

этого – отсутствие нагрева обрабатываемой детали (деталь не нагревается выше 100-150°С), а следовательно, и отсутствие окисления напыляемого материала и подложки, отсутствие тепловых деформаций изделия и внутренних напряжений.

Устранение механических повреждений. Повреждения деталей, сопровождающиеся изменением геометрических размеров, возникают как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации деталей в составе механизмов. Эти повреждения, связанные с уносом массы металла – коррозионные повреждения, износ, сколы, прогары, трещины, пробойны и др.

Технология газодинамического напыления используется для устранения таких повреждений при выполнении ремонтно-восстановительных работ автотракторной, авиационной, железнодорожной, военной техники, сельскохозяйственных машин, технологического оборудования и т.п. Отдельным направлением применения технологии является восстановление геометрических размеров деталей и узлов газоперекачивающих аппаратов магистральных газопроводов.

УДК 621

Скавыш И.А.

## **ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Латушкина С.Д.*

В зависимости от источника энергии для нагрева и транспортировки частиц материала покрытия различают следующие способы напыления: электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное, детонационное и упрочнение конденсацией металла с ионной бомбардировкой.

На примере был рассмотрен процесс электродугового напыления покрытий (рисунок 1).

При электродуговом нанесении покрытия испарение металла осуществляется в зоне горения дуги вследствие эрозии электрода. Наиболее широкое применение находит дуговое испарение с холодного расходуемого катода [1].

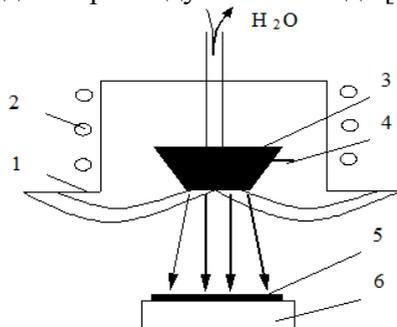


Рисунок 1 – Электродуговое испарения с магнитным удержанием катодных пятен: 1 – стенки камеры (анод); 2 – соленоид; 3 – катод; 4 – поджигающий электрод; 5 – покрытие; 6 – подложка; 7 – зона горения дугового разряда

Генерация газовой фазы осуществляется в зоне действия на поверхность разряда, в локальных участках – катодных пятнах вакуумной дуги, которые представляют собой участки поверхности катода, имеющие размер  $\sim 10^{-4} \dots 10^{-2}$  мм. В катодных пятнах протекают также процессы интенсивной электронной эмиссии. В первом приближении считают, что число катодных пятен пропорционально силе тока дугового разряда. Для устойчивого горения дуги необходимо образование на катоде более двух пятен. В катодных пятнах плотность тока может достигать  $10^7$  А/см<sup>2</sup> и выделяется мощность  $10^7 \dots 10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. В результате при горении дуги осуществляется быстрый нагрев материала, его плавление и испарение.

Характерным для электродугового испарения является наличие в газовой фазе большого количества капель и высокая степень ионизации атомов (до 90 %). Размер капель зависит от теплофизических свойств материала катода и режима горения дугового

разряда и составляет от 1 до 50 мкм. При испарении тугоплавких катодов (вольфрама, молибдена, тантала и др.) в газовом потоке содержатся капли размером менее 10 мкм, при испарении легкоплавких – 25...50 мкм и их доля в потоке возрастает до 10...30 %.

При работе электродугового испарителя катодные пятна вследствие взаимного отталкивания стремятся уйти на боковую поверхность катода, что является нежелательным, так как изменяется характер распределения газового потока. Для фиксации катодных пятен в центре катода используют внешнее магнитное поле (испаритель с магнитным удержанием катодных пятен) или экранирование боковых поверхностей катода (испарители с электростатическим удержанием пятен).

Содержание капельной фазы в потоке летучих частиц является одним из основных недостатков электродугового нанесения покрытий. До сих пор однозначно не определен механизм генерации этих капель. Наиболее вероятной причиной образования капель считают кипение в объеме расплавленной ванны и образование газовых пузырей из растворенных технологических газов, находящихся в объеме катода. При их интенсивном выходе на поверхность и происходит образование расплавленных микрочастиц. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что при снижении газосодержания в катоде менее  $10^{-6}$  % образование капель не происходит.

УДК 531.551

Скворцов А.С.

## **КУЛАЧКОВО-ЗУБЧАТЫЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Расширение области применения вакуума идет параллельно с ужесточением требований к его чистоте, то есть отсутствию паров рабочих жидкостей, воды, продуктов износа контактирующих