УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГУП ВНИИМС
_____А.И.Асташенков
«___»_____2001г.

Комплекты термопреобразователей
сопротивления для сетей теплоснабжения
КТСМ, КТСП.

Методика поверки.
1.р 22130-01

Москва-2001 г.

Содержание

1 Операции поверки.....4
2 Средства поверки.....5
3 Требования безопасности.....6
4 Условия поверки и подготовка к ней.....7
5 Проведение поверки.....8
6 Оформление результатов поверки.....14
Приложение А. Схема поверки.....15
Приложение Б. Результаты поверки 16

Введение

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты термопреобразователей сопротивления медные КТСМ, платиновые КТСП для систем теплоснабжения (далее – комплекты ТС), состоящие из двух термопреобразователей сопротивления медных ТСМ Метран-204 (НСХ 100М), платиновых ТСП Метран-206 (НСХ 100П), ТСП Метран-226 (НСХ Pt100), ТСП Метран-227 (НСХ Pt500), ТСП Метран-228 (НСХ Pt1000).

Здесь и далее НСХ- номинальная статическая характеристика преобразования по ГОСТ 6651-94.

Комплекты ТС предназначены для измерения температуры и разности температур воды в составе теплосчетчиков и других приборов учета и контроля тепловой энергии теплоснабжающих и теплопотребляющих организаций.

1 Операции поверки

1.1 Операции поверки комплектов ТС должны проводиться в объеме и последовательности, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Методика поверки
1 Внешний осмотр	5.1
2 Проверка целостности электрических цепей ТС	5.2
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	5.3
4 Проверка R_0 и W_{100} ТС комплекта	5.4
5 Определение основной погрешности из~~мерени~~я разности температур КТСМ	5.5
6 Определение основной погрешности измерения разности температур КТСП	5.6
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по пп.1, 2, 3 таблицы 1 термометры бракуются, а при отрицательных результатах по п.4 допускается комплектация новых пар термометров.	

2 Средства поверки

Используемые средства поверки комплектов ТС приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование СИ и инструмента	Основные технические характеристики	Тип СИ и инструмента
Блок измерительный	Установка измерительного тока от 0,2 до 1 мА	БИ-2
Термостат паровой	Погрешность воспроизведения точки кипения воды ±0,03 °С	ТП-1М
Термостат нулевой	Погрешность воспроизведения температуры таяния льда ±0,02 °С	ТН-12
Образцовый платиновый термометр сопротивления 1-го разряда	Диапазон измеряемых температур от 0 до 630 °С	ПТС-10М
Термостат сухой (воздушный)	Диапазон температур от 25 до 200 °С Погрешность поддержания температур ±0,1 °С	ТС200
Барометр	Диапазон измерения от 550 до 850 мм.рт.ст. Погрешность отсчета ±1 мм.рт.ст	М110
Цифровой универсальный вольтметр	Предел измерения 0,2 В, класс точности 0,002 200 Ом	В7-54/2
Мегаомметр	Предел измерения 10^4 МОм. Испытательное напряжение 100 В, класс точности ±2,5	Ф4101
Гигрометр психрометрический	Диапазон измеряемых относительных влажностей от 10 до 100 %. Погрешность измерения ±5 %	ВИТ-2
Морозильная камера	Полезный объем 200 л, температура внутри морозильной камеры минус 18°С	Орск-115
Устройство для дробления льда	Время измельчения бруска льда не более 30 с	УДЛ-1
Линейка металлическая	Диапазон измерений от 0 до 1000 мм. Погрешность отсчета ±1 мм	Л1000
Примечание – Допускается применение других средств измерения и инструментов с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.		

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные ГОСЭНЕРГОНАДЗОРОМ, и требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2 К работе на поверочном оборудовании допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие технические описания и инструкции по эксплуатации на средства поверки.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±10) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.).

4.2 Перед началом поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- подготовить средства измерения и вспомогательные средства поверки согласно эксплуатационной документации и требований ГОСТ 8.461-82;
- подготовить водо-ледяную смесь для нулевого термостата согласно инструкции ТИ 203.00.0000.003;
- погрузить в нулевой термостат образцовый и поверяемые ТС на одинаковую глубину до 300 мм;
- собрать измерительную установку в соответствии со схемой приложения А;
- время выдержки образцового и поверяемых ТС в термостатах должно обеспечивать стабильность их установившегося теплового равновесия, но быть не менее 20 мин.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых ТС комплекта требованиям ТУ в части маркировки и пломбирования, а также:

- защитная арматура, контакты клеммной колодки и выводы не должны иметь видимых разрушений и загрязнений;

- резьба на накидной гайке не должна иметь механических повреждений.

5.2 Опробование

С помощью цифрового вольтметра, работающего в режиме измерения сопротивления и подключенного к контактам клеммной колодки ТС в соответствии с его электрической схемой, проверить целостность его внутренних цепей.

Термометр сопротивления комплекта считается выдержавшим опробование, при температуре окружающего воздуха (20±5) °С лежащих в пределах от 106 до 111 Ом для НСХ 100М, от 105 до 110 Ом для НСХ 100П, Pt100, от 525 до 550 Ом для НСХ Pt500, от 1050 до 1100 Ом для НСХ Pt1000.

5.3 Проверка сопротивления изоляции выводов ЧЭ относительно защитной арматуры ТС комплекта осуществляется с помощью мегаомметра при приложении испытательного напряжения 100 В.

ТС комплекта считаются выдержавшими испытание, если сопротивление изоляции каждого из них не менее 100 МОм при температуре от 15 до 35 °С и относительной влажности не более 80 %.

5.4 Определение R_0 и W_{100} ТС комплекта

5.4.1 Измерить сопротивления ~~образцового~~ эталонного $R(0)_{обр}$ и поверяемых ТС комплекта $R^г(0)_{изм}$, $R^х(0)_{изм}$ в нулевом термостате (точке плавления льда) по ГОСТ 8.461-82.

Примечание: индекс"Г" условно относится к ТС устанавливаемому на горячий трубопровод(подающий), индекс "Х"- к ТС монтируемому на холодном (обратном) трубопроводе.

5.4.2 Измерить сопротивления ~~образцового~~ эталонного $R(100)_{обр}$ и поверяемых ТС комплекта $R^г(100)_{изм}$, $R^х(100)_{изм}$ в паровом термостате (точке кипения воды).

5.4.3 Измерить сопротивления ~~образцового~~ эталонного $R(150)_{обр}$ и поверяемых ТС КТСП в сухом термостате при температуре 150 °С. Медные?

5.4.4 Привести значения сопротивлений поверяемых ТС комплекта (измеренные значения) к номинальным температурам 0 и 100 °С с помощью таблиц поправок к показаниям образцового

термометра. Приведенные значения $R^г(0)$, $R^х(0)$, $R^г(100)$, $R^х(100)$ занести в таблицы журнала регистрации (приложение Б).

Для КТСП в журнал занести также измеренные значения сопротивлений $R^г(0)_{изм}$, $R^х(0)_{изм}$, $R^г(100)_{изм}$, $R^х(100)_{изм}$, $R^г(150)_{изм}$, $R^х(150)_{изм}$ и действительные температуры в термостатах $T^г(0)$, $T^х(0)$, $T^г(100)$, $T^х(100)$, $T^г(150)$, $T^х(150)$, определяемых по образцовому термометру сопротивления.

5.4.5 Рассчитать и занести в таблицу значение отношения сопротивлений W_{100} для каждого ТС комплекта:

$$W_{100}^{Г} = \frac{R^{Г}(100)}{R^{Г}(0)} \quad (1); \qquad W_{100}^{х} = \frac{R^{Х}(100)}{R^{Х}(0)} \quad (2)$$

5.4.6 ТС считаются прошедшими поверку по п.5.4.1 и п.5.4.5 при их соответствии требованиям ТУ 1140-51467515.002-00.

5.4.7 Комплект ТС КТСМ, КТСП считается прошедшим поверку по п.5.4.1 и 5.4.5 при выполнении следующих условий:

$$\Delta R(0) = R^{Г}(0) - R^{Х}(0)$$
$$\Delta R(0) \le 0{,}02\ \% \qquad (3)$$

$$\Delta W_{100} = W_{100}^{Г} - W_{100}^{Х}$$
$$\Delta W_{100} \le 0{,}0004\ Ом \qquad (4)$$

5.5 Расчет основной погрешности ~~измерения~~ определения разности температур КТСМ

5.5.1 Основную погрешность ~~измерения~~ определяют разности температур комплекта определяют для трех режимов теплоснабжения: 40/30, 60/40, 150/70 по формуле:

$$\delta_0(\Delta t) = \frac{\left[R^{Г}(0)\cdot W_t^{Г} - R^{Х}(0)\cdot W_t^{Х}\right] - \left[R^{Г}(0)\cdot W_H^{Г}(t^{Г}) - R^{Х}(0)\cdot W_H^{Х}(t^{Х})\right]}{R^{Г}(0)\cdot W_H^{Г}(t^{Г}) - R^{Х}(0)\cdot W_H^{Х}(t^{Х})} \times 100\%, \qquad (5)$$

$$W_t^{Г} = 1 + \alpha^{Г} \times t^{Г};\ W_t^{Х} = 1 + \alpha^{Х} \times t^{Х} \qquad (6)$$

$$\alpha^{Г} = \frac{W_{100}^{Г} - 1}{100} \quad ; \quad \alpha^{Х} = \frac{W_{100}^{Х} - 1}{100} \quad , \qquad (7)$$

где $W_H^{Г}(t^{Г})$, $W_H^{Х}(t^{Х})$ - номинальные значения отношений сопротивлений. Определяются по ГОСТ 6651-94 и соответствуют значениям, приведенным в таблице 3;

$W_t^{Г}$; $W_t^{Х}$ - рассчитываемые отношения сопротивлений при $t^{Г}(t^{Х})$ к сопротивлению при 0 °С;

$\alpha^{Г}$; $\alpha^{Х}$ – температурный коэффициент сопротивления меди.

Таблица 3

Δt, °C	$t^Г$, °C	$W_H^Г(t^Г)$	Значение $W_t^Г$	t^X, °C	$W_H^X(t^X)$	Значение W_t^X
10	40	$W_H^Г(40)$	1,1711	30	$W_H^X(30)$	1,1283
20	60	$W_H^Г(60)$	1,2567	40	$W_H^X(40)$	1,1711
80	150	$W_H^Г(150)$	1,6416	70	$W_H^X(70)$	1,2994

5.5.2 Комплект КТСМ считается выдержавшим поверку, если величина $\delta_0(\Delta t)$ не превышает значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Тип комплекта	Класс	$\delta_0(\Delta t)$, %		
		Δt=10 °C	Δt=20 °C	Δt=80 °C
КТСМ	В	1,2	0,7	0,3

5.6 Расчет основной погрешности ~~измерения~~ определения разности температур КТСП.

5.6.1 Значения относительной погрешности комплекта ТС $\delta_0(\Delta t)$ при измерении разности температур определяют по формуле(8) для трех основных режимов теплоснабжения.

Первый режим: $t^Г_{ном}$=40 °C, $t^X_{ном}$=30 °C, Δt=10 °C.

Второй режим: $t^Г_{ном}$=60 °C, $t^X_{ном}$=40 °C, Δt=20 °C.

Третий режим: $t^Г_{ном}$=150 °C, $t^X_{ном}$=70 °C, Δt=80 °C.

$$\delta_0(\Delta t) = \frac{\left(t^Г - t^X\right) - \left(t^Г_{ном} - t^X_{ном}\right)}{t^Г_{ном} - t^X_{ном}} \times 100\ \%, \qquad (8)$$

где $t^Г$, t^X – расчетные значения температур для $ТС^Г$ и $ТС^X$ соответственно (т.е. действительные значения);

$t^Г_{ном}$, $t^X_{ном}$ – температуры одного из указанных выше режимов.

5.6.2 Действительные значения температур определяют по формулам (9):

$$t^Г = \frac{\left[-A_{ном} + \sqrt{A^2_{ном} + 4 \times B_{ном}\left[\frac{R^Г}{R_{0\ ном}} - 1\right]}\right]}{2 \times B_{ном}} \qquad (9)$$

$$t^X = \frac{\left[-A_{ном} + \sqrt{A^2_{ном} + 4 \times B_{ном}\left[\frac{R^X}{R_{0\ ном}} - 1\right]}\right]}{2 \times B_{ном}},$$

где $R^{Г}$, R^{X} – расчетные сопротивления для температур $t^{Г}$, t^{X},

где $R_{0\,ном}$ – номинальное сопротивление ТС при 0 °С, приведено в таблице 5;

$A_{ном}$, $B_{ном}$ – номинальные значения температурных коэффициентов сопротивления ТСП по ГОСТ 6651-94 для градуировки соответствующего типа (W_{100}=1,3850; W_{100}=1,3910) приведены в таблице 5.

Таблица 5

Коэффициенты	W_{100}=1,3910	W_{100}=1,3850
$A_{ном}$, °C^{-1}	$3{,}9692\cdot10^{-3}$	$3{,}9083\cdot10^{-3}$
$B_{ном}$, °C^{-2}	$-5{,}8290\cdot10^{-7}$	$-5{,}7750\cdot10^{-7}$
$R_{0\,ном}$, Ом	100	100; 500; 1000

5.6.3 Сопротивления $R^{Г}$, R^{X} для действительных температур $t^{Г}$, t^{X} рассчитывают по формулам (10):

$$R^{Г} = R_0^{Г} \times \left(1 + A^{Г} \cdot t_{ном}^{Г} + B^{Г} \cdot \left(t_{ном}^{Г}\right)^2\right), \qquad (10)$$

$$R^{X} = R_0^{X} \times \left(1 + A^{X} \cdot t_{ном}^{X} + B^{X} \cdot \left(t_{ном}^{X}\right)^2\right.$$

где $R^{Г}_0$, R^{X}_0 , $A^{Г}$, A^{X}, $B^{Г}$, B^{X} – коэффициенты индивидуальных статических характеристик (ИСХ) поверяемых ТС.

5.6.4 Коэффициенты $R^{Г}_0$, R^{X}_0 , $A^{Г}$, A^{X}, $B^{Г}$, B^{X} – рассчитывают по уравнениям:

$$R_0^{Г} = \frac{D_{R_0}^{Г}}{D^{Г}}; \qquad R_0^{X} = \frac{D_{R_0}^{X}}{D^{X}} \qquad (11)$$

$$A^{Г} = \frac{D_{RA}^{Г}}{D_{R_0}^{Г}}; \qquad A^{X} = \frac{D_{RA}^{X}}{D_{R_0}^{X}} \qquad (12)$$

$$B^{Г} = \frac{D_{R_B}^{Г}}{D_{R_0}^{Г}}; \qquad B^{X} = \frac{D_{R_B}^{X}}{D_{R_0}^{X}} \qquad (13)$$

где $D^{Г}$, D^{X}, $D^{Г}_{Ro}$, D^{X}_{Ro}, $D^{Г}_{RA}$, D^{X}_{RA}, $D^{Г}_{RB}$, D^{X}_{RB} – определители и соответствующие алгебраические дополнения системы трех уравнений для искомых коэффициентов.

5.6.5 Для вычисления определителей и алгебраических дополнений используют формулы 14-17.

$$D^{\Gamma} = \det\begin{vmatrix} 1 & T^{\Gamma}(0) & T^{\Gamma}(0)^2 \\ 1 & T^{\Gamma}(100) & T^{\Gamma}(100)^2 \\ 1 & T^{\Gamma}(150) & T^{\Gamma}(150)^2 \end{vmatrix} =$$
$$\left[T^{\Gamma}(100)\times T^{\Gamma}(150)^2 - T^{\Gamma}(100)^2 \times T^{\Gamma}(150)\right] -$$
$$-\left[T^{\Gamma}(0)\times T^{\Gamma}(150)^2 - T^{\Gamma}(0)^2 \times T^{\Gamma}(150)\right] +$$
$$+\left[T^{\Gamma}(0)\times T^{\Gamma}(100)^2 - T^{\Gamma}(0)^2 \times T^{\Gamma}(100)\right], \quad (14)$$

$$D^{\Gamma}_{R_0} = \det\begin{vmatrix} R^{\Gamma}(0)_{изм} & T^{\Gamma}(0) & T^{\Gamma}(0)^2 \\ R^{\Gamma}(100)_{изм} & T^{\Gamma}(100) & T^{\Gamma}(100)^2 \\ R^{\Gamma}(150)_{изм} & T^{\Gamma}(150) & T^{\Gamma}(150)^2 \end{vmatrix} =$$
$$= R^{\Gamma}(0)_{изм} \times \left[T^{\Gamma}(100)\times T^{\Gamma}(150)^2 - T^{\Gamma}(100)^2 \times T^{\Gamma}(150)\right] -$$
$$- R^{\Gamma}(100)_{изм} \times \left[T^{\Gamma}(0)\times T^{\Gamma}(150)^2 - T^{\Gamma}(0)^2 \times T^{\Gamma}(150)\right] +$$
$$+ R^{\Gamma}(150)_{изм} \times \left[T^{\Gamma}(0)\times T^{\Gamma}(100)^2 - T^{\Gamma}(0)^2 \times T^{\Gamma}(100)\right], \quad (15)$$

$$D^{\Gamma}_{R_1} = \det\begin{vmatrix} 1 & R^{\Gamma}(0)_{изм} & T^{\Gamma}(0)^2 \\ 1 & R^{\Gamma}(100)_{изм} & T^{\Gamma}(100)^2 \\ 1 & R^{\Gamma}(150)_{изм} & T^{\Gamma}(150)^2 \end{vmatrix} =$$
$$\left[R^{\Gamma}(100)_{изм} \times T^{\Gamma}(150)^2 - R^{\Gamma}(150)_{изм} \times T^{\Gamma}(100)^2\right] -$$
$$-\left[R^{\Gamma}(0)_{изм} \times T^{\Gamma}(150)^2 - R^{\Gamma}(150)_{изм} \times T^{\Gamma}(0)^2\right] +$$
$$+\left[R^{\Gamma}(0)_{изм} \times T^{\Gamma}(100)^2 - R^{\Gamma}(100)_{изм} \times T^{\Gamma}(0)^2\right], \quad (16)$$

$$D^{\Gamma}_{R_B} = \det\begin{vmatrix} 1 & T^{\Gamma}(0) & R^{\Gamma}(0)_{изм} \\ 1 & T^{\Gamma}(100) & R^{\Gamma}(100)_{изм} \\ 1 & T^{\Gamma}(150) & R^{\Gamma}(150)_{изм} \end{vmatrix} =$$
$$= \left[T^{\Gamma}(100)\times R^{\Gamma}(150)_{изм} - T^{\Gamma}(150)\times R^{\Gamma}(100)_{изм}\right] -$$
$$-\left[T^{\Gamma}(0)\times R^{\Gamma}(150)_{изм} - T^{\Gamma}(150)\times R^{\Gamma}(0)_{изм}\right] +$$
$$+\left[T^{\Gamma}(0)\times R^{\Gamma}(100)_{изм} - T^{\Gamma}(100)\times R^{\Gamma}(0)_{изм}\right], \quad (17)$$

5.6.6 Алгебраические дополнения для термометра сопротивления обратного трубопровода (холодного), рассчитываются также согласно формулам 14-17, подстановкой своих сопротивлений и температур.

Все расчеты заносятся в таблицу Б.2.

5.6.7 Комплект КТСП считается выдержавшим поверку, если величина $\delta_0(\Delta t)$ не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Тип комплекта	Класс	$\delta_0(\Delta t)$, %		
		Δt=10 °C	Δt=20 °C	Δt=80 °C
КТСП	А	0,6	0,36	0,16
	В	1,2	0,7	0,3

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки комплектов должны быть оформлены:

- при первичной поверке – в паспорте комплекта ТС ставится отметка о поверке;

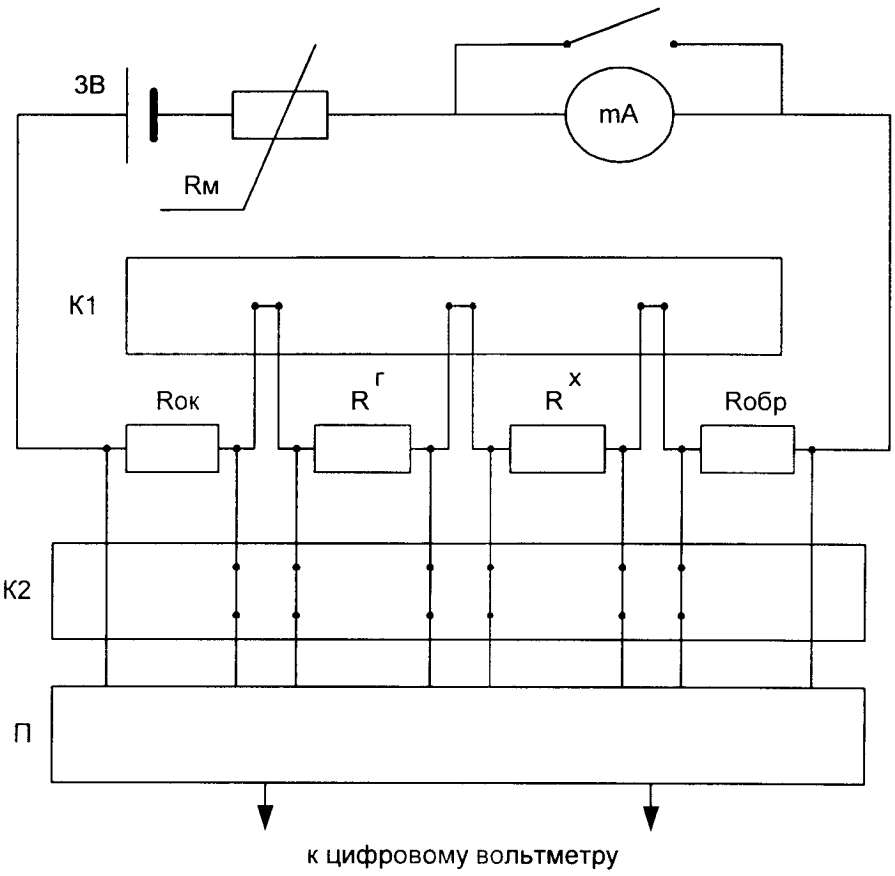
- при периодической поверке – наносится клеймо на корпус каждого ТС комплекта, делается отметка о поверке в паспорте.

При отрицательных результатах поверки клеймо погашается, а в паспорте делается отметка о непригодности комплекта ТС.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Схема измерительной установки



Rок — образцовая катушка
$R^{Г}$, R^{X} – поверяемые ТС комплекта
К1 – токовая клеммная панель
К2 – потенциальная клеммная панель
П – многопозиционный переключатель
Rобр — образцовый термометр сопротивления

Рисунок А.1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Результаты поверки КТСМ

Таблица Б.1

Номера ТС комплекта									
$R^{Г}(0)$, Ом									
$R^{Х}(0)$, Ом									
$R^{Г}(100)$, Ом									
$R^{Х}(100)$, Ом									
$W^{Г}_{100}$									
$W^{Х}_{100}$									
$\alpha^{Г}$									
$\alpha^{Х}$									
$W^{Г}(40)$									
$W^{Х}(30)$									
$W^{Г}(60)$									
$W^{Х}(40)$									
$W^{Г}(150)$									
$W^{Х}(70)$									
δ_0 (10), %									
δ_0 (20), %									
δ_0(80), %									

Результаты поверки КТСП

Таблица Б.2

Номер ТС^X комплекта		Номер ТС^Г комплекта	
$R^X(0)_{изм}$		$R^Г(0)_{изм}$	
$T^X(0)$		$T^Г(0)$	
$R^X(100)_{изм}$		$R^Г(100)_{изм}$	
$T^X(100)$		$T^Г(100)$	
$R^X(150)_{изм}$		$R^Г(150)_{изм}$	
$T^X(150)$		$T^Г(150)$	
$R^X(0)$		$R^Г(0)$	
$R^X(100)$		$R^Г(100)$	
W^X_{100}		$W^Г_{100}$	
D^X		$D^Г$	
D^X_{Ro}		$D^Г_{Ro}$	
D^X_{RA}		$D^Г_{RA}$	
D^X_{RB}		$D^Г_{RB}$	
R^X_0		$R^Г_0$	
A^X		$A^Г$	
B^X		$B^Г$	
R^X_{30}		$R^Г_{40}$	
R^X_{40}		$R^Г_{60}$	
R^X_{70}		$R^Г_{150}$	
t^X_{30}		$t^Г_{40}$	
t^X_{40}		$t^Г_{60}$	
t^X_{70}		$t^Г_{150}$	
$\delta_0(10)$, %			
δ_0 (20), %			
δ_0 (80), %			

Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам. инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.