

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, А. И. Активация полиимидно-фторопластовой пленки в барьерном разряде / А. И. Егоров, О. А. Саркисов, А. А. Железняков, В. В. Щербаков // *Материалы, технологии, инструменты*. – 2003. – Т. 8, № 1. – С. 42–44.
2. Пискарев, М. С. Модифицирование поверхности пленок полифторолефинов в тлеющем разряде постоянного тока / М. С. Пискарев, А. Б. Яблоков, А. С. Гильман; под ред. А. С. Сигова. – Ч. 2: *Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения*. – 2010. – С. 274–278.
3. Саркисов, О. А. Морфология и молекулярная структура полиуретановых пленок, обработанных в плазме тлеющего разряда / О. А. Саркисов, А. А. Рогачев, А. В. Рогачев, М. А. Ярмоленко, Jiang Xiao-hong // *Журнал прикладной спектроскопии*. – 2007. – Т. 74, № 6. – С. 785–789.

УДК 621.762.4

Латушкина С. Д., Шкробот В. А., Жоглик И. Н.

ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

*ГНУ «Физико-технический институт
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В современном мире благодаря быстро растущим потребностям промышленности, а также стремительному развитию технологий разрабатывается все большее количество новых сталей и сплавов. Постепенно увеличивается как число легирующих элементов, так и их доля в общей массе материалов. Некоторые марки сталей и сплавов, прежде всего нержавеющей, жаропрочных, высокопрочных, уже содержат 4–5 контролируемых легирующих элементов массой до 30–40 %, высокопрочные алюминиевые сплавы – около 3 элементов по массе до 10–15 %, латуни и бронзы – до 40 и 15 % соответственно [1].

В связи с этим в последнее время получила развитие концепция так называемых высокоэнтропийных сплавов. Высокоэнтропийные

сплавы обычно включают 5–6 элементов в значительной концентрации (от 5 до 35 %), которые в шихтовом составе находятся, как правило, в эквипроцентном соотношении. Наличие разнородных атомов элементов с разными электронными строениями, размерами и термодинамическими свойствами в кристаллической решетке твердого раствора замещения приводит к ее существенному искажению. Это способствует значительному твердорастворному упрочнению и термодинамической стабильности свойств [2, 3].

Так же значительные искажения решетки, вызванные замещением нескольких металлических элементов с различными атомными размерами, приводят к снижению скорости диффузии атомов и усиливает эффект образования и стабилизации твердого раствора, а также способствует (из-за существенных искажений) уменьшению скорости роста кристаллитов, тем самым вызывая образование наноразмерной и даже аморфной структуры, приводя тем самым, к уникальным функциональным свойствам: высокая твердость даже после отжига при температурах свыше 1000° С, высокая термическая стабильность, гидрофобность, сверхэластичность, повышенная устойчивость к износу, коррозии и окислению, а также хорошее сопротивление усталости в высокотемпературной водной среде.

Стабильность структуры и состава, а также высокие эксплуатационные характеристики высокоэнтропийных систем создают большие перспективы в возможности формирования на их основе покрытий. Для достижения этого предлагается воспользоваться технологиями вакуумно-дугового осаждения на установке с двухкатодным распылением с использованием системы сепарации плазмы [4]. В данном случае возможно получение покрытий с различным содержанием элементов, используя в процессе осаждения многокомпонентные катоды.

Однако изготовление многокомпонентного катода, как и самого высокоэнтропийного сплава имеет ряд сложностей. Так получаемые отливки могут иметь ряд дефектов, не позволяющих их использовать в качестве материала катода, а свойства высокоэнтропийного сплава могут значительно усложнить его механическую обработку. Для решения этих проблем прилагается изготовление и использование составных катодов. Идея заключается в следующем: в заранее изготовленный катод из однородного материала (например Ti, Al, Cu, Zr и т. д.) устанавливаются вставки из различных материалов и

сплавов. Таким образом возможно будет получить многокомпонентные покрытия на основе высокоэнтропийных соединений без использования сплавов сложного состава (рисунок 1).

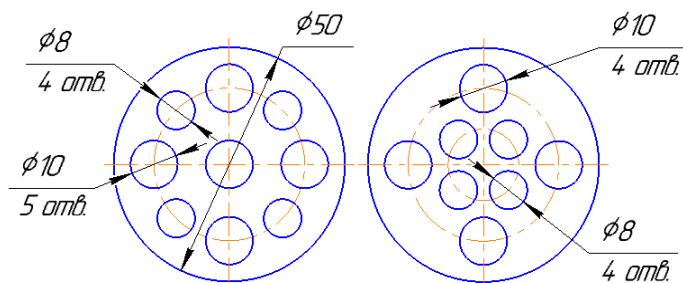


Рисунок 1 – Расположение вставок различных металлов и сплавов в катоде

Многокомпонентные покрытия с оптимальным элементным и фазовым составом обеспечат комплекс улучшенных характеристик: высокую твердость, коррозионную стойкость, низкий коэффициент трения и модуль упругости, высокую термостойкость. Полученные закономерности структурно-фазовых особенностей и физико-механических свойств многокомпонентных покрытий из высокоэнтропийных сплавов в зависимости от технологических параметров осаждения позволят разработать технологические основы формирования покрытий с заданным уровнем эксплуатационных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колачев, Б. А. *Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов* / В. А. Ливанов, В. И. Елагин. – М.: Металлургия, 1972. – 480 с.
2. Yeh J. W., Chen Y. L., Lin S. J., Chen S. K. // *Mat. Sci. Forum.* – 2007. – Vol. 560. – P. 1–9.
3. Фирстов, С. А. Упрочнение и механические свойства литых высокоэнтропийных сплавов // *Композиты и наноматериалы.*
4. Латушкина, С. Д. Вакуумно-дуговые карбонитрид-титановые покрытия, осажденные из сепарированных плазменных потоков / А. Г. Жижченко, О. И. Посылкина. – *Электронная обработка материалов.* – 2015. – № 4. – С. 22–27.