

Копия

СОГЛАСОВАНО

Директор СООО «АРВАС»

А. Н. Иванькин

7 февраля 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В. Л. Гуревич

02 2022 г.



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

**КОМПЛЕКТЫ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ТСПА-К**

Методика поверки

МРБ МП.3225-2022

Разработчик:

Главный метролог

СООО «АРВАС»

Д. Л. Алехнович Д. Л.

«7» февраля 2022 г.

ВЕРНО

Гл. бухгалтер
СООО «АРВАС»



Минск, 2022

Содержание

Вводная часть.....	3
1 Нормативные ссылки.....	3
2 Операции поверки.....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей.....	4
5 Требования безопасности.....	4
6 Условия поверки.....	4
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
9 Оформление результатов поверки.....	8
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования к комплектам ТСПА-К	9
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	10
Библиография.....	12



Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее - МП) распространяется на комплекты термопреобразователей сопротивления ТСПА-К (далее - комплекты ТСПА-К), изготавливаемые ООО «АРВАС» по ТУ ВУ 100082152.003-2006, и устанавливает методы и средства их поверок.

Комплекты ТСПА-К предназначены для измерений разности температур и значений температур в составе приборов учета тепловой энергии (теплосчетчиков), а также при построении автоматических и автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования, диагностики и управления в различных отраслях народного хозяйства.

Комплект ТСПА-К состоит из пары термопреобразователей сопротивления ТСПА (далее - ТС), изготовленных по ТУ ВУ 100082152.003-2006.

Обязательные метрологические требования к комплектам ТСПА-К приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее - ТНПА):

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок;

СТБ EN 60751-2011 Термопреобразователи сопротивления платиновые промышленные;

ГОСТ EN 1434-2-2018 Теплосчетчики. Часть 2. Требования к конструкции;

ГОСТ EN 1434-5-2018 Теплосчетчики. Часть 5. Первичная поверка;

ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний;

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

Примечание - При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП
1 Внешний осмотр	8.1
2 Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2
3 Определение метрологических характеристик	
3.1 Определение отклонения от НСХ	8.3.1
3.2 Определение относительной погрешности комплекта ТСПА-К при измерении разности температур	8.3.2
4 Оформление результатов поверки	9
Примечание - Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, то дальнейшую поверку прекращают.	



3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА
8.2	Мегаомметр ЭС0210/1, диапазон измерений от 0 МОм до 1 000 МОм, класс точности 2,5 [1]
8.3.1, 8.3.2	Комплекс измерительно-вычислительный ИСТ-М16, диапазон измерений от 0 Ом до 2 000 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности канала измерения температуры в комплекте с эталонным термометром $\pm 0,03$ °С [2]; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1, диапазон измерений от минус 196 °С до 660,323 °С, 3-го разряда [3]; Термостат низкотемпературный «Криостат» А2.05, диапазон воспроизводимых температур от минус 40 °С до 20 °С, неравномерность температуры в рабочем объеме не более $\pm 0,01$ °С, нестабильность поддержания температуры за 30 мин не более $\pm 0,01$ °С [4]; Устройство термостатирующее измерительное Термостат-А3, диапазон воспроизводимых температур от 15 °С до 250 °С, неравномерность температуры в рабочем объеме не более $\pm 0,02$ °С, нестабильность поддержания температуры за 30 мин не более $\pm 0,02$ °С [5]
6	Барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ кПа [6]
6	Термогигрометр testo 608-H2, диапазон измерений температуры от минус 10 °С до 70 °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,6$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 2 % до 98 %, пределы допускаемой погрешности ± 3 %
Примечание 1 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекта ТСПА-К с требуемой точностью. 2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки (калибровки) и/или свидетельства о поверке (калибровке).	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на комплекты ТСПА-К [7], [8] и на применяемые средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности и подтвердившие компетентность выполнения данного вида поверочных работ.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ТКП 181 и ТКП 427, требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0, а также требования эксплуатационной документации на комплекты ТСПА-К [7], [8] и применяемые средства поверки.

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;



– внешние электрические и магнитные поля (кроме поля Земли), влияющие на работу электроизмерительной аппаратуры, отсутствуют.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают требования технической безопасности по ГОСТ 12.2.007.0;
- подготавливают средства поверки и вспомогательные средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них;
- проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (калибровке) на средства поверки или знаков поверки (калибровки);
- проверяют соблюдение условий по разделу 6 настоящей МП.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплекта ТСПА-К:

- требованиям к маркировке, установленным в ГОСТ 6651 и ГОСТ EN 1434-2;
- комплектность должна соответствовать [7];
- ТС с постоянно подключенными внешними соединительными проводами должен соответствовать требованиям ГОСТ EN 1434-2;
- отсутствие повреждений защитного корпуса, внешних клемм, а также резьбы на внешних клеммах, внешних проводов, влияющих на эксплуатацию ТС, входящего в комплект ТСПА-К;
- отсутствие коррозии защитного корпуса и внешних клемм, влияющей на эксплуатацию ТС, входящего в комплект ТСПА-К.

8.1.2 Комплект ТСПА-К должен соответствовать всем требованиям п. 8.1.1.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

При проверке электрического сопротивления изоляции применяют мегаомметр.

Электрическое сопротивление изоляции между каждым контактом внешних клемм и защитным корпусом ТС измеряют при нормальных условиях при напряжении постоянного тока 100 В. Полярность испытательного напряжения необходимо изменять.

Результаты проверки считают положительными, если значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение отклонения от НСХ

Комплект ТСПА-К поверяется без гильз в соответствии с ГОСТ EN 1434-5 при трех значениях температур в диапазонах измерений, указанных в таблице 3. Глубина погружения ТС должна быть не менее 90 % от его общей длины.

Рекомендуемые точки поверки приведены в таблице 4.

Поверяемые комплекты ТСПА-К подключают к измерительной установке в соответствии со схемой соединения внутренних проводов ТС и схемами внешних электрических подключений приборов, приведенных в их эксплуатационной документации. Подключение ТС должно обеспечивать надежный электрический контакт. Поверхность наконечников и выводных проводов ТС должна быть очищена от пленки оксидов.



Таблица 3 - Диапазон температуры при поверке

Испытательный режим	Диапазон температур, К
Θ_1	от Θ_{\min} до $(\Theta_{\min} + 10)$
Θ_2	$\frac{\theta_1 + \theta_3}{2} \pm 5$
Θ_3	от $(\Theta_{\max} - 20)$ до Θ_{\max}

Примечание – При последующей (периодической) поверке комплекта ТСПА-К измерения в третьей точке допускается производить при температуре 100 °С. При превышении погрешности измерения разности температур свыше 100 °С необходимо повторно произвести поверку комплекта ТСПА-К в третьей точке при температуре испытания в диапазоне от $(\Theta_{\max} - 20 \text{ К})$ до Θ_{\max} .

Таблица 4 - Рекомендуемые точки поверки

Диапазон измерений температур комплектом ТСПА-К, °С	Точка поверки, °С		
	1	2	3
от 0 до 160	0	75	140

Значения измерительного тока, проходящего через ТС, не должны выходить за пределы, указанные в таблице 5.

Таблица 5 - Пределы измерительного тока

Условное обозначение номинальной статической характеристики	Пределы измерительного тока, мА
Pt100	от 0,3 до 1,0
Pt500	от 0,1 до 0,7

После достижения стабильного теплового равновесия (сопротивление ТС не изменяется более чем на 1/10 допуска за 5 мин) проводят цикл измерений: измеряют температуру эталонным термометром, затем последовательно измеряют сопротивление поверяемых ТС и вновь измеряют сопротивление эталонным термометром. Показания эталонного термометра за время измерений не должны измениться более чем на 1/5 допуска поверяемых ТС.

Измеренные значения сопротивления для каждого ТС при температуре t не должны превышать допускаемые отклонения от значений номинальных статических характеристик, рассчитанных по интерполяционным уравнениям в соответствии с ГОСТ 6651.

Допускаемое отклонение сопротивления ΔR при температуре t получается путем умножения допускаемого отклонения температуры, приведенного в таблице 6, на коэффициент чувствительности dR/dt для каждой номинальной статической характеристики.

Таблица 6 - Допускаемое отклонение температуры

Класс допуска	Допускаемое отклонение, °С
A	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$
B	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$

Примечание - $|t|$ - абсолютное значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С.

Результаты измерений заносят в таблицу Б.2 протокола поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

По трем полученным парам значений «сопротивление - температура» для каждого ТС из системы трех линейных уравнений рассчитывают значения индивидуальных коэффициентов зависимости сопротивления от температуры R_0 , A и B по формулам

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot (t_2 \cdot t^2_3 - t^2_2 \cdot t_3) - R_2 \cdot (t_1 \cdot t^2_3 - t^2_1 \cdot t_3) + R_3 \cdot (t_1 \cdot t^2_2 - t^2_1 \cdot t_2)}{(t_2 \cdot t^2_3 - t^2_2 \cdot t_3) - (t_1 \cdot t^2_3 - t^2_1 \cdot t_3) + (t_1 \cdot t^2_2 - t^2_1 \cdot t_2)}, \quad (1)$$

$$A = \frac{(R_2 \cdot t^2_3 - R_3 \cdot t^2_2) - (R_1 \cdot t^2_3 - R_3 \cdot t^2_1) + (R_1 \cdot t^2_2 - R_2 \cdot t^2_1)}{R_1 \cdot (t_2 \cdot t^2_3 - t^2_2 \cdot t_3) - R_2 \cdot (t_1 \cdot t^2_3 - t^2_1 \cdot t_3) + R_3 \cdot (t_1 \cdot t^2_2 - t^2_1 \cdot t_2)}, \quad (2)$$

$$B = \frac{R_1 \cdot (t_3 - t_2) - R_2(t_3 - t_1) + R_3(t_2 - t_1)}{R_1 \cdot (t_2 \cdot t^2_3 - t^2_2 \cdot t_3) - R_2 \cdot (t_1 \cdot t^2_3 - t^2_1 \cdot t_3) + R_3 \cdot (t_1 \cdot t^2_2 - t^2_1 \cdot t_2)} \quad (3)$$

Индексы 1, 2, 3 соответствуют номеру точки поверки, указанному в таблице 3.

Соответствие ТС требованиям, установленным в ТНПА к пределам допускаемого отклонения от номинальной статической характеристики, определяют, рассчитывая отклонения индивидуальной зависимости «сопротивление - температура» в температурном эквиваленте от номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651, СТБ EN 60751.

Результаты измерений заносят в таблицу Б.3 протокола поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

Отклонение от НСХ не должно превышать пределов, приведенных в приложении А для соответствующего класса допуска.

8.3.2 Определение относительной погрешности комплекта ТСПА-К при измерении разности температур

Относительную погрешность комплекта ТСПА-К при измерении разности температур $\delta_{\Delta t}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta t} = \frac{(t_{гор} - t_{хол}) - (t_1 - t_2)}{t_1 - t_2}, \quad (4)$$

где $t_{гор}$ и $t_{хол}$ - измеренные значения температур термопреобразователей сопротивления комплекта ТСПА-К для подающего и обратного трубопроводов соответственно, °С;

t_1 и t_2 - измеренные значения температур эталонным термометром для подающего и обратного трубопроводов соответственно, °С.

Значения температур термопреобразователей сопротивления комплекта ТСПА-К для подающего $t_{гор}$, °С, и обратного $t_{хол}$, °С, трубопроводов определяют по формуле

$$t_{гор(хол)} = \frac{\sqrt{A^2 - 4B(1 - R_t/R_0)} - A}{2B}, \quad (5)$$

где R_0 - значение номинального сопротивления ТС при 0 °С, Ом;

R_t - значение сопротивления ТС при температуре t , Ом;

A и B - значения постоянных (констант) платиновых термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651 и СТБ EN 60751 для $\alpha = 0,00385$ °С⁻¹.

Значения постоянных (констант) платиновых термопреобразователей сопротивления для $\alpha = 0,00385$ °С⁻¹:

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ °С}^{-1};$$

$$B = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ °С}^{-2}.$$

Значение сопротивления ТС R_t , Ом, определяют по формуле

$$R_t = R_0 \cdot (1 + At + Bt^2), \quad (6)$$

где R_0 - значение номинального сопротивления ТС при 0 °С, Ом;

R_t - значение сопротивления ТС при температуре t , Ом;

A и B - значения постоянных (констант) платиновых термопреобразователей сопротивления;

t - значение температуры по показаниям эталонного термометра, °С.

Значения относительной погрешности комплекта ТСПА-К при измерении разности температур вычисляют для достаточного количества точек внутри области, определяемой диапазоном температур и диапазоном разности температур комплекта ТСПА-К. При этом для температур обратного потока выше 80 °С учитывают только разности температур выше 10 °С.



Результаты измерений заносят в таблицу Б.4 протокола поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении разности температур комплектом ТСПА-К приведены в приложении А.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

9.2 Если комплект ТСПА-К по результатам поверки признают пригодным к применению, то на него выдают свидетельство о поверке по форме, приведенной в [9] или ТНПА в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, а также наносится знак поверки в паспорт и (или) на свидетельство о поверке.

9.3 Если комплект ТСПА-К по результатам поверки признают непригодным к применению, то на него выдают заключение о непригодности по форме, приведенной в [9] или ТНПА в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.



Приложение А
(обязательное)

Обязательные метрологические требования к комплектам ТСПА-К

Таблица А.1 - Обязательные метрологические требования к комплектам ТСПА-К

Наименование характеристики, единица величины	Значение	
	класс допуска А	класс допуска В
Диапазон измерений температур, °С	от 0 до 160	
Диапазон измерений разности температур, К	от 2 до 150 от 3 до 150	
Номинальная статическая характеристика преобразования по ГОСТ 6651 и СТБ EN 60751	Pt100, Pt500	
Температурный коэффициент по ГОСТ 6651, °С ⁻¹	0,00385	
Пределы допускаемого отклонения от НСХ, °С t - абсолютное значение температуры, °С, без учета знака	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении разности температур, %	$\pm(0,5+3\Delta\theta_{\min}/\Delta\theta)$, где $\Delta\theta_{\min}$ – нижний предел разности температур, К; $\Delta\theta$ – разность температур, К	



Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ поверки комплекта ТСПА-К

Заводской номер: _____
 Тип: _____
 Диапазон измерений разности температур, °С: _____
 Диапазон измерений температур, °С: _____
 Номинальное значение сопротивления при 0 °С, Ом: _____
 Температурный коэффициент α , °С⁻¹: _____
 Класс допуска: _____
 Изготовитель: _____
 Принадлежит: _____
 Организация, проводившая поверку: _____
 Поверка проведена по: _____
 Б.1 Средства поверки
 Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер/срок очередной метрологической оценки

Б.2 Условия поверки:
 - температура окружающего воздуха _____ °С;
 - относительная влажность воздуха _____ %;
 - атмосферное давление _____ кПа.

Б.3 Результаты поверки

Б.3.1 Внешний осмотр: _____
 соответствует/не соответствует

Б.3.2 Проверка электрического сопротивления изоляции: _____
 соответствует/не соответствует

Б.3.3 Определение метрологических характеристик

Таблица Б.2 - Результаты измерений сопротивления ТС в трех точках диапазона

ТС	Эталонное значение температуры t , °С		Измеренное значение сопротивления R , Ом		Допускаемое отклонение ΔR , Ом
	t_1	t_2	R_1	R_2	
«Г»	t_1 =		R_1 =		
	t_2 =		R_2 =		
	t_3 =		R_3 =		
«Х»	t_1 =		R_1 =		
	t_2 =		R_2 =		
	t_3 =		R_3 =		

Таблица Б.3 - Определение отклонения сопротивления ТС от номинальной статической характеристики

ТС	R_0 , Ом	α , °С ⁻¹	A , °С ⁻¹	B , °С ⁻²	Класс допуска	Максимальное отклонение от НСХ, °С
«Г»						
«Х»						



Таблица Б.4 - Расчетные значения погрешности измерения разности температур

Диапазон температур, °C	t_1 , °C	t_2 , °C	$t_1 - t_2$, °C	$t_{гор}$, °C	$t_{хол}$, °C	$t_{гор} - t_{хол}$, °C	$\delta_{\Delta t}$, %	Допускаемое значение, %

Максимальная относительная погрешность при измерении разности температур комплектом ТСПА-К _____ %.

Заключение: комплект ТСПА-К _____ классу точности _____
соответствует/не соответствует

Свидетельство о поверке (Заключение о непригодности) № _____

Поверитель:

подпись

Ф.И.О.

Дата: _____



Библиография

- [1] ТУ У 3.28-00226106-033-99 Мегаомметры ЭС0210, ЭС0210-Г. Технические условия
- [2] ТУ ВУ 100270996.008-2005 Комплексы измерительно-вычислительные ИСТ-М16. Технические условия
- [3] ТУ 4211-014-02566450-2001 Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100. Технические условия
- [4] ТУ РБ 100270996.005-2001 Термостаты низкотемпературные «Криостат». Технические условия
- [5] ТУ РБ 14789681.004-2000 Устройства термостатирующие измерительные Термостат-А. Технические условия
- [6] ТУ 25-11.1513-79 Барометр-анероид метеорологический БАММ-1. Технические условия
- [7] АРВС.746967.061.000-К РБ ПС Комплект термопреобразователей сопротивления ТСПА-К. Паспорт
- [8] АРВС.746967.061.000 РБ РЭ Комплект термопреобразователей сопротивления ТСПА-К. Руководство по эксплуатации
- [9] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь № 40 от 21 апреля 2021 г.



