

Наиболее предпочтительным методом нанесения покрытий под последующую обработку концентрированными потоками энергии в отношении окисляемости и других характеристик покрытия – прочности сцепления и плотности является плазменное напыление при следующих режимах: $I = 230... 265$ А; $L = 150... 175$ мм; $Q_{п} = 49... 52,5$ л/мин. Можно применять и газопламенное напыление при режимах: $P_{O_2} = 1,9... 2,4$ ати, $L = 160... 200$ мм, но с несколько худшими качественными показателями покрытий, что вполне допустимо для малоответственных деталей.

УДК 621.793

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И. О. Соков, Н. В. Спиридонов, А. С. Володько
Белорусский национальный технический университет, Минск

Представлены результаты исследования композиционных покрытий, формируемых газотермическим напылением с последующей термической обработкой (оплавление). На основе полученных результатов выбраны композиции рекомендованные для упрочнения-восстановления деталей легкой промышленности.

Достигнутый уровень физико-механических и эксплуатационных свойств газотермических покрытий позволяет использовать их для упрочнения-восстановления деталей пар трения, работающих в условиях интенсивного изнашивания, в широком диапазоне удельных нагрузок и скоростей скольжения. На способность покрытий выдерживать в процессе изнашивания определенные силовые воздействия влияют характер приложения нагрузки, а также форма и жесткость детали.

Технологический процесс нанесения покрытий включает подготовку порошкового материала, детали и собственно нанесения покрытия. Перед напылением производили дробеструйную обработку поверхности. Предложено две технологии плазменного и газопламенного напыления с оплавлением.

Технологические параметры плазменного напыления с учетом проведенных экспериментальных исследований (установка УПУ-3Д): сила тока дуги – $240...250$ А; напряжение – $80...85$ В; дистанция напыления – $170...180$ мм; расход плазмообразующего газа – $3,0...3,5$ м³/ч; расход порошка – $1,5...2,5$ кг/ч.

При газопламенном напылении (установка ТРУ-БПИ): дистанция напыления $L = 200$ мм, расход горючего газа МАФ – $1...1,2$ м³/ч, расход кислорода – $4,5...5$ м³/ч, расход воздуха – $0,2$ м³/ч. Рекомендуемая толщина покрытия, напыляемая за один ход горелки $h_x = 0,25$ мм.

Композиции для напыления

№ композиции	Состав композиции (в объемных долях)
1	ПГ-СРЗ (1/2) + ПР-Х4Г2Р4С2Ф (1/2)
2	ПР-НД42СР (1/2) + ПР-Х4Г2Р4С2Ф (1/2)
3	ПГ-10К-01 (1/2) + ПР-Х4Г2Р4С2Ф (1/2)
4	ПР-Х4Г2Р4С2Ф (1/3) + ПГ-СРЗ (1/3) + ПГ-10К-01 (1/3)
5	ПТ-19Н-01 (1/2) + ПР-Х4Г2Р4С2Ф (1/2)

При изучении микроструктуры (рис. 1) напыленных покрытий установлено, что распределение частиц различных химических элементов по покрытию гетерогенное, это свидетельствует о неоднородности исходных композиций, неравномерном налипании частиц по поверхности частиц в исходном порошке, а также это может быть обусловлено разными условиями застывания частиц.

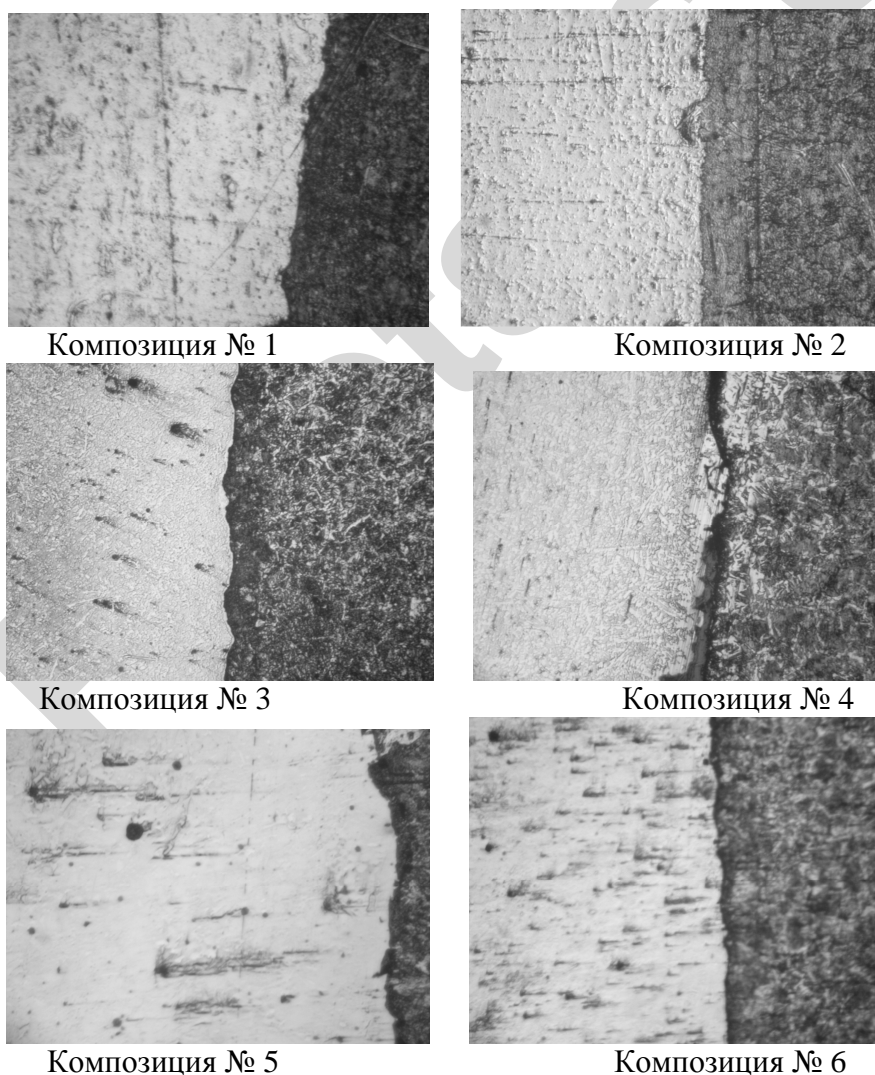


Рис. 1. Микроструктура покрытий

Установлено, что введение самофлюсующихся порошков, позволило уменьшить пористость покрытий до 3 %, за счет уплотнения покрытия при их формировании и заполнения пор, которые возникают при использовании «чистого» порошка на основе железа. Послойное формирование покрытий обуславливает неравномерность площади пор в сечении, нормальном границе раздела между покрытием и основой, и в сечении параллельном границе.

Анализ структуры покрытий показал, что у покрытий граница с основой менее четкая. Распределение элементов порошка по покрытию – гетерогенное, что вызвано предположительно неравномерным прилипанием частиц различных композиционных материалов.

Установлено, что при изнашивании изначально по всей поверхности контакта имеет место комбинация адгезионного (на более твердых участках) и упругопластического взаимодействия поверхностей, при котором продуктами изнашивания являются тонкодисперсные равновесные частицы. В общем случае для анализируемых условий трения характерно образование вторичных структур оксидного типа. По мере увеличения удельной нагрузки происходит нарушение когезионного взаимодействия между частицами, их выкрашивание и разрушение отдельных неоднородных частиц.

Установлено, что коэффициент трения для всех испытуемых материалов плавно увеличивается с ростом относительной скорости скольжения и удельной нагрузки. Интенсивность увеличения коэффициента трения с повышением нагрузки в месте контакта больше, чем с увеличением относительной скорости скольжения. Это увеличение коэффициента трения сопровождается ростом температуры в зоне трения, что приводит к переходу металла в состояние термической пластичности.

Установлено, что сопротивляемость покрытия изнашиванию зависит от химического состава покрытия, который определяет твердость и теплостойкость, а также свойства образующихся в процессе трения вторичных структур. Структура покрытия состоит из мелкодисперсных боридов и карбидов, равномерно распределенных в насыщенной легированными элементами матрице, что определяет его повышенную твердость и теплостойкость.

Фракция порошков в пределах 80...140 мкм, т.е. разброс размеров частиц весьма значителен. Очевидно, наиболее крупные из них в газопламенной струе не могут в достаточной мере пластифицироваться, что определяет явление отскока. Наличие большого количества окалины, окисляемость покрытий во время напыления определяется большим содержанием кислорода в струе при газопламенном напылении, что ведет и к повышенному его содержанию в напыленном слое. Однако, применение оптимальных режимов и оплавление сводит к минимуму недостатки газопламенного напыления, обеспечивая низкую пористость покрытий (менее 1...2%), высокую пластификацию частиц напыляемого материала и равномерное распределение твердых включений.

По разработанным технологиям упрочнения были изготовлены образцы деталей с покрытиями (рис. 2).

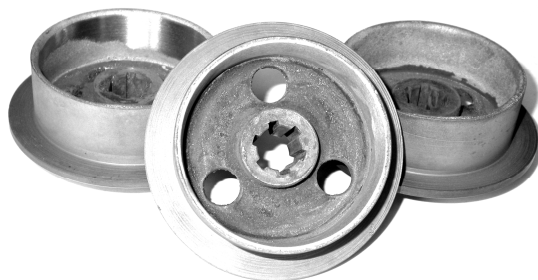


Рис. 2. Упрочненные детали легкой промышленности

УДК 621.791.72

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ НА СОСТАВ ПОКРЫТИЯ ИЗ СПЛАВА НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

О. Г. Девойно, М. А. Кардаполова, Н. И. Луцко,
А. А. Ковальчук, А. С. Лапковский

Белорусский национальный технический университет, Минск

Анализируются современные методы быстрого прототипирования и место лазерной наплавки в этих методах. Рассматривается влияние режимов лазерной наплавки на распределение элементов в наплавленных валиках из самофлюсующегося сплава на основе никеля.

Одной из проблем современного производства является время, которое затрачивается на разработку технологии, а, следовательно, и на получение готовой продукции. В производстве лимитирующим для многих изделий является время, требующееся для конструирования и изготовления литейных форм и штампов всех типов. Активно развивающиеся в последние годы методы быстрого прототипирования (rapid prototyping – RP) и быстрой обработки (rapid tooling – RT) призваны помочь в процессе подготовки нового продукта посредством его визуализации непосредственно из базы данных CAD и последующего прямого изготовления продукта путем нанесения материалов с использованием лазеров [1].

Последние разработки технологий direct metal deposition (DMD), light engineered net shaping (LENS) и direct light fabrication (DLF) продемонстрировали, что объемные объекты с плотностью близкой к полной, могут быть произведены непосредственно из базы данных CAD со свойствами эквивалентными процессу пластической деформации. Эти и ряд других подобных