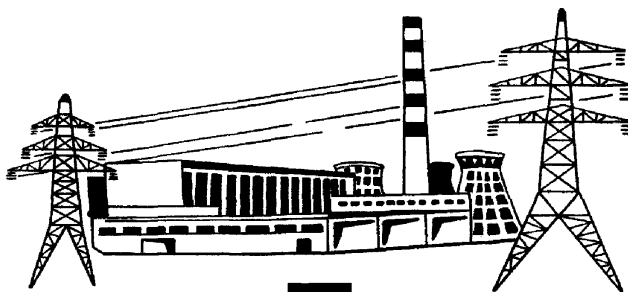


РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА ПРОМПЕРЕГРЕВА  
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ  
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

РД 153-34.1-11.313-99



ОРГРЭС  
Москва 2000

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА ПРОМПЕРЕГРЕВА  
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ  
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**РД 153-34.1-11.313-99**

**Разработано** Открытым акционерным обществом  
"Предприятие по наладке, совершенствованию технологии и  
эксплуатации электростанций и сетей УралОРГРЭС"

**Исполнители** *Т. АМИНДЖАНОВ, В.В. НИКОЛАЕВА*

**Утверждено** Департаментом стратегии развития и научно-  
технической политики РАО "ЕЭС России" 09.02.99

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

© СПО ОРГРЭС, 2000

---

Подписано к печати	29.03.2000	Формат 60x84 1/16
Печать ризография	Усл. печ. л. 1,2 Уч.-изд. л. 1,1	Тираж 250 экз.
Заказ № 105	Издат. № 99087	.

---

Лицензия № 040998 от 27.08.99 г.

Производственная служба передового опыта эксплуатации  
энергопредприятий ОРГРЭС  
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

*Вводится в действие  
с 30.12.99*

Настоящая Методика регламентирует порядок выполнения измерений температуры пара в линиях холодного (на выходе из ЦВД) и горячего (за котлом и перед стопорными клапанами ЦСД) промежуточного перегрева (пара промперегрева) на тепловых электрических станциях (ТЭС) с энергоблоками мощностью 250 МВт и выше.

Методика устанавливает:

- требования к методам и средствам измерений (СИ);
- порядок подготовки и выполнения измерений;
- алгоритм обработки и оформления результатов измерений.

Методика обеспечивает получение достоверных характеристик погрешности измерений температуры пара промперегрева в стационарном режиме работы энергооборудования при принятой доверительной вероятности  $P$ , равной 0,95, и устанавливает формы их представления.

Информация об измерении температуры пара промперегрева используется при контроле и управлении технологическим процессом и расчетах технико-экономических показателей (ТЭП) работы оборудования.

Методика предназначена для применения:

- персоналом ТЭС при организации и выполнении измерений температуры пара промперегрева на действующем энергооборудовании;
- персоналом проектных организаций при проектировании схем



контроля и управления вновь строящихся и реконструируемых энергопредприятий.

С выходом настоящей Методики утрачивает силу "Методика выполнения измерений температуры пара промперегрева на технологическом оборудовании тепловых электростанций: РД 34.11.313-93" (М.: СПО ОРГРЭС, 1993).

## **1. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ И НОРМЫ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ**

1.1. Измерение температуры пара промперегрева выполняется на каждом паропроводе за котлом, перед стопорными клапанами ЦСД и на выходе из ЦВД.

1.2. Номинальные значения измеряемого параметра в зависимости от типов котлов и турбин по ГОСТ 3619-89 [2] и ГОСТ 3618-82 [1] находятся в диапазоне:

510—570°С — температура пара промперегрева за котлом и перед стопорными клапанами ЦСД;

250—380°С — температура пара промперегрева на выходе из ЦВД.

1.3. Норма погрешности измерений температуры пара промперегрева установлена в [12] и составляет:

±8,0°С — абсолютная погрешность для оперативного контроля;

±2,0°С — для расчета ТЭП.

Для нестационарного режима работы энергооборудования норма погрешности не устанавливается.

## **2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

2.1. Измерение температуры пара промперегрева производится контактным способом с применением термоэлектрического метода, основанного на зависимости электродвижущей силы термоэлектрического преобразователя (термоЭДС) от температуры.

2.2. В зависимости от типа применяемых СИ используются два варианта компоновки измерительных систем: с использованием устройств контроля и регистрации и с помощью информационно-измерительных систем (ИИС) или информационно-вычислительных комплексов (ИВК).

2.2.1. В измерительных системах с использованием устройств контроля и регистрации значение термоЭДС преобразуется в значение измеряемого параметра в единицах температуры. Каналы измерения в данном случае состоят из термоэлектрических преобразователей и измерительных показывающих и (или) регистрирующих приборов. Рекомендуемые СИ, вспомогательные устройства и их характеристики приведены в приложении 1.

2.2.2. При измерении температуры пара промперегрева с помощью ИИС или ИВК значение термоЭДС подвергается преобразованиям агрегатными СИ и окончательно в виде кодового сигнала поступает в ИВК для автоматической обработки результатов измерений и расчетов ТЭП. Каналы измерения в данном случае состоят из первичных термоэлектрических преобразователей, измерительных преобразователей и ИВК.

Компоновка структурной схемы при выполнении измерений с помощью ИИС или ИВК в каждом конкретном случае индивидуальна.

### **3. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

3.1. При выполнении измерений температуры пара промперегрева должны быть соблюдены условия, указанные в руководстве по эксплуатации элементов измерительной системы.

3.2. Основные требования к установке термоэлектрического преобразователя и отборного устройства:

термоэлектрические преобразователи рекомендуется устанавливать на паропроводах промежуточного перегрева пара:

— за котлом — на расстоянии не менее трех диаметров паропровода до пускового впрыска;

— перед турбиной — на расстоянии не менее трех диаметров паропровода до стопорного клапана ЦСД;

— на выходе от выхлопа турбины — до ввода отсоса пара из сторонних потоков;

защитные гильзы выбираются по техническим условиям заводов-изготовителей в зависимости от диаметров трубопроводов, параметров измеряемой среды (давления, температуры, скорости и др.);

изоляция мест установки термоэлектрического преобразователя выполняется в соответствии с приложением 2.

#### **4. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

4.1. Перед началом выполнения измерений проверяется:

правильность выполнения монтажа элементов измерительной системы;

правильность прокладки линий связи;

правильность присоединения первичного измерительного преобразователя к регистрирующему СИ;

надежность и качество заземления СИ;

отсутствие следов коррозии, механических повреждений на СИ и линиях связи;

наличие действующих калибровочных клейм или сертификатов о калибровке СИ.

Проверка производится в соответствии со СНиП III.05.07-85 [6], проектной документацией, руководством по эксплуатации СИ.

При обнаружении какого-либо несоответствия вышеизложенным требованиям не следует производить измерения до его устранения.

**П р и м е ч а н и е .** Операции по п. 4.1 должны выполняться при вводе в эксплуатацию и после ремонта измерительной системы или ее отдельных элементов.

4.2. После осмотра и устранения дефектов подается напряжение питания.

4.3. Проверяется правильность функционирования СИ в соответствии с руководством по эксплуатации.

4.4. Измерения температуры пара промперегрева выполняются в соответствии с руководством по эксплуатации СИ. При вы-



полнении измерений значения температуры пара промперегрева отсчитываются по шкалам (диаграммам) СИ в единицах измеряемого параметра.

4.5. Порядок исследования и оценки существенности влияющих величин должен быть приведен в программе аттестации МВИ на конкретном оборудовании ТЭС.

## 5. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Обработка результатов измерений температуры пара промперегрева  $j$ -й измерительной системы заключается в определении среднего ее значения за определенный промежуток времени.

При использовании средств контроля и регистрации обработка диаграмм выполняется с помощью полярного планиметра и результат измерений  $t_j$  (°C) определяется по формуле

$$t_j = 200 + \frac{F \cdot m_t \cdot m_\tau}{\tau_0} \quad (1)$$

где 200 — начальное значение шкалы;  
 $F$  — площадь планиметрируемой части диаграммной бумаги, см<sup>2</sup>;

$m_t$  — масштаб температуры, °C/см;

$m_\tau$  — масштаб времени, ч/см;

$\tau_0$  — интервал усреднения (1; 8; 24 ч).

Масштаб температуры  $m_t$  определяется по формуле

$$m_t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{C}, \quad (2)$$

где  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$  — начальное и конечное значение шкалы, °C;

$C$  — ширина диаграммной бумаги, мм.

Масштаб времени  $m_\tau$  определяется по формуле

$$m_\tau = \frac{1}{v} \cdot 10 \quad (3)$$

где  $v$  — скорость продвижения диаграммной бумаги, мм/ч.

5.2. При использовании ИВК, прошедшего метрологическую аттестацию,  $t_j$  (°C) определяется по формуле

$$t_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \quad (4)$$

где  $n$  — число циклов опроса за данный интервал усреднения;

$t_i$  — значение температуры пара промперегрева в  $i$ -м цикле опроса, °C.

5.3. Среднее значение температуры пара промперегрева по паропроводам  $t_{cp}$  (°C) определяется по формуле

$$t_{cp} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k t_j \quad (5)$$

где  $k$  — число паропроводов;

$$j = 1, 2, \dots, k.$$

Определение среднего значения температуры пара за котлом и перед турбиной производится отдельно для возможности расчета ТЭП котла и турбины.

Суммарная абсолютная погрешность измерений температуры пара промперегрева  $j$ -й измерительной системы  $\Delta_{tj}$  (°C) определяется по формуле

$$\Delta_{tj} = \pm \frac{t_N \delta_{j^p}}{100}, \quad (6)$$

где  $t_N$  — нормирующее значение температуры — диапазон измерения, °C;

$\delta_{j^p}$  — суммарная относительная погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы в условиях эксплуатации, %.

Суммарная относительная погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы в условиях эксплуатации  $\delta_{j^p}$  (%) определяется по формуле

$$\delta_{j^p} = \pm \sqrt{\delta_{jny}^2 + \sum_{i=1}^n \delta_j^2 \zeta_i}, \quad (7)$$

где  $\delta_{jny}$  — суммарная погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы в нормальных условиях, %;

$\sum_{i=1}^n \delta_j^2 \zeta_i$  — суммарная дополнительная погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы за счет изменения значений влияющих величин.

Суммарная погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы в нормальных условиях  $\delta_{jny}$  (%) определяется по формуле

$$\delta_{jny} = \pm \sqrt{\delta_{ТП}^2 + \delta_{ЛС}^2 + \delta_3^2 + \delta_{обр}^2}, \quad (8)$$

где  $\delta_{ТП}$  — предел допустимой погрешности термоэлектрического преобразователя, %;

$\delta_{ЛС}$  — предел допустимой погрешности удлиняющих проводов, %;

$\delta_3$  — предел допустимой погрешности записи устройства контроля и регистрации, %;

$\delta_{обр}$  — погрешность планиметрирования при обработке результатов измерений на диаграммной бумаге по экспериментальным данным 0,8%.

Абсолютная погрешность измерений переводится в относительную  $\delta$  (%) по формуле

$$\delta = \pm \frac{\Delta t}{t_j} \cdot 100, \quad (9)$$

где  $\Delta t$  — абсолютная погрешность элементов измерительной системы, °С;

Суммарную дополнительную погрешность измерений  $j$ -й измерительной системы за счет изменения значений влияющих величин  $\sum_{i=1}^n \delta_j^2 \zeta_i$  следует определять в соответствии с [11].

5.4. Оценка показателей точности измерений температуры пара промперегрева производится при метрологической аттестации методик выполнения измерений на конкретном оборудовании ТЭС.

5.5. В качестве характеристик погрешности измерений температуры пара промперегрева по МИ 1317-86 [7] принимаются границы, в которых суммарная погрешность измерений находится с заданной вероятностью. Результаты измерений представляются в форме

$$t_{cp}; \Delta t_l; \Delta t_h; P,$$

где  $t_{cp}$  — результат измерения температуры пара промперегрева, °С;  
 $\Delta t_l$  и  $\Delta t_h$  — нижняя и верхняя границы погрешности измерений, °С;  
 $P$  — доверительная вероятность, с которой погрешность измерений находится в этих границах, равная 0,95.

5.6. Доверительные границы погрешности измерений температуры пара промперегрева определяются по формуле

$$\Delta t_l = \Delta t_h = \pm \frac{1}{k \cdot \sqrt{k}} \cdot \sum_{j=1}^k \Delta t_j, \quad (10)$$

5.7. Приведенный алгоритм является упрощенным способом оценки погрешности измерений в эксплуатационных условиях.

5.8. Пример расчета погрешности измерений температуры пара промперегрева с рекомендуемыми СИ приведен в приложении 3.

5.9. Для получения более точных оценок погрешности измерений температуры пара промперегрева может быть использован экспериментальный метод с обработкой результатов измерений по ГОСТ 8.207-76 [3].

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА**

К выполнению измерений и обработке их результатов могут быть допущены лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию при:

выполнении измерений — электрослесарь третьего и четвертого разрядов;

обработке результатов измерений — техник или инженер-метролог, а также специалисты ПТО.

## **7. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

7.1. При выполнении измерений температуры пара промперегрева должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.091-94 [4], [8], [10] и [9].

7.2. К выполнению измерений по настоящей Методике допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей в электроустановках до 1000 В.

**Приложение 1**

Рекомендуемое

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Наименование	Тип, модель, НД	Технические и метрологические характеристики, НД	Изготовитель
Преобразователь термо-электрический	ТХА/ТХК-9312	Диапазон измерений от 200 до 600 °С; предел основной допустимой погрешности – ГОСТ Р 50431-92	Завод "Эталон", г. Омск
Устройство контроля и регистрации	ФЩЛ 501, ТУ 7217.9009-89	Диапазон измерений от 200 до 600°С; предел основной допустимой погрешности по показаниям $\pm 0,25$ , по регистрации $\pm 0,5$	Завод "Электроавтоматика", г. Йошкар-Ола
Провода термоэлектродные	ТУ 16К19-04-91	ТУ 16К19-04-91	"Уралкабель", г. Екатеринбург
Гильза защитная	ДДШ 4-819.015 ДДШ 4-819.016 ДДШ 6-119.035	—	Завод "Эталон", г. Омск
Бобышка	ОСТ 108.530.03-82	ОСТ 108.530.03-82	Завод "Теплоприбор", г. Челябинск

*Примечание.* Допускается применение других СИ, погрешность которых не превышает погрешности СИ, указанных в данном приложении.

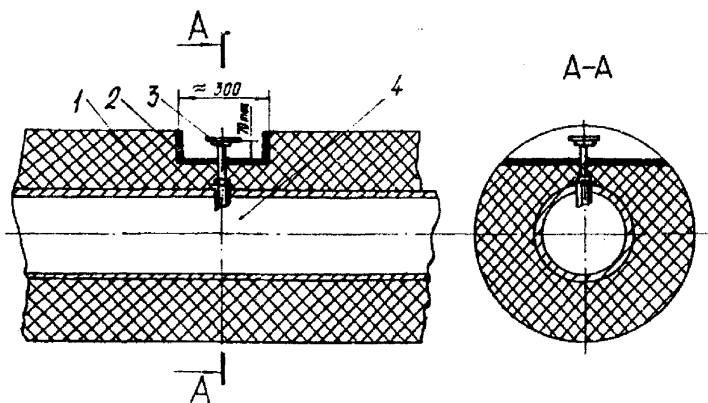
## Приложение 2

Рекомендуемое

### ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ МЕСТ УСТАНОВКИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Учитывая высокие значения температуры на местах установки термоэлектрических преобразователей и необходимость периодического их демонтажа для технического осмотра и калибровки, а также в целях понижения температуры окружающего воздуха у соединительных головок, целесообразно места установки термоэлектрических преобразователей изолировать следующим образом.

В местах установки термоэлектрических преобразователей (рисунок) основной слой тепловой изоляции трубопроводов снимается таким образом, чтобы расстояние между поверхностью основного слоя тепловой изоляции и соединительными головками термоэлектрических преобразователей было от 50 до 70 мм с учетом защитного покрытия из соевелитовой штукатурки и металлической облицовки.



**Тепловая изоляция мест установки термоэлектрических преобразователей:**

- 1 - основной слой тепловой изоляции трубопровода; 2 - защитное покрытие;  
3 - термоэлектрический преобразователь; 4 - трубопровод

### Приложение 3

Справочное

#### ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАРА ПРОМПЕРЕГРЕВА

Исходные данные:

Устройство контроля и регистрации ФЦД 501:

диапазон измерений от 200 до 600°C;

градуировка ХК;

основная допускаемая погрешность регистрации 0,5%;

ширина диаграммной бумаги 250 мм;

скорость продвижения диаграммной бумаги  $v = 20$  мм/ч.

Преобразователь термоэлектрический ТХК-9312.

Планиметр типа ППМ.

Интервал усреднения  $\tau_0 = 8$  ч.

Среднее годовое значение температуры окружающего воздуха +30°

С.

Среднее годовое значение напряжения питания 228 В.

Количество паропроводов 4.

Площади планиметрируемой части диаграммной бумаги для четырех измерительных систем соответственно:  $F_1 = 344$  см<sup>2</sup>;  $F_2 = 340$  см<sup>2</sup>;  $F_3 = 336$  см<sup>2</sup>;  $F_4 = 338$  см<sup>2</sup>.

1. Определяется масштаб температуры  $m_t$  (°C) по формуле (2) настоящей Методики:

$$m_t = \frac{600 - 200}{250} \cdot 10 = 16,00.$$

2. Определяется масштаб времени  $m_\tau$  (ч/см) по формуле (3) настоящей Методики:

$$m_\tau = \frac{1}{20} \cdot 10 = 0,5$$

3. Результат измерения температуры  $j$ -й измерительной системы  $t_j$  (°C) определяется по формуле (1) настоящей Методики:

$$t_1 = 200 + \frac{344 \cdot 16 \cdot 0,5}{8} = 544;$$



$$t_2 = 200 + \frac{340 \cdot 16 \cdot 0,5}{8} = 540;$$

$$t_3 = 200 + \frac{336 \cdot 16 \cdot 0,5}{8} = 536;$$

$$t_4 = 200 + \frac{338 \cdot 16 \cdot 0,5}{8} = 538.$$

4. Усредненное значение температуры по паропроводам  $t_{cp}$  (°C) определяется по формуле (5) настоящей Методики:

$$t_{cp} = \frac{544 + 540 + 536 + 538}{4} = 539,5$$

5. Предел допустимой абсолютной погрешности термоэлектрических преобразователей для  $j$ -й измерительной системы  $\Delta t_{\text{П}j}$  (°C) определяется по табл. 22 приложения 2 ГОСТ Р 50431-92 [5], предел допустимой относительной погрешности  $\delta_{\text{П}j}$  (%) определяется по формуле (9) настоящей Методики:

$$\Delta t_{\text{П}1} = 0,7 + 0,005 \cdot 544 = \pm 3,42^\circ\text{C}; \quad \delta_{\text{П}1} = \pm \frac{3,42}{544} 100 = \pm 0,63$$

$$\Delta t_{\text{П}2} = 0,7 + 0,005 \cdot 540 = \pm 3,40^\circ\text{C}; \quad \delta_{\text{П}2} = \pm \frac{3,4}{540} 100 = \pm 0,63$$

$$\Delta t_{\text{П}3} = 0,7 + 0,005 \cdot 536 = \pm 3,38^\circ\text{C}; \quad \delta_{\text{П}3} = \pm \frac{3,38}{536} 100 = \pm 0,63$$

$$\Delta t_{\text{П}4} = 0,7 + 0,005 \cdot 538 = \pm 3,39^\circ\text{C}; \quad \delta_{\text{П}4} = \pm \frac{3,39}{538} 100 = \pm 0,63$$

6. Предел допустимой погрешности удлиняющих проводов для  $j$ -й измерительной системы  $\delta_{\text{ЛС}}$  (%) определяется согласно ТУ 16К19-04-91 и по формуле (9) настоящей Методики:

$$\Delta E_{\text{ЛС}} = \pm 0,20 \text{ мВ}; \quad \Delta t_{\text{ЛС}} = \pm 2,74^\circ\text{C};$$

$$\delta_{\text{ЛС}1} = \pm \frac{2,74}{544} 100 = \pm 0,50$$

$$\delta_{\text{ЛС2}} = \pm \frac{2,74}{540} 100 = \pm 0,51$$

$$\delta_{\text{ЛС3}} = \pm \frac{2,74}{536} 100 = \pm 0,51$$

$$\delta_{\text{ЛС4}} = \pm \frac{2,74}{538} 100 = \pm 0,51$$

7. Предел допустимой погрешности записи устройства контроля и регистрации  $\delta_3$  равен 0,5%.

8. Погрешность планиметрирования при обработке результатов измерений на диаграммной бумаге  $\delta_{\text{обр}}$  равна 0,8 % [13].

9. Суммарная погрешность измерения  $j$ -й измерительной системы в нормальных условиях  $\delta_{\text{нУ}}$  (%) определяется по формуле (8) настоящей Методики:

$$\delta_{1\text{нУ}} = \pm \sqrt{0,63^2 + 0,50^2 + 0,50^2 + 0,80^2} = 1,24;$$

$$\delta_{2\text{нУ}} = \pm \sqrt{0,63^2 + 0,51^2 + 0,50^2 + 0,80^2} = 1,24;$$

$$\delta_{3\text{нУ}} = \pm \sqrt{0,63^2 + 0,51^2 + 0,50^2 + 0,80^2} = 1,24;$$

$$\delta_{4\text{нУ}} = \pm \sqrt{0,63^2 + 0,51^2 + 0,50^2 + 0,80^2} = 1,24.$$

10. Составляющие дополнительной погрешности, полученные за счет отклонения температуры окружающего воздуха и напряжения питания от нормальных, определяются для ФЦЛ501 по руководству по эксплуатации:

$$\begin{array}{ll} \text{при } t = 30^\circ\text{C} & \delta_j \zeta_1 = \pm 0,2; \\ \text{при } U = 228 \text{ В} & \delta_j \zeta_2 = \pm 0,1. \end{array}$$

11. Суммарная дополнительная погрешность  $j$ -й измерительной системы, вызванная изменением внешних влияющих факторов,  $\delta_j \zeta$  (%) определяется согласно по формуле (3.20) [11]:

$$\delta_j \zeta_1 = \pm \sqrt{0,2^2 + 0,1^2} = \pm 0,22;$$

$$\delta_j \zeta_2 = \pm 0,22;$$

$$\delta_j \zeta_3 = \pm 0,22;$$

$$\delta_j \zeta_4 = \pm 0,22;$$

12. Суммарная дополнительная погрешность измерений температуры в эксплуатационных условиях  $j$ -й измерительной системы  $\delta_{j\%}$  (%) определяется по формуле (7) настоящей Методики:

$$\delta_{1\%} = \pm \sqrt{1,24^2 + 0,22^2} = \pm 1,26;$$

$$\delta_{2\%} = \pm 1,26;$$

$$\delta_{3\%} = \pm 1,26;$$

$$\delta_{4\%} = \pm 1,26.$$

13. Суммарная абсолютная погрешность измерений температуры в эксплуатационных условиях  $j$ -й измерительной системы  $\Delta t_j$  (°C) определяется по формуле (6) настоящей Методики:

$$\Delta t_1 = \pm \frac{1,26 \cdot 400}{100} = \pm 5,0;$$

$$\Delta t_2 = \pm 5,0;$$

$$\Delta t_3 = \pm 5,0;$$

$$\Delta t_4 = \pm 5,0.$$

14. Доверительные границы погрешности измерений усредненной температуры  $\Delta t_l$  и  $\Delta t_h$  (°C) определяются по формуле (10) настоящей Методики:

$$\Delta t_l = \Delta t_h = \pm \frac{5,0 \cdot 4}{4\sqrt{4}} = 2,5.$$

15. Результат измерения температуры пара промперегрева, согласно п. 5.5 настоящей Методики, записывается следующим образом:

$t_{\text{ср}} = 539,5^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t_l = \Delta t_h = 2,5^\circ\text{C}$ ; доверительная вероятность 0,95 или: значение измеряемой температуры находится в интервале от  $537,0$  до  $542,0^\circ\text{C}$  с доверительной вероятностью 0,95.

**С п и с о к  
и с п о л ь з о в а н н о й л и т е р а т у р ы**

1. ГОСТ 3618-82. Турбины паровые стационарные для привода турбогенераторов. Типы и основные параметры.
2. ГОСТ 3619-89. Котлы паровые стационарные. Типы и основные параметры.
3. ГОСТ 8.207-76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
4. ГОСТ 12.2.091-94. Требования безопасности для показывающих и регистрирующих электроизмерительных приборов и вспомогательных частей к ним.
5. ГОСТ Р 50431-92. Термопары. Часть I. Номинальные статические характеристики преобразования.
6. СНиП III.05.07-85. Системы автоматизации.
7. МИ 1317-86. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
8. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей: РД 34.03.201-97.- М.: НЦ ЭНАС, 1997.
9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.— М.: Энергоатомиздат, 1987.
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: РД 34.20.501-95.- М.: СПО ОРГРЭС, 1996.

11. Методика определения обобщенных метрологических характеристик измерительных каналов ИИС и АСУ ТП по метрологическим характеристикам агрегатных средств измерений: МТ 34-70-038-87. — М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

12. Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций: РД 34.11.321-96.- М.: Ротапринт ВТИ, 1997.

13. Войнич Е.В., Лебедев А.Т., Новиков В.А., Трошин Л.П., Баранов Л.А. Погрешность планиметрирования.— М.: Измерительная техника, 1982, №8.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ И НОРМЫ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.....	4
2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	4
3. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
4. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
5. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
6. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА.....	10
7.ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	11
Приложение 1. Средства измерений и вспомогательные устройства..	12
Приложение 2. Требования к тепловой изоляции мест установки термоэлектрических преобразователей.....	13
Приложение 3. Пример расчета погрешности измерений температуры пара промперегрева.....	14
Список использованной литературы.....	18