

653	56,34	40,06	18,00	-45,73
673	56,74	41,79	19,10	-48,68

Таким образом, с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости была измерена теплоемкость хлоридов щелочных металлов NaCl, LiCl KCl в интервале температур 293-673 К. По экспериментальным данным теплоемкости методом численного интегрирования определены термодинамические свойства в исследуемых объектах исследования.

Список информационных источников

1. Беломестных В.Н., Теслева Е.П. Анггармонические эффекты в твердых телах (акустические аспекты). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 151 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. – Л.: Химия, 1974 г. – 200 с.
3. Семиохин И.А. Физическая химия: Учебник. Изд-во МГУ, 2001. 272 с.
4. Игишева А.Л. Теплоемкость кристалла NaCl в области температура 293-673 К // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 563-565.

РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛЯ ЭКРАНО-ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Кирюшкин Т.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества

Работоспособность аппаратуры управления полетом ракеты может быть нарушена внешними потоками ионизирующего излучения. Для предотвращения таких нарушений бортовая полупроводниковая электроника защищается с помощью специальных экрано-защитных покрытий. Основное требование к таким покрытиям – это обеспечения требуемого уровня защиты при минимальном весе. Такие требования могут быть выполнены только при использовании в технологическом процессе высокоточных средств измерения толщины этих покрытий.

Причем доступ к изделию всегда односторонний. В связи с этим возникает задача вычисления пространственной точечной функции эффективности для первичного коллиматора, формирующего первичный поток квантов.

Рассматривается геометрия, представленная на рисунке 1.

Излучение с энергией E_0 от источника направляется под углом α и проходит внутрь среды в виде пучка, формируемого коллиматором K_1 . Коллиматор K_1 имеет ширину d и длину канала h . Центральная ось коллиматора K_1 находится в точке C на глубине X_0 . Точкой A обозначается центр коллиматора K_1 .

Рассмотрим единичный элемент в точке G с координатами X_G и Y_G . Пространственная точечная функции эффективности коллиматоров K_1 и K_2 одинаково определяет видимой из точки G поверхностью источника или детектора. Для геометрии рисунка 1 это площадь видимой поверхности равна произведению длины линии l_1 , видимой из точки G на протяженность коллиматора по оси OZ . Примем протяженность коллиматора по оси Z за единицу. Она будет максимальна в диапазоне отклонений от оси на $\pm \frac{d}{2}$ и обращаться в нуль на линии AC_1 и на линии AC_2 . Для построения ПТФЭ рассмотрим рисунок 1. Для ее нахождения рассмотрим геометрию на рисунке 1. Из треугольника ADC можно вычислить длину стороны AC ; расположенную по отношению к оси OX под углом α . Она равна:

$$AC = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}, (1)$$

где X_0 – глубина залегания точки пересечения оси первичного и вторичного коллиматоров; Y_0 – расстояние от центра оси OX до центра коллиматора (т. A).

Так как линия AC расположена под углом α , то треугольник ADC прямоугольный. В этом случае можно записать:

$$AC = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} (2)$$

Зная длину линии AC , можно выразить длину линии EF .

$$EF = AC - \frac{n}{2} (3)$$

Подставляем в формулу 3 получившийся результат в формуле 2 и получаем конечную формулу, для нахождения длины линии EF :

$$EF = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} (4)$$

Для вычисления длины стороны FC , нужно знать $\text{tg}\varphi$. Из треугольника EFC_1 видно, что треугольник равнобедренный, можем вычислить $\text{tg}\varphi$. Получаем выражение:

$$\text{tg}\varphi = \frac{d}{h} (5)$$

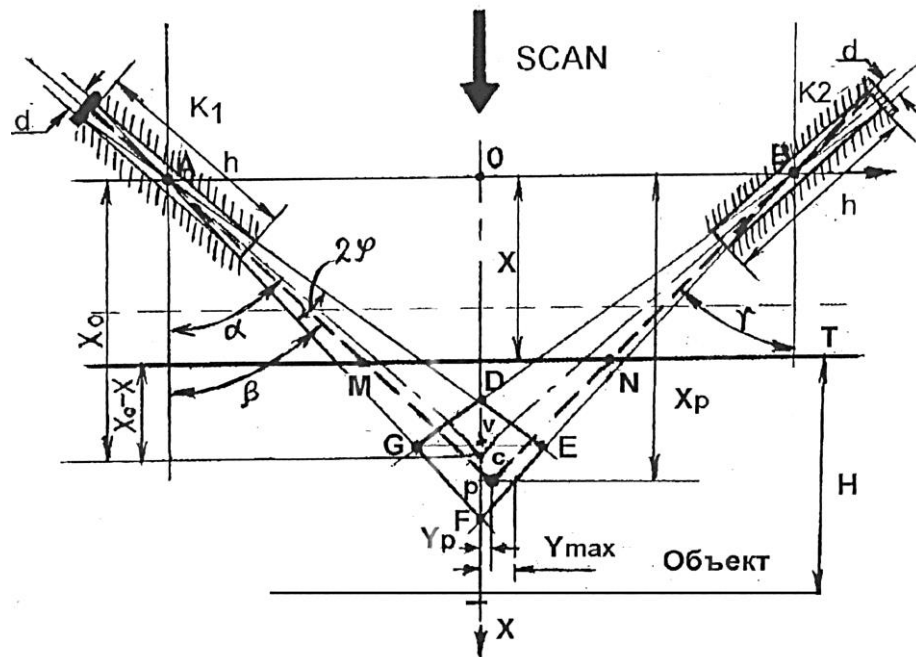


Рис. 1. Геометрия контроля экрано-защитного покрытия.

Зная $\text{tg}\varphi$ и сторону EF, можем найти сторону FC_1 .

$$FC_1 = \text{tg}\varphi \times EF \quad (6)$$

Подставляем формулы 4 и 5 и получаем конечную формулу FC_1 :

$$FC_1 = \frac{d}{n} \times \left(\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2} \right) \quad (7)$$

Возьмем произвольную точку G на участке линии FC_1 . Для нахождения ПТФЭ, необходимо рассмотреть треугольник EFG и найти угол β .

Зная, что треугольник EFG прямоугольный можем вычислить угол β :

$$\text{tg}\beta = \frac{GF}{EF} \quad (8)$$

Из данной формулы (8) следует:

$$\beta = \arctg \frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2}} \quad (9)$$

Длина видимой из точки G линии l на активной поверхности детектора можно выразить через d и l_1 , где l_1 – длина линии невидимой поверхности:

$$l = d - l_1 \quad (10)$$

Зная, как найти угол β (9) и длину канала коллиматора h. Можем найти длину l_1 :

$$l_1 = \text{tg} \frac{GF}{EF} \times h \quad (11)$$

Из данной формулы (11) следует:

$$l_1 = \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} \frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2}}) \times h \quad (12)$$

$$l_1 = (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}) \times h \quad (13)$$

Из формулы (10), можем вычислить длину линии l , определяющей площадь видимой поверхности.

$$d = l + (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}) \times h \quad (14)$$

Из формулы (14) следует:

$$l = d - (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}), \quad (15)$$

где GF – это расстояние от произвольной точки G до края коллиматора.

Обозначим расстояние до произвольной точки G от оси коллиматора, как $S(X_G; Y_G)$

Для вычисления отрезка S , построим две прямые линии от точки G и от точки F параллельно осям OX и OY их пересечение обозначим точкой Q .

Из данных треугольника FQG можно найти сторону FG_2 (где сторона S), для вычисления стороны FG_1 нужно знать значение сторон QG и FQ .

Для вычисления сторон QG и FQ , рассмотрим их как точки координат OX и OY , зная расположение точки G в координатной плоскости можно вычислить обе стороны:

$$QG = Y_G - Y_Q \quad (16)$$

$$FQ = X_F - X_G \quad (17)$$

Рассмотрим прямоугольный треугольник FQG , зная стороны QG и FQ , можно вычислить сторону S :

$$S = \sqrt{FQ^2 + QG^2} \quad (18)$$

Подставляем формулы 16 и 17 получаем:

$$S = \sqrt{(X_F - X_G)^2 + (Y_G - Y_Q)^2} \quad (19)$$

Для приведения формулы 19 к общему виду нужно вычислить отрезки X_F и Y_A .

Чтобы вычислить отрезок X_F необходимо знать отрезки X_C и I_C . Из рисунка 1 видно, что отрезок X_F можно вычислить:

$$X_F = X_C - I_C \quad (20)$$

Для нахождения отрезка I_C рассмотрим прямоугольный треугольник CIF , зная сторону CF , можем вычислить:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_c}{C_F} \quad (21)$$

Из данной формулы (21) следует:

$$IC = CF \times \operatorname{tg} \alpha \quad (22)$$

Подставив формулу 22 в формулу 20 получим:

$$X_F = X_C - \operatorname{tg} \alpha \times CF \quad (23)$$

Для вычисления отрезка Y_A , рассмотрим рисунок 1. Из рисунка видно, что отрезок $Y_Q = PQ$, а отрезок PQ расположен параллельно стороне IF и тоже равен стороне PQ , следовательно

$$YQ = IF \quad (24)$$

Для вычисления стороны IF рассмотрим прямоугольный треугольник CIF , зная сторону CF , можно вычислить:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IF}{CF} \quad (25)$$

Из данной формулы следует:

$$IF = CF \times \operatorname{tg} \alpha \quad (26)$$

Подставив формулу (26) в формулу (24) получим:

$$YQ = \operatorname{tg} \alpha \times CF \quad (27)$$

Зная все стороны и отрезки можем привести общую формулу отрезки S подставив в формулу 19 формулы 23 и 27, получим:

$$S = (X_C - \operatorname{tg} \alpha \times CF) - X_G)^2 - (Y_G - \operatorname{tg} \alpha \times CF)^2 \quad (28)$$

Список информационных источников

1.Капранов Б.И., Дель В.Д., Красноженов В.П. "Исследование характеристик рассеянного излучения в узких геометриях". Материалы конференции "Молодые ученые и специалисты Томской области в 1. пятилетке". Томск, 1975. - 8с.

2.Капранов Б.И., Великанов В.Е., Глазков В.А. "Радиационная альbedo-толщинометрия покрытий". Материалы конференции "Молодые ученые и специалисты томской области в IX пятилетке". Томск, 1975. -4с.

3.Капранов Б.И., Мякинкова В.А., Шаверин В.А. «Радиоизотопная альbedo-толщинометрия полимерных покрытий на металлической основе». Дефектоскопия, №4, 1986, с. 10-15.