

элементный состав карбида невозможно, так как размер карбидных включений соизмерим или меньше размера анализируемой области (около 3 мкм).

В этом случае анализ дает значения близкие к среднему интегральному элементному составу композита. Определить элементный состав изолированных областей связки на гранулах не удалось по причине недостаточного для идентификации связки контраста изображений гранул на рис. 1 г. Кроме того, выход на поверхность гранул протяженных областей связки маловероятен по той причине, что при дроблении спеков разрушение проходит либо транскристаллитно по крупным карбидам, либо по скоплениям хрупких карбидов.

Таблица 3 - Элементный состав ПР-Н77Х15СЗР2 и гранул композиционного порошка TiC+Н77Х15СЗР2 (об. %)

Объект	Ti	C	C/Ti	Ni	Cr	Fe	Si	O
ПР-Н77Х15СЗР2	-	-	-	81,1±2,6	14,5±1,3	2,3±0,1	1,6±1,0	
TiC+20 об % ПР	80,89±5,78	17,43±5,49	0,22	1,38±1,92	2,54±0,53	0,07±0,06	0,08±0,08	1,05±0,70
TiC+30 об% ПР	81,50±4,33	17,50±5,71	0,21	2,05±1,39	2,51±0,56	0,10±0,08	0,07±0,05	0,21±0,21
TiC+40 об % ПР	65,24±17,5	20,65±6,18	0,32	13,13±15,48	3,94±1,54	0,89±1,32	0,30±0,20	0,74±0,50
TiC+50 об % ПР	32,13±9,21	27,78±17,66	0,86	33,66±14,02	4,67±0,99	1,25±0,52	0,74±0,55	1,34±0,83

Из результатов определения элементного состава карбида на гранулах композита TiC+20 об % ПР Н77Х15СЗР2 (табл. 3) следует, что карбид имеет дефицит углерода (C/Ti = 0,22 вместо 0,25 у карбида эквиатомного состава).

Список литературы

1. Грохольский, Н.Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой.- М. : Машиностроение.-1966.-275с.
2. Покрытие карбидом титана [Электронный ресурс]-<http://www.metalcont.ru/metal-products/mekhanicheskaja-obrabotka-metalla-svarka/pokrytie-karbidom-titana/>

ДУГОВОЕ НАПЫЛЕНИЕ ПОКРЫТИЯ AlTiN С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОГО ФИЛЬТРА

Н.А.ПРОКОПЕНКО¹, В.В. ШУГУРОВ¹

¹ Институт Сильноточной Электроники СО РАН
E-mail: nick08_phantom@mail.ru

Для увеличения производственных сил и удешевления производства существует множество методов упрочнения различных сталей. Одним из современных перспективных методов модификации поверхности является дуговое плазменно-ассистированное напыление различных функциональных покрытий. Благодаря высокой скорости осаждения покрытия, хорошей адгезии к подложке и малому воздействию на окружающую среду этот

метод является одним из самых оптимальных для применения в различных сферах производства [1].

Одним из самых износостойких покрытий которое возможно получить вакуумно-дуговым методом является AlTiN [2]. Для его получения был проведен ряд экспериментов по нанесению данного покрытия. Напыление проводилось в лаборатории плазменной эмиссионной электроники ИСЭ СО РАН на вакуумной ионно-плазменной установке «Квинта». В качестве источника плазмы использовался дуговой испаритель ДИ 100, показанный на рисунке 1. Эксперимент проводился согласно следующему режиму: $I_d=200$ А, $P=0.05$ Па, $Ar/N_2=20/80$, $U_{cm}=120$ В

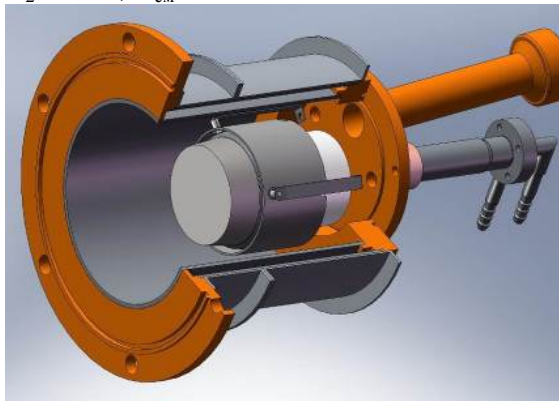


Рисунок 1 – Модель дугового испарителя ДИ100

Результаты получившегося покрытия представлены на рисунке 2,а. Как видно на полученном изображении, на поверхности имеется большое количество микрокапельной фракции. Из-за этого покрытие толщина которого больше 1 мкм отслаивается и имеет плохую адгезию.

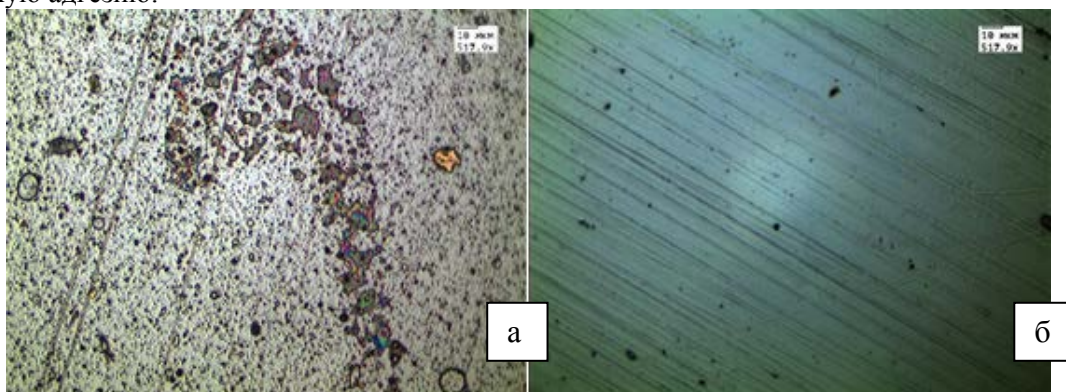


Рисунок 2- Поверхность образцов с нанесенным AlTiN: а) покрытие без фильтра ($t_{нап}=7$ мин, толщина покрытия 0.8 мкм); б) покрытие с использованием фильтра ($t_{нап}=25$ мин, толщина покрытия 2.5 мкм)

По этой причине был использован дуговой испаритель разработанный Додоновым и др. [3]. Но этот источник имеет большой недостаток, его катод срабатывается неравномерно. Для устранения этого недостатка был установлен дуговой испаритель ДИ100. Был проведен ряд экспериментов по оптимизации работы магнитного фильтра капельной фракции: смоделировано магнитное поле вместе с дуговым испарителем ДИ100, снята характеристика ионного тока на подложку от тока дуги, эксперименты по определению оптимальной апертуры для напыления покрытия, эксперименты по определению скорости нанесения покрытий. Схема экспериментов представлена на рисунке 3.

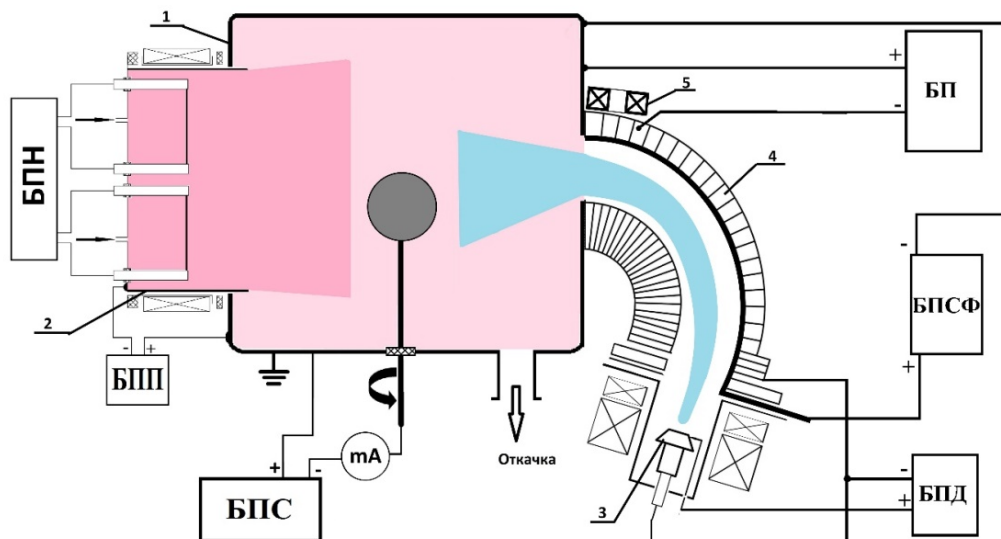


Рисунок 3 - Схема эксперимента с дополнительной катушкой. Где: 1-вакуумная камера, 2- ПИНК-04П, 3- ДИ-100, 4- магнитный фильтр, 5- дополнительная катушка. БПН- блок питания накала «ПИНК-П», БПП- блок питания «ПИНК-П», БПС- блок питания смещения, БПД- блок питания дуги, БПИ- блок питания «ДИ-100» и катушки фильтра, БПСФ-Блок питания смещения фильтра.

Согласно экспериментам был определен оптимальный режим работы магнитного фильтра макрочастиц металлической вакуумно-дуговой плазмы, который представляет собой: $I_d=200$ А, $P=0.05$ Па, $Ar/N_2=20/80$, $U_{см}=120$ В, $U_{см.ф.}=20$ В, $I_{доп.кат.}=0.8$ А. На рисунке 2,б приведено изображение получаемого покрытия с использованием магнитного фильтра. Количество микропель стало значительно меньше, само покрытие полностью покрывает подложку и не имеет отслоений при толщине 2,5 мкм. После 15 часов работы мадифицированного магнитного фильтра

Для проверки пригодности использования получаемого покрытия в промышленности была изготовлена пробная партия пуансонов холодной штамповки цветных металлов с нанесенных на них покрытия AlTiN. Испытания деталей показали увеличение срока службы пуансонов в среднем в 4,5 раза.

Список литературы

1. Прокопенко Н.А., Шугуров В.В. Комплексная ионно-плазменная обработка сталей 40X и X12 // Известия ВУЗов. Физика. Арг 2016. Vol. 59. pp. 206-210.
2. Локтев Д., Ямашкин Е. Основные виды износостойких покрытий // НАНОИНДУСТРИЯ. May 2007. pp. 24-30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nanoindustry.su/files/article_pdf/2/article_2729_179.pdf.
3. Додонов А.И., Башков В.М. Patent WO 98/45871, Apr 04, 1997.