

* *
*

УДК 537.525, 621.785.5

DOI: 10.17223/00213411/64/11/158

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГОРЕНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РАЗРЯДА НА РАЗМЕР МИКРОКАПЕЛЬНОЙ ФРАКЦИИ В НИТРИДНОМ ПОКРЫТИИ*

М.В. Савчук, В.В. Денисов, Ю.А. Денисова, А.О. Егоров, С.С. Ковальский, В.В. Яковлев

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Исследуется влияние условий и параметров синтеза нитридных покрытий, формируемых в газо-металлической плазме разрядов низкого давления, на их свойства. Изучалось влияние повышенной концентрации плазмы и режима (стационарного и импульсно-периодического) горения дугового разряда с катодным пятном, а также влияние условий теплоотвода от катода-мишени на количество микрокапель в покрытиях системы TiN на подложках из инструментальной стали. Количество микрокапель в покрытии уменьшается не менее чем в 2 раза при напылении в импульсно-периодическом режиме горения катодно-дугового разряда и при ассистировании газовой плазмой, формируемой дополнительным источником плазмы.

Ключевые слова: *газо-металлическая плазма, катодно-дуговое напыление, катодное пятно, микрокапли, нитридное покрытие.*

Введение

В современном мире для нанесения различных тонкопленочных покрытий в плазменных технологиях наиболее часто применяется вакуумная дуга [1]. Повышение износостойкости материалов и изделий, инструмента и компонентов устройств является одной из наиболее актуальных проблем промышленного производства. Существует множество способов упрочнения поверхности путем нанесения покрытий на поверхность изделий. Каждый из данных методов имеет свои преимущества и недостатки. Пучково-плазменные методы инженерии поверхности, обладая экологичностью и недостижимым для других способов результатом, позволяют наиболее эффективно решать эти проблемы.

Испарение материала с поверхности катода-мишени в электродуговом методе напыления проходит в так называемом катодном пятне. Катодное пятно представляет собой небольшую светящуюся область. Размеры катодного пятна составляют приблизительно 50–100 мкм, а плотность тока в них составляет до 10^9 А/м² [2]. Катодное пятно перемещается скачками, а время его существования составляет около 10^{-5} с. Высокое энерговыделение в области горения катодного пятна позволяет испарять материал в высокоионизованном, вплоть до 100%, состоянии, в чем и заключается основное преимущество электродугового метода напыления [3, 4]. Но главным и существенным недостатком вакуумной дуги является присутствие микрокапель. В составе плазменного потока, генерируемого катодным пятном (КП) вакуумно-дугового разряда, присутствуют ионы разной кратности заряда, нейтральные частицы (пар), а также микрокапли. Микрокапли представляют собой затвердевший материал катода с размерами в диапазоне от 30 нм до 30 мкм [5]. На данный момент механизм формирования микрокапель при взрывном испарении материала катода хорошо изучен [2, 6].

Покрываются, осажденные при наличии в плазменном потоке микрокапель, характеризуются неоднородностью структуры, высокой пористостью и шероховатостью поверхности. Микрокапли служат концентраторами напряжений и местами зарождения трещин. Снижение их размера и количества позволяет увеличить срок службы режущего инструмента, увеличить производственную мощность и сократить расходы предприятий. Помимо этого, покрытия с минимальным количест-

* Исследования влияния условий напыления на размер микрокапельной фракции в классической схеме напыления выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-08-00370 А. Исследования процессов синтеза нитридных покрытий в схеме напыления с повышенной концентрацией газовой плазмы выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FWRM-2019-0002.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>