

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОПЛЕНЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛОМЕТРА TALYSTEP

С.В. Гурский, В.К. Ли

Научный руководитель – Петлицкая Т.В.

кандидат техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Увеличение коэффициента поглощения энергии солнечными элементами (СЭ) является ключевым фактором для выживания технологии в качестве возобновляемого ресурса. Многослойные покрытия учитывают абсорбцию, пропускание и отражение солнечного света, который необходим для функционирования фотоэлементов. Исследования показали, что шероховатость каждого из слоёв многослойного покрытия оказывает значительное влияние на КПД батареи. Поэтому контроль шероховатости слоев является важной технологической операцией при производстве солнечных элементов [1].

Методика анализа шероховатости пленок СЭ на базе профилометра *Talystep* основана на контактном способе измерения шероховатости профиля поверхности. Алмазная игла, радиусом закругления 12 мкм или 2 мкм (в зависимости от обработки измеряемой поверхности), поступательно перемещается по определенной трассе относительно поверхности. Ось иглы располагают по нормали к поверхности. Опускаясь во впадины, а затем поднимаясь на выступы во время движения ощупывающей головки по испытываемой поверхности, игла колеблется относительно головки соответственно огибаемому профилю. Усилие иглы настраивается так, чтобы давление, оказываемое иглой на поверхность, передавалось посредством волосковой пружины на чувствительный тензодатчик, а затем преобразовывалось с помощью блока электроники в сигнал соответствующего уровня, который и выводится на самопишущее устройство. По снятому с самопишущего устройства профилю поверхности (рисунок 1) измеряют параметр шероховатости R_a [2].

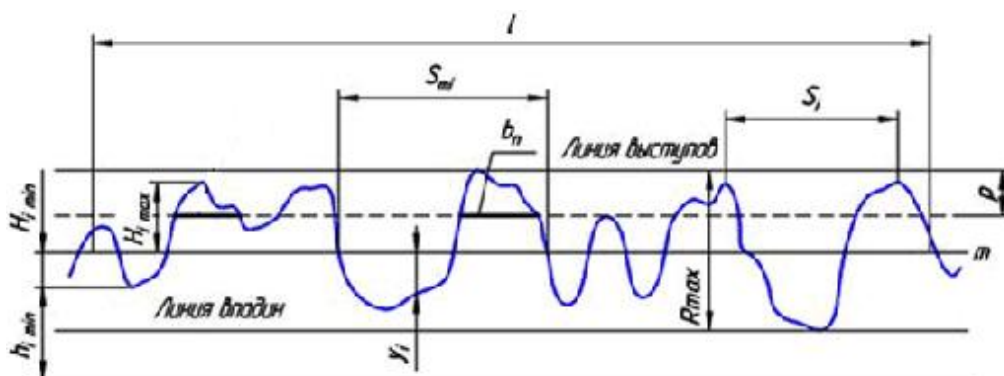


Рисунок Б.1 – Схематическое изображение и параметры шероховатости поверхности

l - базовая длина;

m - средняя линия профиля;

S_{mi} - средний шаг местных выступов профиля;

$H_{i \max}$ - отклонение пяти наибольших максимумов профиля;

$H_{i \min}$ - отклонение пяти наибольших минимумов профиля;

$h_{i \min}$ - расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;

R_{\max} - наибольшая высота профиля;

y_i - отклонения профиля от линии m ;

P - уровень сечения профиля;

b_n - длина отрезков, отсекаемых на уровне P .

При небольших выступах и впадинах (до 10 - 20 мкм) характеристикой шероховатости является их средняя арифметическая величина R_a на некоторой базовой длине l , которая высчитывается по формуле (1) [3]:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx. \quad (1)$$

Отсчет ведется от базовой линии, имеющей форму номинального профиля, проведенной так, что среднее квадратичное отклонение профиля от этой линии минимально.

При больших значениях шероховатости основным параметром шероховатости является высота R_z , мкм, рассчитываемая по десяти максимальным точкам профиля на базовой длине l , по формуле (2):

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{imax}| + \sum_{i=1}^5 |H_{imin}| \right). \quad (2)$$

Существует так же способ увеличения точности расчета параметра шероховатости R_a за счет уменьшения шага обработки. Измеряя шероховатость пленки экспериментального образца СЭ при обработке профилограммы по методике расчета шероховатости по 50 точкам через 2 мм $R_a = 0.430$, то при обработке ее по новой методике (по 100 точкам через 1 мм) дало результат $R_a = 0.439$. Предложенная процедура обработки профилограммы повысила точность измерений, снизив погрешность измерений с ± 7 до ± 5 %.

Библиографический список

1. Мальков О.В., Литвиненко А.В. Измерение параметров шероховатости поверхности детали. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012
2. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
3. Табенкин А.Н., Тарасов С.Б., Степанов С.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт. Издательство Политехнического университета. Санкт-Петербург. 2007