

УДК 621.81.004.67:621.793.620.172

**СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЯ
ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ
И ДЕТАЛЯХ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ**
STRUCTURE AND FEATURES OF FORMATION
OF THE PROTECTIVE COATING LAYER ON THE CUTTING
TOOL AND PARTS OF AUTOTRACTOR EQUIPMENT
BY VACUUM-PLASMA SPRAYING METHOD.

В.А. Лойко, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь.
V. Loyko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus.

В работе приведены исследования структуры и условий формирования покрытий при вакуумно-плазменном напылении. Показано, что условия формирования структуры и характеристик слоя в значительной мере зависят от характера взаимодействия частиц с поверхностью, который в значительной мере определяется их энергией частиц.

The paper presents studies of the structure and conditions of coating formation during vacuum-plasma spraying. It is shown that the conditions for the formation of the structure and characteristics of the layer largely depend on the nature of the interaction of particles with the surface, which is largely determined by their particle energy.

Ключевые слова: защитное покрытие, структура, слой, вакуумно-плазменное напыление

Keywords: protective coating, structure, layer, vacuum-plasma spraying.

ВВЕДЕНИЕ.

Разработчики автотракторной техники и технологи всегда прилагали много усилий, чтобы с одной стороны, увеличить прочностные характеристики и износостойкость деталей для обеспечения оптимального и достаточно большого ресурса работы деталей узлов, агре-

готов и автомобилей в целом, с другой стороны стремились увеличить стойкость инструментов и производительность резания в производстве. При этом простейшим естественным путем решения является применение более твердых исходных материалов, обладающих достаточной прочностью на сжатие и вязкостью для повышения работоспособности и предельных допускаемых нагрузок. Однако увеличение характеристик твердости в компактном материале детали неизбежно приводит к хрупкости и снижению вязкости и прочности на сжатие и растяжения. При обработке детали из твердого материала потребуется режущий инструмент из сверхтвердых материалов (алмаз, нитриды бора и др.), что экономически оправдано только в отдельных случаях.

Компромиссным решением в выборе материалов, как в случае производства деталей автомобилей и тракторов, так и при изготовлении режущего инструмента для их механической обработки является создание композиций из основного материала детали автомобиля или режущего инструмента и твердых, износостойких, теплостойких (барьерных) слоев со специально заданными характеристиками для обеспечения сочетания твердости, вязкости и уменьшения трения, снижения высокотемпературной или других видов коррозии.

Вакуумно-плазменные технологии нанесения покрытия выгодно отличаются от методов наплавки и газотермического напыления экологичностью, относительно низкой температурой процесса, малой толщиной слоя порядка нескольких десятков микрометров и равномерностью его нанесения на поверхности, сохранением исходной шероховатости, что в ряде случаев выступает на первый план, т.к. чистовая и отделочная обработка поверхностей деталей автомобилей или режущего инструмента из твердых и высокопрочных материалов требует больших затрат.

Исследованиям структуры и условий формирования покрытий при вакуумно-плазменном напылении, от которых наряду с составом слоев, зависят служебные характеристики защитных композиций, посвящена данная работа.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ПОКРЫТИЯ ПРИ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ.

Процесс нанесения вакуумно-плазменный покрытия включает два отличающихся по энергетическим характеристикам последовательных процесса (этапа) [1]. На первом реализуют ионную очистку, распыление поверхности, либо ионами металла катода, входящего в состав покрытия, либо ионами нейтрального газа из автономного источника с энергией энергий 10^0 – 10^2 эВ. Одновременно наблюдается термическая активация поверхности, создаются активные центры, структурные дефекты, при энергии 5×10^2 – 10^5 эВ реализуется распыление поверхности детали или конденсата, а при энергиях 5×10^3 – 10^6 эВ ионы проникают в кристаллическую решетку основы образованием фазвнедрения и формированием диффузионной зоны (рисунок 1) вблизи поверхности детали [2]. Одновременно под действием импульсов энергии удара частиц возрастает температура в поверхностном слое, что приводит к повышению подвижности частиц и формированию лабиринтных поверхностных структур (рисунок 2).

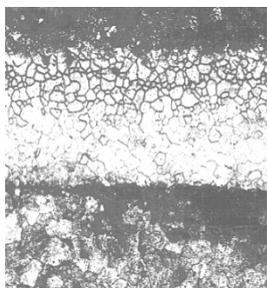


Рисунок 1 –
Диффузионная зона
вблизи поверхности
детали (косой шлиф угол
 3° , $\times 1500$)

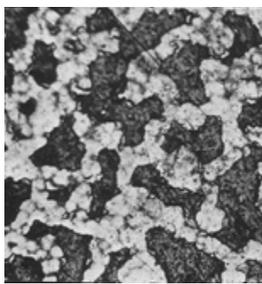


Рисунок 2 –
Поверхностная
лабиринтная структура
($\times 1500$)

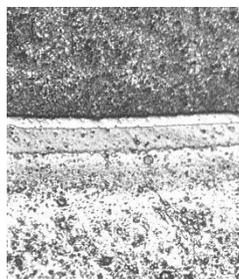


Рисунок 3 – Слой
покрытия (прямой
шлифугол 90° , $\times 1500$)

На втором этапе происходит формирование слоя (рисунок 3) в условиях конкурирующего, но более слабого распыления поверхности конденсата ионами с энергиями эВ при уменьшении потенциала смещения на подложке до $\sim 10^3$ – 10^2 В. Благодаря большей подвижно-

сти адсорбируемых атомов на нагретой и малой плотности зародышей происходит агломерация, пленка состоит из крупных зерен, которые содержат меньше дефектов и становятся сплошной структурой при относительно небольшой толщине ~1–3 мкм.

Активные центры поверхности в процессах плазменно-вакуумного осаждения покрытий играют значительную роль. Если реакция образования протекает вдали от равновесия, создаются условия для образования новых зародышей, с момента их зарождения роль активных центров уменьшается. Дефекты структуры (дислокации, границы зерен) изменяют химический потенциал поверхности, поэтому в начальный момент зародышеобразование происходит избирательно. Образование зародыша вызывает искажение фазывнедрения которое способствует образованию и росту новых центров зародышей. С течением времени скорость реакции возрастает за счет увеличения реакционной поверхности вследствие роста зародышей, которые реализуются в сплошное тонкое покрытие. Обеспечение равной скорости осаждения покрытия по рабочей поверхности деталей путем строго определенной ориентации детали по отношению к оси плазменного потока и придания соответствующих движений, обеспечивающих равномерную толщину слоя на рабочих поверхностях [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На формирование структуры слоя при вакуумно-плазменном нанесении покрытий влияет характер взаимодействия частиц с поверхностью, который в значительной мере определяется их энергией частиц на момент взаимодействия с основой.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Достанко, А.П. Плазменная металлизация в вакууме. /А.П Достанко, [и др.] – Минск: Наука и техника, 1993.
2. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. /В.А. Лойко, [и др.] – Минск: Издательство УО БГАТУ, 2007 – 190 с.
3. Лойко В.А., Ивашко В.С. Формирование структур поверхностных слоев при вакуумно-плазменном нанесении покрытий. /Изобретатель. №7-8(139–140), 2011. С. 12–16.

Представлено 19.05.2020