МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА ЗА КОТЛОМ И ПЕРЕД СТОПОРНЫМИ КЛАПАНАМИ ТУРБИНЫ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

МТ 34-70-042-87

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

Р А З Р А Б О Т А Н О Московским государственным предприятием Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л И А.Г.АЖИКИН, Л.В.СОЛОВЬЕВА, Б.Г.ТИМИНСКИЙ, В.И.ЧУБАТЫЙ (Союзтехэнерго), кандидаты технических наук Л.А.СТРИГИНА, В.С.ЧИСТЯКОВ (МЭИ)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации 07.01.87 г.

Заместитель начальника А.П.БЕРСЕНЕВ

УДК 536.5:62[7].311.22

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА ЗА КОТЛОМ И ПЕРЕД СТОПОРНЫМИ КЛАПАНАМИ ТУРБИНЫ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

МТ 34-70-042-87

Срок действия установлен
с 01.01.88 г.
до 01.01.93 г.

Настоящая Методика разработана в соответствии с "Методическими указаниями по разработке и аттестации методик выполнения измерений основных параметров теплоэнергетического оборудования: МУ 34-70-014-82" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982). Методика устанавливает порядок выполнения измерений температуры свежего пара на тепловых электростанциях (ТЭС) и является обязательной для персонала электростанций и проектных организаций.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Методика предназначена для использования при организации и выполнении измерений температуры свежего пара перед турбиной на ТЭС с энергоблоками мощностью 250, 300, 500,800 и 1200 МВт.

1.2. Методика устанавливает требования к методам и средствам измерений, алгоритмы подготовки, проведения измерений и обработки результатов измерений.

1.3. Методика обеспечивает получение достоверных количественных показателей точности измерений в базисном режиме работы энергооборудования при принятой доверительной вероятности P, равной 0,95, и устанавливает способы их выражения.

1.4. Норма точности измерений при контроле и управлении технологическим оборудованием в базисном режиме и при расчетах технико-экономических показателей установлена $\pm 8^{\circ}C$.

Для маневренного режима работы норма точности измерений не устанавливается.

Указанная норма установлена исходя из условий ее достижения в реальных условиях эксплуатации при использовании наиболее современных методов и технических средств измерения с лучшими метрологическими характеристиками.

Экономически обоснованная норма точности измерений температуры свежего пара составляет $\pm 2^{\circ}C$.

При выпуске промышленностью новых технических средств с лучшими метрологическими характеристиками следует стремиться к обеспечению экономически обоснованной нормы точности измерений.

2. СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Номинальные значения температуры свежего пара для котлов паропроизводительностью более 200 т/ч находятся в пределах 540-560 (570) $^{\circ}C$, давления в пределах 9,8-25 МПа (100-255 кгс/см^2) по ГОСТ 36-9-82 (СТ СЭВ 3034-81) "Котлы паровые стационарные. Типы и основные параметры".

Измерения температуры свежего пара на ТЭС производится контактным методом. В качестве первичных преобразователей применяются термоэлектрические термометры. Технические требования к ним должны соответствовать ГОСТ 3044-84 "Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики преобразования".

В качестве измерительных приборов применяются показывающие самопишущие согласно "Руководящим указаниям по объему оснащения тепловых электрических станций контрольно-измерительными приборами, средствами авторегулирования, теплотехнической защиты, блокировки и сигнализации" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1969).

На энергоблоках, оснащенных информационными измерительными системами (ИИС) на базе средств вычислительной техники, каналы измерения температуры свежего пара состоят из термоэлектрических термометров, измерительных преобразователей различных типов, в зависимости от применяемого информационно-вычислительного комплекса и устройства отображения информации (электронно-лучевой трубки, показывающего многошкального прибора ППМ, цифрового табло или цифропечатающего устройства).

Измерительные преобразователи могут быть как индивидуальные, так и входить в состав ИИС.

Для соединения термоэлектрического термометра с измерительными приборами (измерительными преобразователями) используются удлиняющие термоэлектродные провода типа М, которые должны отвечать требованиям ГОСТ 1791-67 "Проволока из никелевого и медно-никелевого сплавов для удлиняющих проводов к термопарам".

Номенклатура рекомендуемых средств измерений приведена в рекомендуемом приложении I. Допускается применение других средств измерений с характеристиками, соответствующими указанным в приложении I.

3. АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Монтаж термоэлектрических термометров на каждом паропроводе свежего пара за впрыскивающим устройством, перед главной паровой задвижкой и в стопорном клапане должен производиться в соответствии со СНиП III-34-74.

Чувствительный элемент термоэлектрического термометра должен находиться в центре поперечного сечения трубопровода.

Все средства измерений, применяемые для определения температуры свежего пара, должны иметь действующее клеймо или свидетельство о поверке.

Провода не должны образовывать петель и проходить вблизи мощных источников переменных электромагнитных полей (трансформаторов, электродвигателей и т.п.).

Температура окружающего воздуха, влажность, вибрация, внешние электрические и магнитные поля, напряжение питания, запыленность в месте установки средств измерений не должны превышать значений, указанных в технических условиях и инструкциях по монтажу и эксплуатации этих средств измерений.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ, СПОСОБЫ ИХ ВЫРАЖЕНИЯ И ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В качестве показателя точности измерений температуры свежего пара из числа приведенных в МИ 1317-86 "Государственная система обеспечения единства измерений . Результаты и характеристики по-

грешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров", применяется интервал, в котором с установленной вероятностью находится суммарная погрешность измерений.

Результаты измерения представляются в следующей форме:

$$t_{ср}; \Delta \text{ от } \Delta_\ell \text{ до } \Delta_h; P,$$

где $t_{ср}$ - среднее значение результатов измерения температуры свежего пара за соответствующий период времени, °С;

$\Delta, \Delta_\ell, \Delta_h$ - соответственно погрешность измерения, нижняя и верхняя ее границы, °С;

P - установленная вероятность, с которой погрешность измерения находится в этих границах, равная 0,95.

5. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Среднее значение температуры свежего пара определяется при обработке диаграмм, снятых с самопишущих приборов.

5.2. Определение результата измерения температуры свежего пара производится:

- при применении планиметра по формуле

$$t_j = 200 + \frac{F m_t}{\tau S} \text{ °C}, \qquad (1)$$

где 200 - начальное значение шкалы;

F - площадь диаграммы, вычисленная планиметром за интервал усреднения, $см^2$;

m_t - масштаб температуры, определяемый делением диапазона показаний измерительного прибора на ширину диаграммы, °С/см;

τ - интервал усреднения (1 ч, 8 ч, 24 ч);

S - скорость движения диаграммы, см/ч;

- при применении информационно-вычислительного комплекса по формуле

$$t_j = \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^{n} t_i \text{ °C}, \qquad (2)$$

где n – число циклов за заданный интервал времени усреднения, I ч;

T – период опроса, ч;

t_i – значение температуры свежего пара в i -м цикле опроса, °С.

5.3. Усредненная температура свежего пара по паропроводам определяется по формуле

$$t_{ср}=\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K} t_j \ ^{\circ}C \ , \qquad (3)$$

где K – число паропроводов;

$j=1,2,\ldots,K$.

5.4. Доверительные границы погрешности усредненной температуры свежего пара определяются по формуле

$$\Delta_t=\Delta_h=\pm\frac{1}{K\sqrt{K}}\sum_{j=1}^{K}\Delta t_j \ , \qquad (4)$$

где Δt_j – суммарная погрешность измерений температуры свежего пара j -й измерительной системы, °С.

$$\Delta t_j=\pm\frac{t_N\delta_\Sigma}{100}, \qquad (5)$$

где t_N – нормирующее значение температуры – диапазон измерений, °С;

δ_Σ – суммарная относительная погрешность измерений температуры в эксплуатационных условиях,

Абсолютная погрешность измерений переводится в относительную δ (%) по формуле

$$\delta=\pm\frac{\Delta}{t_j}100, \qquad (6)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерения, °С.

6. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА

Суммарная относительная погрешность измерения температуры свежего пара определяется по формуле

$$\delta_\Sigma=\pm\sqrt{\delta_{н.у}^2+\delta_\partial^2} \ , \qquad (7)$$

где $\delta_{н.у}$ – предел суммарной погрешности измерений температуры свежего пара при нормальных условиях, %.

$$\delta_{н.у} = \pm\sqrt{\delta_т^2 + \delta_п^2 + \delta_{л.с}^2 + \delta_{об}^2}\ , \qquad (8)$$

$\delta_т$ – предел допускаемой погрешности термоэлектрического термометра, %;

$\delta_п$ – предел допускаемой погрешности измерительного прибора, %;

$\delta_{л.с}$ – предел допускаемой погрешности удлиняющих проводов, %;

$\delta_{об}$ – погрешность обработки результатов измерений температуры свежего пара, %;

$\delta_д$ – суммарная дополнительная погрешность канала измерения температуры свежего пара, %.

$$\delta_д = \pm\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \ldots + \delta_n^2}\ , \qquad (9)$$

где δ_1-δ_n – составляющие суммарной дополнительной погрешности измерения температуры свежего пара за счет изменения влияющих факторов (температуры, влажности, напряжения, вибрации и др.).

Для определения составляющих дополнительной погрешности в эксплуатационных условиях следует определить математические ожидания каждого влияющего фактора раздельно в зимний и летний периоды по формуле

$$m = \frac{\sum_{i=1}^{n} \varphi_i}{l}\ , \qquad (10)$$

где φ_i – значение влияющего фактора i-го измерения в месте установки средств измерения;

l – число измерений влияющего фактора за интервал усреднения.

Оптимальным является интервал усреднения, равный двум месяцам соответственно в летний и зимний периоды. Измерения следует проводить через каждые 4 ч.

По полученным значениям математического ожидания каждого внешнего фактора определяется составляющая дополнительной погрешности по НТД на средства измерений, значение которой подставляется в формулу (9).

Пример оценки погрешности измерения (регистрации) температуры свежего пара приведен в справочном приложении 2.

Для получения более точных оценок погрешности измерений температуры свежего пара может быть использован экспериментальный метод с обработкой результатов измерений по ГОСТ 8.207-76.

7. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

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

- выполнении измерений - электрослесарь 3-го или 4-го разрядов;
- обработке результатов измерений - техник или инженер-метролог.

8. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации системы измерения температуры свежего пара необходимо соблюдать требования "Правил техники безопасности при обслуживании устройств тепловой автоматики, теплотехнических измерений и защит" (М.: Атомиздат, 1974).

Приложение 1
Рекомендуемое

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА

Наименование	Тип	Предел измерения, °С	Основная допускаемая погрешность	Условное обозначение градуировочной характеристики	Завод-изготовитель
Термометр термоэлектрический	ТХА-0179	От -50 до +600	По ГОСТ 3044-84	$ХА_{68}$	Лукий приборостроительный завод
Автоматический потенциометр	КСП-4	200-600	0,25 по показаниям 0,5 по регистрации	$ХА_{68}$	Московский завод "Манометр" г.Йошкар-Ола, завод измерительных приборов
Измерительный преобразователь	Ш78	200-600	0,4	$ХА_{68}$	ПО "Микроприбор", г.Львов

Приложение 2
Справочное

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕЖЕГО ПАРА

Исходные данные

Измерение температуры свежего пара осуществляется комплектом, состоящим из термоэлектрического термометра ТХА-0179 и автоматического самопишущего потенциометра КСП4, соединение термоэлектрического термометра с автоматическим потенциометром произведено термоэлектродными проводами типа М.

Количество паропроводов - 1.

Средняя температура окружающего воздуха на БЩУ в месте установки измерительных приборов равна 35°С.

Норма точности измерений ±2°С.

Оценка погрешности измерений

Оценка погрешности измерений температуры свежего пара производится по формулам (7-10).

По формуле (8) находится погрешность измерения температуры свежего пара при нормальных условиях.

Допускаемое отклонение градуировки термометра ТХА 0179 определяется по ГОСТ 3044-84:

$$\Delta E_T = \pm \left[0,16+2,0\cdot 10^{-4}(t-300)\right] = \pm \left[0,16+2,0\cdot 10^{-4}(545-300)\right] =$$

$$= \pm\ 0,19 \text{ мВ},$$

что соответствует $\delta_T = \pm 4,8$°С.

Предел допускаемой погрешности записи автоматического потенциометра $\delta_П = 0,5\%$ или $\Delta_П = 2,0$°С.

Допускаемое отклонение ЭДС в паре между жилами проводов по ГОСТ 24335-80 $\Delta E_{Tп} = \pm 0,15$ мВ, что соответствует $\Delta_{лс} = \pm 3,8$°С.

Результаты определения погрешности

Первичный преобразователь		Соединительная линия		Измерительный прибор			Влияющая величина		Обработка результата измерения	
Тип	Основная погрешность	Тип	Погрешность	Тип	Шкала	Основная погрешность записи, °С	Наименование	Погрешность от влияния, °С	Способ обработки	Погрешность обработки, °С
ТХА-0179	5,3	М	3,8	КСП4	200-600	2	Температура Напряжение	0,8 0,8	Планиметрирование	3,2

Погрешность обработки результатов измерения планиметром принимается по "Погрешности планиметрирования" / Войнич Е.В., Лебедев А.Т., Новиков В.А., Трошин Л.П., Баранов Л.А. (Измерительная техника 1982, № 8). $\delta_{об}$ = 0,8%, или $\Delta_{об}$ = 3,2°С.

Таким образом,

$$\Delta_{ну}=\pm\sqrt{(4,8)^2+2^2+(3,8)^2+(3,2)^2}=\pm 7,2^{\circ}C.$$

Определение дополнительной погрешности производится по формуле (9).

Для автоматических потенциометров дополнительная погрешность от изменения температуры окружающего воздуха от 20°С до любой температуры в пределах от 5 до 50°С составляет 0,2% (ГСП. Приборы автоматические следящего уравновешивания. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 3.9026-171 ТО), т.е. Δ_1 = 0,8°С.

Дополнительная погрешность от изменения напряжения питания силовой электрической цепи на плюс 22В и минус 33В от номинального значения не превышает 0,2%, т.е. Δ_2 = 0,8°С.

Таким образом,

$$\Delta_{д}=\pm\sqrt{(0,8)^2+(0,8)^2}=\pm 1,1^{\circ}C.$$

Следовательно, погрешность измерения температуры свежего пара в эксплуатационных условиях при обработке результатов измерения планиметром составляет

$$\Delta_{\Sigma}=\pm\sqrt{(7,2)^2+(1,1)^2}=\pm 7,3^{\circ}C.$$

Результаты расчета сведены в таблицу.

Результат измерения температуры свежего пара выразится в виде 545,0°С, Δ от -7,3°С до +7,3°С; P = 0,95.

измерений температуры свежего пара

Погрешность измерения		
В нормальных условиях	Дополнительная	Суммарная
$\sqrt{(4,8)^2+2^2+(3,8)^2+(3,2)^2}=$ = 7,2°С	$\sqrt{(0,8)^2+(0,8)^2}=1,1^{\circ}C$	$\sqrt{(7,2)^2+(1,1)^2}=$ = 7,3°С

Подписано к печати 03.12.87 Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л.0,7 Уч.-изд.л.0,7 Тираж 1650 экз.
Заказ № 545/24 Издат. № 87806 Цена 11 коп.

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

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru