

Общество с ограниченной ответственностью
«Производственная компания «ТЕСЕЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО ПК «ТЕСЕЙ»

А.В.Каржавин 



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»
В.Н. Яншин



2007

« 20 » 12 2007 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛЬНЫЕ
ЭТАЛОННЫЕ 3-го РАЗРЯДА
КЭТНН

МЕТОДИКА ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ

МПП-12N-07

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА: Общество с ограниченной ответственностью
«Производственная компания «ТЕСЕЙ».

ИСПОЛНИТЕЛИ: А.В. Каржавин, В.А. Каржавин

2 СОГЛАСОВАНА ВНИИМС «_____» _____ 2007 г.

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и/или распространена без разрешения ООО «ПК «ТЕСЕЙ»

Содержание.

1. Область применения.....	4
2. Нормативные ссылки.....	4
3. Определения, обозначения и сокращения.....	4
4. Операции поверки.....	5
5. Средства поверки.....	5
6. Условия поверки.....	6
7. Требования безопасности и требования к квалификации поверителей	6
8. Подготовка к поверке.....	7
9. Проведение поверки.....	7
10. Обработка результатов измерений.....	9
11. Оформление результатов поверки.....	10
11. Приложение А. Методика испытаний на возможное изменение ИСХ.....	11
12. Приложение Б. Расчет расширенной неопределенности поверки КЭТНН.....	12
13. Приложение В. Методика проведения термоударов КЭТНН.....	13
14. Приложение Г. Форма и пример заполнения протокола поверки КЭТНН.....	14
15. Приложение Д. Образец свидетельства о поверке КЭТНН.....	16

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на поверку при выпуске из производства преобразователей термоэлектрических кабельных эталонных 3-го разряда КЭТНН (далее – КЭТНН) изготовленных из аттестованных бухт термопарного кабеля и предназначенных для поверки непосредственно на термометрируемом объекте преобразователей термоэлектрических типа КТХА, КТНН, КТХК, КТЖК модификаций 21.ХХ. , имеющих дополнительный канал для установки эталонного или контрольного средства измерения.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 8.558-93 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
ГОСТ 6616-94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.
ГОСТ 8.338-2002 ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки.
ГОСТ 8.585-2001. ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.
МЭК 61515. Термопарные кабели и термопары с минеральной изоляцией (Mineral insulated thermocouple cables and thermocouples).
МЭК 584-3. Термопары. Часть 3. Удлинительные и компенсационные провода – допустимые отклонения и система обозначения.
РМГ 43-2001. Применение «Руководства по выражению неопределенностей измерений».

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1 Определения

удлиняющие провода – Термоэлектродные провода, в паре имеющие в заданном диапазоне температуры номинальную статическую характеристику основной термопары.

адаптер – Соединительный элемент с разнотипными разъемами на концах удлиняющего провода, позволяющий подключать термопары к измерительной линии или прибору.

флюидизированная среда – псевдожидкостная среда создаваемая пропусканием потока воздуха через мелкодисперсный порошок окиси алюминия.

аттестованная бухта – бухта термопарного кабеля с минеральной изоляцией успешно прошедшая испытание на возможное изменение ИСХ (методика испытаний изложена в приложении А).

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применяют следующие сокращения:

НД — нормативный документ;

НСХ — номинальная статическая характеристика;

ИСХ — индивидуальная статическая характеристика;

ТП — термоэлектрический преобразователь;

ТЭДС — электродвижущая сила, возникающая в электрической цепи, состоящей из нескольких разнородных проводников, контакты между которыми имеют различную температуру.

3.3. Обозначения

В настоящей методике применяют следующие обозначения:

$E_{ЭТ}$ (или $R_{ЭТ}$) — измеренное значение показаний эталонного ТП (или ЭТС);

$E_{ПОВ}$ — измеренное значение показаний КЭТНН, мВ.

$t_{ЭТ}$ — значения действительной температуры, °С

Δ_E — отклонение показаний КЭТНН от ИСХ, мВ

$\Delta_{ПОВ}$ — отклонение показаний КЭТНН от ИСХ, °С

$U_{ПОВ}$ — значение расширенной неопределенности поверки, °С

$t_{ИЗМ}$ — температура КЭТНН, рассчитанная по ГОСТ Р 8.585, °С

$\Delta_{ИСХ}(t_i)$ — величина изменения ИСХ при фиксированной глубине погружения, °С

$dt(L)$ — зависимость ИСХ КЭТНН от глубины погружения в термометрируемую среду, °С

4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операции при поверке
Внешний осмотр	9.1	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции при температуре $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80%	9.2	Да
Определение ТЭДС КЭТНН при заданных значениях температуры	9.3	Да
Герметичность	9.4	Да

5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют следующие средства измерений:

- эталонные 1-го разряда платинородий-платиновые ТП типа ТППО с погрешностью по ГОСТ 8.558 в диапазоне температуры от 300 до 1200 °С;

- эталонные термометры сопротивления 3-го разряда ЭТС-100 с пределами допускаемой погрешности 0.07°С.

- современные микропроцессорные средства измерений ТЭДС рабочих ТП, например преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный «ТЕРКОН» с пределами допускаемой погрешности $\pm[0.0005 + 5 \cdot 10^{-5}]$ мВ.

5.2. При поверке применяют следующие вспомогательные средства:

- для температур до 700°С - термостаты с сухой флюидизированной средой (например FB-08) с характеристиками во всем диапазоне температур поверки не хуже чем:

Стабильность поддержания температуры

0,1°С/мин

- Радиальный градиент температуры, во всем рабочем объеме 0,1°C/см
 Осевой градиент температуры, во всем рабочем объеме 0,03°C/см
- для температур свыше 700°C - трубчатые печи (например ПГМ) с характеристиками во всем диапазоне температур поверки не хуже чем:
 - Стабильность поддержания температуры 0,15°C/мин
 - Радиальный градиент температуры, во всем рабочем объеме 0,15°C/см
 - Осевой градиент температуры, во всем рабочем объеме 0,05°C/см
 - термостат нулевой. Воспроизводимая температура 0,01°C, погрешность 0,03°C;
 - средство измерений электрического сопротивления изоляции с испытательным напряжением 500 В и пределом измерения > 1000 МОм. Класс точности 1.5;
 - адаптеры термопарные. Величина ТЭДС при температуре рабочего и свободного концов адаптера, соответственно равной 100°C и 0°C, не должна отклоняться от значений НСХ более чем на $\pm 0,2 \Delta_{\text{доп}}$. $\Delta_{\text{доп}}$ – максимально допустимое отклонение от НСХ проводов 1 класса по МЭК 584-3. Для адаптеров класса 0 отклонение от НСХ не превосходит значений, указанных в таблице:

НСХ (тип ТП)	ХК	ЖК	ХА	НН
$\pm 0,2 \Delta_{\text{доп}}$	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	$\pm 0,3^\circ\text{C}$	$\pm 0,3^\circ\text{C}$	$\pm 0,3^\circ\text{C}$

Примечание. Например, используют АТНН 2350-к0-2500 для КЭТНН. Наряду с адаптерами термопарными класса точности 0 используются удлиняющие провода со схожими характеристиками.

5.3 Все применяемые средства поверки должны быть поверены органами государственной метрологической службы или метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными в установленном порядке, и иметь действующие клейма или свидетельства установленных форм.

5.4 Допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура, относительная влажность и барометрическое давление воздуха в помещении должны соответствовать нормам, установленным для них в НД по эксплуатации измерительного прибора.
- питание печей должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение которого не должно превышать 1 %;
- в помещении не должно быть пыли, дыма, газов и паров, вызывающих коррозию деталей поверочной установки или загрязняющих ЧЭ ТП;
- электроизмерительная часть поверочной установки должна быть удалена не менее чем на 1 м от окон, дверей, радиаторов отопления и других устройств, выделяющих тепло, а также защищена от прямых солнечных лучей;
- перед вводом поверочной установки в эксплуатацию должна быть проверена сходимость результатов измерений ТЭДС на ней с использованием эталонного 1-го разряда ТП, которая не должна превышать $0,3 \Delta_{\text{доп}}$;
- должно быть проверено соответствие градиентов температуры в термостатах, указанных в 5.2;

7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

7.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019

7.2. Должны быть соблюдены требования Правил техники безопасности при работе на действующем оборудовании, установленные на предприятии.

7.3 Корпуса печей, наружные стенки которых нагреваются при работе до температуры выше 70 °С, должны быть ограждены (например, жесткой сеткой из проволоки).

7.4 Вблизи печей не должны находиться горючие материалы.

7.5 Стеклоянные сосуды Дьюара должны иметь охранные кожухи из жести или пластмассы.

7.6 К выполнению измерений допускают только лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже III при работе с установками напряжением до 1000 В.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1 Подготовка основных и вспомогательных средств поверки

Перед проведением поверки следует:

8.1.1 Проверить наличие всех средств измерений и вспомогательных средств, необходимых для поверки, согласно разделу 5 и нормативным документам, устанавливающим методику их эксплуатации.

8.1.2 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 6.

8.1.3 Подготовить к работе средства измерений и вспомогательные средства согласно эксплуатационным документам на них.

8.2 Подготовка КЭТНН

8.2.1 Число поверяемых ТП не должно превышать 5.

8.2.2 Свободные концы (или концы удлиняющих проводов) поверяемых КЭТНН гальванически соединяют с медными нелужеными проводами. Места соединения термостатируют в нулевом термостате.

8.2.3 Концы медных проводов подсоединяют к соответствующим клеммам измерителя ТЭДС.

8.2.4 КЭТНН складывают в общий пучок с пробиркой из кварцевого стекла, в которой помещен эталонный 1-го разряда ТП типа ТППО, и обвязывают в двух-трех местах отрезками никелевой проволоки.

8.2.5 Пучок вводят в рабочее пространство трубчатой горизонтальной печи или термостата с сухой флюидизированной средой на глубину погружения от 200 до 350 мм, в зависимости от характеристик используемых печей, центрируют пучок по оси печи (термостата).

9. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

9.1. Внешний осмотр

9.1.1 При внешнем осмотре поверяемых ТП должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- защитная арматура КЭТНН не должна иметь повреждений поверхности, должны отсутствовать нарушения крепления арматуры и головки, целостности головки, должно быть соблюдено соответствие подключения термоэлектродов маркировке;

- на каждом поверяемом ТП должна быть маркировка с указанием номера ТП, типа НСХ, года выпуска, рабочего диапазона измерений и класса допуска.

9.1.2 Результаты внешнего осмотра заносят в протокол поверки.

9.2. Проверка электрического сопротивления изоляции

9.2.1. Проверку электрического сопротивления изоляции производят по МЭК 61515. КЭТНН считаются выдержавшими испытание, если сопротивление электрической изоляции не менее 1000 Мом.

9.2.2. Результаты измерений вносят в протокол поверки.

9.3. Определение ТЭДС КЭТНН при заданных значениях температуры

9.3.1 Пределы допускаемых отклонений термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) КЭТНН от номинального значения с учетом расширенной неопределенности (таблица 3) в диапазоне рабочих температур не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 - Пределы допускаемых отклонений от НСХ

Условное обозначение НСХ	Диапазон измеряемых температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, °С
N	от +200 до +375	± 2,5
	св. +375 до +1250	± 0,075· t
где t – значение измеряемой температуры °С		

Значения расширенной неопределенности преобразователя термоэлектрического кабельного эталонного 3-го разряда - КЭТНН при доверительной вероятности 0,95 не должны превышать значений указанных в таблице 3.

Таблица 3

Температура, °С	Расширенная неопределенность КЭТНН, °С
200	0,85
300	0,90
400	0,95
500	1,00
600	1,05
700	1,15
800	1,20
900	1,30
1000	1,35
1100	1,50

При проверке этого требования определяют ТЭДС КЭТНН при значениях температуры указанных в пункте 9.3.2. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ для термопар типа N при тех же значениях температуры.

9.3.2 При поверке КЭТНН их ТЭДС должна быть определена при температурах: 1100±5, 1000±5, 900±5, 800±5, 700±5, 600±5, 500±5, 400±5, 300±5, 200±5°С.

9.3.3 ТЭДС КЭТНН при заданных значениях температуры определяют в последовательности, указанной ниже.

Нагревают термостат или горизонтальную трубчатую печь до заданного значения температуры с допускаемыми отклонениями, не превышающими: ± 5 °С.

До 700°С включительно используют термостат с сухой флюидизированной средой FB-08, при больших температурах используют горизонтальную печь ПГМ.

Температуру термостата контролируют эталонным термометром сопротивления 3-го разряда ЭТС-100 для температуры 200°С. Температуры 300°С и более — эталонным 1-го разряда ТП типа ТППО. При проведении измерений ТЭДС КЭТНН температурный ход не должен превышать 0,15 °С/мин.

Цикл измерений осуществляют непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного ТП до отсчета показаний последнего поверяемого КЭТНН), до получения не менее 15 отсчетов показаний эталонного термометра и ТЭДС каждого поверяемого КЭТНН.

Интервалы времени между отсчетами показаний средств измерений во всем измерительном цикле должны быть одинаковыми и не более 6 секунд.

Погрешность поддержания температуры свободных концов КЭТНН не должна превышать $\pm 0,03$ °С.

9.4 Испытания на герметичность

9.4.1 Испытания КЭТНН на герметичность рабочего торца производят согласно МЭК 61515, любым из описанных методов.

10. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Обработка результатов определения ИСХ

10.1.1 Из результатов измерений, выполненных в соответствии с 9.3.3, вычисляют среднеарифметические значения температуры в термостате по показаниям эталонного ТП (или среднеарифметические значения сопротивления эталонного термометра ЭТС-100) и среднеарифметические значения ТЭДС каждого из поверяемых КЭТНН. Значения ТЭДС $E_{пов}$ и $E_{эт}$ ($R_{эт}$) вносят в протокол поверки. Форма протокола поверки приведена в приложении Г.

10.1.2. Вычисляют действительное значение температуры $t_{эт}$. В среднеарифметическое значения показаний эталонного средства измерения вносят поправки, значения которых указаны в свидетельстве о поверке. Значение действительной температуры вносят в протокол поверки.

10.1.3 По НСХ для термопар типа ТНН (N) находят нормированное значение ТЭДС КЭТНН $E_{НСХ}$, соответствующее показаниям при температуре $t_{эт}$.

10.1.4 Для каждого поверяемого КЭТНН определяют разность Δ_E^i между измеренным $E_{пов}$ и нормированным $E_{НСХ}$ значениями ТЭДС при каждом значении температуры $t_{эт}$.

Разность Δ_E^i выраженную в мВ переводят в градусы Цельсия следующим образом:

$$\Delta_{пов}^i = \Delta_E^i / S \quad (1)$$

где S – дифференциальная чувствительность термопары типа ТНН (N) при $t_{эт}$.

Разность $\Delta_{пов}$ для КЭТНН не должна превышать значений указанных в таблице 2.

Поверяемые КЭТНН, не удовлетворяющие этому требованию хотя бы при одном из заданных значений температуры, должны быть забракованы.

Полученные значения отклонений ТЭДС КЭТНН от НСХ $\Delta_{пов}$ заносят в протокол.

10.1.5 Используя средние значения отклонения от НСХ $\Delta_{пов}$ при каждой температуре $t_{эт}$, методом наименьших квадратов определяется функция отклонения индивидуальной характеристики КЭТНН от НСХ в виде полинома второй степени.

$$\Delta = A_0 + A_1 \times t_{эт} + A_2 \times t_{эт}^2 \quad (2)$$

где A_i – коэффициенты полинома;

Δ – отклонение показаний градуируемого КЭТНН от действительной температуры.

10.1.6 После получения полинома функции отклонения проверяется корректность полученных данных градуировки и рассчитанного полинома. Среднеквадратичное отклонение аппроксимации полиномом второй степени не должно быть более 0,1. В

случае невыполнении данного условия повторяют градуировку во всем диапазоне температур.

Полином функции отклонения заносится в свидетельство о поверке.

10.1.7 Определяется бюджет неопределенности градуировки по форме приложения Б, а его величина занесена в протокол поверки. Значение расширенной неопределенности градуировки $U_{пов}$ не должно превосходить величин расширенной неопределенности приведенных в таблице 4.

Таблица 4 - Расширенная неопределенность градуировки КЭТНН

Температура, °С	Эталонное средство измерения	Расширенная неопределенность градуировки КЭТНН, °С
200	ЭТС 3-го разряда	0,45
300	ТППО 1-го разряда	0,45
400		0,45
500		0,50
600		0,50
700		0,60
800		0,60
900		0,65
1000		0,7
1100		0,75

10.1.8 В протокол поверки КЭТНН заносят номер бухты термопарного кабеля и результаты ее испытаний.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 На эксплуатационную документацию КЭТНН, признанных пригодными по результатам поверки к применению наносится поверительное клеймо и выдается «Свидетельство о поверке» с указанием данных индивидуальной статической характеристики термоэлектрического преобразователя. Форма свидетельства приведена в приложении Д.

11.2 Периодической поверке КЭТНН не подлежат и после выработки ресурса должны быть выведены из эксплуатации

Приложение А. (обязательное).**Аттестация бухты термпарного кабеля предназначенной для изготовления термоэлектрических преобразователей типа КЭТНН**

Аттестация заключается в определении возможного изменения ИСХ

Для проведения испытаний, из бухты термпарного кабеля изготавливают четыре термоэлектрических преобразователя - свидетеля (КЭТНН- свидетели) модификации 02, по два из отрезков бухты с обеих сторон. Результаты испытаний распространяются на все КЭТНН изготовленные из данной бухты термпарного кабеля.

При проведении испытаний необходимо учитывать как изменение ИСХ при глубине погружения, на которой проводилась начальная градуировка (250-300)мм, так и изменение ИСХ в зависимости от глубины погружения в термометрируемую среду, для глубин от 40 до 350 мм.

1. Проведение измерений

1.1 Производят начальную градуировку КЭТНН-свидетелей по методике п. 9.3

1.2 КЭТНН-свидетели подвергаются термоударам по программе приложения В.

1.3 Производят повторную градуировку КЭТНН-свидетелей по методике п. 9.3

1.4 Проверка изменения ИСХ КЭТНН в зависимости от глубины погружения (термоэлектрической неоднородности) проводится методом погружения проверяемого КЭТНН в термостат с флюидизированной средой, с неоднородностью температурного поля в рабочем объеме термостата не более 0,1°C/см при температурах: 200±5, 400±5, 600±5°C.

1.5 Проверка изменения ИСХ КЭТНН в зависимости от глубины погружения проводится следующим образом:

а) ванна термостата разогревается до необходимой опорной температуры (200, 400, 600°C) с отклонением не более ±5°C, температура ванны контролируется эталонным датчиком;

б) проверяемый КЭТНН и эталонный термометр сопротивления подключаются к прецизионному преобразователю сигналов ТС и ТП «ТЕРКОН» и монтируются на устройство перемещения.

в) погружение в флюидизированную среду осуществляется шаговым методом с выдержкой в течение 10с, через каждое перемещение на 10мм. За время выдержки «ТЕРКОН» производит регистрацию сигналов КЭТНН и ЭТС.

2. Обработка результатов

2.1 Результаты начальной градуировки (п. 10.1.5) и результаты градуировки после проведения термоударов заносят в протокол испытаний бухты термпарного кабеля.

2.2 Изменение ИСХ при фиксированной глубине погружения для каждой температуры от 200 до 1100 °C через 100°C определяется следующим образом:

$$\Delta_{ИСХ}(t_i) = \Delta^0(t_i) - \Delta^{500}(t_i) \quad (3)$$

где $\Delta^0(t_i)$ и $\Delta^{500}(t_i)$ отклонение показаний КЭТНН от истинной температуры до термоударов и после 500 термоударов соответственно.

2.3 Значения $\Delta_{ИСХ}(t_i)$ заносят в протокол испытания.

2.4 КЭТНН-свидетель считается выдержавшим испытание при фиксированной глубине, если все $\Delta_{ИСХ}(t_i)$ не превышают значений указанных в таблице А.1.

Таблица А.1

Температура, °C	Изменение ИСХ, °C	Температура, °C	Изменение ИСХ, °C
200	±0,60	700	±0,85
300	±0,65	800	±0,90
400	±0,70	900	±0,95

500	±0,75	1000	±1,00
600	±0,80	1100	±1,10

2.5 Расчет отклонения показаний КЭТНН-свидетеля от НСХ, в зависимости от глубины $dt(L)$ проводится по формуле

$$dt(L) = \langle t_{изм}(L) \rangle - \langle t_{эм} \rangle$$

где: $t_{изм}$ – показания проверяемого датчика определенные по НСХ ;

$t_{эм}$ – фактическая температура теплоносителя в ванне термостата, °С.

2.6 Полученные значения $dt(L)$ заносят в протокол испытаний.

2.7 $dt(L)$ при $L=(340±10)$ мм не должны отличаться от $\Delta^0(t_{эм})$ более чем на $±0.2^\circ\text{C}$.

2.8 Разница любого значение $dt(L)$ и $dt(340 ± 10)$ должна быть меньше чем предельные значения, указанные в таблице А.1.

2.9 КЭТНН-свидетель считается выдержавшим испытание, если выполнены условия 2.7 и 2.8

2.10 Если все КЭТНН-свидетели успешно выдержали испытания, то результаты испытаний распространяются на все КЭТНН изготовленные из данной бухты термопарного кабеля.

Приложение Б. (обязательное).

Бюджет неопределенности поверки КЭТНН.

Бюджет неопределенности поверки рассчитывается в соответствии с рекомендациями EA-4/02 • *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*, а также РМГ 43-2001

Применение «Руководства по выражению неопределенностей измерений».

Б.1. Бюджет неопределенности нахождения действительной температуры

Источник неопределенности	Стандартная неопределенность. Вид распределения	Вклад с суммарную стандартную неопределенность.
Определение действительной температуры	$u_{СКО}$ нормальное	$u_{ЭТ}^1 = U_{СКО} / \sqrt{3}$
Неопределенность прибора	$U_{прибора}$ нормальное	$u_{ЭТ}^2 = U_{прибора} / \sqrt{3}$
Единица шкалы прибора	$U_{шкалы}$ равномерное	$u_{ЭТ}^3 = U_{шкалы} / \sqrt{3}$
Градуировка эталона	$U_{эталона}$ нормальное	$u_{ЭТ}^4 = U_{эталона} / 2$
Поддержание температуры опорного спая ТППО	U_0 нормальное	$u_{ЭТ}^5 = U_0 / \sqrt{3}$
Суммарная стандартная неопределенность нахождения действительной температуры $t_{ЭТ}$		$u_{ЭТ} = \sqrt{\sum_{i=1}^5 (u_{\Delta ЭТ}^i)^2}$

Б.2. Бюджет неопределенности нахождения отклонения КЭТНН от НСХ

Источник неопределенности	Стандартная неопределенность. Вид распределения	Вклад с суммарную стандартную неопределенность.
---------------------------	---	---

Определение показаний КЭТНН, мВ	$u_{СКО}$ нормальное	$u_{\Delta ПОВ}^1 = U_{СКО}$
Неопределенность прибора, мВ	$u_{прибора}$ нормальное	$u_{\Delta ПОВ}^2 = U_{прибора} / \sqrt{3}$
Единица шкалы прибора, мВ	$u_{шкалы}$ равномерное	$u_{\Delta ПОВ}^3 = U_{шкалы} / \sqrt{3}$
Дрейф печи (за время переключения между каналами), °С	$u_{дрейф}$ равномерное	$u_{\Delta ПОВ}^4 = U_{дрейф} / \sqrt{3}$
Неопределенность расположения спаев термопар, °С	$u_{спая}$ равномерное	$u_{\Delta ПОВ}^5 = U_{спая} / \sqrt{3}$
Неопределенность удлинительного провода и поддержания температуры опорного спая, °С.	$u_{провода}$ равномерное	$u_{\Delta ПОВ}^6 = U_{провода} / \sqrt{3}$
Неопределенность определения индивидуальной функции отклонения КЭТНН, °С	$u_{ИСХ}$ нормальное	$u_{\Delta ПОВ}^7 = U_{ИСХ} / \sqrt{3}$
Неопределенность определения действительной температуры $t_{ЭТ}$, °С	$u_{ЭТ}$ нормальное	$u_{\Delta ПОВ}^8 = U_{ЭТ}$
Суммарная неопределенность отклонения КЭТНН от НСХ		$u_{\Delta ПОВ} = \sqrt{\sum_{i=1}^8 (u_{\Delta ПОВ}^i)^2}$
Расширенная неопределенность отклонения КЭТНН от НСХ $\Delta_{ПОВ}$, °С		$U_{\Delta ПОВ} = k \times u_{\Delta ПОВ}$

Приложение В (обязательное). Методика проведения термоударов КЭТНН.

Под термоударом понимается перемещение КЭТНН из комнатной температуры в печь разогретую до плюс 1100°С, выдержка до стабилизации показаний КЭТНН, перемещение КЭТНН в среду с комнатной температурой и ее охлаждение за счет естественной конвекции.

1. Термоудары выполняются на автоматизированной установке по следующему алгоритму:

- а) Погружение КЭТНН в печь со скоростью 300 мм/мин на глубину 250 мм.
- б) Выдержка КЭТНН в печи до стабилизации показаний. Стабильным считается режим, при котором дрейф показаний КЭТНН не более 2°С/мин.
- в) Извлечение КЭТНН из печи со скоростью 300 мм/мин.
- г) Охлаждение КЭТНН за счет естественной конвекции до стабилизации показаний КЭТНН.
- д) Возвращение к пункту а).

2. Продолжительность испытаний КЭТНН:

- 500 термоударов для КЭТНН диаметром 3 и 4,5мм;
- 300 термоударов для КЭТНН диаметром 2мм.

Во время испытаний допускается остановка испытательного оборудования в соответствии с его инструкцией по эксплуатации.

Приложение Г. (рекомендуемое).
Форма и пример заполнения протокола поверки КЭТНН

Протокол первичной поверки № 146
 ТП 3-го разряда типа: КЭТНН

от 12.11.2007 г.

1. Эталонные средства измерений

Термопреобразователь			Измерительный прибор		
Номер	Тип	Разряд	Номер	Тип	Класс
145	ТППО	1	326138	Теркон	$\pm (0.0005+5 \cdot 10^{-5} \cdot U) \text{ mV}$

Вспомогательное оборудование:

1. Термостат с сухой флюидизированной средой FB-08 №001
2. Печь горизонтальная малоградиентная ПГМ №001
3. Автоматизированная установка перемещений

2. Внешний осмотр и опробование.

Модификация ТП	<i>КЭТНН 02-150-3-1000</i>		
№	3046.89		
класс	Владелец	Диапазон температур, °С	Замечаний по внешнему виду, маркировке, схеме соединений и геометрическим размерам нет
	ПК «Тесей»	От 200 до 1100	

3. Определение электрического сопротивления изоляции и прочности защитной арматуры.

Параметр	Значение параметра для КЭТНН
Электрическое сопротивление изоляции	При приложении прямого и обратного напряжения электрическое сопротивление изоляции: >100МОм
Герметичность и прочность узлов уплотнения и защитной арматуры.	Результаты испытаний удовлетворительные.

4. Изменение ИСХ

КЭТНН- свидетели изготовлены из бухты термопарного кабеля №Н500549
 Количество проведенных термоударов 500.

Вид испытания	Результат
Начальная градуировка КЭТНН-свидетелей	Положительный
Градуировка КЭТНН-свидетелей после термоударов	Положительный
Изменение ИСХ при фиксированной глубине погружения	Положительный
Изменение ИСХ в зависимости от глубины погружения	Положительный

5. Определение отклонения показаний КЭТНН от ИСХ

$E_{ЭТ}$ (или $R_{ЭТ}$)	$E_{ПОВ}$	$t_{ЭТ}$	Δ_E	$\Delta_{ПОВ}$
177,48	5,966	200,44	0,038	1,15
2,327	9,364	300,54	0,004	0,12
3,245	12,910	399,09	-0,031	-0,83
4,217	16,653	499,18	-0,063	-1,66
5,247	20,582	601,65	-0,095	-2,44
6,253	24,353	698,56	-0,118	-3,02
7,376	28,445	803,18	-0,134	-3,44
8,482	32,335	902,77	-0,144	-3,69
9,568	36,018	997,606	-0,147	-3,88
10,732	39,798	1096,44	-0,150	-3,95

$E_{ЭТ}$ (или $R_{ЭТ}$) — измеренное значение показаний эталонного ТП (или ЭТС);

$E_{ПОВ}$ — измеренное значение показаний КЭТНН, мВ.

$t_{ЭТ}$ — значения действительной температуры, °С

Δ_E — отклонение показаний КЭТНН от НСХ, мВ

$\Delta_{ПОВ}$ — отклонение показаний КЭТНН от НСХ, °С

6. Определение функции отклонения индивидуальной характеристики КЭТНН от НСХ

$$\Delta = A_0 + A_1 \times t_{ЭТ} + A_2 \times t_{ЭТ}^2$$

$$A_0=3,78015; \quad A_1=0,01425; \quad A_2=6,57457E-6$$

Стандартное отклонение аппроксимации – 0,04°С.

7. Заключение по результатам поверки.

Модификация ТП	<i>КЭТНН 02-150-3-1000</i>
№	3046.89
Термопреобразователь типа КЭТНН №3046.89 годен, соответствует 3-му разряду, Выписано свидетельство №45	

Поверитель _____ (_____)
подпись имя, отчество, фамилия

Приложение Д. (справочное)
Образец свидетельства о поверке КЭТНН.
Лист №1 Общая информация.

ООО ПК "ТЕСЕЙ"
(наименование юридического лица)

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ № 45

Действительно до наработки ресурса в 500 замеров.

Эталон(средство измерения) Преобразователь термоэлектрический
кабельный нихросил-нисиловый
эталонный КЭТНН 02-050-3-700/2000
(наименование, тип, серия)

заводской номер (номера) 1532.1

Принадлежащие: ООО ПК "ТЕСЕЙ" ИНН: 4025016433
(наименование юридического(физического) лица), ИНН)

поверено в соответствии с методикой поверки термопреобразователей типа КЭТНН
(наименование и номер документа , на методику поверки)

с применением эталонов: ТППО-1250 №145, 1 разряда
(наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность)

при следующих значениях влияющих факторов: температура 24 C
относительная влажность 65 %, барометрическое давление 1.002*10⁵
(влияющие факторы, нормированные в документе на поверку)

и на основании результатов первичной поверки признано
пригодным к применению как эталонная термопара третьего разряда.

Поверительное клеймо

Главный метролог _____ А.В.Белевцев
(подпись) (инициалы, фамилия)

Поверитель _____ В.А. Каржавин
(подпись) (инициалы, фамилия)

Дата 5 декабря 2007 г.

Лист №2 Метрологические характеристики.

Метрологические характеристики

1. Диапазон температур 200°С +1100°С

2. Расчет действительной температуры : $t_{ДЕЙСТ} = t_{ИЗМ}^{HCX} + \Delta(t_{ИЗМ}^{HCX})$

где : $t_{ИЗМ}^{HCX}$ - показания измерительного прибора в градусах Цельсия или температура определенная по стандартной функции $t_{ИЗМ}^{HCX} = f(E_{ИЗМ})$ по ГОСТ Р 8.585
 $\Delta(t_{ИЗМ}^{HCX})$ - поправка к показаниям эталонной термомпары

3. Расчет поправок $\Delta(t_{ИЗМ}^{HCX})$

$$\Delta(t_{ИЗМ}^{HCX}) = \sum_{i=0}^2 A_i * (t_{ИЗМ}^{HCX})^i$$

$A_0 = 3,79122$
 $A_1 = -0,01426$
 $A_2 = 6,57E-06$

Температура, °С	$\Delta(t_{ИЗМ}^{HCX})$, °С	Температура, °С	$\Delta(t_{ИЗМ}^{HCX})$, °С
200	1,2	700	-3,0
250	0,6	750	-3,2
300	0,1	800	-3,4
350	-0,4	850	-3,6
400	-0,9	900	-3,7
450	-1,3	950	-3,8
500	-1,7	1000	-3,9
550	-2,1	1050	-3,9
600	-2,4	1100	-3,9
650	-2,7		

4. Расширенная неопределенность КЭТНН при доверительной вероятности 0,95.

T, °С	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
U	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,15	1,2	1,3	1,35	1,5

5. Разряд - третий .

Главный метролог

_____ (подпись)

А.В.Белевцев

(инициалы, фамилия)

Поверитель

_____ (подпись)

В.А.Каржавин

(инициалы, фамилия)