ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии стандартных образцов

(ВНИИМСО)

Директор ВНИИМСО

Н.Г.Семенко

1987 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые образцовые типа ППО

Методика поверки

МИ 1744-87

Свердловск

1987

gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГСИ. Термопреобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые образцовые типа ПП0

Методика поверки

МИ 1744-87

Взамен ГОСТ 8.460-82

Введены в действие с 01.07 1988 г

Настоящие методические указания распространяются на термопреобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые образцовые типа ПП0 (в дальнейшем - термопреобразователи), предназначенные для передачи размера единицы температуры в диапазоне от 573 до 1473 К (от 300 до 1200 °С) по ГОСТ 8.080-80 и устанавливают методику их первичной и периодической поверок.

Технические требования к термопреобразователям приведены в обязательном приложении 1.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки термопреобразователей должны выполняться следующие операции:

внешний осмотр (п. 5.1);

определение стабильности термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) (п. 5.2);

проверка ТЭДС неоднородности (п. 5.3);

градуировка (п.п. 5.4, 5.5);

определение показателя чистоты платинового термоэлектрода термопреобразователя (при первичной поверке) (п. 5.6).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки термопреобразователей должны быть применены следующие средства:

образцы чистых металлов: цинк ЦВОО по ГОСТ 3640-79, сурьма СУ0000 по ГОСТ 1089-82Е, медь МВЧк по ГОСТ 859-78 (СТ СЭВ 226-75);

рабочие эталоны - платиновый термометр сопротивления для контроля температуры затвердевания цинка и сурьмы и платинородий - платиновый термоэлектрический термометр для контроля температуры затвердевания меди;

электроизмерительная установка типа УТТ-6, которая обеспечивает измерение напряжения в пределах от 0 до 10^{-1} В с погрешностью не более $5 \cdot 10^{-7}$ В и сопротивления в пределах от 0 до 10^{2} Ом с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-3}$ Ом;

установка УПСТ-1 для поэлектродного сличения термопреобразователей, которая обеспечивает измерение термоэлектродвижущей силы от 0 до $5 \cdot 10^{-5}$ В, с пределом допускаемого значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности 0,9 мкВ;

установки для реализации реперных точек Цинк-9, Сурьма-7, Медь-7 или шахтные градуировочные печи сопротивления для каждого из металлов с набором графитовых изделий (описание печи и графитовых изделий приведено в справочном приложении 2);

образцовый платинородий-платиновый термопреобразователь 1-го разряда;

образцовый платинородий-платиновый термопреобразователь 2-го разряда;

образцовый платинородий-платиновый термопреобразователь 3-го разряда;

образец термоэлектродной платины (далее – ОТП) марки ПлО или ПлI по ГОСТ 2IOO7-75 диаметром 0,5 мм, длиной (IOOO±IO) мм с показателем чистоты W_{IOO}, определенным с погрешностью не более 0,0I %;

малоинерционная трубчатая печь МТП-2М по ТУ 50-239-84 для отжига;

амперметр класса точности I,0 с верхним пределом измерения 20 А по ГОСТ 87II-78;

автотрансформатор типа АОСН-40-220-75 УЧ по ТУ 6-5I7.847-74, обеспечивающий плавное регулирование напряжения в пределах от 0 до 220 В при силе тока до I5 А;

стеклянный вакуумный сосуд Дьюара внутренним диаметром от 80 до IOO мм, высотой не менее 200 мм, вместимостью от 0,5 до 2 л;

охранные трубки из прозрачного кварцевого стекла по ГОСТ 8680-7 длиной (500 ± IO) мм и наружным диаметром 25 мм;

охранные тонкостенные пробирки из прозрачного кварцевого стекла, изготовленные из труб по ГОСТ 8680-73 длиной 500 мм и наружным диаметром 8 мм. Допускается применять трубки и пробирки из окиси алюминия;

проволока диаметром 0,5 мм из платины любой марки по ГОСТ 2IOO7-75 или из сплава марки ПлРд-I0 по ГОСТ I8389-73 в отрезках длиной не менее 60 мм для обвязки пучка термопреобразователей;

устройство для дробления льда УДЛ-I по ТУ 50-240-80;

стеклянные пробирки длиной (I50 ± IO) мм и внутренним диаметром (6,5 ± 0,5) мм;

линейка металлическая длиной IOOO мм по ГОСТ 427-75.

Примечание. Допускается применять вновь разработанные или находящиеся в эксплуатации средства поверки, имеющие метрологиче-

ские характеристики, аналогичные указанным.

2.2. Находящаяся в эксплуатации аттестованная поверочная установка должна раз в два года проходить метрологическую аттестацию в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на нее.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Обслуживающий персонал должен быть аттестован на группу электробезопасности согласно "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ) и "Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителей" (ПТБ).

3.2. При работе на поверочных установках необходимо соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на них.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия

4.1.1. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений должны быть допущены лица, аттестованные в качестве государственных или ведомственных поверителей в порядке, устанавливаемом Госстандартом по ГОСТ 8.513-84.

4.1.2. Температура воздуха, относительная влажность, вибрации в помещении, барометрическое давление должны соответствовать нормам, установленным в эксплуатационной документации поверочных установок и средств поверки.

4.1.3. Изменение температуры воздуха в помещении, где проводят поверку, не должно быть более 0,5 ^{o}C в течение 1 ч.

4.1.4. В помещении, где проводят поверку, не должно быть пыли,

дыма, газов и паров, вызывающих коррозию деталей поверочной установки или загрязняющих платинородий-платиновые элементы термопреобразователей.

4.1.4. При работе с ртутью и медью включают местную вытяжную вентиляцию.

4.1.5. Термопреобразователи, используемые для сличения с поверяемыми, применять для других операций не допускается.

4.1.6. При работе с термопреобразователями принять меры, исключающие возможность пластического деформирования и загрязнения термоэлектродов.

4.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы

4.2.1. Подготавливают к работе средства измерений, печь МТП-2М для отжига в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

4.2.2. Подготавливают к работе шахтную печь

4.2.2.1. Рукоятку регулятора напряжения питания печи устанавливают в нулевое положение.

4.2.2.2. Проверяют исправность заземления корпуса печи.

4.2.2.3. В графитовый тигель с металлом, установленный в рабочем пространстве печи, помещают кварцевую пробирку до касания поверхности металла. В пробирку опускают термопреобразователь 3-го разряда, подключенный к электроизмерительной установке типа УТТ-6.

4.2.2.4. Печь нагревают до температуры плавления металла. Охранную кварцевую пробирку погружают в расплавленный металл и фиксируют таким образом, чтобы дно пробирки находилось на расстоянии

(25±5) мм от дна тигля.

4.2.2.5. Выдерживают расплавленный металл в течение 10-15 мин при температуре, превышающей температуру его затвердевания на 5-7 °С.

4.2.2.6. Из кварцевой охранной пробирки удаляют термопреобразователь и погружают поверхность для его градуировки.

4.2.2.7. При использовании установок Цинк-9, Сурьма-7, Медь-7 подготовка их к работе производится в соответствии с эксплуатационной документацией этих установок.

4.2.2.8. Контролируют не реже одного раза в год температуру затвердевания цинка и сурьмы (в дальнейшем - точки цинка и сурьмы) рабочим эталоном - платиновым термометром сопротивления и температуру затвердевания меди (в дальнейшем - точка меди) рабочим эталоном - платинородий-платиновым термоэлектрическим термометром. Отклонение температуры затвердевания металлов от номинальных значений не должно превышать 0,1 °С для цинка и сурьмы и 0,2 °С для меди.

При невыполнении этого требования образцы металлов следует заменить.

4.2.3. Подготавливают термопреобразователи к градуировке

4.2.3.1. Термопреобразователи, предназначенные для поверки, помещают в печь ПМП-2М на глубину 300 мм, отжигают в течение 1 ч при температуре (1100±20) °С и охлаждают вместе с печью до температуры окружающего воздуха.

4.2.3.2. Термопреобразователи с чистой поверхностью термоэлектродов, но с поврежденной керамической изоляцией полностью освобождают от изоляции и армируют запасной керамической трубкой.

Затем отжигают в печи согласно п. 4.2.3.I. После отжига свободные концы термоэлектродов помещают в гибкие электроизоляционные трубки.

4.2.4. Термостатируют свободные концы термоэлектродов

4.2.4.I. При градуировке методом прямого сличения заполняют сосуд Дьюара однородной смесью измельченного льда и воды. В эту смесь погружают на глубину (I20-I35) мм стеклянные пробирки с залитым в них до уровня I5 мм трансформаторным маслом по ГОСТ ? 80. Свободные концы термоэлектродов помещают в пробирки. После градуировки свободные концы термоэлектродов, находившиеся в масле, протирают ватным тампоном, смоченным чистым этиловым спиртом по ГОСТ I7299-78 (расход спирта - 2 мл спирта на пять термопреобразователей).

4.2.4.2. При градуировке методом поэлектродного сличения термостатируют свободные концы термоэлектродов термопреобразователей согласно требованиям эксплуатационной документации на установку УПСТ-I.

4.2.5. Контролируют сходимость результатов градуировки термопреобразователей в шахтной печи пятикратной градуировкой термопреобразователя I-ого разряда и одновременно контролируют температуру затвердевания металлов. Эту операцию проводят не же двух раз в год.

При градуировке методом воспроизведения температуры затвердевания металлов расхождения отдельных градуировок не должны быть более I,5 мкВ в точках затвердевания цинка и сурьмы и 2 мкВ в точке меди.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Внешний осмотр

5.1.1. Устанавливают соответствие термопреобразователей требованиям, установленным в обязательном приложении 1 п.п. 10, 11.

5.1.2. Термопреобразователи с поврежденной керамической изоляцией полностью освобождают от нее и армируют запасной изоляционной керамической трубкой.

5.1.3. Термопреобразователи представляют на первичную поверку в комплекте с паспортом, периодическую – со свидетельством о предыдущей поверке.

5.2. Определение стабильности ТЭДС термопреобразователей

5.2.1. Стабильность ТЭДС термопреобразователей при первичной поверке определяют в последовательности, приведенной ниже:

определяют в точке меди ТЭДС термопреобразователей 1-го разряда по п. 5.4, 2-го и 3-го разрядов – по п. 5.3.3;

термопреобразователи помещают в печь МП-2М на глубину 300мм и отжигают в течение 6–8 ч при температуре (1100±20) °С;

определяют значение ТЭДС отожженных термопреобразователей в точке меди и оно является первой градуировочной точкой;

отклонение измеренного значения ТЭДС до и после отжига не должно превышать 3, 6 и 8 мкВ для термопреобразователей соответственно 1, 2 и 3-го разрядов.

Термопреобразователи, не удовлетворяющие этому требованию, бракуют или относят к более низкому разряду.

5.2.2. Стабильность ТЭДС термопреобразователей при периодической поверке определяют, градуируя в точке меди и сравнивая с соответствующими значениями по свидетельству о предыдущей поверке.

Отклонения ТэДС термопреобразователей не должны превышать 5; 8 и 15 мкВ для термопреобразователей соответственно 1,2 и 3-го разрядов.

5.3. Проверка ТэДС неоднородности термопреобразователей

5.3.1. Проверку ТэДС неоднородности термопреобразователей проводят при температуре (1100±20) °С методом поэлектродного сличения, определяя расхождение ТэДС на глубинах погружения 250 и 300 мм. При проверке термопреобразователей 1-ого разряда используют изученный на однородность термопреобразователь 1-го разряда или рабочий эталон, при проверке термопреобразователей 2-го и 3-го разрядов - термопреобразователи соответственно 1-го и 2-го разрядов.

5.3.2. Проверка ТэДС неоднородности термопреобразователей 1-го разряда проводят отдельно от градуировки, а 2 и 3-го разрядов совместно с градуировкой.

5.3.3. Проводят операции при поэлектродном методе сличения термопреобразователей

5.3.3.1. Термопреобразователи, подлежащие сличению, складывают в общий пучок, выравнивают рабочие концы и совязывают поверх изоляционных керамических трубок в двух местах отрезками платиновой или платинородиевой проволоки. Общее число термопреобразователей в пучке должно быть не более пяти.

5.3.3.2. Вытягивают на 12-15 мм из изоляционных керамических трубок рабочие концы термоэлектродов и плотно стягивают их друг с другом вблизи спаев несколькими витками платиновой проволоки, при этом электрический контакт между отдельными термоэлектродами должен быть образован только в месте их связки.

5.3.3.3. Пучок термопреобразователей помещают в рабочее пространство печи ТП-21, предназначенной для градуировки, на глубину (300 ± 10) мм, центрируют его по оси печи.

5.3.3.4. Термоэлектроды термопреобразователей подключают при помощи медных соединительных проводов, например, ПВ3 по ГОСТ 6323-79 к электроизмерительной установке УПСТ-1.

5.3.3.5. Нагревают печь до заданной температуры. Отклонение от нее не должно превышать ± 20 °С.

5.3.3.6. ТЭДС платинородиевых $\Delta e_{пр}$ и платиновых $\Delta e_{пл}$ термоэлектродов проверяемых термопреобразователей измеряют с округлением до 1 мкВ с учетом знака в паре с одноименными термоэлектродами образцового термопреобразователя и записывают в протокол поверки, форма которого приведена в обязательном приложении 3.

Измерения ТЭДС ведут, переходя последовательно от первого поверяемого термопреобразователя к последнему, затем повторяют измерения в обратном порядке до получения требуемого числа отсчетов.

Число отсчетов при сличении электродов термопреобразователей 1 и 2-го разрядов должно быть равно четырем, 3-го разряда – двум.

5.3.3.7. Уменьшают глубину погружения термопреобразователей в изотермическую зону рабочего пространства печи до (250 ± 10) мм и повторяют измерения.

5.3.4. При первичной поверке для термопреобразователей всех разрядов и периодической для термопреобразователя 1-го разряда неоднородность не должна превышать 3 мкВ.

При периодической поверке неоднородность не должна быть более 6 и 8 мкВ для термопреобразователей соответственно 2 и 3-го разрядов.

5.4. Градуировка термопреобразователей 1-го разряда

5.4.1. Термопреобразователи 1-го разряда градуируют методом воспроизведения температуры затвердевания меди (1084,9 °С), сурьмы (630,76 °С) и цинка (419,58 °С).

Градуировку начинают с определения ТЭДС при температуре затвердевания меди.

5.4.2. Для определения ТЭДС термопреобразователя его помещают в охранную кварцевую пробирку, погруженную в расплавленный металл. Затем термопреобразователь подключают к электроизмерительной установке типа УТТ-6 при помощи медных соединительных проводов.

5.4.3. Снижают силу тока в обмотке печи до значения, при котором металл в тигле охлаждается со скоростью от 0,5 до 1,5 °С/мин, обеспечивая площадку затвердевания в течение не менее 15-20 мин.

Перемещение охранной пробирки с термопреобразователем на 10 мм вверх или вниз от нормального положения не должно вызывать в период затвердевания металла изменения ТЭДС более чем на $\pm_1$ мкВ.

5.4.4. десятикратно отсчитывают значение ТЭДС E_T градуируемого термопреобразователя. Измерение ТЭДС проводят согласно эксплуатационной документации на измерительную установку с точностью отсчета 0,1 мкВ.

Допускается градуировать до трех термопреобразователей, пользуя одну площадку затвердевания металла, если ее продолжительность составляет не менее 20 мин.

5.4.5. После градуировки металл расплавляют, извлекают охранную пробирку из печи и выключают ток. Поверхность сурьмы и меди после их остывания засыпают измельченным в порошок древесным углем.

5.4.6. При необходимости продолжают градуировку в точке зат-

вердевания того же металла, не охлаждая печи и выполнив предварительно операции по п.п. 4.2.2.4, 4.2.2.5, 5.4.2, 5.4.3.

5.4.7. Градуируют поверяемые термопреобразователи при температуре затвердевания двух других металлов, соблюдая тот же порядок операций.

Примечание. Температуру первой в серии градуировок площадки затвердевания меди контролируют при помощи термопреобразователя I-го разряда. При занижении значения температуры затвердевания образец меди выдерживают в тигле при (1100 ± 5) °С в течение 2-3 ч, помешивая расплав при помощи кварцевой пробирки.

5.4.8. При первичной поверке термопреобразователя его градуировка в точках меди, сурьмы и цинка должна быть повторена три раза.

5.4.9. При периодической поверке допускается однократная градуировка термопреобразователя, если расхождение результатов градуировки в точке меди с данными свидетельства о предыдущей поверке не превышают значений, указанных в п. 5.2.2. В остальных случаях градуировку выполняют три раза.

5.5. Градуировка термопреобразователей 2 и 3-го разрядов

5.5.1. Термопреобразователи 2 и 3-го разрядов градуируют методом сличения : поэлектродного (основной метод) или прямого с образцовыми термопреобразователями более высокого разряда в горизонтальной трубчатой печи.

5.5.2. При градуировке методом поэлектродного сличения выполняют операции согласно п. 5.3.3.

5.5.3. При градуировке методом прямого сличения выполняют следующие операции

5.5.3.1. Проводят подготовительные операции по п.п. 5.3.3.1-5.3.3.3.

5.5.3.2. Термоэлектроды сличаемых термопреобразователе при помощи медных соединительных проводов подключают к электроизмерительной установке типа УТТ-6.

5.5.3.3. Нагревают печь до заданной температуры, регулируют ее, изменяя силу тока в обмотке. Температуру контролируют при помощи образцового термопреобразователя, с которым ведут сличение, в начале и в конце измерения. Изменение температуры за время измерения должно быть плавным и не должно превышать 1 °С.

5.5.3.4. ТЭДС термопреобразователей $E_{пов.п}$ и $E_{обр.п}$ измеряют, начиная с образцового и кончая последним поверяемым. Затем все измерения повторяют в обратном порядке и т.д. до получения не менее четырех отсчетов ТЭДС каждого термопреобразователя. Полученные результаты округляют до 1 мкВ.

Измерения ТЭДС термопреобразователей проводят на глубинах погружения 250 и 300 мм.

5.6. Определение показателя чистоты W_{100} платинового термоэлектрода термопреобразователя (при первичной поверке)

5.6.1. Показатель чистоты поверяемого термоэлектрода определяют по формуле

$$W_{100}^{пов} = W_{100}^{обр} - K \cdot \Delta e, \qquad (1)$$

где $W_{100}^{обр}$ - показатель чистоты ОТП;

Δe - ТЭДС пары, образцованной платиновым термоэлектродом поверяемого термопреобразователя и ОТП при температуре (1084,9 ± 20) °С мкВ;

K - коэффициент, равный $0,4 \cdot 10^{-4}$ мкВ$^{-1}$ при температуре проведения измерений.

5.6.2. Выполняют операции, указанные в п.п. 5.3.3.1-5.3.3.5, заложив в пучок термопреобразователей ОТП. Подключают ОТП вместо платинового термоэлектрода образцового термопреобразователя к установке УПСТ-1.

5.6.3. Выполняют измерения Δe по п. 5.3.3.6, вычисляют средние арифметические значения $\Delta \bar{e}$. По формуле (1) вычисляют значения показателя чистоты $W_{100}^{пов}$ платиновых термоэлектродов поверяемых термопреобразователей. Значения $W_{100}^{пов}$ округляют до 10^{-4}.

5.6.4. Если полученное значение $W_{100}^{пов}$ не удовлетворяет требованию п. 3 приложения 1, термопреобразователь бракуют или относят к более низкому разряду.

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Обработка результатов измерений при градуировке термопреобразователя методом воспроизведения температуры затвердевания металлов

6.1.1. По значениям E_T вычисляют средние арифметические значения ТЭДС термопреобразователя в точках затвердевания металлов. Вычисления выполняют раздельно для каждой градуировки.

Термопреобразователь, не удовлетворяющий требованию п. 4.2.5, бракуют или переводят в более низкий разряд.

6.1.2. Из результатов трех градуировок термопреобразователя вычисляют средние значения ТЭДС $E_{T\ ср.}$

Значение $E_{T\ ср.}$ при температуре 1084,9 °С должно быть равно (10575±30) мкВ. Термопреобразователь, не удовлетворяющий этому требованию, бракуют.

6.2. Обработка результатов измерений при градуировке термопреобразователей методом поэлектродного сличения

6.2.1. По результатам измерений ТЭДС $\Delta e_{пр}$ и $\Delta e_{пп}$ вычисляют средние арифметические значения $\overline{\Delta e_{пр}}$ и $\overline{\Delta e_{пп}}$ для каждого термопреобразователя с округлением до 1 мкВ.

Вычисления для каждой глубины погружения в печь и температуры выполняют раздельно.

6.2.2. Вычисляют разности $\Delta E_{300\ э}$ и $\Delta E_{250\ э}$ значений ТЭДС на глубинах погружения соответственно 300 и 250 мм каждого поверяемого и образцового термопреобразователей по формуле

$$\Delta E_э = \overline{\Delta e_{пр}} - \overline{\Delta e_{пп}} \qquad (2)$$

При вычислении необходимо учитывать знаки $\overline{\Delta e_{пр}}$ и $\overline{\Delta e_{пп}}$.

6.2.3. Вычисляют для каждого термопреобразователя расхождения между значениями $\Delta E_{300\ э}$ и $\Delta E_{250\ э}$, полученными при температуре (1100 ± 20) °С, допустимые значения которых указаны в п. 5.3.4.

6.2.4. Вычисляют среднее арифметическое значение $\overline{\Delta E_э}$ по формуле

$$\overline{\Delta E_э} = \frac{\Delta E_{300\ э} + \Delta E_{250\ э}}{2}, \qquad (3)$$

6.2.5. Вычисляют значения ТЭДС $E_{пов.э}$ каждого поверяемого термопреобразователя для температур 419,58 °С, 630,76 °С и 1084,9 °С по формуле

$$E_{пов.э} = E_{обр.св} + \overline{\Delta E_э}, \qquad (4)$$

где $E_{обр.э}$ – значение ТЭДС из свидетельства о поверке образцового термопреобразователя в точках затвердевания металлов.

Значения $E_{пов.э}$ при температуре 1084,9 °С должны быть равны

(10575 ± 30) мкВ. Термопреобразователи, не удовлетворяющие этому требованию, бракуют.

6.2.6. Рассчитывают значения ТЭДС E_t каждого поверяемого термопреобразователя для целых сотен градусов в диапазоне температур от 300 до 1200 °С и заполняют градуировочную таблицу, приведенную в обязательном приложении 3. Расчет выполняют по формуле:

$$E_t = a_t + b_t + c_t \qquad (5)$$

Значения слагаемых a_t, b_t, c_t в зависимости от ТЭДС поверяемого термопреобразователя в точках цинка (E_1), сурьмы (E_2) и меди (E_3) и от температуры приведены в справочном приложении 4.

Найденные значения a_t, b_t, c_t заносят в протокол поверки и суммируют для каждого значения температуры.

6.2.7. Проверяют правильность расчетов E_t, вычисляя первые и вторые разности между соседними значениями ТЭДС. Любые два значения вторых разностей не должны отличаться друг от друга более чем на 2 мкВ.

6.2.8. После проверки по п. 6.2.7 расчетные значения ТЭДС при 1200 °С уменьшают на 9 мкВ.

6.3. Обработка результатов измерений при градуировке термопреобразователей методом прямого сличения

6.3.1. По отсчетам ТЭДС $E_{пов.п}$ и $E_{обр.п}$ вычисляют средние арифметические значения ТЭДС каждого поверяемого термопреобразователя $\overline{E}_{пов.п}$ и ТЭДС образцового термопреобразователя $\overline{E}_{обр.п}$ с округлением до 1 мкВ. Для каждой глубины погружения и температуры вычисления выполняют раздельно.

6.3.2. По средним значениям ТЭДС $E_{обр.п}$ определяют значение температуры t, °С, при которой проводилось сличение, по формуле:

$$t = t_з + \frac{\bar{E}_{обр.п} - E_{обр.св}}{dE/dt}, \qquad (6)$$

где $E_{обр.св}$ – значение ТЭДС из свидетельства о поверке образцового термопреобразователя в точках затвердевания металлов, мВ;

$t_з$ – значение температуры, заданное при сличении, °С;

dE/dt – приращение ТЭДС образцового термопреобразователя на единицу температуры, мВ/°С, выбранное для ря-

$dE/dt = 9{,}6 \cdot 10^{-3}$ мВ/°С, $dE/dt = 10{,}3 \cdot 10^{-3}$ мВ/°С,

$dE/dt = 11{,}8 \cdot 10^{-3}$ мВ/°С

$t_з$ =419,58 °С, $t_з$ =630,76 °С, $t_з$ =1084,9 °С.

6.3.3. Вычисляют разности ΔE_n средних арифметических значений ТЭДС каждого поверяемого термопреобразователя $\bar{E}_{пов.п}$ и термопреобразователя образцового $\bar{E}_{обр.п}$ по формуле

$$\Delta E_n = \bar{E}_{пов.п} - \bar{E}_{обр.п} \qquad (7)$$

на глубинах погружения 250 и 300 мм.

6.3.4. Дальнейшую обработку результатов измерений проводят по п.п. 6.2.3–6.2.8.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. На термопреобразователи образцовых платинородий-платиновых термоэлектрических термометров, признанные годными при государственной первичной и периодической поверках выдают свидетельство установленной формы.

7.2. Результаты ведомственной поверки оформляют документом установленной формы.

7.3. В разделе "Результаты государственной поверки" свидетельства приводят следующие данные:

округленные до 0,001 мВ градуировочные значения ТЭДС термопреобразователя при температурах 419,58 °С; 630,76 °С и 1084,9 °С

(для образцовых термопреобразователей всех разрядов);

округленные до 0,001 мВ значения ТЭДС термопреобразователя для целых сотен градусов в диапазоне температур от 300 до 1200 °С (только для образцовых термопреобразователей 2 и 3-го разрядов);

температура свободных концов, при которой действительны приведенные в свидетельстве градуировочные значения ТЭДС;

глубина погружения термопреобразователя в печь при его градуировке (например, от 250 до 300 мм);

округленное до 10^{-4} значение $W_{100}^{пов}$ (или R_{100}/R_0) платинового термоэлектрода (только при первичной поверке).

7.4. Термопреобразователи, не удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, к выпуску в обращение и применению не допускают и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Зам.директора института по научной работе — В.В.Леонов

Зав.лабораторией государственной метрологической службы и стандартизации — Ю.А.Вдовин

Руководитель темы — И.Е.Добровинский

Ответственный исполнитель — Л.И.Лихевская

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Обязательное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМ ОБРАЗЦОВЫХ ПЛАТИНОРОДИЙ-ПЛАТИНОВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ

I. Термопреобразователи предназначены для поверки и градуировки средств измерений температуры в соответствии с поверочной схемой по ГОСТ 8.080-80.

2. Материалы термоэлектродов термопреобразователей должен соответствовать требованиям ТУ 48-I-419-76.

3. Отношение $W_{100} = R_{100}/R_0$ платинового электрода готового термопреобразователя должно быть не менее I,3920.

4. Значение ТЭДС термопреобразователя при температуре I084,9 °С и температуре свободных концов 0 °С должно быть равно (I0575±30) мкВ.

5. Изменение ТЭДС термопреобразователя при температуре I084,9 °С и температуре свободных концов 0 °С после шести часов отжига его при температуре (II00 ± 20) °С не должно превышать 3, 6, 8 мкВ для термопреобразователей I, 2 и 3-го разрядов соответственно.

6. Изменение ТЭДС термопреобразователя при изменении глубины его погружения в градуировочной печи от 300 до 250 мм пр. температуре рабочего конца (II00 ±20) °С и температуре свободных концов 0 °С не должно превышать 3 мкВ.

7. Предел допускаемой погрешности образцовых термопреобразователей не должен превышать значений, указанных в таблице.

Таблица

Наименование реперной точки	Предел допускаемой погрешности, °С, для термопреобразователей разрядов		
	1-ого	2-го	3-го
Цинк	0,3	0,5	1,0
Сурьма	0,4	0,6	1,2
Медь	0,6	0,9	1,8

8. Вероятность безотказной работы термопреобразователя за 500 часов должна быть не менее 0,9.

9. Длина термоэлектродов термопреобразователя должна быть не менее 1000, 1250, 1600 мм в зависимости от модификации.

10. Термопреобразователи всех разрядов, представленные на первичную поверку, должны иметь термоэлектроды длиной не менее 1000 мм.

Термопреобразователи, представленные на периодическую поверку, должны иметь термоэлектроды длиной не менее 850 мм.

11. На цанговом наконечнике термопреобразователя должна быть нанесена маркировка: тип термопреобразователя, заводской номер, год выпуска и товарный знак завода-изготовителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ШАХТНАЯ ГРАДУИРОВОЧНАЯ ПЕЧЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ

I. Шахтная градуировочная печь сопротивления, конструкция которой приведена на черт. I, предназначена для воспроизведения температур затвердевания чистых металлов – цинка (419,58 °С), сурьмы (630,76 °С) и меди (1084,9 °С). Печь рассчитана на работу с цилиндрическими графитовыми тиглями и вкладышами, приведенными на черт. 2, изготовленными из особо чистого графита марок ГМЗ-ОСЧ и МГ-ОСЧ с зольностью не более 0,005 %.

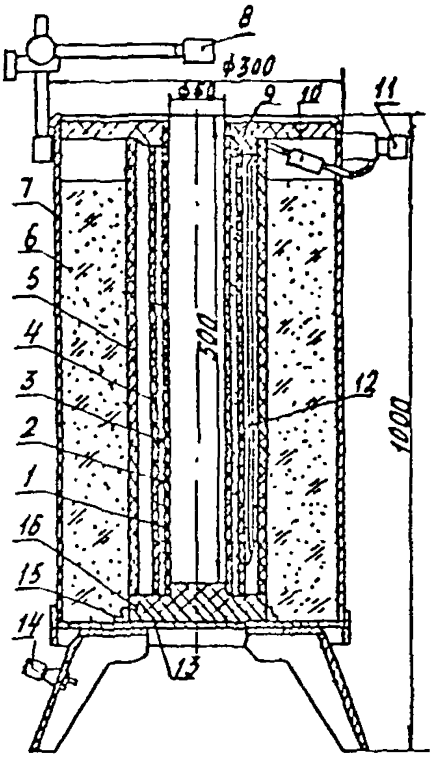
В комплект графитовых изделий входят: тигель – 1 шт., крышка тигля – 1 шт., верхний вкладыш – 3 шт., нижний вкладыш – 4 шт.

Рабочее пространство печи образовано трубой 1 (см. черт.1) из корунда марки КВПТ. Материалом для нагревательной обмотки 2 служит лента из сплава Х23Ю5 по ГОСТ 127766.2-77 сечением 0,25х6 мм. Шаг намотки ленты равен 7 мм. Нагревательная обмотка покрыта слоем огнеупорной массы 3 из окиси алюминия марки ЧДА в порошке с добавкой 15 % (по массе) белой огнеупорной глины ВТ1 по ГОСТ 6137-80 толщиной 3 мм.

Нагревательная обмотка печи плотно обернута в два слоя асбестовым картоном 4 по ГОСТ 2850-80 толщиной 3,0 мм. Концевые вы[illegible] изолированы трубками 12 из кварца ТКПТ-7-90 по ГОСТ 8680-73 и при помощи стальных втулок 10 и медных проводов соединены с зажимами 11 питания печи.

Нагревательная обмотка и наружная труба 5 из высокоглиноземистой керамики по ОСТ 1446-79 опираются на основание 16 из шамота по ГОСТ 390-69, которое заключено в стальную центрирующую обойму 15 по ГОСТ 19903-74, скрепленную жестко со стальным поддоном 13

Шахтная градуировочная печь сопротивления

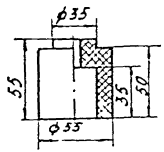


1 - труба; 2 - нагревательная обмотка; 3 - огнеупорная масса; 4 - картон; 5 - наружная труба; 6 - дробленый легковес; 7 - кожух; 8 - держатель; 9 - фланец; 10 - стальные втулки; 11 - зажим; 12 - трубка; 13 - поддон; 14 - зажим заземления; 15 - центрирующая обойма; 16 - основание

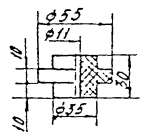
Черт. 1

Тигли и Вкладыши

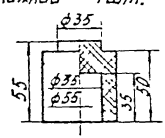
Вкладыш
Верхний - 3 шт.



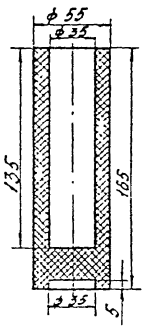
Крышка тигля - 1шт.



Вкладыш
нижний - 4 шт.



Тигель - 1 шт.



Черт. 2

по ГОСТ 19503-74. В поддоне установлен и жестко скреплен с ним кожух 7 стали 1УИ ст. 3 по ГОСТ 16523-70.

Пространство 6 между наружной трубой 5 и кожухом печи заполнено дробленым легковесом по ГОСТ 5040-78 с величиной зерна от 5 до 15 мм.

В верхней части печи нагревательная обмотка и наружная труба центрируются шамотным фланцем 9. Кожух печи закрыт крышкой из листовой стали.

Штатив с держателем 8 закрепляют в требуемом положении охранную кварцевую пробирку с градуируемым термопреобразователем.

Корпус печи поднят над уровнем пола при помощи трех металлических ножек, на одной из которых расположен зажим заземления 14.

2. Рабочее пространство печи заполняют графитовыми вкладышами с центральными отверстиями, установив вкладыши друг на друга дном вверх. Через центральные отверстия вкладышей опускают охранную кварцевую пробирку на глубину 450 мм и закрепляют выступающий из печи конец в держателе штатива. Затем в нее помещают образцовый термопреобразователь 3-го разряда и устанавливают таким образом, чтобы его рабочий спай был примерно на половине высоты рабочего пространства печи. Термоэлектроды термопреобразователя выступают из гибких изоляционных трубок на 10-12 мм.

Термопреобразователь подключают к электроизмерительной установке типа УТТ-6. Свободные концы термоэлектродов термостатируют при 0 °С.

Нагревают печь и выдерживают ее при температуре, не превышающей на 10 °С температуру затвердевания металла, для которого печь предназначена. Продолжительность выдержки должна быть не менее 1 ч. Термоэлектроды термопреобразователя опускают до дна кварцевой пробирки и выдерживают в течение 10 мин. Выполняют две серии изме-

рений ТЭДС термопреобразователя, сначала поднимая его внутри кварцевой пробирки, начиная от дна, на высоту 10 мм над дном и так через каждые 10 мм, а затем, опуская вниз таким же образом. Перед каждым измерением делают выдержку в течение 10 с.

Вычисляют из результатов двух серий измерений для каждой пары отсчетов средние значения ТЭДС, строят по ним график распределения температуры вдоль оси печи и определяют положение максимума.

Устанавливают в нижней части рабочего пространства печи графитовые вкладыши без отверстий, подогнав их общую высоту таким образом, чтобы дно поставленного на них тигля с металлом было на (50±5) мм ниже максимума температуры.

Поверхность образцов меди и сурьмы покрывают слоем измельченного в порошок древесного угля.

Рабочее пространство печи над тиглем заполняют графитовыми вкладышами с центральными отверстиями.

3. Технические характеристики печи

Рабочее пространство:

диаметр, мм 60

высота, мм 500

Температурный градиент по оси графитового тигля с металлом в период фазового равновесия на участке не менее 20 мм, °С/мм, не более 0,0

Максимальная рабочая температура, °С 1100

Сопротивление нагревательной обмотки при 20 °С, Ом 14

Сила тока при разогреве, А, не более 11

Потребляемая мощность при разогреве при силе тока 11 А, кВт, не более 2,0

Время разогрева до 1100 °С при силе тока 11 А, мин., не более 150

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Обязательное

П Р О Т О К О Л №

поверки образцовых платинородий-платиновых термопреобразователей
_____разряда

Номер термопреобразователя	Кем представлен	Год выпуска	Длина электродов, мм		Вид поверки (первичная, периодическая)
			положительного	отрицательного	

Средства поверки:

1. Образцовый платинородий-платиновый термопреобразователь _____разряда, типа _____№_____.
2. Установка типа _____№_____.
3. Образец термоэлектродной платины ОТП № _____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Результат внешнего осмотра _____

_____

2. Определение стабильности и ТЭДС неоднородности термопреобразователей

№ п/п	Температура, °С	ТЭДС в точке меди до отжига, мкВ								Глубина погружения, мм
		[illegible]		[illegible]		Б		Б		
		$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	
1										300
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\overline{\Delta e}_{пл}$										
$\Delta E_{300} = \overline{\Delta e}_{пр} - \overline{\Delta e}_{пл}$										
1										250
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\Delta e_{пл}$										
$\Delta E_{250} = \overline{\Delta e}_{пр} - \Delta e_{пл}$										
$E_{обр.св}$, мкВ										
$\overline{\Delta E} = \frac{\Delta E_{300} + \Delta E_{250}}{2}$										
$E'_{3пов} = E_{обр.св} + \overline{\Delta E}$										

№ п/п	Температура, °С	ТЭДС в точке меди после отжига, мкВ								Глубина погружения, мм
		$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	
I										300
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\overline{\Delta e}_{пл}$										
$\Delta E_{300} = \overline{\Delta e}_{пр} - \overline{\Delta e}_{пл}$										
I										250
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\Delta e_{пл}$										
$\Delta E_{300} = \overline{\Delta e}_{пр} - \overline{\Delta e}_{пл}$										
$\Delta E_{300} - \Delta E_{250}$										
$E_{обр.\,св}$, мкВ										
$\overline{\Delta E} = \frac{\Delta E_{300} + \Delta E_{250}}{2}$										
$E_{зпов} = E_{обр.\,св} + \overline{\Delta E}$										
$\Delta E_{пов} = E'_{зпов} - E_{зпов}$										

Примечание. При периодической поверке $E'_{з\,пов}$ – ТЭДС термопреобразователя при температуре 1084,9 °С по свидетельству о предыдущей поверке

3. Определение ТэдС термопреобразователей в точке сурьмы

№ п/п	Температура, °С	ТэдС в точке сурьмы, мкВ								Глубина погружения, мм
		1		2		3		4		
		$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	
1										
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e_{пр}}$; $\Delta e_{пл}$										
$\Delta E_{300} = \overline{\Delta e_{пр}} - \overline{\Delta e_{пл}}$										
1										250
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e_{пр}}$; $\overline{\Delta e_{пл}}$										
$\Delta E_{250} = \overline{\Delta e_{пр}} - \overline{\Delta e_{пл}}$										
$E_{обр.св}$, мкВ										
$\overline{\Delta E} = \frac{\Delta E_{300} + \Delta E_{250}}{2}$										
$E_{2\,пов} = E_{обр.св} + \overline{\Delta E}$										

4. Определение ТэдС термопреобразователей в точке цинка

№ п/п	Температура, °С	ТэдС в точке цинка, мкВ								Глубина погружения, мм
		$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	$\Delta e_{пр}$	$\Delta e_{пл}$	
1										300
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\overline{\Delta e}_{пл}$										
$\Delta E_{300} = \overline{\Delta e}_{пр} - \overline{\Delta e}_{пл}$										
1										250
2										
3										
4										
$\overline{\Delta e}_{пр}$; $\overline{\Delta e}_{пл}$										
$\Delta E_{250} = \overline{\Delta e}_{пр} - \overline{\Delta e}_{пл}$										
$E_{обр.св}$, мкВ										
$\overline{\Delta E} = \frac{\Delta E_{300} + \Delta E_{250}}{2}$										
$E_{1псв} = E_{обр.св} + \overline{\Delta E}$										

5. Определение показателя чистоты $W_{100}^{псв}$ платиновых термоэлектродов:

$$W_{100}^{псв} = W_{100}^{обр} - 0,4 \cdot 10^{-4} \cdot \overline{\Delta e}.$$

№ п/п	Температура °С	Значение Δe, мкВ			
		№	№	№	№
I					
2					
3					
4					
$\overline{\Delta e}$, мкВ					

6. Исходные данные для расчета градуировочных таблиц

Обозначение	Температура, °С	ТЭДС термопреобразователя, мВ			
		№	№	№	№
$E_{3пов}$	1084,9				
$E_{2пов}$	630,76				
$E_{1пов}$	419,58				

7. Расчет градуировочной таблицы для каждого термопреобразователя

Термопреобразователь №						
Температура, °С	a_t, мВ	b_t, мВ	c_t, мВ	E_t, мВ	Разности ТэДС, мкВ	
					первые	вторые
300						
400						
500						
600						
700						
800						
900						
1000						
1100						
1200						

При занесении в свидетельство о поверке значения E_t при 1200 °С его следует уменьшить на 0,009 мВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

для каждого термопреобразователя производится запись:

Термопреобразователь № _____годен (не годен), соответствует _____разряду, выписано свидетельство №_____.

Дата _____ Поверял _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Т А Б Л И Ц А

для вычисления ТЭДС платинородий-платиновых термопреобразователей, градуированных при температурах затвердевания чистых металлов--цинка (419,58 °С), сурьмы (630,76) и меди (1084,9 °С)

Формула для расчета значений ТЭДС (E_t) термопреобразователей в диапазоне температур от 300 до 1200 °С по результатам их градуировки в точках цинка, сурьмы и меди:

$$E_t = E_1 \cdot \varphi_1(t) + E_2 \cdot \varphi_2(t) + E_3 \cdot \varphi_3(t), \qquad (1)$$

где E_1, E_2, E_3 – значения ТЭДС термопреобразователя, соответствующие температурам затвердевания цинка (t_1), сурьмы (t_2) и меди (t_3)

$$\varphi_1(t) = \frac{(t-t_2)(t-t_3)}{(t_1-t_2)(t_1-t_3)};$$

$$\varphi_2(t) = \frac{(t-t_1)(t-t_3)}{(t_2-t_1)(t_2-t_3)};$$

$$\varphi_3(t) = \frac{(t-t_1)(t-t_2)}{(t_3-t_1)(t_3-t_2)};$$

$$\varphi_1(t) + \varphi_2(t) + \varphi_3(t) \equiv 1.$$

Упрощенное выражение квадратичного уравнения представлено в следующем виде:

$$E_t = a_t + b_t + c_t, \qquad (2)$$

где $a_t = E_1 \cdot \varphi_1(t)$; $b_t = E_2 \cdot \varphi_2(t)$; $c_t = E_3 \cdot \varphi_3(t)$.

В табл. I-3 настоящего приложения приведены значения a_t, b_t и c_t для целых сотен градусов температуры в диапазоне от 300 до 1200 °С и для ряда значений E_1, E_2 и E_3, которые могут быть получены при градуировке образцовых термопреобразователей 2 и 3-го разрядов.

Значения ТэДС при температуре 1200 °С, рассчитанные по формуле (2), следует уменьшить на 0,009 мВ.

Таблица I

Значение a_t, мВ

Температура, °С	E_1, мВ					
	3,434	3,435	3,436	3,437	3,438	3,439
300	6,3452	6,3470	6,3489	6,3507	6,3526	6,3544
400	3,8628	3,8639	3,8651	3,8662	3,8673	3,8684
500	1,8693	1,8698	1,8704	1,8709	1,8714	1,8720
600	0,3645	0,3646	0,3648	0,3649	0,3650	0,3651
700	-0,6514	-0,6516	-0,6517	-0,6519	-0,6521	-0,6523
800	-1,1784	-1,1788	-1,1791	-1,1795	-1,1798	-1,1802
900	-1,2167	-1,2171	-1,2174	-1,2178	-1,2181	-1,2185
1000	-0,7662	-0,7664	-0,7666	-0,7668	-0,7671	-0,7673
1100	0,1732	0,1732	0,1733	0,1733	0,1734	0,1734
1200	1,6014	1,6018	1,6023	1,6028	1,6032	1,6037

Продолжение табл. I

Температура, °С	E_J, мВ					
	3,440	3,441	3,442	3,443	3,444	3,445
300	6,3563	6,3581	6,3600	6,3618	6,3636	6,3655
400	3,8696	3,8707	3,8718	3,8729	3,8741	3,8752
500	1,8725	1,8731	1,8736	1,8742	1,8747	1,8753
600	0,3652	0,3653	0,3654	0,3655	0,3656	0,3657
700	-0,6525	-0,6527	-0,6529	-0,6531	-0,6533	-0,6534
800	-1,1805	-1,1809	-1,1812	-1,1815	-1,1819	-1,1822
900	-1,2188	-1,2192	-1,2196	-1,2199	-1,2203	-1,2206
1000	-0,7675	-0,7678	-0,7680	-0,7682	-0,7684	-0,7686
1100	0,1735	0,1735	0,1736	0,1736	0,1737	0,1737
1200	1,6042	1,6046	1,6051	1,6055	1,6060	1,6065

Продолжение табл. I

Температура, °С	E_J, мВ					
	3,446	3,447	3,448	3,449	3,450	3,451
300	6,3673	6,3692	6,3710	6,3729	6,3747	6,3766
400	3,8763	3,8774	3,8786	3,8797	3,8808	3,8819
500	1,8758	1,8764	1,8769	1,8774	1,8780	1,8785
600	0,3658	0,3659	0,3660	0,3661	0,3662	0,3664
700	-0,6536	-0,6538	-0,6540	-0,6542	-0,6544	-0,6546
800	-1,1826	-1,1829	-1,1833	-1,1836	-1,1839	-1,1843
900	-1,2210	-1,2213	-1,2217	-1,2220	-1,2224	-1,2228
1000	-0,7689	-0,7691	-0,7693	-0,7695	-0,7698	-0,7700
1100	0,1738	0,1738	0,1739	0,1739	0,1740	0,1740
1200	1,6070	1,6074	1,6079	1,6084	1,6088	1,6093

Продолжение табл. I

Температура, °С	E_I, мВ					
	3,452	3,453	3,454	3,455	3,456	3,457
300	6,3784	6,3803	6,3821	6,3840	6,3858	6,3877
400	3,8831	3,8842	3,8853	3,8864	3,8876	3,8887
500	I,879I	I,8796	I,8802	I,8807	I,88I2	I,88I8
600	0,3665	0,3666	0,3667	0,3668	0,3669	0,3670
700	-0,6548	-0,6550	-0,6552	-0,6554	-0,6555	-0,6557
800	-I,I846	-I,I850	-I,I853	-I,I857	-I,I860	-I,I864
900	-I,223I	-I,2235	-I,2238	-I,2242	-I,2245	-I,2249
I000	-0,7702	-0,7704	-0,7706	-0,7709	-0,77II	-0,77I3
II00	0,I74I	0,I74I	0,I742	0,I742	0,I743	0,I743
I200	I,6098	I,6I02	I,6I07	I,6II2	I,6II6	I,6I2I

Продолжение табл. I

Температура, °С	E_I, мВ					
	3,458	3,459	3,460	3,46I	3,462	3,463
300	6,3895	6,39I4	6,3932	6,395I	6,3969	6,3988
400	3,8898	3,8909	3,892I	3,8932	3,8943	3,8954
500	I,8823	I,8829	I,8834	I,8840	I,8845	I,8850
600	0,367I	0,3672	0,3673	0,3674	0,3675	0,3676
700	-0,6559	-0,656I	-0,6563	-0,6565	-0,6567	-0,6569
800	-I,I867	-I,I870	-I,I874	-I,I877	-I,I88I	-I,I884
900	-I,2252	-I,2256	-I,2259	-I,2263	-I,2266	-I,2270
I000	-0,77I5	-0,77I8	-0,7720	-0,7722	-0,7724	-0,7726
II00	0,I744	0,I744	0,I745	0,I745	0,I746	0,I746
I200	I,6I26	I,6I30	I,6I35	I,6I40	I,6I44	I,6I49

Таблица 2

Значение E_2, мВ

Температура, °С	E_2 мВ					
	5,532	5,533	5,534	5,535	5,536	5,537
300	-5,4140	-5,4149	-5,4159	-5,4168	-5,4178	-5,4188
400	-0,7735	-0,7737	-0,7738	-0,7740	-0,7741	-0,7742
500	2,7132	2,7137	2,7142	2,7147	2,7152	2,7157
600	5,0463	5,0472	5,0482	5,0491	5,0500	5,0509
700	6,2258	6,2269	6,2281	6,2292	6,2303	6,2314
800	6,2517	6,2528	6,2539	6,2550	6,2562	6,2573
900	5,1239	5,1248	5,1257	5,1266	5,1276	5,1285
1000	2,8424	2,8429	2,8434	2,8440	2,8445	2,8450
1100	-0,5926	-0,5928	-0,5929	-0,5930	-0,5931	-0,5932
1200	-5,1813	-5,1823	-5,1832	-5,1842	-5,1851	-5,1860

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2мВ					
	5,538	5,539	5,540	5,541	5,542	5,543
300	-5,4198	-5,4208	-5,4217	-5,4227	-5,4237	-5,4247
400	-0,7744	-0,7745	-0,7746	-0,7748	-0,7749	-0,7751
500	2,7162	2,7167	2,7172	2,7176	2,7181	2,7186
600	5,0518	5,0527	5,0536	5,0546	5,0555	5,0564
700	6,2326	6,2337	6,2348	6,2359	6,2371	6,2382
800	6,2584	6,2596	6,2607	6,2618	6,2630	6,2641
900	5,1294	5,1304	5,1313	5,1322	5,1331	5,1340
1000	2,8455	2,8460	2,8465	2,8470	2,8476	2,8481
1100	-0,5933	-0,5934	-0,5935	-0,5936	-0,5937	-0,5938
1200	-5,1870	-5,1879	-5,1888	-5,1898	-5,1907	-5,1917

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2, мВ					
	5,544	5,545	5,546	5,547	5,548	5,549
300	-5,4257	-5,4266	-5,4276	-5,4286	-5,4296	-5,4306
400	-0,7752	-0,7753	-0,7755	-0,7756	-0,7758	-0,7759
500	2,7191	2,7196	2,7201	2,7206	2,7211	2,7216
600	5,0573	5,0582	5,0591	5,0600	5,0609	5,0618
700	6,2393	6,2404	6,2416	6,2427	6,2438	6,2450
800	6,2652	6,2664	6,2675	6,2686	6,2697	6,2709
900	5,1350	5,1359	5,1368	5,1378	5,1387	5,1396
1000	2,8486	2,8491	2,8496	2,8501	2,8506	2,8512
1100	-0,5939	-0,5940	-0,5941	-0,5942	-0,5944	-0,5945
1200	-5,1926	-5,1935	-5,1945	-5,1954	-5,1963	-5,1973

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2, мВ					
	5,550	5,551	5,552	5,553	5,554	5,555
300	-5,4315	-5,4325	-5,4335	-5,4345	-5,4354	-5,4364
400	-0,7760	-0,7762	-0,7763	-0,7765	-0,7766	-0,7767
500	2,7220	2,7225	2,7230	2,7235	2,7240	2,7245
600	5,0628	5,0637	5,0646	5,0655	5,0664	5,0673
700	6,2461	6,2472	6,2483	6,2494	6,2506	6,2517
800	6,2720	6,2731	6,2743	6,2754	6,2765	6,2776
900	5,1405	5,1415	5,1424	5,1433	5,1442	5,1452
1000	2,8517	2,8522	2,8527	2,8532	2,8537	2,8542
1100	-0,5946	-0,5947	-0,5948	-0,5949	-0,5950	-0,5951
1200	-5,1982	-5,1992	-5,2001	-5,2010	-5,2020	-5,2029

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2, мВ					
	5,555	5,557	5,558	5,559	5,560	5,561
300	-5,4374	-5,4384	-5,4394	-5,4403	-5,4413	-5,4423
400	-0,7769	-0,7770	-0,7772	-0,7773	-0,7774	-0,7776
500	2,7250	2,7255	2,7260	2,7265	2,7270	2,7274
600	5,0682	5,0691	5,0701	5,0710	5,0719	5,0728
700	6,2528	6,2540	6,2551	6,2562	6,2573	6,2573
800	6,2788	6,2799	6,2810	6,2822	6,2833	6,2844
900	5,1461	5,1470	5,1479	5,1489	5,1498	5,1507
1000	2,8543	2,8553	2,8558	2,8563	2,8568	2,8573
1100	-0,5952	-0,5953	-0,5954	-0,5955	-0,5956	-0,5958
1200	-5,2038	-5,2048	-5,2057	-5,2066	-5,2076	-5,2085

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2, мВ					
	5,562	5,563	5,564	5,565	5,566	5,567
300	-5,4433	-5,4442	-5,4452	-5,4462	-5,4472	-5,4482
400	-0,7777	-0,7779	-0,7780	-0,7781	-0,7783	-0,7784
500	2,7279	2,7284	2,7289	2,7294	2,7299	2,7294
600	5,0737	5,0746	5,0755	5,0764	5,0774	5,0783
700	6,2596	6,2607	6,2618	6,2630	6,2641	6,2652
800	6,2856	6,2867	6,2878	6,2890	6,2901	6,2912
900	5,1516	5,1526	5,1535	5,1544	5,1554	5,1563
1000	2,8578	2,8584	2,8589	2,8594	2,8599	2,8604
1100	-0,5959	-0,5960	-0,5961	-0,5962	-0,5963	-0,5964
1200	-5,2094	-5,2104	-5,2113	-5,2123	-5,2132	-5,2141

Продолжение табл. 2

Температура, °С	E_2, мВ					
	5,568	5,569	5,570	5,571	5,572	5,573
300	-5,4492	-5,4501	-5,4511	-5,4521	-5,4531	-5,4540
400	-0,7786	-0,7787	-0,7788	-0,7790	-0,7791	-0,7793
500	2,7309	2,7314	2,7319	2,7324	2,7328	2,7333
600	5,0792	5,0801	5,0810	5,0819	5,0828	5,0837
700	6,2663	6,2675	6,2686	6,2697	6,2708	6,2720
800	6,2923	6,2935	6,2946	6,2957	6,2969	6,2980
900	5,1572	5,1581	5,1591	5,1600	5,1609	5,1618
1000	2,8609	2,8614	2,8620	2,8625	2,8630	2,8635
1100	-0,5965	-0,5966	-0,5967	-0,5968	-0,5969	-0,5970
1200	-5,2151	-5,2160	-5,2169	-5,2179	-5,2188	-5,2198

Таблица 3

Значение C_t, мВ

Температура, °С	E_3, мВ					
	10,542	10,543	10,544	10,545	10,546	10,547
300	1,3800	1,3801	1,3802	1,3804	1,3805	1,3806
400	0,1576	0,1577	0,1577	0,1577	0,1577	0,1577
500	-0,3669	-0,3669	-0,3670	-0,3670	-0,3670	-0,3671
600	-0,1936	-0,1936	-0,1937	-0,1937	-0,1937	-0,1937
700	0,6774	0,6775	0,6776	0,6776	0,6777	0,6778
800	2,2463	2,2465	2,2467	2,2470	2,2472	2,2474
900	4,5130	4,5134	4,5138	4,5143	4,5147	4,5151
1000	7,4774	7,4782	7,4789	4,4796	7,4803	7,4810
1100	11,1397	11,1408	11,1418	11,1429	11,1440	11,1450
1200	15,4998	15,5013	15,5028	15,5042	15,5057	15,5072

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,548	I0,549	I0,550	I0,55I	I0,552	I0,553
300	I,3808	I,3809	I,38I0	I,38I2	I,38I3	I,38I4
400	0,I577	0,I578	0,I578	0,I578	0,I578	0,I578
500	-0,3671	-0,3671	-0,3672	-0,3672	-0,3672	-0,3673
600	-0,I937	-0,I938	-0,I938	-0,I938	-0,I938	-0,I938
700	0,6778	0,6779	0,6780	0,6780	0,678I	0,6782
800	2,2476	2,2478	2,2480	2,2482	2,2484	2,2486
900	4,5I56	4,5I60	4,5I64	4,5I68	4,5I73	4,5I77
I000	7,48I7	7,4824	7,483I	7,4838	7,4845	7,4852
II00	II,I46I	II,I47I	II,I482	II,I492	II,I503	II,I5I4
I200	I5,5086	I5,5I0I	I5,5II6	I5,5I30	I5,5I45	I5,5I60

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,554	I0,555	I0,556	I0,557	I0,558	I0,559
300	I,38I6	I,38I7	I,38I8	I,38I9	I,382I	I,3828
400	0,I578	0,I578	0,I578	0,I579	0,I579	0,I579
500	-0,3673	-0,3674	-0,3674	-0,3674	-0,3674	-0,3674
600	-0,I938	-0,I939	-0,I939	-0,I939	-0,I939	-0,I939
700	0,6782	0,6783	0,6783	0,6784	0,6785	0,6785
800	2,2489	2,249I	2,2493	2,2495	2,2497	2,2497
900	4,5I8I	4,5I86	4,5I90	4,5I94	4,5I98	4,5203
I000	7,4860	7,4867	7,4874	7,488I	7,4888	7,4895
II00	II,I524	II,I535	II,I545	II,I556	II,I566	II,I573
I200	I5,5I74	I5,5I89	I5,5204	I5,52I9	I5,5233	I5,5246

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,560	I0,56I	I0,562	I0,563	I0,564	I0,565
300	I,3823	I,3825	I,3826	I,3827	I,3829	I,3830
400	0,I579	0,I579	0,I579	0,I580	0,I580	0,I580
500	-0,3675	-0,3676	-0,3676	-0,3676	-0,3677	-0,3677
600	-0,I940	-0,I940	-0,I940	-0,I940	-0,I940	-0,I940
700	0,6786	0,6787	0,6787	0,6788	0,6788	0,6789
800	2,250I	2,2504	2,2506	2,2508	2,25I0	2,25I2
900	4,5207	4,52II	4,52I5	4,5220	4,5224	4,5228
I000	7,4902	7,4909	7,49I6	7,4924	7,4930	7,4938
II00	II,I588	II,I598	II,I609	II,I6I9	II,I630	II,I640
I200	I5,5263	I5,5277	I5,5292	I5,5307	I5,5322	I5,5336

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,566	I0,567	I0,568	I0,569	I0,570	I0,57I
300	I,383I	I,3832	I,3834	I,3835	I,3836	I,3838
400	0,I580	0,I580	0,I580	0,I580	0,I58I	0,I58I
500	-0,3677	-0,3678	-0,3678	-0,3678	-0,3679	-0,3679
600	-0,I94I	-0,I94I	-0,I94I	-0,I94I	-0,I94I	-0,I942
700	0,6790	0,6790	0,679I	0,6792	0,6792	0,6793
800	2,25I4	2,25I6	2,25I8	2,252I	2,2523	2,2525
900	4,5233	4,5237	4,524I	4,5245	4,5250	4,5254
I000	7,4945	7,4952	7,4959	7,4966	7,4973	7,4980
II00	II,I65I	II,I662	II,I672	II,I683	II,I693	II,I704
I200	I5,537I	I5,5366	I5,5380	I5,5395	I5,54I0	I5,5424

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,572	I0,573	I0,574	I0,575	I0,576	I0,577
300	I,3839	I,3840	I,3842	I,3843	I,3844	I,3846
400	0,I58I	0,I58I	0,I58I	0,I58I	0,I582	0,I582
500	-0,3679	-0,3680	-0,3680	-0,3680	-0,368I	-0,368I
600	-0,I942	-0,I942	-0,I942	-0,I942	-0,I942	-0,I943
700	0,6794	0,6794	0,6795	0,6796	0,6796	0,6797
800	2,2527	2,2529	2,253I	2,2533	2,2536	2,2538
900	4,5258	4,5262	4,5267	4,527I	4,5275	4,528I
I000	7,4987	7,4994	7,5002	7,5009	7,50I6	7,5023
II00	II,I7I4	II,I725	II,I735	II,I746	II,I757	II,I767
I200	I5,5439	I5,5454	I5,5469	I5,5483	I5,5498	I5,55I3

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	I0,578	I0,579	I0,580	I0,58I	I0,582	I0,583
300	I,3847	I,3848	I,3850	I,385I	I,3852	I,3854
400	0,I582	0,I582	0,I582	0,I582	0,I582	0,I582
500	-0,3682	-0,3682	-0,3682	-0,3682	-0,3683	-0,3683
600	-0,I943	-0,I943	-0,I943	-0,I944	-0,I944	-0,I944
700	0,6798	0,6798	0,6799	0,6799	0,6800	0,680I
800	2,2540	2,2542	2,2544	2,2546	2,2548	2,2550
900	4,5284	4,5288	4,5292	4,5297	4,530I	4,5305
I000	7,5030	7,5037	7,5044	7,505I	7,5058	7,5065
II00	II,I778	II,I788	II,I799	II,I809	II,I820	II,I830
I200	I5,5527	I5,5542	I5,5557	I5,5572	I5,5586	I5,560I

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3 мВ					
	10,584	10,585	10,586	10,587	10,588	10,589
300	1,3855	1,3856	1,3857	1,3859	1,3860	1,3861
400	0,1583	0,1583	0,1583	0,1583	0,1583	0,1583
500	-0,3684	-0,3684	-0,3684	-0,3685	-0,3685	-0,3685
600	-0,1944	-0,1944	-0,1944	-0,1945	-0,1945	-0,1945
700	0,6801	0,6802	0,6803	0,6803	0,6804	0,6805
800	2,2553	2,2555	2,2557	2,2559	2,2561	2,2563
900	4,5310	4,5314	4,5318	4,5322	4,5327	4,5331
1000	7,5072	7,5080	7,5087	7,5094	7,5101	7,5108
1100	11,1841	11,1852	11,1862	11,1873	11,1883	11,1894
1200	15,5616	15,5630	15,5645	15,5660	15,5674	15,5689

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	10,590	10,591	10,592	10,593	10,594	10,595
300	1,3863	1,3864	1,3865	1,3867	1,3868	1,3869
400	0,1584	0,1584	0,1584	0,1584	0,1584	0,1584
500	-0,3686	-0,3686	-0,3686	-0,3687	-0,3687	-0,3687
600	-0,1945	-0,1945	-0,1946	-0,1946	-0,1946	-0,1946
700	0,6805	0,6806	0,6806	0,6807	0,6808	0,6808
800	2,2565	2,2568	2,2570	2,2572	2,2574	2,2576
900	4,5335	4,5340	4,5344	4,5348	4,5352	4,5357
1000	7,5115	7,5122	7,5129	7,5136	7,5143	7,5150
1100	11,1904	11,1915	11,1926	11,1936	11,1947	11,1957
1200	15,5704	15,5718	15,5733	15,5748	15,5763	15,5777

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	10,596	10,597	10,598	10,599	10,600	10,601
300	1,3870	1,3872	1,3873	1,3874	1,3876	1,3877
400	0,1584	0,1585	0,1585	0,1585	0,1585	0,1585
500	-0,3688	-0,3688	-0,3688	-0,3689	-0,3689	-0,3690
600	-0,1946	-0,1946	-0,1947	-0,1947	-0,1947	-0,1947
700	0,6809	0,6810	0,6810	0,6811	0,6812	0,6812
800	2,2578	2,2580	2,2582	2,2584	2,2587	2,2589
900	4,5361	4,5365	4,5370	4,5374	4,5378	4,5382
1000	7,5158	7,5165	7,5172	7,5179	7,5185	7,5193
1100	11,1968	11,1978	11,1989	11,2000	11,2010	11,2021
1200	15,5792	15,5808	15,5821	15,5836	15,5851	15,5866

Продолжение табл. 3

Температура, °С	E_3, мВ					
	10,602	10,603	10,604	10,605	10,606	10,607
300	1,3878	1,3880	1,3881	1,3882	1,3884	1,3885
400	0,1585	0,1586	0,1586	0,1586	0,1586	0,1586
500	-0,3690	-0,3690	-0,3690	-0,3691	-0,3691	-0,3691
600	-0,1947	-0,1948	-0,1948	-0,1948	-0,1948	-0,1948
700	0,6813	0,6814	0,6814	0,6815	0,6816	0,6816
800	2,2591	2,2593	2,2595	2,2597	2,2599	2,2602
900	4,5387	4,5391	4,5395	4,5400	4,5404	4,5408
1000	7,5200	7,5207	7,5214	7,5221	7,5228	7,5236
1100	11,2031	11,2042	11,2052	11,2063	11,2074	11,2084
1200	15,5880	15,5895	15,5910	15,5924	15,5939	15,5954

РАЗРАБОТАН ВНИИМС Государственного комитета СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Добровинский И.Е., канд. техн. наук (руководитель темы); Литевская Л.И.

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ лабораторией государственной метрологической службы и стандартизации ВНИИМС

Заведующий лабораторией Вдовин Ю.А.

Младший научный сотрудник Урванцев Б.А.

УТВЕРЖДЕН директором ВНИИМС Н.Г.Семенко

ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 8.080-80	вводная часть, приложение I
ГОСТ 8.513-84	п. 4.1.1
ГОСТ 390-69	приложение 2
ГОСТ 427-75	п. 2.1
ГОСТ 859-78	п. 2.1
ГОСТ 982-80	п. 4.2.4.1
ГОСТ 1089-82	п. 2.1
ГОСТ 2850-80	приложение 2
ГОСТ 3640-79	п. 2.1
ГОСТ 5040-78	приложение 2
ГОСТ 6137-80	приложение 2
ГОСТ 6323-79	п. 5.3.3.4

Продолжение табл.

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 8620-73	п. 2.1; приложение 2
ГОСТ 8711-72	п. 2.1
ГОСТ 12766.2-77	приложение 2
ГОСТ 16523-70	приложение 2
ГОСТ 17299-78	п. 4.2.4.1
ГОСТ 18389-73	п. 2.1
ГОСТ 19903-74	приложение 2
ГОСТ 21207-75	п. 2.1
ОСТ 1446-79	приложение 2
ТУ 16-517.847-74	п. 2.1
ТУ 48-1-419-76	приложение 1
ТУ 50-239-84	п. 2.1
ТУ 50-240-80	п. 2.1

gost.e-ecolog.ru