

**Модернизация установки для
импульсно-лазерного напыления в вакууме**

Родькин Д. Г., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к.т.н., доцент Комаровская В. М.

Аннотация:

В данной статье описаны перспективные методы использования импульсно-лазерного напыления, рассмотрена возможность совмещения данного метода с другими способами формирования покрытий в вакууме. Описаны способы модернизации установки для импульсно-лазерного напыления в вакууме.

Импульсное лазерное напыление (ИЛН) является динамично развивающимся методом формирования тонких пленок. Особенности данного метода, а также его достоинства и недостатки описаны в статье [1].

Метод ИЛН перспективен как самостоятельный способ получения тонких пленок. Сущность процесса ИЛН позволяет предположить его эффективное взаимодействие с другими способами получения тонких пленок. Одной из возможных модификаций процесса ИЛН может стать совмещение его с магнетронными распылительными системами (МРС). В такой конструкции вместо отдельного узла с мишенью для лазерного луча используется мишень, которая устанавливается на магнетронную распылительную систему. Данный подход позволит использовать магнетронное распыление при давлениях, значительно ниже традиционно используемых, расширит энергетический и зарядовый диапазон частиц плазмы, а также позволит осаждать на подложке многослойную структуру. Однако, предполагается, что это расширяет возможности лишь магнетронного распыления, нивелируя при этом достоинства метода ИЛН. В частности, явление стехиометрического переноса состава мишени.

В связи с этим, предлагается модернизация установки ИЛН, не предусматривающая совмещение его с другими методами нанесе-

ния покрытий, но при этом, решающая некоторое количество проблем, присущих данному методу.

Существует патент [2], авторами которого предложена модернизация конструкции установки для ИЛН, включающая поворотный механизм, на котором могут располагаться две и более мишени, с целью создания возможности нанесения многокомпонентных и многослойных покрытий. Причем конструкция предусматривает установку двух таких поворотных механизмов под определенным углом относительно друг друга, с возможностью изменения угла между мишенями в пределах от 0 до 180 градусов. Результатом такого размещения мишеней является пересечение абляционных факелов в процессе напыления. При пересечении факелов, под действием кулоновской силы, их ионные составляющие отклоняются от нормали в сторону подложки, что улучшает качество осаждаемых покрытий. Такая модернизация конструкции позволяет осуществлять управление энергетическим спектром осаждаемых частиц, что в свою очередь дает возможность динамически изменять структуру и свойства напыляемых покрытий (кристаллическая структура, шероховатость поверхности и др.), путем изменения угла между блоками мишеней.

Также предложенная в патенте [2] конструкция включает в себя импульсный лазер, оптическую систему, разделяющую лазерное излучение на два пучка (для каждой из мишеней участвующей в процессе формирования покрытия) и вакуумную камеру с оптическими окнами, через которые заводится лазерное излучение.

Следует отметить, что недостатком вышеописанной конструкции является низкий коэффициент использования мишеней. В качестве конструктивных дополнений, исключающих данный недостаток, предлагается приведение во вращение самих мишеней, а также установка оптической системы сканирования (перемещения лазерного луча по поверхности испаряемого материала), которая позволит более равномерно вырабатывать мишень. Еще одним способом повышения коэффициента использования мишеней может послужить установка кольцевого водоохлаждаемого анода в непосредственной близости от испаряемых мишеней, и подача отрицательного напряжения на металлическую мишень, изолированную от корпуса. В таком случае, возрастет количество ионизированных ча-

стиц в плазменном потоке, часть из которых будет направляться обратно к мишени электрическим полем анода, бомбардируя ее и выбивая все новые атомы. Это позволит увеличить зону эрозии мишени, и, как следствие, повысить степень ее выработки.

Все вышеописанные предложения по модернизации оборудования для импульсно-лазерного напыления в вакууме позволят не только повысить производительность процесса, но и значительно улучшить свойства формируемых покрытий. Поэтому, в дальнейшем, при выполнении дипломного проекта, предлагается разработать вакуумную установку для ИЛН, реализующую все предложенные этапы модернизации.

Список использованных источников

1. Инженерно-педагогическое образование в XXI веке : материалы республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 25 ноября 2022 г. / Белорус. гос. технич. ун-т ; редкол.: А. М. Малярович [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022 (в печати).

2. Устройство для лазерно-плазменного напыления : полез. модель RU93583U1 / О. А. Новодворский, Е. В. Хайдуков, А. А. Лотин. Оpubл. 27.04.2010.

УДК 621.762.5

Аддитивные 3D технологии выращивания деталей из чистой меди

Роуба М. О., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к.т.н., доцент Вегера И. И.

Аннотация:

Рассматриваются методы 3D-печати чистой медью. Рассмотрены преимущества и недостатки приведенных методов.