Госстандарт России

Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы
(ВНИИМС)

Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева
(ВНИИМ)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ.
МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ МЕЖПОВЕРОЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

МИ 2554 - 99

Москва – Санкт-Петербург
1999

gost.e-ecolog.ru

Госстандарт России

Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы
(ВНИИМС)

Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева
(ВНИИМ)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ.
МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ МЕЖПОВЕРОЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

МИ 2554 - 99

Москва – Санкт-Петербург
1999

РАЗРАБОТАНА: Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы и Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологии им. Д.И. Менделеева

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Теплосчетчики
Методика испытаний с целью подтверждения
межповерочных интервалов

Общие требования

МИ

1. Область применения

Настоящая рекомендация устанавливает общие требования к методикам испытаний счетчиков тепловой энергии (далее – теплосчетчики) для оценки метрологической надежности с целью подтверждения межповерочного интервала.

Испытаниям подлежат теплосчетчики, которые являются средствами измерения количества тепловой энергии.

2. Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы.

1. Рекомендация МИ 2187-92. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений. ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, Санкт-Петербург, 1992.

2. Рекомендация МИ 2308-94. Счетчики электрической энергии электронные. Программа и методика ускоренных испытаний с целью подтверждения межповерочного интервала и показателя безотказности. ВНИИМС, Москва, 1994.

3. Общие положения

3.1. Межповерочным интервалом (МПИ) называется промежуток времени между двумя последовательными поверками СИ. Первичное значение МПИ определяется разработчиками СИ и вносится в эксплуатационную документацию.

3.2. В состав теплосчетчиков входят, как правило, следующие компоненты:

- преобразователи расхода (или объемные и массовые счетчики), устанавливаемые на подающем и (или) обратном трубопроводах системы теплоснабжения;

- термопреобразователи сопротивления или комплект термопреобразователей сопротивления, состоящий из двух подобранных термопреобразователей сопротивления. Термопреобразователи сопротивления устанавливаются в прямом и обратном трубопроводах системы;

- тепловычислители, которые обеспечивают определение тепловой энергии по поступающим сигналам от преобразователей расхода и термопреобразователей сопротивления.

3.3. МПИ теплосчетчиков определяют по МПИ входящих в их состав компонентов, при чем в качестве МПИ теплосчетчика берут наименьший из МПИ его компонентов.

Критериями для назначения МПИ компонент теплосчетчика при проведении испытаний, в соответствии с разделом 2 рекомендации МИ 2187-92, являются нормируемые показатели метрологической надежности. Применительно к компонентам теплосчетчиков, в качестве критериев для назначения МПИ рекомендуется применять следующие характеристики.

3.3.1. Предел допускаемых значений вероятности метрологической исправности компонента $P^{\bullet}_{мп}$ в момент очередной поверки (либо предел средней доли компонентов, забракованных при поверке, $\varepsilon^{\bullet} = 1 - P^{\bullet}_{мп}$). Рекомендуемые значения $P^{\bullet}_{мп}$=0,90 ...0,95.

3.4. Принцип и исходные данные для выбора приемлемого режима форсированных испытаний. Форсированные испытания являются видом испытаний, позволяющих получить необходимую для оценки метрологической надежности (стабильности) информацию в более короткий срок, чем в режимах эксплуатации. Принцип форсированных

испытаний, основывается на интенсификации процессов, вызывающих метрологические отказы или повреждения, в результате воздействия на теплосчетчики предельно допускаемых по ТУ (спецификации[1]) факторов (повышенной и (или) пониженной температуры, повышенной влажности, вибрационных и ударных нагрузок). При этом предполагается, что природа отказов при форсированных испытаниях остается той же, что и при эксплуатации теплосчетчиков в рабочих условиях. Однако, благодаря использованию предельно допускаемых значений величин воздействующих факторов, отказы наступают значительно быстрее, чем при испытаниях в нормальных условиях.

Учитывая, что теплосчетчик состоит из различных компонент, условия эксплуатации для которых различны, испытания необходимо проводить отдельно для каждого компонента теплосчетчика.

3.5. Суммарная наработка при поочередных (последовательных) испытаниях в различных режимах устанавливается соотношением

$$t_u = t_н \sum_{i=1}^{\mu} \rho_i k_{yi}^{-1}, \qquad (1)$$

где k_{yi} - значение коэффициента ускорения в i-м режиме;

ρ_i - доля суммарной наработки t_u при испытаниях в i-м форсированном режиме;

$t_н$ - суммарная наработка до отказа в режиме эксплуатации;

μ - количество используемых форсированных режимов.

Если испытания в форсированном режиме проводятся при одновременном воздействии нескольких факторов, суммарная наработка определяется соотношением

$$t_u = t_н \max_{i=1,2...,\mu} \{ \rho_i k_{yi}^{-1} \}, \qquad (2)$$

где μ - число одновременно влияющих факторов форсированного режима.

3.6. Режимы форсированных испытаний выбираются в соответствии с технической документацией на компоненты с учетом номенклатуры испытательных установок, обеспечивающих приемлемое вос-

[1] Спецификация – перечень технических характеристик для средств измерений производства зарубежных фирм.

произведение климатических и эксплуатационных условий, а также требуемых объемов, обеспечивающих размещение испытываемых объектов.

3.7. Испытаниям подвергаются компоненты, прошедшие технологическую наработку и приемно-сдаточные испытания. Выборку компонентов формируют методом случайных чисел по ГОСТ 18321.

4. Методика испытаний

4.1. Режимы форсированных испытаний компонентов теплосчетчика.

4.1.1. Термопреобразователи сопротивления и комплекты термопреобразователей сопротивления.

4.1.1.1. Под метрологической исправностью понимают нахождение погрешности измерения температуры в пределах допускаемых значений, - для отдельных термопреобразователей сопротивления; нахождение погрешности в допускаемых пределах по температуре или по разности температур, - для комплекта термопреобразователей сопротивления. При этом пределы допускаемых погрешностей термопреобразователей сопротивления соответствуют ТУ (спецификации) на теплосчетчик.

4.1.1.2. Воздействующим фактором форсированных испытаний является повышенная температура. Пример определения ориентировочных коэффициентов ускорения термопреобразователей сопротивления приводится в приложении А.

4.1.2. Тепловычислители.

4.1.2.1. Под метрологической исправностью тепловычислителей понимают нахождение всех нормированных метрологических характеристик в пределах допускаемых значений:

погрешности по тепловой энергии;

погрешности по объему теплоносителя;

погрешности по расходу;

погрешности по температуре;

погрешности по разности температур;

погрешности по давлению.

4.1.2.2. Воздействующим фактором форсированных испытаний является повышенная влажность и температура окружающей среды, по-

вышенная частота включения. Коэффициенты ускорения и параметры режимов форсированных испытаний вычислителя приводятся в таблице 1 приложения А.

4.1.3. Преобразователи расхода.

4.1.3.1. Межповерочный интервал преобразователя расхода определяется при контрольных испытаниях на безотказность в соответствии с требованиями ТУ (спецификации). При этом отказом следует считать несоответствие значений нормируемых МХ требованиям ТУ (спецификации).

4.2. Проведение испытаний.

4.2.1. Объем партии компонентов теплосчетчиков, длительность проведения испытаний, периодичность измерения контролируемых параметров, должны соответствовать требованиям п. 1.2 приложения 1 рекомендации МИ 2187-92.

4.2.2. Испытания компонентов на воздействие повышенной температуры проводят в камерах тепла. Образцы компонентов размещают в камере тепла с зазором между образцами не менее 50 мм и зазором между образцами и стенками камеры не менее 100 мм.

4.2.3. Испытания термопреобразователей сопротивления (комплектов термопреобразователей сопротивления) проводят при температуре, равной верхнему пределу измерений (если иное не установлено в технической документации на термопреобразователи сопротивления).

4.2.4. Испытания тепловычислителей проводят при температуре, равной максимальной температуре окружающего воздуха, указанной в технической документации на тепловычислитель (если иное не оговорено в технической документации на тепловычислитель).

4.2.5. Режим циклического воздействия температур устанавливается в конкретной методике испытаний.

4.2.6. Измерения параметров компонентов для определения метрологических характеристик производят в нормальных условиях или при повышенной температуре непосредственно в камере тепла. В последнем случае необходимо предусмотреть подключение к компонентам средств измерений, находящихся вне камеры тепла.

4.2.7. Для измерения параметров компонентов применяют эталонные средства, указанные в НТД на поверку этих компонентов, по-

грешность которых не превышает 0,1 от предела соответствующей определяемой метрологической характеристики.

4.2.8. Определение метрологических характеристик компонентов производят в соответствии с НТД на поверку этих компонентов.

4.3. Обработка результатов испытаний.

4.3.1. Обработку результатов испытаний и определение МПИ компонентов теплосчетчиков по выбранным критериям проводить в соответствии с МИ 2187-92. Применительно к выбранному критерию определения МПИ ($P^{*}_{ми}$) обработка результатов испытаний сводится к следующему.

4.3.2. Полученные в результате измерений метрологические характеристики компонентов каждого типа составляют ряд δ_{ij}, где i - номер образца компонента данного типа, j – номер измерения. Считают распределение вероятности δ_{ij} нормальным.

4.3.3. Для каждого номера измерения j определяют МО и СКО m_j, σ_j:

$$m_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta_{ij}, \qquad (1)$$

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\delta_{ij} - m_j)^2, \qquad (2)$$

По полученным значениям m_j, σ_j методом наименьших квадратов находят коэффициенты в разложениях:

$$m(t) = \sum_{k=1}^{p} a_k t^k, \qquad p \le 5 \qquad (3)$$

$$\sigma(t) = \sigma_o e^{rt}, \qquad (4)$$

4.3.4. Формируют ряд $t_k = T_k / K_y$, где T_k - значения МПИ из ряда 1,2,3 и т.д., через 1 год; K_y - коэффициент ускорения для данного компонента.

4.3.5. Вероятность метрологической исправности в момент времени t_k определяют по формуле

$$p_{ми}(t_k) = \Phi\left(\frac{\delta^* - m(t_k)}{\sigma(t_k)}\right) - \Phi\left(\frac{-\delta^* - m(t_k)}{\sigma(t_k)}\right), \qquad (5)$$

где $\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t} e^{-x^2/2} dx$,

δ^* - предел допускаемых значений МХ.

4.3.6. Выбирают номер l, такой, что

$P_{ми}(t_l) \geq P^*_{ми}$ и

$P_{ми}(t_{l+1}) < P^*_{ми}$

В качестве МПИ компонента берется T_l

4.3.7. Определяют МПИ теплосчетчика как наименьшее значение T_l по всем компонентам.

Приложение А
(рекомендуемое)

Воздействующие факторы форсированных испытаний и коэффициенты ускорения компонент теплосчетчика

1. Термопреобразователи сопротивления.

Воздействующим фактором форсированных испытаний является повышенная температура. Коэффициент ускорения, равный отношению $\tau_э / \tau_{исп}$ равен (Справка – отчет «Подтверждение ресурса работы и надежности термометров сопротивления ТМ 274», НПО ИТ, 1992 г.):

$$k_y = e^{\frac{E(T_{исп}-T_э)}{RT_{исп}T_э}}, \qquad (4)$$

где

E – энергия активации материала термочувствительного элемента (например, для меди E=15000 ккал/моль),

R – универсальная газовая постоянная (1,9872 ккал/моль К),

$T_Э$ – температура теплоносителя в условиях эксплуатации,

$T_{ИСП}$ - температура теплоносителя в условиях испытаний (в ^{0}К),

$\tau_э, \tau_{исп}$ - ресурс в условиях эксплуатации и длительность испытаний. Например, для медных термопреобразователей сопротивления при $T_{ИСП}$ = 180^{o}С, $T_Э$=80^{o}С, получаем k_y = 112.

1.3. Коэффициенты ускорения и параметры режимов форсированных испытаний вычислителя приводятся в таблице 1. (Рекомендация МИ 2308-94. Счетчики электрической энергии электронные. Программа и методика ускоренных испытаний с целью подтверждения межповерочного интервала и показателя безотказности. ВНИИМС, Москва, 1994.)

Таблица 1

Коэффициенты ускорения и параметры режимов форсированных испытаний вычислителя

№ п/п	Воздействующие факторы	Значение воздействующих факторов	Значение коэффициента ускорения K_{yi}
1	Повышенная температура	+ 50 °С + 55 °С	6,4 8,2
2	Пониженная температура	- 40 °С	9,5
3	Повышенная влажность	+ 40 °С при 95% влажности + 45 °С при 95% влажности	9,2 12,5
4	Циклический режим (включение и выключение источников питания)	($\tau_{вкл}$ = 9 мин, $\tau_{выкл}$ = 2 мин)	5,3

gost.e-ecolog.ru