

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»

2. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Бурумкулов Ф.Х., Лезин П.П., Сенин П.В., Иванов В.И., Величко С.А., Ионов П. А. – Саранск: Тип. «Крас. Окт.», 2003. – 504 с.

3. Лазаренко Н.И. «Электроискровое легирование металлических поверхностей». М.: Машиностроение, 1976. – 45 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 669.018.25:621.793.16

УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ
АВТОМОБИЛЕЙ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ
ПОКРЫТИЯМИ

HARDENING OF CUTTING TOOLS AND CAR PARTS
VACUUM-PLASMA COATINGS

В.А. Лойко, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

V. Loiko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Предложены параметры формирования даны рекомендации по составу и конструкции покрытий. Приведены ограничительные условия нанесения вакуумно-плазменного покрытия для упрочнения режущего инструмента и деталей автомобилей.

Abstract. The proposed parameters for the formation of recommendations on the composition and design of coatings. The limiting conditions for applying a vacuum-plasma coating for hardening the cutting tool and car parts are given.

Ключевые слова: упрочнение, режущий инструмент, деталь автомобиля, твердость, покрытие, структура, температурный интервал.

Key words: hardening, cutting tool, car detail, hardness, coating, structure, temperature range.

ВВЕДЕНИЕ

Упрочнение режущего инструмента, также, как восстановление и упрочнение деталей автомобиля, обеспечивает экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 3–5 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей.

Применение при производстве и ремонте автомобилей прогрессивных технологий и использования новых упрочняющих покрытий с повышенными триботехническими, физико-химическими и механическими характеристиками являются основными направлениями повышения ее надежности и ресурса.

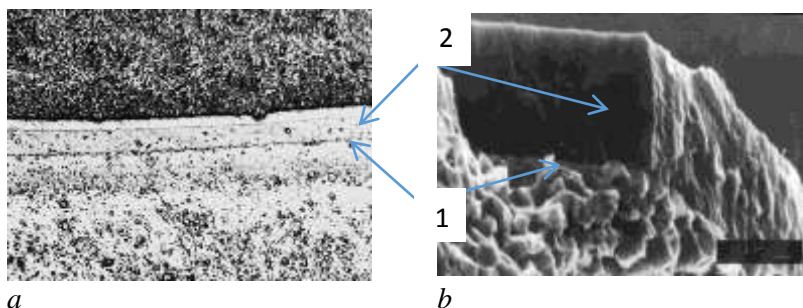
УСЛОВИЯ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ, СТРУКТУРА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ,

Покрытие конденсируется при энергиях ионов $\sim 10^3 - 10^2$ эВ при уменьшении потенциала смещения до $2 \times 10^1 - 3 \times 10^2$ В. При большей подвижности адсорбируемых атомов и малой плотности зародышей происходит агломерация, пленка состоит из крупных зерен, которые содержат меньше дефектов и становится сплошной при относительно небольшой толщине. Срастание атомов и образование зародышей, рост пленки зависят от скорости поверхностной миграции адсорбированных атомов, которая возрастает с уменьшением энергии активации поверхностной диффузии, повышением температуры и кинетической энергии адсорбированных атомов, температуры и чистоты поверхности подложки. Бомбардировка ионная в процессе конденсации, с одной стороны, увеличивает плотность зародышей, благодаря чему уменьшаются размеры кристаллов и уменьшается толщина, при которой пленка становится сплошной, а с другой – увеличивает подвижность адсорбированных атомов, что способствует скорейшей агломерации пленки. Серьезной проблемой данной технологии упрочнения и восстановления точных и особенно прецизионных деталей является загрязнение поверхности твердыми или расплавленными частицами, снижающими триботехнические характе-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

ристики поверхности. Наиболее радикальной мерой является использование тугоплавких, сублимирующих исходных материалов катодов при электродуговом испарении. Установлено, что лучшие характеристики показывают Сг Мо (с добавкой 3–5% Тi или Zr). Нитриды и карбиды хрома и молибдена благодаря кристаллическому строению этих фаз внедрения и высоким физико-механическим характеристикам наиболее перспективны для нанесения в качестве твердого износостойкого слоя для восстановления и упрочнения деталей сельхозтехники. Для улучшения сцепления с основой целесообразно наносить на поверхность слой чистого металла (Сг или Мо), толщиной 0,2–0,5 мкм, затем твердый слой нитрида (или карбида) хрома (молибдена).

В результате конструкция покрытия представляет собой двухслойную композицию (рисунок 1) из: 1 – адгезионного слоя металла Сг или Мо 0,2–0,5 мкм, 2 – твердого износостойкого слоя нитрида или карбида (толщина выбирается в зависимости от величины допуска на размер детали и требуемых по условиям эксплуатации функциональным характеристикам покрытия, которые обеспечиваются за счет толщины слоя покрытия).



a – прямой шлиф перпендикулярно поверхности (500х, световая микроскопия); *b* – излом (1500х – сканирующий электронный микроскоп Nanolab-7 (границы между слоями и основной образца практически неразличимы)

Рисунок 1 – Структура двухслойного покрытия в поперечном сечении

Минимизация или полное исключение дисперсных и макро-частиц металла основы покрытия (твердых, каплеобразных, расплавленных) в формировании слоя покрытия решается также путем создания новых конструкций электродуговых испарителей и вспомогательных устройств [3].

Ответственные, нагруженные детали изготавливают из малоуглеродистых, легированных сталей с обработанной ХТО на высокую твердость поверхностью.

Поэтому актуально снижение температуры поверхностных участков деталей в процессе нанесения покрытий, до величин, исключающих отпуск основного материала ($<180-250^{\circ}\text{C}$ для углеродистых и $<350-450^{\circ}\text{C}$ для быстрорежущих инструментальных сталей) путем исключения из технологического процесса очистки ионами металла и замены очисткой ускоренным потоком предварительно ионизированного нейтрального газа с последующим осаждением слоя покрытия в условиях ассистирования ионизированным реакционным газом (N_2, C_2H_2, CH_3 и др.).

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 и качество защитного слоя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На основании проведенных исследований предложена конструкция двухслойного упрочняющего покрытия и исследованы основные характеристики. Такие покрытия различного состава могут применяться для упрочнения режущего инструмента и деталей автомобилей при условии соблюдения температурного интервала и заданной толщины слоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов И.И., Антуфьев Ю.П., Брень В.Г. и др. Об условиях синтеза нитридов при конденсации плазменных потоков // Физика и химия обработки материалов. – 1981. – № 4. – с. 43–46.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

2. Хейфец М.Л., Ивашко В.С., Лойко В.А. Направленное формирование показателей качества деталей с покрытиями. В сборнике материалов Десятой международной Промышленной конференции «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях», Украина, п. Славское, 9-13 февраля 2010, с. 112–115.

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

4. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. / В.А. Лойко и [др.] – Минск: БГАТУ, 2007. – 190 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 629.114.2

**АКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО
НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
ACTIVE CONTROL OF THE THERMAL SPRAYING
OF COATINGS**

В.С. Ивашко, д-р. техн. наук, проф., К.В. Буйкус,
канд. техн. наук, доц., В.М. Изоитко, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

V. Ivashko, Doctor of technical Sciences, Professor,
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. На основе анализа методов контроля технологического параметров процесса газотермического напыления покрытий предложена конструкция автоматизированной установки для активного контроля скорости наносимых частиц.

Abstract. Based on the analysis of methods for monitoring the technological parameters of the thermal spraying of coatings the design of an