

УДК 620.18

ПРИМЕНЕНИЕ АСМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ГРАФИТА, ПОДВЕРГНУТОГО ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКЕ

С.М. Барайшук, И.С. Ташлыков, А.И. Туровец

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка», 220050, ул. Советская 18, Минск, Беларусь. E-mail: Bear_s@bspu.unibel.by

Введение

Ионно-лучевые технологии (ионная имплантация, атомное перемешивание, ионно-ассистированное нанесение покрытий, ионно-ассистированное нанесение покрытий в условиях самооблучения) являются одними из основных и наиболее перспективных методов контролируемого модифицирования свойств поверхности графита – материала для электродов, нагревательных элементов, стержней в реакторах, плавильных тиглей, твердой смазки, материала электроники, основного из материалов ядерной энергетики [1, 2].

Известно, что ряд факторов, среди которых такие как элементный состав поверхности покрытий, его структура, топография, влияют на свойства модифицированной поверхности изделий [3].

Цель данной работы – изучение топографии и смачиваемости поверхности исходного графита и графита, модифицированного ионно-ассистированным нанесением хромовых покрытий в условиях самооблучения (ИАНПУС), и установление в дальнейшем взаимосвязи между этими параметрами.

Методика эксперимента

Для создания покрытий на изделиях применялся способ нанесения покрытий с использованием резонансного ионного источника вакуумной электродуговой плазмы [4].

Топография поверхности изготовленных систем покрытие/подложка изучалась с использованием многофункционального сканирующего атомно-силового микроскопа NT-206, работавшего в контактном режиме. Для изучения характеристик топографии поверхности применялась программа обработки, визуализации и анализа СЗМ-изображений (изображения получали с помощью сканирующего зондового микроскопа) SurfaceXplorer.

Смачиваемость поверхности изделий изучалась на основе методики, описанной в [5]. Температура воздуха при выполнении эксперимента была 24 °С. В качестве смачивающей жидкости применялась бидистиллированная вода.

Результаты и обсуждение

Топография поверхности исходного графита и графита, модифицированного нанесением покрытий на основе хрома, изображена на рис. 1 и 2, а её характеристики представлены в табл. 1.

Измерено, что средняя шероховатость площадок исходного графита площадью 25 мкм² составляет 24,27 нм. После нанесения покрытия из хрома в течение одного часа шероховатость поверхности уменьшается на ~28 %. С ростом времени нанесения

покрытия шероховатость возрастает и после 3 ч величина средней шероховатости становится сопоставимой с шероховатостью исходного образца, а через 12 ч достигает значения 34,36 нм (~141,5 % от исходной).

Наблюдаемые при этом картины рельефа поверхности исходного графита и графита с покрытием отличаются друг от друга. Поверхность исходного графита (рис. 1) представляет собой ансамбль «холмов» схожей высоты.

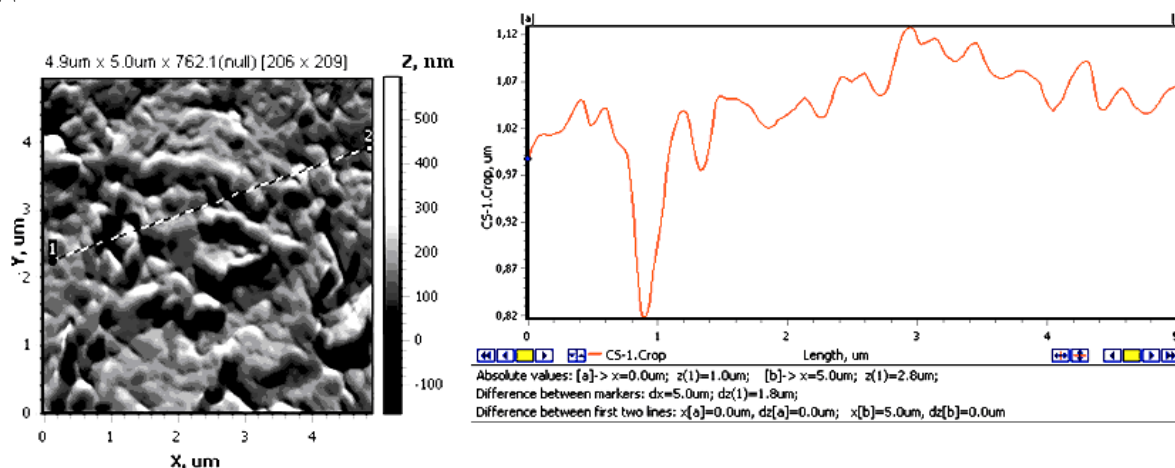


Рис. 1. Топография поверхности и профиль сечения, снятого вдоль отрезка прямой 1-2, исходного графита

После нанесения покрытия в течение одного часа на профилях сечения в углублениях между выступами появляются неоднородности с очень высокой «местной шероховатостью» (рис. 2, а), что при уменьшении общего по площадке перепада высот, а значит, и шероховатости ведёт к увеличению параметра шероховатости поверхности. Это может свидетельствовать о том, что материал плёнки в начале процесса осаждения на поверхность графита как бы «скатывается» в углубления между естественными неровностями поверхности графитовой подложки. При увеличении времени нанесения, а значит, при увеличении толщины покрытия, эти новообразования растут, постепенно заполняя углубления в поверхности, и при достижении некоторой толщины превышают по высоте естественные высоты на поверхности исходного графита, увеличивая шероховатость поверхности (рис. 2, з) в 1,4 раза больше шероховатости исходного графита.

Как следует из табл. 2, модифицирование поверхности графита нанесением покрытий на основе хрома приводит к гидрофобизации поверхности.

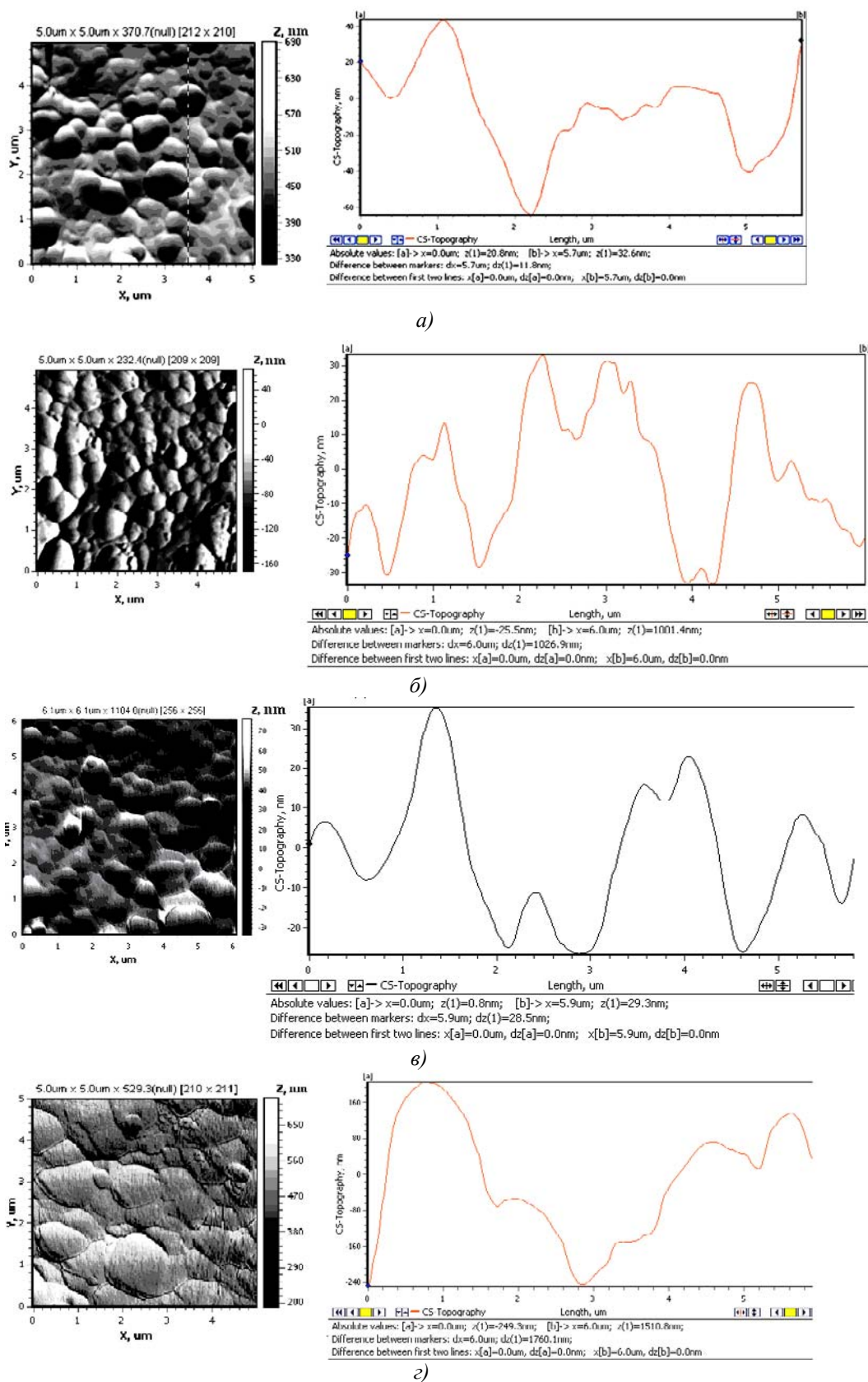


Рис. 2. Топография поверхности и профиль сечения графита, модифицированного ионно-ассистированным нанесением покрытия на основе хрома в течение 1 ч (а), 3 ч (б), 6 ч (в), 12 ч (г)

Таблица 1

Характеристики топографии поверхности исходного и модифицированного графита

Покрытие	Время нанесения, ч	Средняя шероховатость, нм	Отношение полная/проективная площадь
Нет		24.27	1.06
Хром	1	17.38	1.05
То же	3	23.71	1.04
>>	6	28.43	1.05
>>	12	34.36	1.07

Таблица 2

Значение равновесного краевого угла смачивания (РКУС) поверхности исходного графита и модифицированного осаждением хромовых покрытий

Толщина покрытия, нм	Значение РКУС, град	Относительное изменение РКУС, %
Нет	59.3	
320	58.9	-0.7
540	59.8	0.8
700	67.8	14.3
1050	62.9	6.1

Можно полагать, что при росте толщины покрытия неровности на поверхности графита заполняются материалом наносимого покрытия и при превышении толщин ~ 400 нм аддитивный вклад материала, диффундирующего из подложки на поверхность, становится малым, т. е. композиционный состав поверхности покрытий стабилизируется, и при дальнейшем росте толщины покрытия будет изменяться незначительно. Следовательно, изменение РКУС с ростом толщины покрытия обусловлено изменением шероховатости поверхности (табл. 1 и 2), что вполне удовлетворительно описывается формулой Дерягина – Венцеля [6].

Заключение

Проведенные исследования топографии, а также смачиваемости водой поверхности графита, модифицированной нанесением Cr покрытий с применением метода ионно-ассистированного нанесения покрытий в условиях самооблучения, показали, что шероховатость хромовых покрытий влияет на их гидрофобность. Это позволяет сделать вывод о возможности формировать поверхности графитовых изделий с заданным равновесным краевым углом смачивания водой, управляя шероховатостью поверхности.

Литература

1. Василевская Т.Н., Ястребов С.Т., Андреев Н.С. и др. Структура плёнок аморфного и

- гидрированного углерода, легированного медью // Физика твердого тела. 1999. Т. 41, вып. 11. С. 2084–2088.
2. Ostrovskaya L., Perevertailo V., Rolchenko V., Dementjev A., Loginova O. // *Diamond Relat. Mater.* 2002. № 11. Pp. 845–849.
 3. Тульев В.В., Ташлыков И.С. Взаимодействие излучения с твердым телом // Материалы VI Междунар. науч. конф. Минск: БГУ, 2005. С. 270.
 4. Пат. № 2324 РБ. 1С1 ВУ, МКИ С23, С4/12, С4/18, С14/16. Способ нанесения покрытий // И.М. Белый, И.С. Ташлыков. Заявл. 31.03.94. Зарег. в Гос. реестре изобретений. 30.09.1998.
 5. Elkin B., Myer J., Schindler B., Vohrer U. Wettability, chemical and morphological data of hydrophobic layers by polymerization on smooth substrates // *Surf. Coat. Technol.* 1999. Vol. 116–119. Pp. 836–840.
 6. Кутепов А.М., Захаров А.Г., Максимов А.И. Вакуумное, плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов // М.: Наука, 2004. С. 235.