

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

Е.В.Овчинников, Н.М.Чекан, Е.И.Эйсымонт, И.П.Акула, А.Г.Шагойка
УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы», г.Гродно,
Беларусь
e-mail: ovchin@grsu.by

Функциональные и эксплуатационные характеристики деталей аппаратов и машин зависят от структуры и физико-механических свойств материалов, из которых они изготовлены. Теплопроводность, электропроводность, стойкость к износу, действию высоких температур и другие эксплуатационные характеристики материалов в первую очередь определяются характеристиками поверхностных слоев. Для формирования высоких физико-механических свойств машин и аппаратов достаточно часто применяют технологии, с формированием покрытий из активной газовой среды, растворов, твердой фазы. Применение данных технологических приемов позволяет обеспечить защиту основного материала от действия агрессивной внешней среды, увеличить срок эксплуатации изделий и конструкций, увеличить срок межгарантийного обслуживания оборудования, уменьшить расходы на осуществление ремонтных работ различного рода аппаратов и оборудования. Развитие технического прогресса приводит к эксплуатации современных изделий во все более жестких условиях, в связи с этим появляется необходимость обеспечивать соответствие между физико-механическими характеристиками применяемых материалов и условиями их работы. Применение покрытий для модифицирования различного рода веществ позволяет обеспечивать такое соответствие [1-2]. Перспективными и достаточно широко применяемыми являются покрытия, формируемые в вакууме различными технологическими приемами на поверхности деталей и инструмента. Основным требованием к модифицируемой поверхности изделия является то, чтобы покрытие должно обеспечивать существенно лучшую защиту детали от действия внешней среды, чем поверхностные слои самого материала. Формируемая путем нанесения в вакууме система должна обладать более высокими эксплуатационными характеристиками, быть структурно нечувствительной к условиям работы независимо от того, создается покрытие путем модификации поверхностных слоев самого материала или же нанесением на субстрат моно- или многослойного покрытия из других материалов.

Определение конкретной системы покрытия для модифицирования различного вида материалов определяется балансом получаемого эксплуатационного эффекта и затрат, т. е. соотношением между улучшением функциональных характеристик изделий и стоимостью нанесения соответствующего покрытия. Разработка научных основ по направленному изменению физико-химических свойств исходных поверхностных слоев изделий путем формирования специальных покрытий относится к приоритетным направлениям в различных отраслях производственного сектора: машиностроение, химическая промышленность, авиастроение и т.п..

Целью данной работы является определение физико-механических характеристик термостойких керамических покрытий, получаемых плазмохимическими методами в вакууме.

В качестве объекта исследований были выбраны покрытия ZrCN. Покрытия формировали на стальном субстрате, изготовленном из стали 12X18H10T. Для нанесения соединения ZrCN на стальную подложку работе использовали установка вакуумного напыления УВНИПА-1-001, оборудованную катододуговым испарителем с системой электромагнитной фильтрации плазмы, а также ионным источником ИИ-4-

0,15. Для удаления тонкого приповерхностного слоя толщиной порядка 100-300 нм, содержащего загрязнения, перед нанесением покрытия образцы подвергались интенсивной обработке высокоэнергетичными ионами аргона. При этом происходит нагрев поверхностей до 450 °С, разрушение окисных пленок и частичное удаление растворенных в металле газов. Обработка проводилась при следующих параметрах: давление аргона в вакуумной камере $1,5 \cdot 10^{-2}$ Па; ток фокусирующего соленоида 3,0 А; ускоряющее напряжение 3500 В при токе 0,06 А. Время ионно-лучевой обработки составляло 30 минут. Для повышения эффективности ионно-лучевой очистки и увеличения глубины проникновения ионов аргона на обрабатываемые изделия подавался отрицательный электрический потенциал 800 – 1500 В.

При проведении исследований использовали: системный анализ, ИК – спектроскопию пропускания и НПВО, ЭПР – спектроскопию, рентгеноструктурный анализ, электронную растровую, оптическую и атомно-силовую микроскопию, специальные машины трения, а так же натурные установки и стенды.

В ходе исследований изучали морфологию покрытия ZrCN толщиной не более 3 мкм. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

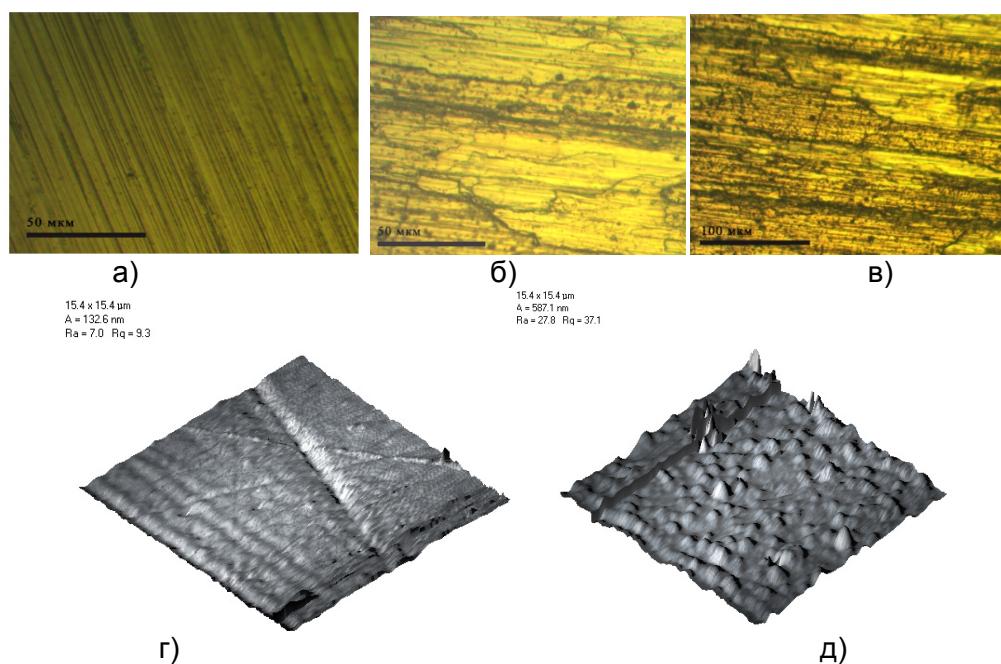


Рисунок 1 - Морфология покрытий ZrCN, сформированных на стали 12X18H10T. а, г- исходная поверхность стали 12X18H10T; б,в,д- покрытие ZrCN; а-в- изображения поверхностных слоев стального субстрата и покрытия получены методом оптической микроскопии; г-д- изображения поверхностных слоев стального субстрата и покрытия получены методом атомно-силовой микроскопии.

Формирование покрытий ZrCN на стальном субстрате приводит созданию достаточно развитого рельефа, средние значения параметра шероховатости увеличиваются со значений $Ra \approx 7$ нм до $Ra \approx 28$ нм. Наблюдается формирование достаточно большого количества глобулярных структур с латеральным размером порядка 1-1,4 нм. Полученные данные подтверждаются результатами исследований методом растровой электронной микроскопии рисунок 2.

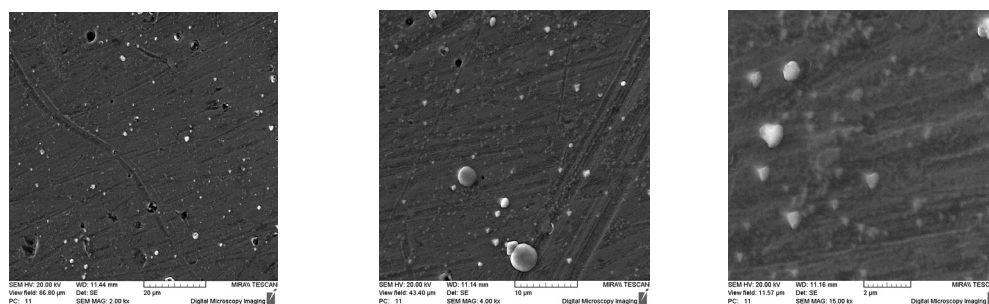


Рисунок 2 - Морфология покрытий ZrCN, сформированных на стали 12X18H10. Изображение поверхностных слоев получены методом растровой электронной микроскопии при различных увеличениях.

Проведение активации стальной подложки путем обработки в криогенных жидкостях существенно изменяет шероховатость покрытий ZrCN (таблица 1).

Таблица 1 - Зависимость параметров шероховатости покрытий от вида технологической обработки

Тип подложки и сформированного покрытия	Параметр		
	A, нм	R _a , нм	R _q
Сталь 12X18H10T	1434	184	214
Сталь 12X18H10T, подвергнутая криогенной обработке в течение 60 минут	853	118	150
Покрытие ZrCN, сформированное на подложке из стали 12X18H10T	1724	181	227
Покрытие ZrCN, сформированное на подложке из стали 12X18H10T, подвергнутая криогенной обработке в течение 60 минут	78	6	8

Установлено, что покрытия, сформированные на поверхности активированной стальной подложки, имеют адгезионные характеристики в 1,5-2 раза превышающие данные параметры для вакуумных покрытий ZrCN, сформированных на исходной стали Р6М5.

Литература

1. Особенности структуры и морфологии алмазоподобных покрытий, модифицированных СВЧ-излучением [Текст] / Е. В. Овчинников, Е. И. Эйсымонт, Ю. И. Павлович, И. А. Петропавловский // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* – 2011. – №4/3 (288). – С. 54-61.
2. Модификация углеродистых сталей методом ионно-плазменного азотирования [Текст] / Е. В. Овчинников, Е. И. Эйсымонт, В. И. Кравченко, Н. С. Мажанская, И. А. Петропавловский // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* – 2011. – №4/2 (288). – С. 75-83.