



**INGENIEURHOCHSCHULE
ZWICKAU**

5. wissenschaftliche Konferenz

Rationalisierung im Maschinenbau

November 1985

T	<i>IV. Kolloquium Eigenspannungen und Oberflächenverfestigung</i>
4	<i>Leiter der AG Prof. Dr. sc. techn. H.-D. Tietz</i>

Manuskriptdruck

Redaktionsschluß 30. 4. 85

ZUR ERMITTLUNG VON OBERFLÄCHENSPPANNUNGEN IN ÜBERZÜGEN MIT HILFE DER DEFORMATIONSMESSUNGSMETHODE EINER BANDFÖRMIGEN UNTERLAGE

ON THE DETERMINATION OF SURFACE STRESSES IN COATINGS BY MEANS OF AXIAL STRAIN MEASUREMENT METHOD OF FLAT-SHEET SUBSTRATE

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОКРЫТИЯХ МЕТОДОМ ЗАМЕРА ОСЕВОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛОСОВОЙ ПОДЛОЖКИ

Я.П. Кью, Х.Я. Лилле (Тарту, СССР)

Рассматривается плоская полосовая подложка толщиной h_1 , шириной b . Нижний конец подложки заземлен неподвижно, верхний конец соединен упругим элементом для создания предварительного натяжения (рис. 1). Для определения поверхностных напряжений (ПН) на участке подложки длиной l_1 с обеих сторон наращивают или удаляют покрытие. Участок длиной l_0 остается свободной. Задача состоит в вычислении ПН по осевому перемещению $\Lambda(h)$ верхнего конца подложки, замеренного в зависимости от толщины h покрытия и принимаемого положительным по направлению вниз. Для решения задачи процесс изменения толщины покрытия рассматривается как непрерывное наращивание или удаление бесконечно тонких поверхностных слоев, напряженное состояние которых считается однородным равным двухосным растяжением или сжатием. Наращивание поверхностного слоя толщиной dh будет эквивалентно приложению напряжений $\bar{\sigma}(h)$ к краям поверхностного слоя. Эта нагрузка вызывает в подложке и покрытии элементарные напряжения и деформации, а также приращение перемещения $d\Lambda(h)$. Используя условия равновесия, зависимости закона Гука и условие совместности деформации, получим четыре уравнения, которые позволяют получить для ПН формулу

$$\bar{\sigma}(h) = \{ f(h) l_1^{-1} + C(2b)^{-1} [f(h) l_0 (A l_1)^{-1} + g(h)] \} \Lambda'(h). \quad (1)$$

Здесь означает штрих дифференцирование по h и используются обозначения: C - жесткость упругого элемента,

$$A = E_1 h_1 2^{-1}, \quad f(h) = E_1 [2(1-\mu_1)]^{-1} h_1 + E_2 (1-\mu_2)^{-1} h, \quad g(h) = \{ E_1 [2(1-\mu_1^2)]^{-1} h_1 + E_2 (1-\mu_2^2)^{-1} h \} \{ E_1 [2(1+\mu_1)]^{-1} h_1 + E_2 (1+\mu_2)^{-1} h \}^{-1},$$

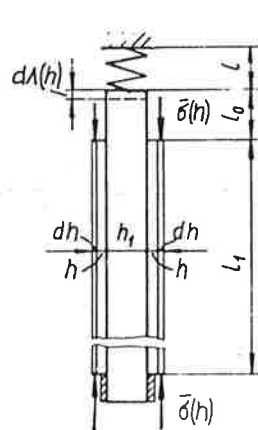


Рис. 1

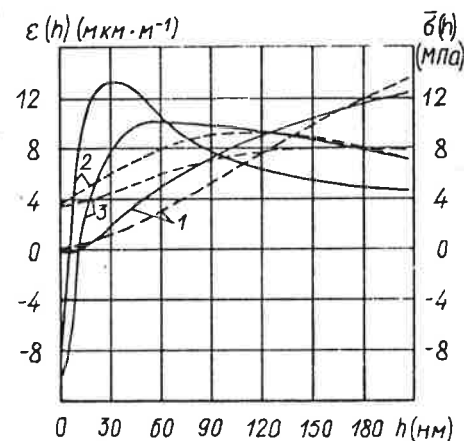


Рис. 2

где E_i, μ_i - модуль упругости и коэффициент Пуассона материалов подложки ($i=1$) и покрытия ($i=2$).

Для весьма тонкого покрытия ($h \ll h_1$) возможен предельный переход $h \rightarrow 0$. Тогда получим приближенную формулу

$$\bar{\sigma}(h) = E_1 [2(1-\mu_1)]^{-1} [h_1 l_1^{-1} + C(E_1 b)^{-1} (l_0 l_1^{-1} + 1)] \Lambda'(h). \quad (2)$$

Если предварительное натяжение создается силой тяжести, полагают $C=0$.

На рис. 2 даны результаты вычисления ПН в гальваническом кобальтовом покрытии на платиновой подложке по экспериментальным данным, полученным авторами [1]. При расчетах принято: $h_1=25$ мкм, $b=12,7$ мм, $l_1=44$ мм, $l_0=0$, $E_1=167$ ГПа, $\mu_1=0,39$, $l=0,4$ мм, $C=3,68$ МН·м⁻¹. Кривые 1 представляют зависимости $\epsilon(h) = \Lambda(h) l^{-1}$, полученные в результате аппроксимации экспериментальной информации кубическими сплайнами. Кривыми 2 представлено распределение ПН по (2), кривыми 3 - по формуле из [2]. Сплошные линии - наращивание, штриховые - удаление покрытия.

ЛИТЕРАТУРА. 1. Arnyanov S.A., Weil R. - Surface Technol., 5 (1977) 85. 2. Arnyanov S.A., Weil R. - Plating and Surface Finishing, 63 (1976) (May) 49.