

Разработка и исследование средств метрологической аттестации преобразователей теплового потока // Измер. техника. – 1987. – №5. – С. 30–32. 4. Геращенко О.А., Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Сало В.П. Аппаратура для метрологической аттестации первичных преобразователей теплового потока // Пром. теплотехника – 1991. – Т.13 №4 – С.64–69. 5. Декуша Л.В. Теплометрические измерительные преобразователи для исследования сложного теплообмена: Дисс. ... канд. техн. наук. – Киев, 1990. – 278 с. 6. Разработка в интересах энергосбережения комплекса аппаратуры нового поколения для определения и исследования метрологических характеристик первичных преобразователей теплового потока / Отчет о НИР (заключительный), “Контакт-3”. – № Госрегистрации 0197U012859. – К.: Институт технической

теплофизики НАН Украины. – 1999. – 137 с. 7. Декуша Л.В., Грищенко Т.Г., Менделеева Т.В. Особенности воспроизведения единицы плотности теплового потока кондуктивным способом // Вимірювальна техніка та метрологія, 2003. – №63. – С. 31–39. 87. Теоретические и практические основы проектирования образцовых средств воспроизведения единицы плотности теплового потока / Отчет о НИР (заключительный). – № Госрегистрации 0103U005193. – К.: Институт технической теплофизики НАН Украины. – 2005. – 131 с. 9. Декуша Л.В., Грищенко Т.Г., Менделеева Т.В. Особенности радиационного компарирования для передачи единицы плотности теплового потока // Вимірювальна техніка та метрологія, 2006. – № 66. – С. 64–75.

УДК 536.6

ПРИЕМНИКИ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТОВ ГОСТ 24632-81, ГОСТ 12.1.044-89, ДСТУ БВ.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97) В УКРАИНЕ

© Трикоз Павел, Декуша Леонид, Воробьев Леонид, Шаповалов Вячеслав, Мазуренко Александр, 2008

Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина

teplomer@ukr.net

Наведено описання приладів для вимірювання та безперервного контролю густини усіх складових радіаційного теплового потоку від полум'я під час вогневих випробувань різних речовин, виробів та матеріалів на спалах та пожежну безпеку.

Представлено описание приборов, предназначенных для измерения и непрерывного контроля плотности всех составляющих радиационного теплового потока от пламени при огневых испытаниях различных веществ, изделий и материалов на воспламеняемость и пожаробезопасность.

The description of devices, used for measurement and continuous control of all components of radiant heat flow rate from the fire during test firing of various substances, products and materials on ignitability and combustibility is described.

Огневые испытания различных веществ, изделий и материалов на воспламеняемость и пожаробезопасность обязательно проходят при наличии теплового излучения. Это вызывает необходимость измерения и непрерывного контроля плотности всех составляющих радиационного теплового потока от пламени (результатирующего, падающего и поглощенного), воздействующего на контролируемое изделие [1, 2].

Осуществление такого контроля возможно лишь при наличии испытательного оборудования и средств измерения на основе первичных преобразователей теплового потока и температуры. Измерение поверхностной плотности падающего теплового потока регламентировано стандартами, для приборного обеспечения которых в отделе теплотрии ИТТФ НАН Украины созданы абсолютные полостные приемники

ляющим измерять потоки теплового излучения с плотностью до 100 кВт/м^2 . В качестве термостатирующего оборудования предусмотрено использование циркуляционного водяного термостата.

На практике более удобным в качестве хладагента является применение проточной воды из водопроводной сети, однако её температура во время испытаний может изменяться. Это является причиной дрейфа нулевого сигнала прибора, что соответственно отражается на результатах исследований и особенно при измерениях плотности теплового излучения малой интенсивности. С учетом этого обстоятельства разработана конструкция дифференциального полостного приемника теплового излучения, применяемого в комплекте как со стандартным измерителем напряжения постоянного тока (модель РАП-12Д), так и со специализированным ЦПУ (модель РАП-12Д.2). Внешний вид прибора РАП-12Д.2 представлен на рис. 2.

Такой приемник (см. рис. 3) содержит две идентичные теплотметрические ячейки (тепловой коллектор 1) расположенные в одном водоохлаждаемом проточном теплообменнике 3.

Коллектор каждой ячейки изготовлен из высоко теплопроводного материала, по наружной поверхности которого навит калибровочный нагреватель 2, выполненный в виде бифилярной спирали. Между нагревателями 2 и теплообменником 3 расположены дифференциально соединённые ПТП генераторного типа 4, выполненных согласно межгосударственному стандарту [4] в виде цилиндрической вспомогательной стенки. Дифференциальное включение ПТП позволяет скомпенсировать влияние неконтролируемых изменений температуры охлаждаемого корпуса приемника, которые вызваны изменением температуры хладагента и окружающей среды.

Тепловой коллектор 1 в совокупности с рабочей диафрагмой 5 является моделью абсолютно черного тела.

Вспомогательная крышка 6, выполненная в размерах диафрагмы, закрывает вторую (вспомогательную) теплотметрическую ячейку. Таким образом, измеряемый тепловой поток не воздействует на вспомогательную ячейку. Теплообменник 3 находится в кожухе 7.

Для циркуляции хладагента имеются штуцера 8, а штуцер 9 – для вывода кабеля токоподвода и потенциаль- сьемных проводов. Для контроля температуры теплового коллектора 1 применён ПТ 10, представляющий собой

термопару, изготовленную из хромелевой и алюмелевой термоэлектродных проволок диаметром $0,2 \text{ мм}$ стандартной градуировки ХА (К) [3]. Спай термопары зачеканен в нижней части теплового коллектора 1.



Рис. 2. Внешний вид прибора модели РАП-12Д.2:
1 – приемник теплового излучения; 2 – цифровое показывающее устройство

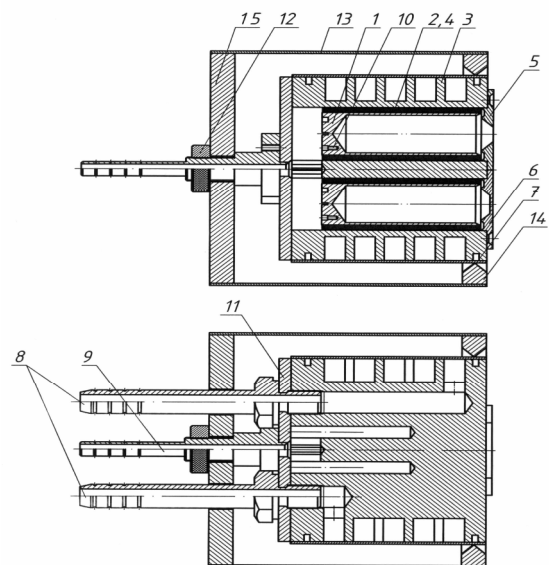


Рис. 3. Конструктивное устройство приемника теплового излучения модели РАП-12Д.2:
1 – тепловой коллектор; 2, 4 – калибровочный нагреватель, термобатарея ПТП; 3 – теплообменник; 5 – диафрагма; 6 – крышка вспомогательная; 7 – кожух; 8 – штуцер системы охлаждения; 9 – штуцер вывода кабеля связи; 10 – термопара; 11 – крышка; 12 – гайка прижимная; 13 – экран; 14 – кольцо экрана; 15 – крышка экрана

Крышка 11 закрплена на теплообменнике 3 и служит для крепления штуцеров системы охлаждения 8 и штуцера кабеля связи 9. Экран 13 с кольцом 14 и крышкой экрана 15 скреплены между собой прижимной гайкой 12. Диафрагма 5, выполненная из полированного дуралюмина, крепится к теплообменнику 3. Для увеличения коэффициента поглощения внутренняя поверхность теплового коллектора 1 покрыта слоем оксидной черни.

Термоэлектрический многоэлементный ПТП 4 является основным узлом приемника и предназначен для измерения поверхностной плотности потока результирующего (прошедшего) теплового излучения. Токпроводящие провода нагревателя 2 и потенциалосъемные провода ПТП и ПТ выведены за пределы корпуса через штуцер 9 на длину 3 м в виде соединительного кабеля, оканчивающегося разъемом.

Приемник снабжен съемной крышкой (на рис. 3 не показана), закрывающей рабочий торец приемника при хранении и периодических поверках прибора.

ЦПУ содержит измерительные усилители, аналого-цифровой преобразователь, источник опорного напряжения, источник питания и предназначено для масштабирования и измерения сигналов первичных преобразователей (ПТП и ПТ) приемника и представления измерительной информации в цифровом виде на жидкокристаллическом табло в единицах плотности теплового потока ($\text{кВт}/\text{м}^2$) и температуры ($^{\circ}\text{C}$).

Модель дифференциального полостного приемника теплового излучения РАП-12ДМ.2 является модификацией прибора РАП-12Д.2. Эта модель отличается меньшей толщиной стенки ПТП приемника, в результате чего снижена инерционность прибора, а также максимально устраняется дрейф нулевого сигнала, вызванный изменением температуры охлаждающей жидкости. Кроме того, такой приемник имеет несколько уменьшенные габариты как в поперечном сечении, так и по длине за счет вывода штуцеров системы охлаждения со стороны боковой поверхности кожуха приемника.

Измеряемая поверхностная плотность потока интегрального теплового излучения определяется по формуле:

$$q_{рез} = E_{ПТП} \times K, \quad (1)$$

где $E_{ПТП}$ – сигнал ПТП, мВ; K – константа прибора, $\text{кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мВ})$.

Константа K определяется на этапе градуировки приборов РАП-12Д и РАП-12Д.2 и используется для расчета плотности теплового потока по значению $E_{ПТП}$ (модель РАП-12), а также в ЦПУ прибора РАП-12Д.2 при нормировании сигнала ПТП и преобразовании его в цифровую форму. На табло ЦПУ высвечивается соответствующее значение измеряемой поверхностной плотности потока результирующего теплового излучения в $\text{кВт}/\text{м}^2$.

Для любого тела, участвующего в радиационном теплообмене с окружающими телами и источниками энергии, различают собственное, падающее и результирующее тепловое излучение.

Значение поверхностной плотности потока собственного теплового излучения приемника $q_{соб}$ определяется по формуле:

$$q_{соб} = s \times \epsilon \times T^4, \quad (2)$$

где $T = 273 + t$, t – показания табло в режиме измерения температуры; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}^4)$ – постоянная Стефана–Больцмана; ϵ – степень черноты приемника.

Значение поверхностной плотности потока падающего теплового излучения $q_{над}$ определяется, исходя из такого уравнения теплового баланса:

$$q_{рез} = q_{ногл} - q_{соб}, \quad (3)$$

где $q_{рез}$ – плотность потока результирующего теплового излучения; $q_{ногл}$ – плотность потока поглощенного теплового излучения.

С учетом того, что плотность поглощенного теплового излучения равна:

$$q_{ногл} = a \times q_{над}, \quad (4)$$

поглощательная способность приемника $a = \epsilon$, а плотность результирующего теплового излучения $q_{рез} = \bar{q}_{изм}$, то есть находится прямым измерением, расчетная формула для поверхностной плотности потока падающего теплового излучения имеет вид:

$$q_{над} = (q_{рез} + q_{соб}) / a = \bar{q}_{изм} / a + sT^4 = \bar{q}_{изм} / a + c. \quad (5)$$

где $c = s(t+273)^4$ – поправка на собственное тепловое излучение.

Аттестация и периодические поверки приборов моделей РАП осуществляются методом замещения энергии теплового излучения электрической энергией постоянной мощности, подведенной к калибровочному нагревателю с последующим расчётом нормированного значения поверхностной плотности теплового потока.

Базирующаяся на методе энергетического замещения методика метрологической аттестации реализована на экспериментальной установке, в состав которой входят высокоточные измерители силы и напряжения постоянного электрического тока от источника постоянной мощности.

Границы допускаемой основной относительной погрешности для поддиапазона измерения от 1 до

20 кВт/м² не превышают $\pm 5\%$, а для поддиапазона от 20 до 100 кВт/м² – $\pm 3\%$.

1. ДСТУ БВ.2.7-70-98 (ГОСТ 30444-97). Будівельні матеріали. Метод випробування на розповсюдження полум'я. 2. ГОСТ 12.1.044-89. Система стандартів безпеки праці. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. 3. Декуша Л.В., Грищенко Т.Г., Воробьёв Л.И.// Полостной приемник теплового излучения // Пром. теплотехника. – 2002 – т.24. – №4 – С.89 – 92. 4. ДСТУ 3756-98 (ГОСТ 30619-98). Енергозбереження. Перетворювачі теплового потоку термоелектричні загального призначення. Загальні технічні умови.

ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМОГО p-n-ПЕРЕХОДУ ДЛЯ КОМПЕНСУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗЛЮТІВ ПОРІВНЯННЯ ТЕРМОПАР

© Домінюк Тарас, Мікуліч Надія, 2008

Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна
taras.dominuk@gmail.com

Розглянуто можливість використання прямого p-n-переходу у схемах компенсації температури злутів порівняння (опорних злутів) термопар. Наведено теоретичні обґрунтування можливості використання прямого p-n-переходу у пристроях вимірювання температури. Результати моделювання в системі PSpice доводять правильність такого підходу.

Рассмотрена возможность использования прямого p-n-перехода в схемах компенсации температуры спаев сравнения (опорных спаев) термопары. Приведены теоретические обоснования возможности использования прямого p-n-перехода в устройствах измерения температуры. Результаты моделирования в системе Pspice показывают правильность такого подхода.

In work the opportunity of use of direct p-n-junction in compensation schemes of thermocouple cold end temperature (reference thermal junction) thermocouples is considered. Theoretical substantiations of an opportunity of use of direct p-n-transition in devices measurement of temperature are resulted. Results of the lead modelling in system Pspice show correctness of such approach.

Одним зі способів урахування температури злутів порівняння термопар є вмикання у вимірювальне коло послідовно з термопарою джерела напруги, значення напруги якого буде таким самим, як і термо-ЕРС використовуваної термопарі від 0 °С до температури злутів порівняння термопарі. Наочніше це можна побачити на рис.1.

Отже, вихідний сигнал такої схеми не залежатиме від температури злутів порівняння термопарі.

Загальновідомим прикладом використання є схема, зображена на рис. 2 [1].

Ця схема являє собою мостове коло, яке складається з температуронезалежних манганінових опорів R1, R2, R3 і мідного опору R4, який має лінійну температурну залежність. Температурозалежний опір R4 повинен бути за такої температури, як і злоти порівняння термопарі.

Якщо температура термозалежного резистора, як і температура злутів порівняння термопарі, становитиме 0°С, то міст повинен перебувати у рівновазі. Тоді напруга між точками 1 і 2 дорівнюватиме 0 В.