

## РАЗРАБОТКАТА НА МАТЕРИАЛИТЕ Е НА ИНЖЕНЕР

Бруйка О.О., Филатова А.В.  
*АДИ при ДонГТУ*

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ, ЗАРЯДОВ И ЭНЕРГИЙ**

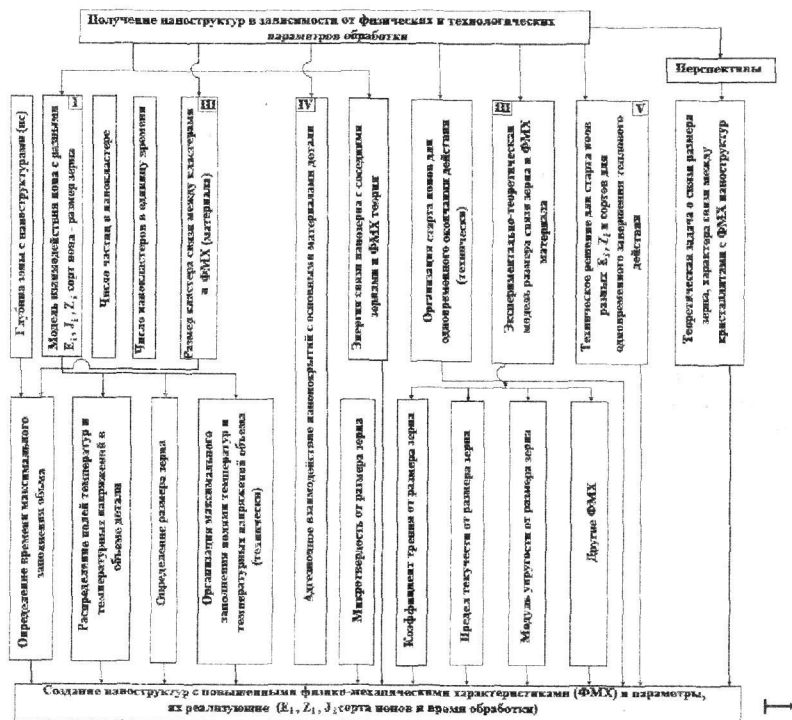
Для получения нанокристаллических структур на поверхности, как известно, необходимо создание определенных температур (или скорости ее нарастания), давлений в необходимом объеме и наличия атома металла, вокруг которого формируется наноструктура.

Как показано в работах [1...6], действие заряженных частиц на конструкционные материалы приводит к появлению на глубине довольно высоких температур при действии индивидуальных ионов разных сортов и в зоне теплового воздействия есть вероятность появления температурных напряжений значительной величины, что подтверждает возможность появления локальных зон, где достигаются условия появления наноструктур. Для того чтобы такие условия реализовались в значительном объеме: действие высоких температур и напряжений также необходимо обеспечить максимальное заполнение поля температур с повышенными температурами и в то же время сохранить зоны с максимальными градиентами температур, когда реализуются высокие значения температурных напряжений. Очевидно, простым увеличением плотностей ионного тока достичь будет нельзя, так как с ростом плотности тока градиенты температур в зоне действия соседних частиц снижаются, а, следовательно, снижаются величины температурных напряжений и условия образования наноструктур не выполняются.

За счет действия ионов различных сортов, энергий, зарядности, плотностей токов есть возможность сохранения достаточных температур (за счет соответствующего распределения температур по глубине обеспечивается высокая средняя температура), в то же время, выбирая расположение по глубине (варьируя энергии, зарядности и сорт частиц) обеспечиваем высокие градиенты температур. Следовательно, в довольно большом объеме материала будут действовать значительные по величине напряжения, т.е. будут выполняться условия для получения кристаллических структур.

Рассмотрим реальные возможности реализации задачи получения наноструктур в зависимости от физических и технологических параметров потоков при обработке.

Представлена теоретическая модель взаимодействия потоков ионов различной энергии, сорта, зарядности и плотности тока с конструкционными материалами.



Проводились расчеты полей температур и напряжений и вычислялась зона, в которой температуры превышали 700-1500 К, а температурные напряжения составляли величины  $10^7 \dots 10^{10}$  Па – предполагалось, что в этой зоне высокая вероятность образования наноструктур.

Определялся объем нанозерна, верхняя и нижняя границы глубин, на которых образуются кластеры, размер зерна и число частиц в кластере.

С учетом этих критериев получения наноструктур, были получены зависимости размера зерна от энергии ионов (энергии  $2 \cdot 10^2$ ,  $2 \cdot 10^3$  и  $2 \cdot 10^4$  эВ) при различных зарядах числа ионов ( $z = 1, 2$  и  $3$ ) для групп ионов мало отличающихся по массе 1 – С, В, N; 2 – Al; 3 – Ti, V, Cr; 4 – Fe, Ni, Co; 5 – Y, Zr, Mo; 6 – Hf, Ta, W, Pt. Так с ростом заряда иона размер зерна растет для всех ис-

следованных сортов ионов, но абсолютная величина снижается при переходе от более легких ионов (N) к более тяжелым (Pt) (рис. 2).

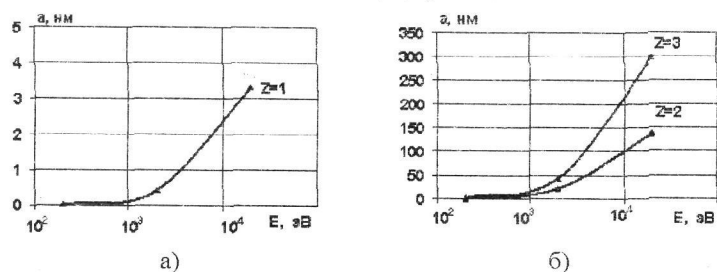


Рис. 2 Зависимость размера зерна от энергии ионов Hf, Ta, W, Pt при зарядах 1(а) и 2, 3(б).

Зная размер зерна возможно прогнозировать микротвердость, предел текучести, коэффициент трения, износостойкость и другие физико-механические и эксплуатационные характеристики. Так, например, на рис. 3 и рис. 4 даны обобщенные зависимости микротвердости от размера зерна, полученные из обзоров [1... 6].

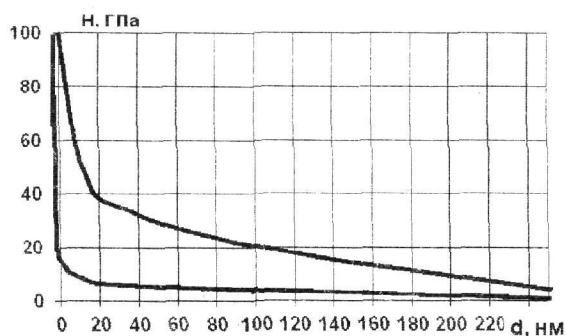


Рис. 3 Результаты обобщения зависимости микротвердости от размера зерна: 1 – максимальные значения; 2 – минимальные значения

Литература:

1. Костюк Г.И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы: моногр./ Г.И. Костюк.-К.:Изд. ц. Межд. академ. наук и иннов. техн., 2012.-648 с.
2. Костюк Г.И. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий (Харьков, изд-во АИНУ, 2002. – 1088 с) «Справочник для расчета основных физических и технологических параметров, оценки возможностей, выбора типа технологий и оборудования» . – 482 с.
3. Гречишин Л.И. Физика наночастиц и нанотехнологий. Минск, УП «Технопринт», 2004. 397 с.
4. Шнейдер П. Инженерные проблемы теплопроводности / П. Шнейдер. – М.: Иностран. лит-ра, 1960. – 488 с.
5. . Аксенов И.И. Вакуумная дуга в эрозионных источниках плазмы / И.И. Аксенов. – Изд-во НИИ «ХФТИ», Харьков, 2005. – 211 с.
6. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства / Изд-во РАН, Уральское отделение, Екатеринбург, 1998. – 302 с.