



Рисунок 3 – Детали двигателя внутреннего сгорания с алмазоподобным покрытием

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Rusnanonet [Электронный ресурс] / Российская национальная нанотехнологическая сеть. – Режим доступа: <http://www.rusnanonet.ru/goods/42215/>. – Дата доступа: 20.02.2010.
2. Упрочняющие покрытия [Электронный ресурс] / ОАО «Плазматех». – Режим доступа [www.plasma-tech.ru/diamond/](http://www.plasma-tech.ru/diamond/) Дата доступа: 21.02.10
3. Алмазоподобные покрытия [Электронный ресурс] / Научно-технологический институт транскрипции, трансляции и репликации. – Режим доступа: <http://kint-kib.narod.ru/ap.html>. – Дата доступа: 19.02.2010.

УДК 621.723

Линник А.В., Ефимов А.М.

### **МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРИ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ**

*БГАТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Акулович Л.М.*

*Предложено усовершенствовать процесс магнитно-электрического упрочнения введением ультразвуковых колебаний. Рассмотрена структура и свойства частиц при нанесении покрытия способом магнитно-электрического упроч-*

*нения с введением ультразвука. Показано, что использование ультразвука совместно с процессом магнитно-электрического упрочнения позволяет улучшить физико-механические свойства наплавленного слоя. В результате этого повышается качество слоя, стабильность и производительность процесса.*

Исследования по выяснению физического механизма магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) в ультразвуковом поле проводятся в соответствии с концепцией разработки технологии изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин послойной наплавкой, намораживанием композиционных и синтетических материалов в комбинированных физических полях [1].

Суть процесса МЭУ порошковых ферромагнитных материалов в ультразвуковом поле заключается в следующем [2]. В рабочую зону, зазор между подложкой (деталью) и источником ультразвука, одновременно являющимся источником магнитного поля, подаётся ферромагнитный порошок (ФМП). Частицы ферромагнитного порошка, обладающие магнитными свойствами, выстраиваются вдоль силовых линий магнитного поля. Образуются «цепочки» из ферромагнитных частиц. Излучатель ультразвука, одновременно являющийся полюсным наконечником, и подложка (деталь) подключается к источнику постоянного электрического тока.

Роль магнитного поля на первой стадии: формирования «цепочек» частиц. Этот процесс идет до включения постоянного электрического тока между деталью и магнитным наконечником. На деталь подается (-), на магнитный наконечник (+).

Постоянный или прерывистый импульсный ток одного направления моментально разогревает «брикет» из частиц ферропорошка. Причем, температурное поле «брикета» неоднородно. Тепловой поток от разогрева порошка в областях, примыкающих к подложке (детали) и магнитному

наконечнику, становится значительно больше, чем от середины «брикета».

В средней части «брикета» температура ферропорошка достигает точки Кюри раньше, и поэтому ферропорошок теряет магнитные свойства, превращаясь в парамагнетик [3].

Индукция магнитного поля между подложкой и наконечником уменьшается. В результате получается следующая последовательность расположения магнетиков, представленная на рисунке 1.

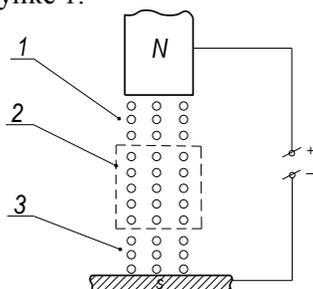


Рисунок 1 – Магнитные свойства частиц в рабочей зоне:

1 – ферромагнетик, 2 – парамагнетик, 3 – ферромагнетик

В первый период процесса упрочнения частицы ФМП, которые находятся в контакте с деталью, припекаются к ней. Это происходит за счет электрических разрядов и контактного электросопротивления большой плотности тока между деталью и частицами. После истечения определенного времени частицы, находящиеся около детали до средней зоны и от средней зоны до полюсного наконечника нагреваются до точки Кюри, и все частицы превращаются в парамагнетик. На этом прекращается влияние магнитного поля на процесс упрочнения.

Новые порции частиц (рисунок 2) восстанавливают действие магнитного поля. Жидкая фаза расплава из средней части

стекает вниз на припекшиеся частицы и расплав попадает на свободные места детали. Так формируется первый слой фер-

ромагнитного покрытия и образуется дисперсное ферромагнитное покрытие, состоящее из не расплавившихся ферромагнитных частиц и закристилизовавшегося расплава.

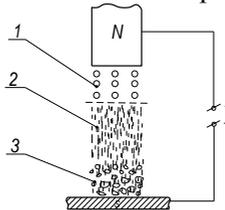


Рисунок 2 – Структура покрытия в рабочей зоне при упрочнении в совмещенных физических полях:

1 – ферромагнитный порошок, 2 – расплавившийся ФМП, 3 – закристилизовавшиеся и припекшиеся частицы ФМП к детали, 4 – жидкий расплав металла, заполняющий пространство между частицами и кристаллизующийся на детали

Ультразвуковые колебания некоторое время после включения магнитного поля интенсифицируют теплообменные процессы в «брикете» ферропорошка и межфазные процессы на границе раздела «деталь – расплавленный слой ферропорошка». Эти процессы создают хорошую адгезию расплавленного ферропорошка с деталью и улучшают качество формируемого покрытия за счет создания мелкодисперсной структуры металла и дегазации затвердевшего расплава [3].

После проведенных исследований можно сделать вывод о том, что сочетание электромагнитного и ультразвукового полей при МЭУ приводит к качественному изменению процесса: изменяются физико-механические свойства наплавленного слоя, повышается качество слоя, стабильность и производительность процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стукин, А.С. Исследование процесса наплавки порошковых материалов в ультразвуковом поле / А.С. Стукин // Материалы 8 Республиканской научно-технической

конференции студентов и аспирантов. – Минск, 2003 – 159 с.

2. Шиялев, А.С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А.С. Шиялев. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2007. – 412 с.

УДК 621.5

Ляпин К.Н.

## **МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СОБСТВЕННОГО ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ВАКУУМЕ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

Цель работы – изучить основные источники собственного газовыделения материалов в вакууме и основные методы измерения интенсивности этого газовыделения.

Каждый металл и неметалл содержит определенное количество газа, который может присутствовать в виде растворенных примесей, либо в виде легирующего элемента, участвующего в формировании структуры этого металла (или неметалла).

Если деталь, изготовленная из такого материала, помещается в вакуумную камеру, то растворенный в ней газ будет диффундировать к поверхности этой детали, откуда десорбируется и попадает в саму вакуумную камеру.

Одним из условий сохранения высокого вакуумных в приборах является отсутствие газовыделений с поверхностей материалов, граничащих с вакуумом. В обычных условиях все материалы содержат связанные газы: удерживаются на поверхности за счет сил физической адсорбции (адсорбированы); растворены в объеме материала (абсорбированы); содержатся в виде химических соединений (хемосорбированы); имеются в виде объемных включений в порах, трещинах (окклюдированы).