

1. Бажин П.М., Столин А.М. Получение методом СВС-экструзии электродов для электроискрового легирования. Свойства и перспективы применения. // Труды ГОСНИТИ, 2010, Т.106, С. 125-127.

2. Бажин П.М., Столин А.М., Щербаков В.А., Замяткина Е.В. Композитная нанокерамика, полученная методом СВС-экструзии.// ДАН, Химическая технология. 2010.- Т. 430.- № 5.- С. 650-653.

3. Ф.И.Пантелеенко, А.М.Столин, Л.В.Маркова, В.В.Саранцев, П.М.Бажин, Е.Л.Азаренко. Нанесение карбидных покрытий на режущий инструмент с использованием СВС и ЭИЛ// Упрочняющие технологии и покрытия. – №2 (86) – 2012. – С.24-28.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, ГК №14.740.11.0821 и ГК № 02.740.11.0618 и проекта ведущей научной школы ФГБОУ ВПО "ТГТУ" НШ-3550.2012.3.

Автор выражает благодарность научному руководителю д.ф.-м.н., профессору Столину Александру Моисеевичу.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВАКУУМНЫХ КОНДЕНСАТОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Бармин А. Е.

*Украина, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
axel.com.ua@gmail.com*

Рост научного интереса к PVD технологии, обусловлен специфичностью физико-механических свойств получаемых пленочных материалов, связанных со структурными особенностями и размерными эффектами, что позволяет использовать их в различных областях производства [1], таких как сенсорные устройства, полупроводниковая техника, магнитные носители информации, защитные покрытия, износостойкие покрытия и др.

В тоже время накопленная на сегодняшний день информация по изучению структуры и физико-механических свойств толстых конденсатов на основе железа, относится в основном к объектам систем железо-химическое соединение (Al_2O_3 , ZrO_2 , ZrB_2 , NbC) [2-4] с размером зерна значительно больше 100 нм. Что касается соответствующей информации о композиционных материалах типа железо-металл вакуумного происхождения, то она практически отсутствует.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение влияния различных легирующих компонентов вводимых в паровую фазу на структуру и механические свойства вакуумных конденсатов на основе железа.

Объектами исследования служили фольги Fe-W толщиной 10 - 30 мкм, полученные электроннолучевым испарением в вакууме $\sim 10^{-3}$ Па и осаждением на неориентируемые ситалловые подложки в интервале температур 250 – 550°C. Количество легирующего элемента (W) в конденсате изменялось от 0,1 до 0,8 ат. %, путем варьирования скорости осаждения компонентов [5].

Элементный состав конденсатов изучали методами рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS). Структурные исследования проводили методом просвечивающей электронной микроскопии на ПЭМ-100 и JEM – 2100 и рентгеновской дифрактометрии на ДРОН-3. Электронно-микроскопические исследования проводились на образцах, утоненных струйной электролитической полировкой. Оценка механических свойств производилась измерением микротвердости на приборе ПМТ-3 и испытанием на активное растяжение на установке TIRATEST-2300.

На рис.1 представлены концентрационные зависимости размера зерна для различных систем на основе железа. Видно, что все кривые имеют схожий характер - наиболее сильная зависимость наблюдается при малых концентрациях легирующего компонента, так для систем Fe- Al_2O_3 , Fe- ZrO_2 , Fe- ZrB_2 , Fe- NbC это $\sim 1-1,5$ об. %, для Fe-W – 0,3-1 об. %. При увеличении содержания легирующего компонента зависимости постепенно выходят на насыщение. Данный ход зависимостей указывает, что характер и размерность зеренной структуры определяется на ранней стадии формирования конденсата при оттеснении легирующего компонента на границы зародышей. Необходимо отметить, что вольфрам оказывает более эффективное модифицирующее воздействие на структуру конденсатов по сравнению с химическими соединениями, это по-видимому, обусловлено его более высокой диффузионной подвижностью. Так легирование парового потока вольфрамом до 1,1 об. % обеспечивает получение

субмикро- и нанокристаллической структуры, вследствие чего значительно повышаются и прочностные свойства материала. Как отмечалось и ранее [5, 6], во всем

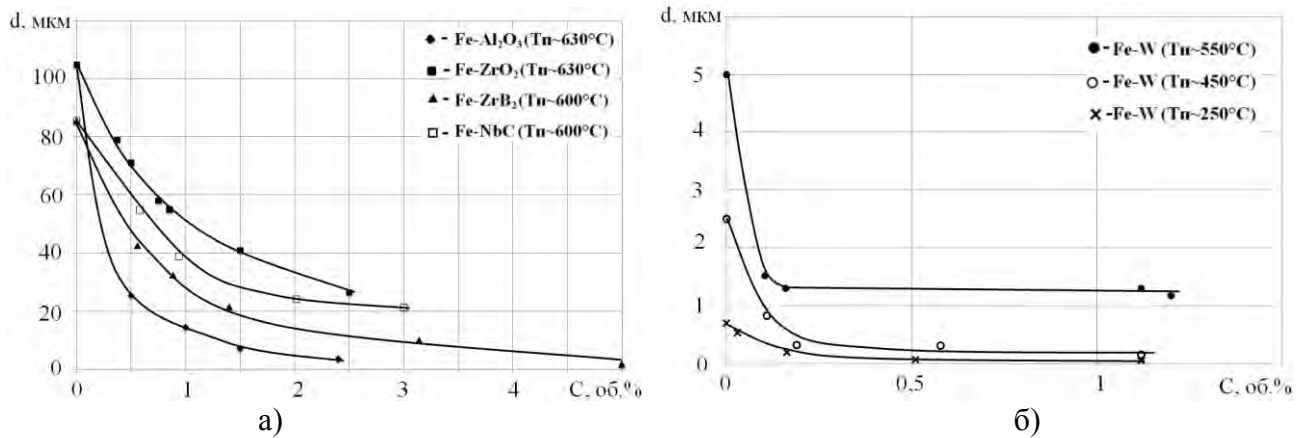


Рис.1 Концентрационная зависимость размера зерна для вакуумных конденсатов: а) Fe-Al₂O₃, ZrO₂, ZrB₂, NbC [2,3]; б) Fe-W.

исследованном концентрационном и температурном интервалах конденсаты системы Fe-W, в отличие от Fe-Al₂O₃, Fe-ZrO₂, Fe-ZrB₂, Fe-NbC, являются однофазными. Таким образом, основной вклад в повышение механических свойств конденсатов Fe-W вносит зернограничное упрочнение.

Из представленных на рис.2 концентрационных зависимостей механических свойств видно, что легирование конденсатов железа, как химическими соединениями, так и вольфрамом приводит к увеличению микротвердости и условного предела текучести. Причем максимальные показатели во всем диапазоне концентраций наблюдается для системы железо – вольфрам, что, по-видимому, обусловлено более дисперсной структурой. Так, например, при содержании легирующих компонентов ~ 1 об. % разница между прочностными характеристиками составляет 30-60% для микротвердости и 25-55% для условного предела текучести. Необходимо отметить, что пластичность, при малом содержании легирующих компонентов до 1 об. %, для конденсатов Fe-W значительно ниже по сравнению с системами железо-химическое соединение, но уже при концентрации 1 об. % пластичность сопоставима с конденсатами Fe-Al₂O₃ и деформация до разрушения составляет ~ 2%.

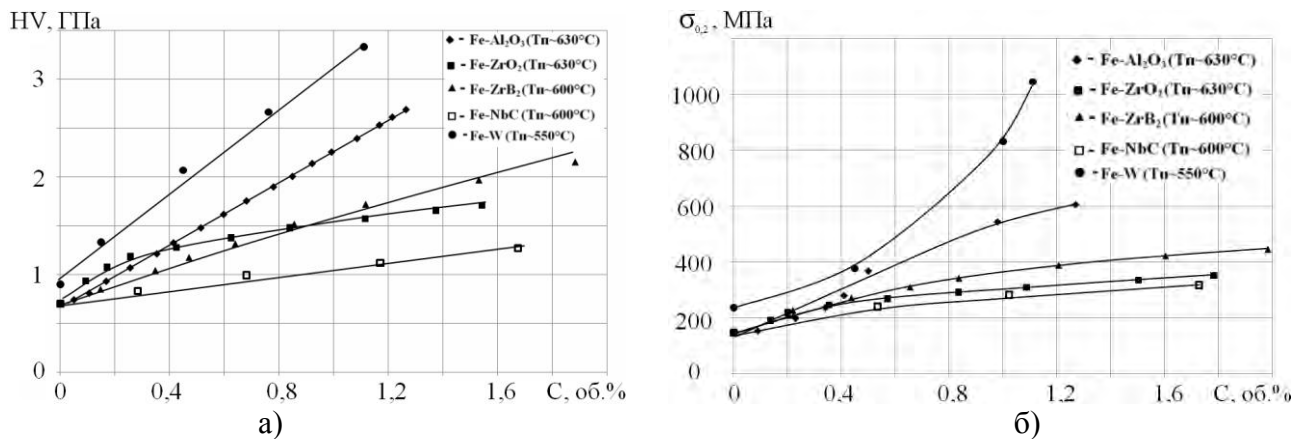


Рис.2 Концентрационная зависимость микротвердости (а) и условного предела текучести (б) для вакуумных конденсатов: Fe-Al₂O₃, ZrO₂, ZrB₂, NbC [2,3]; W.

Таким образом, сравнительный анализ полученных экспериментальных результатов с литературными данными показывает, что легирование вольфрамом конденсатов железа не только более эффективно диспергирует зерненную структуру, но и интенсивнее повышает прочностные характеристики материала.

Автор выражает благодарность за оказанное содействие и ценные советы д. ф.-м. н., проф. Ильинскому А. И. и к. ф.-м. н. доц. Зубкову А.И.

Список литературы:

1. Гречанюк Н.И., Мухачев А.П. Современные электронно-лучевые технологии как эффективные высокотемпературные методы обработки металлов с получением слитков, защитных покрытий и композитов // Высокоэнергетическая обработка материалов: Сб. научн. тр. Редколл.: Соболев В. В. (отв. ред), Шиман Л.Н. и др. - Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2009. с 27-38.
2. Мовчан Б.Н., Малащенко И.С. Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме. – Киев: Наук. думка, 1983. – 232 с.
3. Мовчан Б.А., Демчишин А.В., Кулак Л.Д. Зависимость структуры и механических свойств толстых конденсатов железо тугоплавкое соединение от содержания дисперсных частиц // ФММ. - 1977. - Т. 44. - Вып. 4. - С. 849 -857.
4. Xiu LIN, Yue SUN, Guang-Ping SONG, Xiao-Dong HE. Microstructure of Fe-based ODS High-temperature Alloy Sheet Prepared by EBPVD // Key Engineering Materials Vols. 353-358 (2007) pp. 1637-1640.
5. Бармин А. Е., Ильинский А. И., Зубков А. И. Субмикро- и нанокристаллические вакуумные конденсаты (фольги) на основе железа // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. - 2010, т. 8, № 3, с. 547—551.
6. Barmin A.E., Zubkov A.I., Il'inskii A.I. Structural features of iron vacuum condensates alloyed with tungsten // Functional Materials. – 2012, Vol.19, № 2 (в печати).

УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ НЕТЕПЛОСТОЙКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ МОДИФИЦИРОВАННЫХ И ЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ

Васильев И.И.

Россия, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ilham.v@yandex.ru

Электрофизические методы получения защитных слоев не позволяют осаждать покрытие на нетеплостойкие стали из-за высокой температуры при ионной очистке поверхности, которая приводит к отпуску изделий из таких сталей. Для улучшения свойств защитных покрытий перед нанесением на инструментальные стали проводят очистку, финишную подготовку поверхности ВЧ плазмой пониженного давления.

При очистке поверхности необходимо обеспечить минимальную адсорбцию плазмообразующего газа. Для этого нужно использовать низкие энергии ионов. Кроме удаления загрязнений, которые обычными способами обработки не убираются, обработка в ВЧ емкостной плазме пониженного давления приводит к улучшению межфазной адгезии, физсорбции, смачиваемости, электростатическим воздействиям, взаимной диффузии.

В качестве образцов использовали образцы из У7А и ножи из стали У8 разбивочной машины кожевенно-мехового производства. Перед нанесением покрытия поверхность подложек подвергалась очистке в ВЧ емкостной плазме пониженного давления при следующих режимах: 20 минут в плазмообразующем газ – Ar, ток 0,7А, напряжение 6кВ, расход газа 0,08 г/с, далее обработка в плазмообразующем газе Ar + N₂ (70% + 30%) 40 минут, давление в камере варьировалось от 20 до 100 Па. Покрытия из наноструктурированного покрытия наносились в вакуумно-дуговой установке.

Для изучения структуры и микроструктуры поверхностного модифицированного слоя использовался металлографический анализ. Микротвердость слоя и зерен стали определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3. Параметр шероховатости определяли на металлографическом микроскопе Olympus OL S4000. Как показали исследования, обработка в ВЧЕ плазме существенно влияет только на параметр шероховатости, твердость и структура образцов из стали У8 и У7А не изменились, это говорит об умеренном температурном воздействии. Поверхность после плазменного воздействия становится более однородной, уменьшается высота микронеровностей, с поверхности удаляются примесные дефекты, таким образом, параметр шероховатости уменьшается на 20-25%.

После обработки в ВЧЕ плазме при разных давлениях на разбивочные ножи наносили наноструктурированное покрытие из нитридов переходных металлов. Упрочненные ножи испытывали в производственных условиях на ОАО «Мелита», г. Казань (рисунок 1).