

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЕМ

Е.В. Овчинников

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
ул. Ожешко, 22, 230023, Гродно, Беларусь, ovchin_1967@mail.ru*

Изучены структура, морфология, физико-механических характеристик фторсодержащих покрытий сформированных на металлических поверхностях и подвергшихся воздействию СВЧ-излучения. Воздействие энергетических факторов на покрытия из фторсодержащих олигомеров, приводит к существенным изменениям в структуре и свойствах последних. СВЧ-излучение приводит к протеканию процессов окисления и сшивки молекул и обуславливает дополнительную параллельную ориентацию молекул фторсодержащего олигомера относительно подложки.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется методам получения ультрадисперсных и нанодисперсных материалов. Установлено, что уменьшение размера структурных элементов (частиц, кристаллов, зерен) материалов, ниже некоторой пороговой величины приводит к существенному изменению физических, химических и механических свойств [1-3]. Данный эффект проявляется, когда средний размер частиц у большинства материалов становится менее 40-100 нм, и которые, согласно классификации веществ и материалов, принято называть нанокристаллическими. Помимо размеров частиц важную роль в нанокристаллических материалах играют структура и состояние границ разделов фаз. Это влияние особенно характерно для таких материалов, в которых границы разделов фаз находятся в неравновесном состоянии (интерметаллические соединения), что приводит к самопроизвольной релаксации таких границ даже при комнатной температуре. Необходимо также отметить, что и сами нанодисперсные частицы могут содержать различные дефекты, количество и распределение которых качественно иное, чем в крупных частицах.

Для формирования нанодисперсных композиционных материалов в основном используются такие методы, как интенсивная пластическая деформация, кристаллизация аморфных сплавов, компактирование порошков и т.д. [4-8]. Применение плазмохимических вакуумных технологий позволило получать наноматериалы в виде нанодисперсных и нанокompозитных многокомпонентных и многослойных покрытий на основе боридов, силицидов, нитридов, карбидов и пр. [9-11]. При этом может формироваться нанодисперсная структура с различной степенью структурной неравновесности, спектром разорентации, дефектностью и разным химическим составом границ. В большинстве случаев образование данных структур связано с сегрегацией одной фазы к границам другой. При этом твердые частицы не внедрены в матрицу другой фазы, а разделены друг от друга или покрыты очень тонким слоем адсорбированных атомов второй фазы. Тем не менее, перечисленные структурные модели не в полной мере отражают типы покрытий на основе соединений

металл-неметалл. Изучение закономерностей формирования нанодисперсных нанокompозитных покрытий, получаемых плазмохимическими методами, представляет научный интерес. Основными методами формирования покрытий являются: химическое (CVD), физическое (PVD), и плазмохимическое (PCVD) осаждения [12-15].

Формирование нанокompозиционных покрытий с использованием данных методов позволяет получить защитные тонкие пленки толщиной порядка от 0,5 до 10 мкм, характеризующиеся высокими эксплуатационными характеристиками: повышение производительности обработки резанием на 25-210 %, увеличение служебных характеристик от 2,5 до 10 раз, в зависимости от вида обрабатываемого материала. Эффективно применение плазмохимических покрытий при модифицировании инструмента, изготавливаемого из твердых сплавов методами порошковой металлургии, для снижения расхода сложнопрофильного инструмента, за счет уменьшения количества переточек. Однако не всегда применение тонкослойных вакуумных покрытий для обрабатываемого инструмента дает ожидаемый эксплуатационный и экономический результат. В ряде случаев для увеличения служебных характеристик изделий, модифицированных вакуумными тонкослойными покрытиями, используют дополнительно различного типа энергетические воздействия (термообработку, лазерное, гамма-излучение, высокотемпературную и низкотемпературную плазму). Представляет интерес изучить влияние СВЧ-излучения на структуру, физико-механические характеристики плазмохимических покрытий.

Целью данной работы является изучение структуры, морфологии, физико-механических характеристик фторсодержащих покрытий сформированных на металлических поверхностях и подвергшихся воздействию СВЧ-излучения.

Основная часть

В качестве объекта исследований использовали тонкослойное фторсодержащее покрытие. Для придания металлическим поверхностям гидрофобных свойств проводилась трехкратная обработка в 2% растворе фторсодержащих олигомеров в хладоне. Модифицирование покрытий

проводили с помощью сверхвысокочастотного излучения с длиной волны $\lambda = 12,25$ см, мощностью 2500 Вт, частотой 2450 МГц, время облучения варьировали от 0 до 120 с. Исследование трансформаций структуры и морфологии покрытий приводили методами ИК-спектроскопии (НПВО), атомно-силовой микроскопии (АСМ), оптической микроскопии с использованием программ обработки и визуализации изображений, разработанных ОДО «Микротестмашины», ЗАО «Спектроскопические системы». Микротвердость покрытий определяли методом микроиндентирования на приборе ПМТ-3, при $m=150$ г. Поверхностную энергию покрытий определяли прямотеневым методом по изменению значений краевого угла смачивания.

Воздействие энергетических факторов вызывает изменение структуры фторсодержащих олигомеров и морфологии пленок, нанесенных на подложки различного состава [12].

Небольшие дозы СВЧ-излучения приводят к процессам структурирования и упорядочения во фторсодержащих покрытиях (рис.). В результате в тонких олигомерных пленках появляются чешуйчатые образования со сравнительно глубоким рельефом (рис.). Увеличение дозы приводит к существенным морфологическим изменениям покрытий. Обнаруженные изменения строения морфологии покрытий характерны для всех исследованных подложек, сформированных на металлах, что свидетельствует о преимущественном влиянии СВЧ-излучения на процессы перекристаллизации.

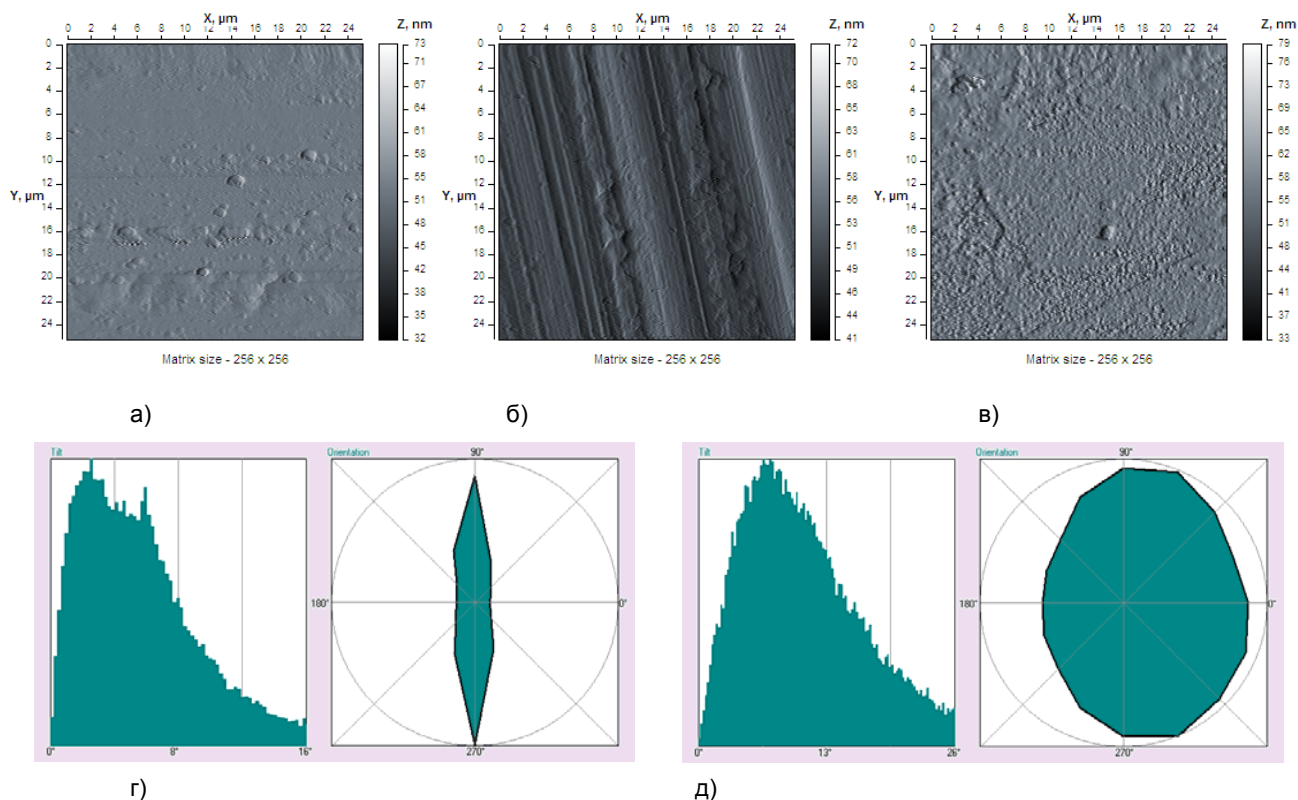


Рисунок. Морфология поверхности фторсодержащего покрытия, сформированного на медной подложке и модифицированного СВЧ-излучением. а,б,в- морфология покрытий фторсодержащего олигомера; г,д- гистограммы распределения углов нормалей каждой точки поверхности относительно оси Z, а также полярная диаграмма распределения ориентаций проекций нормалей на плоскость XY. а,г-3 секунды выдержки образца в поле СВЧ-излучения; в,д-8 секунд выдержки образца в поле СВЧ-излучения; б-5 секунд выдержки образца в поле СВЧ-излучения

Превышение выдержки свыше 5 секунд покрытия в поле СВЧ-излучения приводит к деструкции фторсодержащих слоев с медной подложки.

На подложках из неметаллов энергетическое воздействие также приводит к образованию чешуйчатых структур, изменяющих топографию поверхности. Наиболее интенсивно процесс протекает в начальной фазе энергетического воздействия (8-30 сек.). С увеличением времени (дозы) количество образований и их размеры изменяются незначительно.

Закключение

Воздействие энергетических факторов на покрытия из фторсодержащих олигомеров, приводит к существенным изменениям в структуре и свойствах последних. СВЧ-излучение приводит к протеканию процессов окисления и сшивки молекул и обуславливает дополнительную параллельную ориентацию молекул фторсодержащего олигомера относительно подложки. СВЧ-излучение способствует образованию сферолитных надмолекулярных структур в пленках фторсодержащих олигомеров. Влияние технологиче-

ских факторов) на структуру покрытий из фторсодержащих олигомеров, сформированных на неметаллах, образует граничные слои с минимальной подвижностью макромолекул. С увеличением толщины пленки и дозы энергетического воздействия ориентационное влияние твердой подложки уменьшается, и превалирующее влияние на структуру и свойства пленок оказывают надмолекулярные образования.

Список литературы

1. Гусев А.И. // Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Физматлит, 2005. - 416 с.
2. Gleiter H. // Nanocrystalline materials//Progress in Materials Science, 1989. - 33. - P. 223-314.
3. Gleiter H.// Acta mater. - 2000. - 48. - P. 1-29.
4. Валиев Р.З., Александров И.В. // Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. - 272 с.
5. Васильев М.А., Прокопенко Г.И., Филатов В.С. // Успехи физики металлов. - 2004. - 5. - С. 345-390.
6. Шевченко С.В., Стеценко Н.Н. // Успехи физики металлов. - 2004. - 4. - С. 219-254.
7. Ларионов Л.Н. // Металлофизика и новейшие технологии. - 1994. - Т. 17. - 9. - С. 56-68.
8. Поздняков В.А.// Физики металлов и металловедение. - 2003. - Т. 96. - 1. - С. 114-128.
9. Кунченко В.В. [и др.] // Вопросы атомной науки и техники, сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 2004. - 3. - С. 87-95.
10. Barshilia Harish C., Anjana Iain, Rajam K.S.// Vacuum. - 2004. - 72. - P. 241-248.
11. Gautier C., Magnet J.// Thin Solid Films. - 1997. - 294. - P. 43-52.
12. В.А. Струк, Е.В. Овчинников, Ю.С. Бойко, А.Ф.Сенько, А.В.Рогачев, В.А. Губанов. // Трение и износ.- 1998.- Т. 19. - 5. - С. 665-670.

STRUCTURAL-MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORGANIC COATINGS MODIFIED MICROWAVE RADIATION

Y. Auchynnikau

Grodno State University. Yanka Kupala, 230023, ovchin_1967@mail.ru

The structure, morphology, physical and mechanical properties of fluorinated coatings formed on metal surfaces and exposed to microwave radiation. The impact of energy factors on the coating of fluorine-containing oligomers, leads to significant changes in the structure and properties of the latter. Microwave radiation leads to the processes of oxidation and cross-linking molecules. causes additional parallel orientation of the molecules of fluorine-containing oligomer with respect to the substrate.

