

УТВЕРЖДАЮ:



Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

09 2007 г.

**КАЛИБРАТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ
СЕРИИ АТС-R МОДЕЛЕЙ АТС-125/140/156/157/250/320/650
(ИСПОЛНЕНИЯ «А» И «В»)**

фирмы АМТЕК Denmark A/S, Дания

Методика поверки

1-р 20262-07

Москва, 2007 г.

Настоящая методика распространяется на калибраторы температуры серии АТС-R моделей АТС-125/140/156/157/250/320/650 (исполнения «А» и «В») фирмы АМЕТЕК Denmark A/S, Дания и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Периодичность поверки - не реже одного раза в два года.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Операции, выполняемые при поверке, и применяемые средства поверки, указаны в табл.1.

Таблица 1

№№ п/п	Наименование операции	№ пункта методики	Средства поверки и их технические характеристики
1.	Внешний осмотр	5.1	Визуально
2.	Определение погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру	5.2	Цифровой прецизионный термометр сопротивления DTI-1000, диапазон измерений: от минус 50 до 650 °С, пределы допускаемой основной погрешности: $\pm (0,03 + \text{ед.мл.разр})$ °С (в диапазоне от минус 50 °С до 400 °С), $\pm (0,06 + \text{ед.мл.разр.})$ °С (в диапазоне св. 400 °С до 650 °С). Термометр сопротивления платиновый эталонный 3-го разряда ТСПН-5В. Измеритель температуры прецизионный многоканальный МИТ 8-15. Комплект принадлежностей для использования калибраторов мод. АТС-140/250 в качестве жидкостных термостатов. ПО JOFRACAL.
3.	Определение нестабильности поддержания заданной температуры	5.3	Цифровой прецизионный термометр сопротивления DTI-1000, персональный компьютер. Термометр сопротивления платиновый эталонный 3-го разряда ТСПН-5В. Измеритель температуры прецизионный многоканальный МИТ 8-15. Комплект принадлежностей для использования калибраторов мод. АТС-140/250 в качестве жидкостных термостатов. ПО JOFRACAL.
4.	Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сопротивлений штатного и поверяемого термопреобразователей сопротивления	5.4	Мера электрического сопротивления многозначная Р3026-1, класс точности 0,002. Комплект контрольных проводов (в т.ч. и с разъемом типа LEMO). ПО JOFRACAL.
5.	Определение основной абсолютной погрешности канала измерений милливольтовых сигналов	5.5	Калибратор напряжений П327, погрешность $(2U+0,2)$ мкВ, где U - установленное напряжение (В). Разъем для подключения термоэлектрических преобразователей.

	от термопар		ПО JOFRACAL.
6.	Определение основной абсолютной погрешности канала измерений входных сигналов в мА.	5.6	Компаратор напряжений Р3003 с калибратором тока ЕР 3003, погрешность не более 0,002 %. Комплект контрольных проводов. ПО JOFRACAL.
7.	Определение основной абсолютной погрешности канала измерений входных сигналов в В.	5.7	Калибратор напряжений П327, погрешность (2U+0,2) мкВ, где U установленное напряжение (В). Комплект контрольных проводов. ПО JOFRACAL.
8.	Определение основной абсолютной погрешности канала измерений температуры со штатным платиновым термопреобразователем сопротивления углового типа (только для исполнения «В»).	5.8	Платиновые термометры сопротивления эталонные 1-го разряда: ТСПН-4В, диапазон измерений от минус 196 до 0 °С; ЭТС-25, диапазон измерений от 0 до 660,323 °С. Измеритель температуры прецизионный многоканальный МИТ 8-15, программное обеспечение. Комплект принадлежностей для использования калибраторов мод. АТС-140/250 в качестве жидкостных термостатов. Кабель с разъемами LEMO (для штатного ТС). ПО JOFRACAL.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

2.1 При поверке необходимо выполнять "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Главэнергонадзором, а также соблюдать правила безопасности, содержащиеся в эксплуатационной документации на поверяемый калибратор температуры и на средства поверки.

2.2 К поверке допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию, обученных правилам техники безопасности и изучивших настоящую методику.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки калибраторов температуры серии АТС-Р должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 3;
Относительная влажность воздуха, %	65 ± 15;
Атмосферное давление, кПа	101,3 ± 4;
Напряжение питания, В	220 ⁺¹⁰ ₋₁₅ .

4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 Подготовить к работе эталонные средства измерений и поверяемый калибратор в соответствии с эксплуатационной документацией.

Перед проведением поверки калибраторы должны быть выдержаны при нормальной температуре не менее 3 часов

4.2 Для поверки калибраторов моделей АТС-125/156/157/320/650 необходимо выбрать одноканальный и двухканальный (только для калибраторов исполнения «В») металлические сменные блоки с соответствующими диаметрами посадочного гнезда для эталонного термометра сопротивления и штатного термопреобразователя сопротивления. Кольцевой зазор между защитной оболочкой эталонного термометра сопротивления и внутренними стенками блока не должен превышать 0,1 мм.

4.3 Для поверки калибраторов моделей АТС-140/250 тоже используют одноканальные и двухканальные (только для калибраторов исполнения «В») металлические блоки, а также теплоизолирующие крышки с одним и двумя отверстиями, которые необходимы при работе с маслом.

4.4 Перед началом поверки необходимо загрузить в персональный компьютер ПО JOFRACAL.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре необходимо убедиться в отсутствии видимых повреждений калибратора.

5.2 Определение погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру.

Погрешность установления заданной температуры определяют с помощью эталонного платинового термометра сопротивления не менее, чем при пяти значениях температуры, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур, включая начало и конец диапазона.

5.2.1 Помещают сменный блок в калибратор, затем погружают эталонный термометр сопротивления в отверстие центрального канала блока сравнения и задают необходимое значение температуры, соответствующее первой поверяемой температурной точке.

При определении погрешности установления заданной температуры по внутреннему термометру в калибраторах, применяемых в качестве жидкостных термостатов (модели АТС-140/250), эталонный термометр погружают через просверленное отверстие в теплоизолирующей крышке в резервуар до решетки специальной вставки. Уровень заполнения резервуара маслом определяется верхним пределом диапазона воспроизводимых температур калибратора (90% для калибраторов мод. АТС-140 и 80% - для мод. АТС-250).

5.2.2 После звукового сигнала стабилизации температуры и отображении на дисплее калибратора соответствующего символа, а также достижения стабилизации показаний температуры эталонного термометра, снимают в течение 10 минут с интервалом не более 2 минут показания эталонного термометра.

5.2.3 Операции по п.п. 5.2.1, 5.2.2 повторяют для остальных поверяемых точек.

5.2.4 Погрешность установления заданного значения температуры (Δ_y) определяется как разность между значением температуры по внутреннему термометру калибратора (t_3) и средним арифметическим значением температуры, измеренной эталонным термометром ($\overline{t_0}$).

Погрешность установления заданного значения температуры (Δ_y) вычисляется по формуле:

$$\Delta_y = |t_3 - \overline{t_0}|,$$

где: t_3 - значение температуры по внутреннему термометру калибратора, °С,

$\overline{t_0}$ - среднее арифметическое значение температуры, измеренной эталонным термометром, °С.

Погрешность установления заданной температуры не должна превышать допустимого значения погрешности, указанного в технической документации на калибратор.

5.2.5 В случае превышения предела допустимой погрешности необходимо провести рекалибровку (подстройку) внутреннего термометра (READ) при помощи эталонного термометра и ПО «AmeTrim-ATC», руководствуясь при этом инструкцией по обслуживанию данного программного продукта.

После завершения процесса рекалибровки необходимо снова проделать операции по п.п.5.2.1-5.2.4.

5.3 Определение нестабильности поддержания заданной температуры.

Нестабильность поддержания температуры определяют при трех значениях температур, соответствующих двум крайним и среднему значениям диапазона воспроизводимых температур.

Допускается определять нестабильность совместно с определением погрешности установления заданной температуры.

5.3.1 Проводят операции по п.п. 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3.

5.3.2 Для определения нестабильности поддержания заданной температуры производят автоматическую запись показаний эталонного термометра сопротивления в течение 30 минут с интервалом 30 с в установившемся температурном режиме с использованием программного обеспечения DTI-1000 или МИТ 8-15.

5.3.3 Нестабильность вычисляют по формуле:

$$\max | t_i - t_{cp} |,$$

где: t_i – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С,

t_{cp} – среднее арифметическое значение температуры, измеренной эталонным термометром, °С.

Полученное значение нестабильности не должно превышать значения, нормированного в технической документации на калибратор температуры.

5.4. Определение основной абсолютной погрешности каналов измерений сопротивлений штатного и поверяемого термопреобразователей сопротивления.

Абсолютную погрешность определяют в шести точках диапазона измерений сопротивления близких к следующим значениям: 1; 10; 50; 100; 200; 330 Ом, что в температурном эквиваленте соответствует диапазону измерений от минус 200 до 650 °С платинового термометра сопротивления с номинальным значением $R_0=100$ Ом.

5.4.1 Каналы измерений сопротивлений штатного (TRUE) и поверяемого (SENSOR) термопреобразователей сопротивления (ТС) устанавливают в режим измерений сопротивления с разрешением 0,001 Ом.

5.4.2 Устанавливают на многозначной мере электрического сопротивления (далее – магазин сопротивлений) первое значение сопротивления и поочередно, при помощи контрольных проводов, подают сопротивление с магазина сопротивлений на каналы TRUE и SENSOR.

5.4.3 Повторяют операции по п.5.4.2 для остальных поверяемых точек.

5.4.4 Абсолютную погрешность (Δ_R) калибратора при измерении сопротивления вычисляют по формуле:

$$\Delta_R = \pm(R_X - R_{MC}),$$

где R_X – показание калибратора, Ом;

R_{MC} – значение сопротивления, подаваемое с магазина сопротивлений, Ом.

Значение Δ_R в поверяемых точках не должны превышать значений, рассчитанных по формулам:

$\pm (0,001 \% \text{ от показания} + 0,002 \% \text{ от верхнего предела диапазона измерений})$ (для канала измерения сопротивлений TRUE), Ом;

$\pm (0,005 \% \text{ от показания} + 0,005 \% \text{ от верхнего предела диапазона измерений})$ (для канала измерения сопротивлений *SENSOR* – 3-х, 4-х пр. схема), Ом;
 $\pm (0,005 \% \text{ от показания} + 0,005 \% \text{ от верхнего предела диапазона измерений} + 0,05 \text{ Ом})$ (для канала измерения сопротивлений *SENSOR* – 2-х пр. схема), Ом.

5.4.5 В случае превышения предела допускаемой погрешности необходимо провести рекалибровку (подстройку) канала (или каналов) при помощи многозначной меры и ПО JOFRACAL, руководствуясь при этом инструкцией по обслуживанию данного программного продукта.

После завершения процесса рекалибровки необходимо снова проделать операции по п.п.5.4.1-5.4.4.

5.5 Определение основной абсолютной погрешности канала измерений милливольтовых сигналов от термопар.

5.5.1 Абсолютную погрешность калибратора канала измерений милливольтового сигнала определяют в десяти точках диапазона измерений от -78 до 78 мВ, равномерно расположенных во всем диапазоне.

5.5.2 В соответствии с руководством по эксплуатации при помощи клавиатуры устанавливают калибратор в режим измерений мВ-сигнала.

5.5.3 Выход калибратора напряжений соединяют при помощи разъема для подключения термоэлектрических преобразователей с мВ-входом калибратора температуры.

5.5.4 Милливольтовый сигнал от калибратора напряжений, соответствующий первой поверяемой точке, подают на термопарный вход калибратора и снимают показания. Повторяют эту операцию для остальных поверяемых точек.

5.5.5 Абсолютная погрешность в каждой поверяемой точке определяется как разность между значением напряжения, измеренного калибратором температуры, и действительным значением напряжения на выходе калибратора напряжений.

5.5.6 Значения абсолютной погрешности во всех поверяемых точках не должны превышать значений, рассчитанных по формуле:

$\pm (0,01 \% \text{ от показания} + 0,005 \% \text{ от верхнего предела диапазона измерений}), \text{ мВ.}$

5.5.7 В случае превышения предела допускаемой погрешности необходимо провести рекалибровку (подстройку) канала при помощи калибратора напряжений и ПО «AmeTrim-ATC», руководствуясь при этом инструкцией по обслуживанию данного программного продукта.

После завершения процесса рекалибровки необходимо снова проделать операции по п.п.5.5.1-5.5.6.

5.6 Определение основной абсолютной погрешности канала измерений входных сигналов в мА.

5.6.1 Абсолютную погрешность калибратора при измерении токового сигнала определяют в шести точках диапазона измерений, соответствующим следующим значениям: 1,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 24,0 мА.

5.6.2 В соответствии с руководством по эксплуатации при помощи клавиатуры устанавливают калибратор в режим измерений мА-сигнала.

5.6.3 Токовый выход калибратора тока соединяют с пассивным токовым входом калибратора температуры.

5.6.4 Сигнал от калибратора тока, соответствующий первой поверяемой точке, подают на токовый вход калибратора температуры и снимают показания. Повторяют эту операцию для остальных поверяемых точек.

5.6.5 Абсолютная погрешность в каждой поверяемой точке определяется как разность между значением тока, измеренного калибратором температуры, и действительным значением тока на выходе калибратора тока.

5.6.6 Значения абсолютной погрешности во всех поверяемых точках не должны превышать значений, рассчитанных по формуле:

$$\pm (0,01 \% \text{ от показания} + 0,015 \% \text{ от верхнего предела диапазона измерений}), \text{ мА.}$$

5.6.7 В случае превышения предела допускаемой погрешности необходимо провести рекалибровку (подстройку) канала при помощи калибратора тока и ПО «AmeTrim-ATC», руководствуясь при этом инструкцией по обслуживанию данного программного продукта.

После завершения процесса рекалибровки необходимо снова проделать операции по п.п.5.6.1-5.6.6.

5.7 Определение основной абсолютной погрешности канала измерений входных сигналов в В.

5.7.1 Абсолютную погрешность калибратора при измерении сигнала напряжения постоянного тока определяют в десяти точках диапазона измерений, соответствующим следующим значениям: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 В.

5.7.2 В соответствии с руководством по эксплуатации при помощи клавиатуры устанавливают калибратор в режим измерений В-сигнала

5.7.3 Калибратор напряжений соединяют с входом сигнала напряжения калибратора температуры.

5.7.4 Сигнал от калибратора, соответствующий первой поверяемой точке, подают на вход калибратора температуры при помощи источника питания постоянного тока и снимают показания. Повторяют эту операцию для остальных поверяемых точек.

5.7.5 Абсолютная погрешность в каждой поверяемой точке определяется как разность между значением напряжения, измеренного калибратором температуры, и действительным значением напряжения на выходе калибратора тока.

5.7.6 Значения абсолютной погрешности во всех поверяемых точках не должны превышать значений, рассчитанных по формуле:

$$\pm (0,005 \% \text{ от показания} + 0,015 \% \text{ от диапазона измерений}) \text{ В.}$$

5.6.7 В случае превышения предела допускаемой погрешности необходимо провести рекалибровку (подстройку) канала при помощи калибратора тока и ПО «AmeTrim-ATC», руководствуясь при этом инструкцией по обслуживанию данного программного продукта.

После завершения процесса рекалибровки необходимо снова проделать операции по п.п.5.6.1-5.6.6.

5.8 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры со штатным платиновым термопреобразователем сопротивления углового типа.

Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры со штатным платиновым термопреобразователем сопротивления углового типа проводят после положительного результата проверки канала измерений сопротивления штатного термопреобразователя сопротивления (TRUE).

Абсолютную погрешность определяют в калибраторах температуры с использованием 2-х канального блока сравнения или же теплоизолирующей крышки с двумя отверстиями (для моделей АТС-140/250, применяемых в качестве жидкостных термостатов), и платинового термометра сопротивления эталонного 1-го разряда в 5-ти точках, равномерно расположенных в диапазоне воспроизводимых температур, включая нижний и верхний пределы диапазона.

5.8.1 Эталонный термометр сопротивления и штатный ТС помещают в двухканальный блок сравнения с кольцевыми зазорами не более 0,1 мм или же помещают эталонный термометр и ТС через просверленные отверстия теплоизолирующей крышки в масляный резервуар до решетки специальной вставки.

5.8.2 Эталонный 1-го разряда платиновый термометр сопротивления (ТСПН-4В или ЭТС-25) подключают к одному из каналов прецизионного измерителя температуры МИТ 8-15, штатный термопреобразователь сопротивления – к входу для эталонного термометра калибратора температуры (Reference Input).

Загружают в МИТ 8-15 на канал, к которому подключен эталонный термометр, градуировочные коэффициенты (в соответствии с МТШ-90).

Перед началом измерений необходимо войти в программу JOFRACAL и в соответствии с инструкцией по обслуживанию ввести пары значений температура-сопротивление («calculated») для штатного ТС, взятые из сертификата о калибровке этого термопреобразователя.

5.8.3 Устанавливают температуру в калибраторе, соответствующую первой температурной точке. После десяти минутной выдержки термометров при установившемся режиме стабилизации (по эталонному термометру) в калибраторе снимают не менее 10 показаний эталонного термометра (с дисплея МИТ 8-15) и штатного ТС (с дисплея калибратора) и вычисляют средние арифметические значения температур.

5.8.4 Операции по п.5.8.3 выполняют для остальных значений температуры.

5.8.5 Абсолютная погрешность канала измерений температуры со штатным платиновым термопреобразователем сопротивления углового типа вычисляется как разность между средними арифметическими значениями температуры штатного термопреобразователя сопротивления и эталонного термометра.

Абсолютная погрешность канала измерений температуры (Δt_{TRUE}) не должна превышать следующих значений:

$\pm 0,04$ °С – для калибраторов температуры АТС-140В/156В/157В;

$\pm 0,06$ °С – для калибраторов температуры АТС-125В;

$\pm 0,07$ °С – для калибраторов температуры АТС-250В/320В;

$\pm 0,11$ °С – для калибраторов температуры АТС-650В.

В случае, если Δt_{TRUE} превышает допустимое значение погрешности, необходимо произвести переградуировку штатный термопреобразователя сопротивления.

5.8.6 Переградуировку штатного платинового термопреобразователя сопротивления углового типа выполняют в калибраторах температуры серии АТС-Р с использованием 2-х канального блока сравнения или теплоизолирующей крышки с двумя отверстиями, и эталонного платинового термометра сопротивления 1-го разряда в диапазоне, соответствующему диапазону температур, воспроизводимых данной моделью калибратора, не менее чем в 5-ти точках для термопреобразователя, входящего в комплект калибраторов АТС-125В/140В/156В/157В и не менее чем в 6-ти точках для термопреобразователей, входящих в комплект калибраторов АТС-250В/320В/650В.

5.8.7 Выполняют операции по п.5.8.1.

5.8.8 Эталонный 1-го разряда платиновый термометр сопротивления подключают к одному из 2-х каналов прецизионного измерителя МИТ 8-15, штатный термопреобразователь сопротивления к другому каналу.

Канал МИТ 8-15, к которому подключен градулируемый ТС, устанавливают в режим измерений сопротивления.

5.8.9 Устанавливают температуру в калибраторе, соответствующую первой температурной точке. После десяти минутной выдержки термометров при установившемся режиме стабилизации (по эталонному термометру) в калибраторе запускают программное обеспечение МИТ 8-15 и производят запись показаний температуры эталонного термометра и сопротивления

градуированного ТС в течение 10 минут. После завершения процесса записи находят средние арифметические значения температуры и сопротивления.

5.8.10 Операции по п.5.8.9 выполняют для остальных градуировочных температурных точек.

5.8.11 При помощи программного обеспечения JOFRACAL вводят и загружают в память калибратора пары значений температура-сопротивление для переградуированного штатного термопреобразователя сопротивления.

5.8.12 После введения новой градуировочной характеристики штатного ТС выполняют операции по п.п.5.8.1-5.8.5.

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительном результате поверки калибратора оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

6.2 При отрицательном результате поверки калибратор к применению не допускают. Свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

Начальник лаборатории термометрии ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМС»



Е.В. Васильев

Научный сотрудник лаборатории термометрии
ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов