

Н. М. ЧЕКАН, Е. В. ОВЧИННИКОВ, Е. И. ЭЙСЫМОНТ

Учреждение образования

«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Я. Купалы»

Гродно, Беларусь

В условиях рыночного производства наблюдается постоянное повышение цен на энергоресурсы, материалы, трудовые ресурсы, что оказывает большое влияние на формирование стоимости выпускаемых товаров и изделий. В связи с этим приоритетом в развитии современного машиностроения является создание ресурсосберегающих технологий, создание материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками на базе развития нанотехнологий, наноматериалов, инженерии поверхности. Большой интерес проявляется к покрытиям, получаемым с помощью плазмохимических методов, основанных на вакуумных технологиях. Известно, что покрытия на базе алмазоподобного углерода (АПУ), получаемые из плазмы катодно-дугового разряда, обладают высокой твердостью – до 60–80 ГПа, низким коэффициентом безсмазочного трения (порядка 0,08–0,1 в парах с различными материалами), высокой износостойкостью, коррозионной стойкостью к большинству агрессивных сред, в том числе и к воздействию биологически активных сред (кровь, синовиальная жидкость и т.п.). Однако данным покрытиям присущ ряд недостатков, не позволяющий в полной мере использовать их в технике. Алмазоподобные покрытия характеризуются высоким уровнем остаточных напряжений, приводящих к резкому снижению значений адгезии связи покрытия с подложкой; наличием в плазменном потоке макрочастиц, уменьшающих антифрикционные и антикоррозионные свойства покрытий; препятствуют широкому использованию алмазоподобных углеродных покрытий (АПУ) при формировании упрочненных слоев на рабочих поверхностях металлообрабатывающего инструмента, прецизионных пар трения и оснастки, используемой при литье изделий из пластмасс, нефтехимического комплекса. Разработка технологических основ процесса упрочнения изделий машиностроения из конструкционных сталей путем нанесения антифрикционных, коррозионностойких покрытий с малым уровнем механических напряжений и характеризующихся низкой плотностью макродефектов является актуальной проблемой, решение которой позволит повысить рабочий ресурс изделий. Одним из направлений получения таких защитных слоев является получение комбинированных покрытий, включающих в свой состав несколько химических элементов. Так широко применяются в машиностроении, авиастроении покрытия на базе нитрида титана, карбида титана, карбонитрида титана, недостатками данных покрытий является недостаточная термостойкость находящаяся в области

800–873 К. Таким образом, разработка антифрикционных покрытий обладающих низким коэффициентом трения, высокой коррозионной стойкостью, термостойкостью, является актуальной задачей для современного машиностроения. Многослойные покрытия были изучены достаточно хорошо, однако, нанокпозиционные покрытия были получены не так давно и свойства их сейчас интенсивно изучаются. Интерес к данному классу покрытий обусловлен тем, что покрытия показывают высокие механические характеристики. Механизм, увеличивающий прочностные характеристики нанокпозиционных покрытий заключается в том, что количество атомов находящихся в граничной области сопоставимо с количеством атомов в самом зерне. Такое строение препятствует зарождению дислокаций и развитию трещин. Представляет интерес изучение энергетических характеристик покрытий AlTiN, полученных при различных технологических режимах формирования. Проведенные исследования показали, что значения поверхностной энергии и ее составляющие зависят от условий нанесения покрытия, а также от разности потенциалов, подаваемых на катод. С увеличением напряжения на катоде, минимум значений поверхностной энергии смещается в область более высоких давлений. Дальнейшее увеличения давления реакционного газа в камере приводит к увеличению значений поверхностной энергии получаемых покрытий.

Покрытия AlTiN, сформированные при высоком вакууме в камере характеризуются большим количеством включений, которые имеют фактически одинаковые физико-механические характеристики с матрицей покрытия. Увеличение давления газов в вакуумной камере приводит к увеличению геометрических размеров включений, при увеличении их концентрации в матрице покрытия. Данный характер распределения включений наблюдается при напряжении смещения на катоде минус 50 В. Возрастание значений смещения напряжения на катоде приводит к изменению характера распределения включений в матрице покрытий. С увеличением давления реакционного газа в камере, происходит диспергирование структурных составляющих в покрытии AlTiN. Изменение условий формирования покрытий на базе AlTiN должно приводить к изменению морфологии и структуры получаемых адсорбированных пленок. В целом, в осажденных покрытиях, полученных из сплавных катодов TiAl с использованием дугового испарения, преимущественно формируются нитриды титана и алюминия. Покрытия AlTiN, сформированные при высоком вакууме в камере характеризуются большим количеством включений, которые имеют фактически одинаковые физико-механические характеристики с матрицей покрытия.