DAY содержит число выпуска ТПУ.

А.5.10. Регистр **MONTH** содержит месяц выпуска ТПУ.

А.5.11. Регистр **YEAR** содержит информацию о годе выпуска в виде двух младших цифр года (начиная с 10).

А.5.12. Регистр **ADR** предназначен для хранения сетевого адреса, по которому ТПУ идентифицируется в сети приборов, подключенных к выбранному COM-порту.

А.5.13. Регистр **RATE** предназначен для задания скорости обмена данными по сети, допустимые значения скоростей и их коды указаны в таблице А.5.

Таблица А.5 – Коды скоростей обмена

Скорость обмена, бит/с	1200	2400	4800	9600	19200*	38400	57600	115200
Код в регистре	0x0003	0x0004	0x0005	0x0006	0x0007	0x0008	0x0009	0x000a
П р и м е ч а н и е – * Заводская установка.								

Каждая из скоростей обозначается числом в младшем байте регистра.

А.5.14. Регистр **PARITY** предназначен для задания вида контроля чётности (паритета) при обмене данными ТПУ с ПК. Допустимые виды и соответствующие им коды указаны в таблице А.6.

Таблица А.6 – Коды обозначения паритетов

Паритет	Значение, записываемое в регистр
нет (заводская установка)	0x0000
нечетный	0x0001
четный	0x0002

А.5.15. Регистр **BLINK** доступен только по записи, и предназначен для включения на 10 с (записью 0x0001 в регистр).

А.5.16. Регистр **DAT** предназначен для задания типа датчика на предприятии-изготовителе, код «9» соответствует Pt100, код «10» – ТХА.

А.5.17. Регистр **NS** предназначен для задания количества измерений для усреднения (демпфирование). Значение регистра используется для усреднения единичных измерений температуры.

А.5.18. Пара регистров **DIAP** (диапазон) предназначена для задания параметра, используемого для корректирования результата измерения путем умножения содержимого регистра на усредненную температуру (п. А.5.17).

А.5.19. Пара регистров **SHIFT** (смещение) предназначена для задания параметра, используемого для корректирования результата измерения путем сложения содержимого регистра со значением температуры, полученным после умножения на величину DIAP (п. А.5.18).

А.6. Параметры связи

А.6.1. ТПУ позволяет вести сетевой обмен данными на скоростях 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с,

Контроль передачи данных производится с четным, нечетным паритетами или без проверки паритета и с фиксированным (один) числом стоп-битов.

Рекомендуется использовать скорость 19200 бит/с и четный паритет.

А.6.3. При передаче байты идут друг за другом без задержки.

А.6.4. При обмене данными признаком завершения передачи кадра является отсутствие в линии связи передач в течение времени (паузы), превышающего $3,5 \times T$, где T - время передачи одного байта на выбранной скорости.

Значение пауз для разных скоростей обмена приведено в Таблице А.8.

Для организации надежного сетевого обмена ПК должен передавать очередной кадр только выдержав паузу (см. таблицу А.8) с момента получения ответа на предыдущий запрос.

Таблица А.8 – Время опознания окончания посылки

Скорость обмена, бод	Пауза, мс
1200	50
2400	30
4800	15
9600	15
19200	5
38400	5
57600	5
115200	5

А.6.5. Протокол допускает одновременное сетевое подключение до 32 ТПУ, допустимая длина линии связи зависит от скорости передачи и составляет 1200 м для скорости передачи 38400 Бод.

А.6.6. Линия связи должна иметь согласующие резисторы сопротивлением 120 Ом, размещенные у передатчика и последнего прибора на линии (см. рисунок Б.1).

А.6.7. Линии связи должны иметь резисторы, размещенные у передатчика и «подтягивающие» линию А на «+» драйвера, а линию В на «общий» драйвера. При напряжении питания драйвера 5 В номинал подтягивающих резисторов 510 Ом.

А.6.8. При работе ТПУ в составе системы сбора данных результат измерений считывается вместе с содержимым регистра ошибок путем чтения либо четырех регистров с адресами 0x0000...0x0003», либо двух регистров с адресами 0x0002, 0x00003 (Таблица А.3).

А.6.9. Время, которое занимает цикл обмена ПК с ТПУ (посылка кадра ПК + декодирование команды ТПУ + формирование кадра ТПУ + передача кадра ТПУ) в зависимости от скорости обмена приведено в таблице А.9 (считывается 7 регистров, в том числе четыре регистра результата измерений и кода ошибки и дополнительные регистры для будущего расширения функций).

Таблица А.9 – Цикл обмена ПК с ТПУ

Скорость	t_{Σ} , мс
1200	300
2400	150
4800	75
9600	40
19200	20
38400	14
57600	11
115200	9

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Схемы электрические подключений ТПУ 0304/М3-МВ

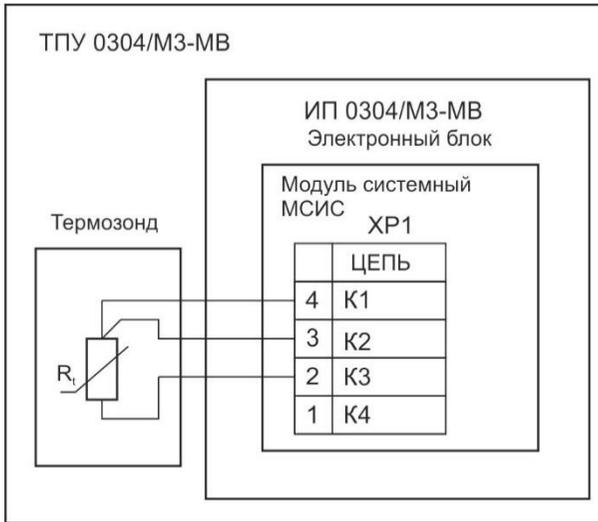


Рисунок Б.1 – подключение ТС к ТПУ 0304/М3-МВ

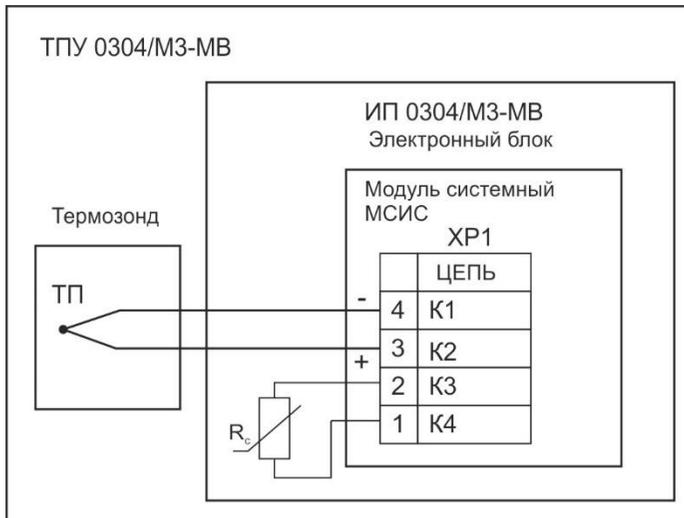
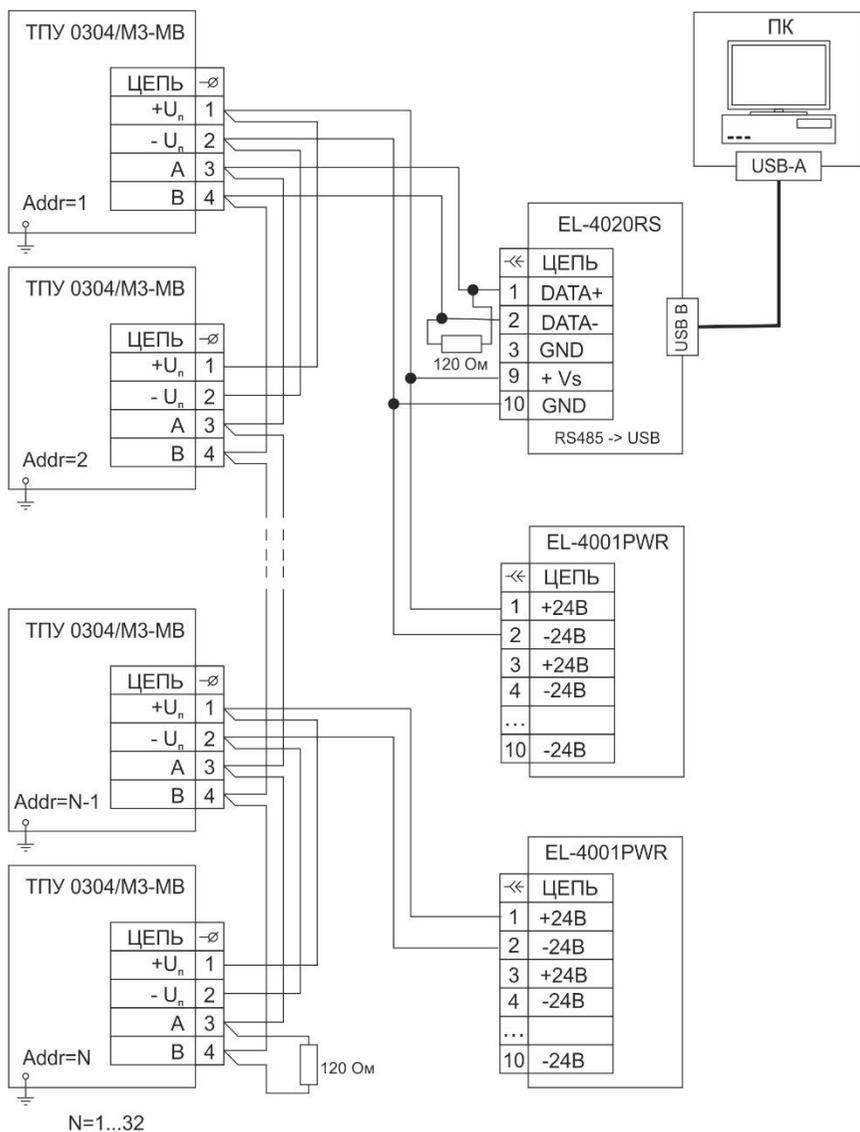


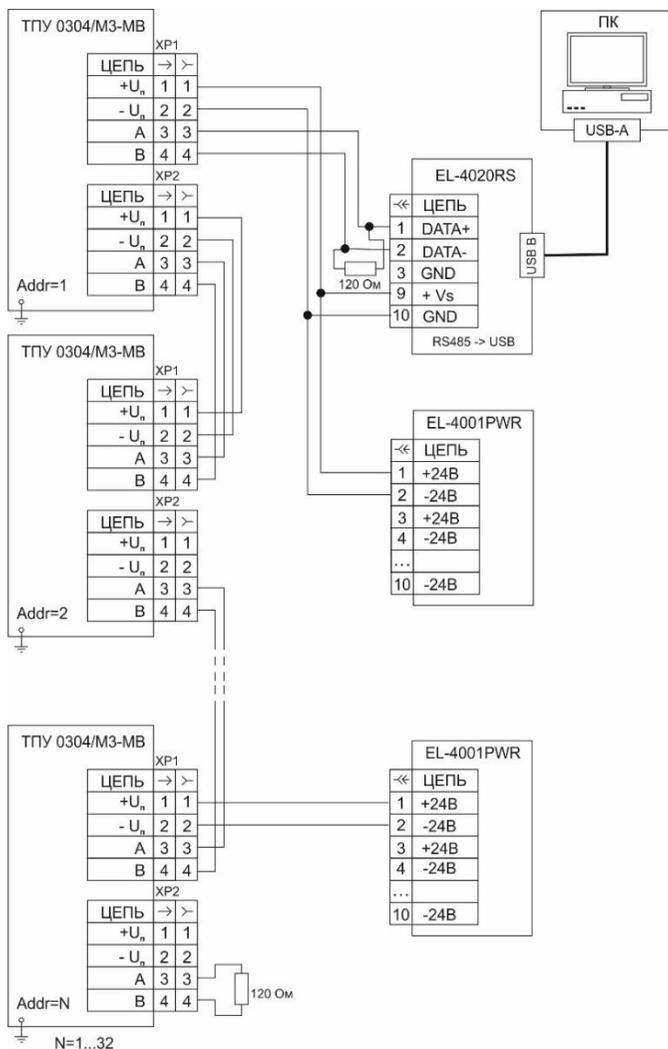
Рисунок Б.2 – подключение ТП к ТПУ 0304/М3-

Продолжение приложения Б



**Рисунок Б.3 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М3-МВ
Вариант исполнения с кабельным вводом**

Продолжение приложения Б



**Рисунок Б.4 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М3-МВ
Вариант исполнения с разъемами 2РМГ-14, 2РМГ-22**

Обозначение к рисункам Б.3, Б.4:

«ЭЛЕМЕР-EL-4001PWR» – модуль питания производства НПП «ЭЛЕ-МЕР»;

«ЭЛЕМЕР-EL-4020RS» – модуль преобразователя интерфейса производства НПП «ЭЛЕМЕР».

На один модуль «ЭЛЕМЕР-EL-4001PWR» допускается подключать не более 6 ТПУ 0304/М3-МВ

Продолжение приложения Б

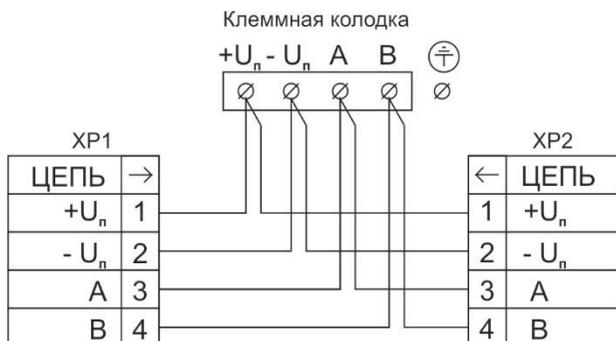


Рисунок Б.5 – Схема подключения разъемов XP1, XP2 к клеммной колодке внутри прибора

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Термопреобразователи универсальные
ТПУ 0304/МЗ-МВ

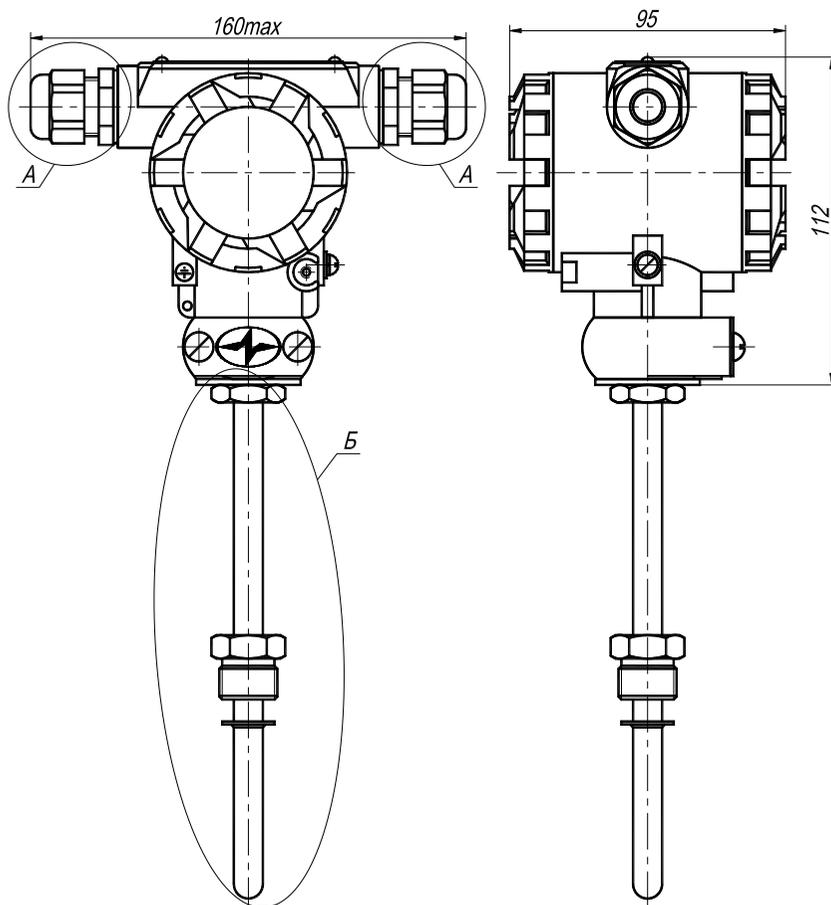


Рисунок В.1

Продолжение приложения В

Термопреобразователи универсальные
ТПУ 0304А/МЗ-МВ

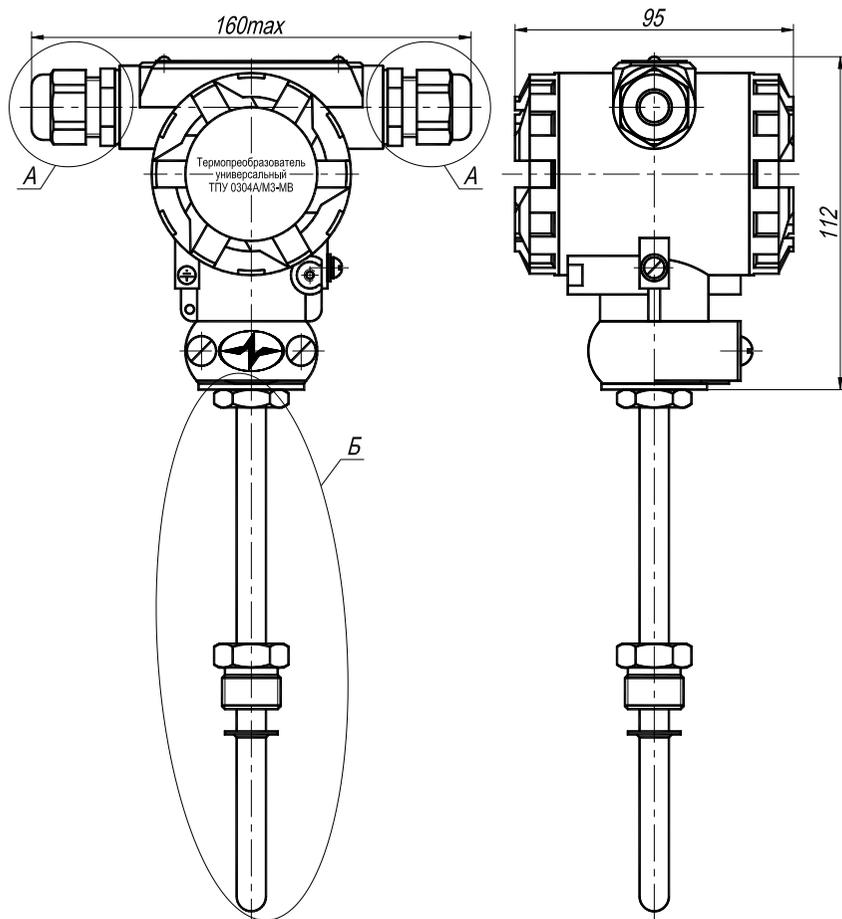


Рисунок В.2

Продолжение приложения В

Термопреобразователи универсальные
ТПУ 0304Exd/М3-МВ, ТПУ 0304АExd/М3-МВ

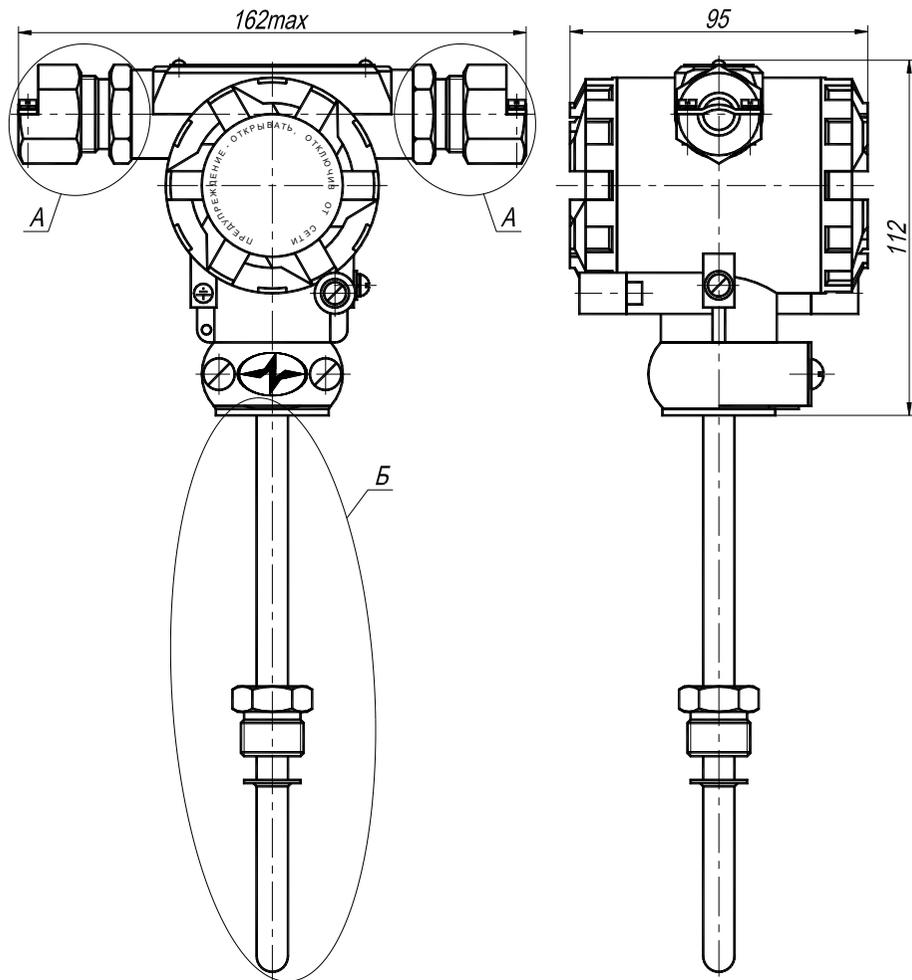


Рисунок В.3

Продолжение приложения В



Зав. установка:
НСХ: Pt100
dT: - 50 ... 200 °C



Зав. установка:
НСХ: Pt100
dT: - 50 ... 200 °C



Зав. установка:
НСХ: Pt100
dT: - 50 ... 200 °C



Зав. установка:
НСХ: Pt100
dT: - 50 ... 200 °C

Рисунок В.4 – Таблички с маркировкой

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304/МЗ-МВ.
Форма заказа.

ЧАСТЬ 1
КОРПУС ГОЛОВКИ+ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ (ИП)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТПУ 0304	X	/МЗ-МВ	X	—	X	X	X	X	X	X

- 1 Тип прибора
- 2 Вид исполнения (таблица Г.1). *Базовое исполнение «Общепромышленное». Код заказа «—».*
- 3 Код модификации: **«/МЗ-МВ»**
- 4 Класс безопасности для приборов с кодом при заказе А, АЕхd, АОМ:
 - 2, 2Н, 2У, 2НУ, 3, 3Н, 3У, 3НУ (с приемкой уполномоченными организациями)
 - 4 (без приемки)
- 5 Не используется
- 6 Тип корпуса+Кабельный ввод (таблица Г.2)
- 7 Код климатического исполнения (таблица 3)
- 8 Диапазон измерения температуры, °С (таблица 2.3, 2.3.1, 2.4. 2.5)
- 9 Индекс точности «А» или «Б» (таблица 2.3, 2.3.1, 2.4. 2.5)
- 10 Наличие программного обеспечения + МИГР-05U-3 (таблица Г.3) для подключения к компьютеру.
 (индекс заказа: ПО – опция)
- 11 Дополнительные стендовые испытания в течение 360 ч (индекс заказа: 360П – опция)

Примеры записи обозначения при заказе ТПУ 0304										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТПУ 0304	Ех	/МЗ-МВ	—	—	ВР11+КВМ16	t1070 С3	(-60...150)	А	—	—
ТПУ 0304	—	/МЗ-МВ	—	—	АГ07-1+PGM	t5070 С2	(-60...60)	Б	—	—
ТПУ 0304	Ехd	/МЗ-МВ	—	—	АГ14Ехd+КВМ16Вн	t5570 Д1	(-50...200)	А	—	—
ТПУ 0304	АЕхd	/МЗ-МВ	4	—	ВР11Ехd+К13	t2570 Т3	(-50...350)	А	ПО	360П

ЧАСТЬ 2 – ТЕРМОЗОНД (ПЕРВИЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ)

12	13	14*	15	16	17	18*	19	20	21
ТХ-XXXX/X	X	X	X	X	—	X	X	ГП	ТУ

- 12 Тип и конструктивное исполнение первичного преобразователя
- 13 Тип (НСХ) первичного преобразователя
- 14 Максимальный рабочий диапазон температуры первичного преобразователя*, °С
- 15 Длина монтажной части, L, мм

16 Диаметр монтажной части, D, мм

17 (в некоторых ТС и ТП диаметр основной и утонения, пример: 10->6)

18 Не используется

19 Класс допуска* для термопреобразователей сопротивления ТС – по ГОСТ 6651-2009, преобразователей термоэлектрических ТП – по ГОСТ 6616-94

20 Кронштейн: КРП (для ТС-1288/13-1БГ); КРМ100, КРМ200, КРМ300 (для ТС-1288/13БГ)

21 Поверка (индекс заказа ГП)

22 Обозначение технических условий ТУ 4227-062-13282997-04

Примеры записи обозначения при заказе термозонда для ТПУ 0304/ МЗ-МВ									
12	13	14*	15	16	17	18*	19	20	21
ТС-1088/1 БГ	Pt100	(-200...600)	500	10	—	A	—	ГП	ТУ
ТС-1088/6 БГ	Pt100	(-50...200)	200	10->6	—	A	—	ГП	ТУ
ТС-1288/13-1 БГ	Pt100	(-50...200)	66	6	—	B	КРП	ГП	ТУ
ТП-2088/1 БГ	ТХА(К)	(-50...850)	320	10	—	1	—	ГП	ТУ
ТП-0195/3 БГ	ТХА(К)	(-50...1300)	1000	6	—	—	—	ГП	ТУ

Примечания:

* —При заказе ТПУ 0304/МЗ-МВ заполняют части 1 и 2, пункты 14 и 18 можно не заполнять.

Для ТС класса А (п.18) — диапазон (п.8, п.14) в пределах -100...+450 °С. При заказе измерительного преобразователя без термозонда заполняют все пункты части 1 и п.13.

При заказе термозонда без измерительного преобразователя заполняют все пункты части 2.

Таблица Г.1 – Вид исполнения (поз. 2)	Код при заказе
Общепромышленное	—
Атомное (повышенной надежности)	A
Взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	Exd
Атомное (повышенной надежности), взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	AExd
Морское и речное исполнение для эксплуатации в закрытых помещениях судов, атомных судов, плавучих сооружений, и морских платформ	OM, AOM
Вибропрочное исполнение, с группой до F2, по отдельному согласованию.	B F2
Исполнение по эскизам заказчика, по отдельному согласованию.	H3

Таблица Г.2 — Тип корпуса, тип кабельного ввода (поз. 6)

Код при заказе	НГ-01	АГ-07-1 (настенный монтаж) термозонд ТС-1288/10	АГ-10, НГ-10	АГ-14, АГ-14Exd НГ-14, НГ-14Exd	BP11, BP11Exd	BP12, BP12Exd
К13	—	—				
КБ13	—	—				
КБ17	—	—				
КТ1/2 (трубный монтаж)	—	—				
КТ3/4 (трубный монтаж)	—	—				
КВМ-16Вн (под металлорукав)	—	—				
КВМ-16 (под металлорукав)	—				Кроме Exd	
КВП-16 (под гофру пластиковую)	—				Кроме Exd	
С (Сальник)					—	
PGM (металл)				—	Кроме Exd	
PGK (пластик)	—			—	Кроме Exd	
PLT (разъём IP54)				—	Кроме Exd	
ШР14 (разъём)	—	—			Кроме Exd	
ШР22 (разъём)	—	—			Кроме Exd	

Таблица Г.3 – Код модификации МИГР-01 (поз. 10)	
Код модификации	Описание и комплектность
МИГР-05U-3	Преобразование сигналов интерфейсов RS-485↔USB с гальванической развязкой и передачей питания от ПК на прибор. Программное обеспечение.

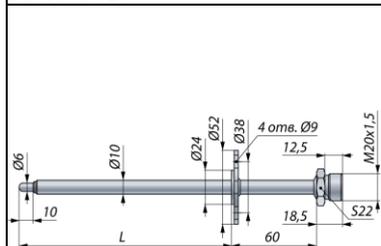
Таблицы конструктивных исполнений. ТС

ТС-1088/1БГ – с подвижным штуцером				
	Диаметр монтажной части D, мм	6	8	10
	Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -200...+600	-50...+200 -50...+350 -200...+600	-50...+200 -50...+350 -200...+600
	Время термической реакции, с	15	20	30
	Условное давление P _у , МПа	6,3		
	Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		

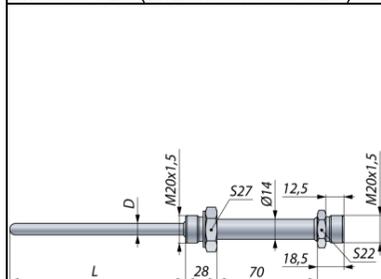
ТС-1088/2БГ				
	Диаметр монтажной части D, мм	6	8	10
	Диапазон температур, °С	-50...+200	-50...+200 -60...+350	-50...+200 -50...+350 -200...+600
	Время термической реакции, с	15	20	30
	Условное давление P _у , МПа	0,4		
	Длина монтажной части L, мм (D=6 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500		
	Длина монтажной части L, мм (D>6 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		

Для предотвращения перегрева преобразователя, при $t > 200^{\circ}\text{C}$, не помещать в среду ближе 120 мм от корпуса.

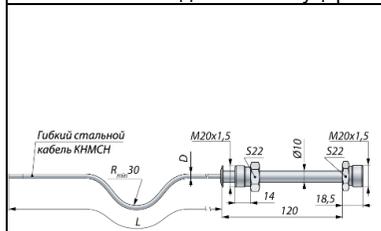
Рекомендуется использовать с штуцером передвижным ШП

ТС-1088/7БГ


Диаметр монтажной части D, мм	10->6
Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -50...+600
Время термической реакции, с	15
Условное давление P _y , МПа	6,3
Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150

ТС-1088/8БГ (аналог ТС-1187/4БГ)


Диаметр монтажной части D, мм	6	8	10
Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -200...+600	-50...+200 -50...+350 -200...+600	-50...+200 -50...+350 -200...+600
Время термической реакции, с	15	20	30
Условное давление P _y , МПа	16		
Длина монтажной части L, мм (D=6 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500		
Длина монтажной части L, мм (D≥8 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		

ТС-1088/9БГ – подвижный штуцер


Диаметр монтажной части D, мм	3	4	6
Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -50...+500	-50...+200 -50...+350 -60...+600	-50...+200 -50...+350 -60...+600
Время термической реакции, с	8	10	15
Условное давление P _y , МПа	6,3		
Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; до 25 метров.		

ТС-1088/9-ЗБГ – с приваренным штуцером

	Диаметр монтажной части D, мм	3	4	6
	Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -50...+500	-50...+200 -50...+350 -60...+600	-50...+200 -50...+350 -60...+600
	Время термической реакции, с	8	10	15
	Условное давление P _y , МПа	16		
	Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; до 25 метров.		

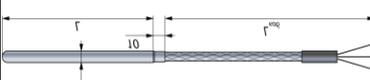
ТС-1288/1БГ

	Диаметр монтажной части D, мм	4	6
	Диапазон температур, °С	-60...+200	-60...+200
	Время термической реакции, с	10	15
	Условное давление P _y , МПа	6,3	
	Длина монтажной части L, мм (D=4 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320	
Длина монтажной части L, мм (D=6 мм)	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000		

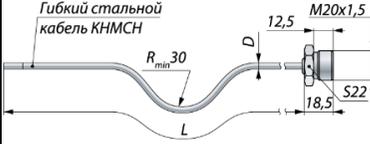
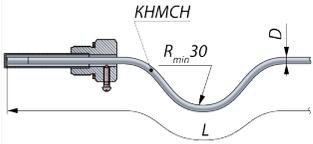
ТС-1288/10БГ – только для корпуса АГ-07-01

	Диаметр монтажной части D, мм	4	6
	Диапазон температур, °С	-60...+200	-60...+200
	Время термической реакции, с	10	15
	Условное давление P _y , МПа	0,4	
	Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120	

ТС-1388/5 – только для корпуса ВР-12. Для подключения термозонда монтируется второй (нижний) кабельный ввод типа PGM.

	Диаметр монтажной части D, мм	4	5	6
	Диапазон температур, °С	-50...+200	-50...+200 -50...+350 -180...+350	-50...+200 -50...+350 -180...+350
	Время термической реакции, с	10	10	15
	Условное давление P _y , МПа	0,4		
	Длина монтажной части L, мм	50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630.		
	Тип кабеля: КММФЭ (Выдерживает температуру до +200°С. IP54)			

ТС-1388/11БГ – только для ВР-12 и ВР-12Exd. IP68

 <p>Для предотвращения перегрева преобразователя, при t>200°С, не помещать в среду ближе 120 мм от корпуса. Поставляется прямым при L<500 мм. Минимально допустимый радиус изгиба монтажной части L: при хранении/транспортировке R_{min}=300 мм. при окончательном монтаже R_{min}=30 мм.</p>	Диаметр монтажной части D, мм	3	4	6
	Диапазон температур, °С	-50...+200 -50...+350 -50...+500	-50...+200 -50...+350 -60...+600	-50...+200 -50...+350 -60...+600
	Время термической реакции, с	8	10	15
	Условное давление P _y , МПа	0,4		
	Длина монтажной части L, мм	60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; до 25 метров.		
	Возможна установка в малогабаритную гильзу ГЗ-015-03Л			

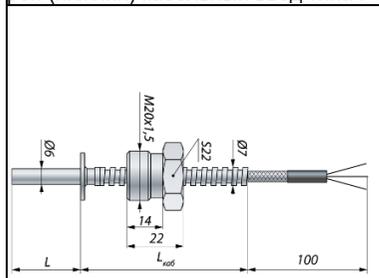
ТС-1388/1-2БГ – только для ВР-12 и ВР-12Exd. IP68



Поставляется прямым при $L < 500$ мм. Минимально допустимый радиус изгиба монтажной части L: при хранении/транспортировке $R_{min} = 300$ мм. при окончательном монтаже $R_{min} = 30$ мм.

Диаметр монтажной части D, мм	5
Диапазон температур, °C	-50...+200 -50...+350
Время термической реакции, с	10
Условное давление P_u , МПа	0,4
Длина монтажной части L, мм	20; 30; 40; 50; 100
Диаметр кабеля КНМСН 3 мм, длина до 25 метров.	

ТС-1388/15БГ – только для ВР-12. IP65. Для подключения термозонда монтируется второй (нижний) кабельный ввод типа PGM.



Диаметр монтажной части D, мм	6
Диапазон температур, °C	-50...+200 -60...+350
Время термической реакции, с	15
Условное давление P_u , МПа	6,3
Длина монтажной части L, мм	20; 25; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160
Тип кабеля: КММФЭ (Выдерживает температуру до +200°C. IP65)	
Диаметр металлорукава 7 мм	

Подходит для монтажа в гильзу защитную ГЗ-015-02, или бобышку БП/2, или штуцеры переходные опорные: ШПО-Г1/2; -К1/2; -Г3/2; -М14х1,5; -Г1/4; -К1/4.

Таблицы конструктивных исполнений. ТП

ТП-2088/1БГ – с подвижным штуцером

	Диаметр монтажной части D, мм	8	10
	Диапазон температур, °С	-200...+850	-200...+850 -200...+1300
	Время термической реакции, с	30	40
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150
	Условное давление P _y , МПа	6,3	
При t>600 °С L≥160 мм; при t>850 °С L≥250 мм			

ТП-2088/1-1БГ

	Диаметр монтажной части D, мм	10->9	
	Диапазон температур, °С	-200...+850	
	Время термической реакции, с	40	
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500	
	Условное давление P _y , МПа	6,3	
При t>600 °С L≥160 мм			

ТП-2088/2БГ

	Диаметр монтажной части D, мм	8	10
	Диапазон температур, °С	-200...+850	-200...+850 -200...+1300
	Время термической реакции, с	30	40
	Длина монтажной части L, мм	320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150
	Условное давление P _y , МПа	0,4	

Для предотвращения перегрева преобразователя, при t>200°С, не помещать в среду ближе 120 мм от корпуса.

Рекомендуется использовать с штуцером передвижным ШП

ТП-2088/ЗБГ – с подвижным штуцером

	Диаметр монтажной части D, мм	10->8		
	Диапазон температур, °С	-200...+850		
	Время термической реакции, с	30		
	Условное давление P _y , МПа	6,3		
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		
При t>600 °С L≥160 мм				

ТП-2088/5БГ

	Диаметр монтажной части D->d, мм	8->3	10->3	10->4
	Диапазон температур, °С	-200...+850	-200...+850 -200...+1250	
	Время термической реакции, с	3	3	7
	Условное давление P _y , МПа	6,3		
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600		
При t>600 °С L≥160 мм; при t>850 °С L≥250 мм				

ТП-2088/8БГ

	Диаметр монтажной части D, мм	10->3	10->4	10->6
	Диапазон температур, °С	-200...+850	-200...+850	-200...+850
	Время термической реакции, с	3	7	10
	Условное давление P _y , МПа	6,3		
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150		
При t>600 °С L≥160 мм; при t>850 °С L≥250 мм				

ТП-2088/10БГ (аналог ТП-2187/4)

	Диаметр монтажной части D, мм	8	10
	Диапазон температур, °С	-200...+850	-200...+850
	Время термической реакции, с	30	40
	Условное давление P _y , МПа	16	
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150
При t>600 °C L≥160 мм			

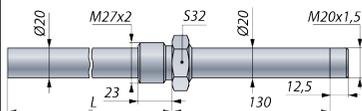
ТП-0195/1БГ – с использованием гибкого кабеля КТМС

<p>Штуцер из 12X18Н10Т</p>	Диаметр монтажной части D, мм	4	6	8
	Диапазон температур, °С	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300
	Время термической реакции, с	7	10	30
	Условное давление P _y , МПа	6,3		
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; до 25 метров.		
При t>600 °C L≥160 мм; при t>850 °C L≥250 мм				

ТП-0195/2БГ – с использованием гибкого кабеля КТМС

	Диаметр монтажной части D1->D, мм	4	6	8
	Диапазон температур, °С	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300
	Время термической реакции, с	7	10	30
	Условное давление P _y , МПа	0,4		
	Длина монтажной части L, мм	160; 200; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; до 25 метров.		
При t>600 °C L≥160 мм; при t>850 °C L≥250 мм				

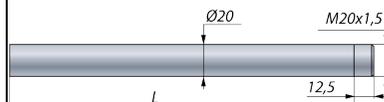
ТП-2388/1БГ



Штуцер из 12X18H10T

Диаметр монтажной части D, мм	20
Диапазон температур, °С	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300
Время термической реакции, с	180
Условное давление P _y , МПа	6,3
Длина монтажной части L, мм	250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150

ТП-2388/2БГ



Для предотвращения перегрева преобразователя, при $t > 200^{\circ}\text{C}$, не помещать в среду ближе 200 мм от корпуса.

Диаметр монтажной части D, мм	20
Диапазон температур, °С	-200...+850 -200...+1100 -200...+1300
Время термической реакции, с	180
Условное давление P _y , МПа	0,4
Длина монтажной части L, мм	320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150