

А.А.Вейник, инженер,
А.И.Вейник, чл.-корр. АН БССР

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

Известно, что при измерении температуры формы, особенно неметаллической, обычно приходится сталкиваться с проблемой уменьшения влияния сверлений и электродов термопары, искажающих исследуемое температурное поле. Отсос теплоты от точки замера особенно ощутим, если теплопроводность формы много меньше теплопроводности электродов термопары.

С целью устранения указанного недостатка предлагается использовать в качестве датчика для измерения температуры термоэлектрический полупроводниковый элемент, описанный в работе [1]. Элемент представляет собой пакет разнородных тонких пластинок, одна из которых изготовлена из монокристалла германия, кремния или другого полупроводникового материала. К обеим плоскостям полупроводниковой пластины прикреплены разнородные металлические, например медная и алюминиевая. Чтобы в качестве выводов от датчика использовать обычный тонкий медный провод и не получить при этом дополнительных спаев, искажающих показания прибора, целесообразно собрать пакет из пластинок, расположенных в следующем порядке: медная, полупроводниковая, алюминиевая, медная. К медным пластинкам прикрепляются медные же токоотводящие провода.

Датчик должен быть ориентирован в форме вдоль изотермической поверхности. Длина и ширина датчика могут выбираться от нескольких долей до нескольких десятков миллиметров. Толщина всего пакета может колебаться от десятков микрометров до нескольких миллиметров. Толщины отдельных слоев выбираются в зависимости от теплопроводности и теплоемкости материала формы. Широкому диапазону изменения этих параметров способствуют крайне высокая теплопроводность меди и алюминия и низкая теплопроводность полупроводника. Благодаря этому удается сконструировать датчик, близкий по своим свойствам как к металлической, так и к неметаллической формам, который очень удобен в работе.

Суммарная (эффективная) теплопроводность датчика L_{Σ} и теплопроводности и толщины отдельных его слоев - меди (L_1 и

X_1), полупроводника (L_2 и X_2) и алюминия (L_3 и X_3) - связаны соотношением

$$\frac{X}{L_{\text{э}}} = \frac{X}{L} = \frac{X_1}{L_1} + \frac{X_2}{L_2} + \frac{X_3}{L_3}, \quad (1)$$

где $X = X_1 + X_2 + X_3$.

С помощью этого соотношения толщины слоев датчика выбираются таким образом, чтобы его эффективная теплопроводности $L_{\text{э}}$ была равна фактической теплопроводности формы L .

В нестационарных условиях следует принимать во внимание также удельные теплоемкости и плотности формы (c и ρ), отдельных слоев и датчика в целом ($c_{\text{э}}$ и $\rho_{\text{э}}$), причем произведение $\rho \cdot c$ представляет собой удельную объемную теплоемкость. Эффективная удельная объемная теплоемкость датчика $\rho_{\text{э}} c_{\text{э}}$ связана с удельными объемными теплоемкостями отдельных слоев равенством

$$\rho_{\text{э}} c_{\text{э}} = \rho c = X_1 \rho_1 c_1 + X_2 \rho_2 c_2 + X_3 \rho_3 c_3. \quad (3)$$

Если в ходе выбора материала и толщины пластинок датчика возникнет некоторое расхождение результатов, найденных по уравнениям (1) и (3), то для зоны формы с незначительными изменениями температуры предпочтение следует отдавать уравнению (1), а для зоны с большими изменениями температуры - уравнению (3).

Очень тонкие металлические слои могут быть получены путем напыления их на полупроводник в вакууме. К ним могут быть припаяны более толстые слои и т. п.

Преимущество обсуждаемого элемента заключается в том, что он дает электродвижущую силу (ЭДС), не равную нулю, в изотермических условиях, т. е. показывает абсолютную температуру формы и, следовательно, нет надобности заботиться об организации холодного спая. Тарировается датчик обычными методами, зависимость ЭДС от температуры получается нелинейной. Элемент с кристаллом, например германия, дает хорошие результаты до температуры 873 К.

Литература

1. Marinescu Matei. High efficiency thermo-electric generator operating on the basis of a new thermo-electric effect. Proceedings of the International Conference on Thermoelectric Energy Conversion, Arlington, Tex., 1976. New York, N. Y., 1976, p. 120-125.