

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ АСМ

Нестеров С.Б., Зилова *О.С., Елинсон **В.М.

Москва, ФГУП НИИВТ им. С.А. Векшинского, Нагорный проезд, 7,

*Москва, МЭИ, ул. Красноказарменная, 14

**Москва, МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, Берниковская наб., стр.2

Введение

Высокое качество покрытия является неременным требованием к готовым изделиям. Структура поверхности является косвенным критерием, позволяющим получить информацию о качестве рассматриваемого покрытия и диагностировать процесс нанесения. Микрорельеф может также влиять на свойства рассматриваемого покрытия. В связи с этим проводилось изучение микрорельефа поверхности нанокристаллических пленок на полимерных подложках, предназначенных для использования в технологиях РЭС и медико-биологических областях, а также исследование изменения данной поверхности в зависимости от режимов нанесения пленок для установления корреляции с биоактивностью и электрофизическими свойствами углерод-полимерных наноструктур.

Определение структуры поверхности покрытий и ее характеристик

Рассматривались образцы углеродных пленок различной толщины на полиэтилентерефталате и тефлоне, подвергнутых различной обработке.

Для определения структуры поверхности использовался атомно-силовой микроскоп «ФемтоСкан» (МГУ) с максимальным полем сканирования 10×10 мкм. Для каждого из образцов были получены снимки поверхности в разных точках и при различном увеличении. Размер сканов брался от 10 мкм до 0,2 мкм. Для всех сканов определялись метрологические характеристики поверхности. Рассматривались профили поверхности в нескольких сечениях, оценивалась шероховатость и площадь реальной поверхности, определялись параметры зерна.

При анализе профиля линии, определялись горизонтальное и вертикальное расстояние между выбранными на профиле линии точками. Данные параметры позволяют легко оценивать размеры интересующих особенностей микрорельефа (зерен). При проведении анализа зерен с помощью функции построения изолиний находились периметр, площадь и объем зерна. Анализ шероховатости поверхности является одним из наиболее важных при изучении микрорельефа поверхности. Существует целый набор параметров шероховатости, основным из них является R_q (среднеквадратичное отклонение).

Совокупность различных параметров позволяет оценить состояние поверхности и произошедшие в результате какого-либо воздействия на поверхность изменения в ее структуре. Характеристики поверхности исследуемых образцов нанокристаллических пленок на полимерных подложках приведены в таблицах 1-2.

Таблица. 1 Характеристики поверхности образцов нанокристаллических пленок на полимерных подложках (размер кадра 2×2 мкм)

Образец	Описание объекта исследования	R_q , нм	S , нм ² ;	$dS = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$, нм ²	Зерно		
					Горизонтальный размер g , нм	Периметр L , нм	Объем V , нм ³
ГЗ(100)	ПЭТФ; α -С:Н ~100 Å	1,33	$4,016 \cdot 10^6$	$2,47 \cdot 10^3$	120	677	$3,869 \cdot 10^4$
ГЗ(400)	ПЭТФ; α -С:Н ~400 Å	2,64	$4,025 \cdot 10^6$	$8,65 \cdot 10^3$	117	888	$4,602 \cdot 10^4$
ГЗ(700)	ПЭТФ; α -С:Н ~700 Å	3,39	$4,029 \cdot 10^6$	$1,56 \cdot 10^4$	92	686	$1,485 \cdot 10^5$
ГЗ(1200)	ПЭТФ; α -С:Н ~1200 Å	8,47	$4,037 \cdot 10^6$	$2,48 \cdot 10^4$	107	899	$1,57 \cdot 10^5$
	ПЭТФ (контроль)	2,66	$4,028 \cdot 10^6$	$2,12 \cdot 10^3$	356	-	-

Таблица. 2 Характеристики поверхности образцов нанокуглеродных пленок на полимерных подложках

Образец	Описание объекта исследования	Размер кадра	R_q , нм	Размер особенно стей, нм	S , нм ² ;	$dS = \frac{S - S_{xy}}{S_{xy}}$, нм ²
647	ПЭТФ, обработанный CF_4 5 мин.	X: 2712 нм; Y: 2731 нм	1,327	68	$7,422 \cdot 10^6$	$1,49 \cdot 10^4$
646	ПЭТФ обработанный CF_4 10 мин.	X: 2868 нм; Y: 2916 нм	1,169	129	$8,369 \cdot 10^6$	$5,39 \cdot 10^3$
648(1)	ПЭТФ обработанный CF_4 5 мин; α -C:H $\sim 100 \text{ \AA}$	X: 3318 нм; Y: 3398 нм	1,133	88	$1,128 \cdot 10^7$	$7,17 \cdot 10^3$
648(2)	ПЭТФ обработанный CF_4 10 мин; α -C:H $\sim 100 \text{ \AA}$	X: 2855 нм; Y: 2855 нм	1,519	95	$8,159 \cdot 10^6$	$8,45 \cdot 10^3$
649(1)	ПЭТФ обработанный CF_4 5 мин; α -C:H $\sim 400 \text{ \AA}$	X: 2735 нм; Y: 2770 нм	2,283	111	$7,591 \cdot 10^6$	$1,55 \cdot 10^4$
649(2)	ПЭТФ обработанный CF_4 10 мин; α -C:H $\sim 400 \text{ \AA}$	X: 3230 нм; Y: 3204 нм	3,137	103	$1,037 \cdot 10^6$	$1,82 \cdot 10^4$
650(1)	ПЭТФ обработанный CF_4 5 мин; α -C:H $\sim 700 \text{ \AA}$	X: 2953 нм; Y: 3014 нм	2,858	107	$8,917 \cdot 10^6$	$1,67 \cdot 10^4$
650(2)	ПЭТФ обработанный CF_4 10 мин; α -C:H $\sim 700 \text{ \AA}$	X: 3064 нм; Y: 2940 нм	5,15	98	$9,041 \cdot 10^6$	$3,26 \cdot 10^4$
650	ПЭТФ; Al_2O_3 ; α -C:H $\sim 500 \text{ \AA}$	X: 6963 нм; Y: 7338 нм	143,4	984	$5,672 \cdot 10^7$	$5,62 \cdot 10^6$
651	ПЭТФ; Al_2O_3 ; α -C:H $\sim 100 \text{ \AA}$	X: 6963 нм; Y: 7338 нм	104,6	689	$5,573 \cdot 10^7$	$4,63 \cdot 10^6$
652	тефлон; α -C:H $\sim 100 \text{ \AA}$	X: 7614 нм; Y: 8344 нм	74,46	925	$6,562 \cdot 10^7$	$2,09 \cdot 10^6$
655(1)	тефлон; α -C:H $\sim 400 \text{ \AA}$	X: 10080 нм; Y: 10080 нм	42,05	1280	$1,04 \cdot 10^8$	$2,52 \cdot 10^6$
	Тефлон, контроль	X: 10080 нм; Y: 10080 нм	27,4	768	$1,026 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$
653	тефлон обработанный CF_4 30 мин	X: 9824 нм; Y: 9705 нм	33,5	1221	$9,588 \cdot 10^7$	$5,36 \cdot 10^5$
654(2)	тефлон обработанный CF_4 30 мин; α -C:H $\sim 100 \text{ \AA}$	X: 9232 нм; Y: 8088 нм	47,57	768	$7,581 \cdot 10^7$	$1,15 \cdot 10^6$
655(2)	тефлон обработанный CF_4 30 мин; α -C:H $\sim 400 \text{ \AA}$	X: 9824 нм; Y: 9883 нм	80,6	565	$1,033 \cdot 10^8$	$6,17 \cdot 10^6$

Выводы.

Совокупность параметров микрорельефа поверхности нанокуглеродных пленок на полимерных подложках позволяет сделать следующие выводы:

- с ростом толщины пленки высота неровностей (шероховатость) растет, тогда как диаметр конгломератов, из которых формируется пленка, примерно одинаков;
- предварительная обработка поверхности ПЭТФ фреоном увеличивает шероховатость углеродной пленки;
- тефлон обладает большей шероховатостью по сравнению с ПЭТФ, что приводит к увеличению шероховатости поверхности наносимой пленки, а также к определенному изменению вида покрытия.

STUDY OF METROLOGY CHARACTERISTICS OF THE THIN FILM COVERING SURFACES WITH THE ATOMIC FORCE MICROSCOPE METHOD

Nesterov S., * Zilova O., ** Yelinson V.

, Vekshinski State Research Institute of Vacuum Technology, Nagorni pr., 7

*Moscow Power Engineering Institute, Krasnokazarmennaya ul., 14

**Moscow Aviation Technology Institute(Tsiolkovski Russian State Technical University), Bernikovskaya nab.,2

Study of the surface microrelief of nanocarbonic films on polymer substrates was made. These films are meant to be used in radio-electronic devices (RED) technology and in medical-biology fields. Also the change of this surface was examined depending on the film application mode to establish correlation with bioactivity and electrophysical properties of carbonic-polymer nanostructures. Atomic force microscope "FemtoScan" (Moscow State University) was used to determine the surface structure. Surface scans from 10 mcm to 0,2 mcm were investigated. Metrological characteristics of the surface were taken for each scan. Surface profiles in several sections were considered, the roughness and the real surface area were evaluated, grain dimensions were estimated. On the basis of this surface microrelief analysis some conclusions were made on the change of the covering surface type depending on the film thickness and the structure of the substrate used.