

мовочных кварцевых песков), что обеспечивает его технологические преимущества в процессах газотермического напыления при получении защитных металлокерамических покрытий.

Следует отметить, что нанесение защитных покрытий на различные металлические изделия и металлоконструкции является одним из эффективных способов улучшения эксплуатационных свойств рабочих поверхностей изделий, работающих в тяжелых условиях. В ряде случаев применение многих конструкционных материалов, в том числе высоколегированных сплавов высокого качества, ограничено из-за их высокой стоимости. Применение защитных покрытий из металлокерамических материалов на основе системы Al_2O_3-Al позволяет продлить срок службы или восстановить изношенные поверхности изделий.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ

Калиниченко В. А., Калиниченко М. Л.

Белорусский национальный технический университет

kvlad@bntu.by

Annotation. The article present some information about production of metal composite materials using technologies based on laser and induction cladding. The features of obtaining the structural components of materials of this type and the expected properties are considered.

Аддитивные технологии (АТ) уже нашли большее применение в механообработке и машиностроении, прежде всего, для создания деталей сложной конфигурации. Композиционные материалы (КМ) применяются в различных отраслях промышленного производства. Широкое распространение получило изготовление деталей ответственного назначения из КМ различными методами литья, но они требуют специальной формообразующей оснастки. Стоимость такой оснастки, изготавливаемой с использованием традиционных технологий, в несколько раз превышает стоимость создаваемых изделий, а ее изготовление трудоемко. В связи с этим представляется актуальным и возможным применение аддитивных технологий для синтеза изделий конкретного назначения из композиционных материалов, в частности, на основе меди взамен энергозатратных технологий литья.

Объектом исследований являлся макрогетерогенный КМ на основе бронзы БрКМц3-1, армированный гранулами карбида кремния фракции 100–300 мкм. Аналогом являлся литой композиционный материал, того же состава с шагом расположения гранул 1,5–3,0 мм, полученный литьем в кокиль.

В качестве метода получения композиционных материалов предложено использование предварительной лазерной наплавки никелевых валиков порошком ПГ-12-01 на стальную подложку, с последующим нанесением покрытий на основе цветных сплавов, армированных микрочастицами и макрочастицами карбидов. Наплавка

сетки проводилась с помощью CO₂ лазера, с шагом 5x5 мм на образец размерами 100x100 мм, при скорости сканирования 100 мм/мин.

На первом этапе была проведена лазерная наплавка, которая сопровождается оплавлением валиков из железоникелевого сплава, что обеспечивает более прочное их соединение с упрочняемой поверхностью детали и повышает их твердость. На втором этапе был проведен индукционный нагрев подготовленных образцов до температуры 1050 °С с оплавлением бронзового порошка для обеспечения образования монолитного сплавления композиционного покрытия с основой детали и с предварительно нанесенными валиками. Затем проводилось его оплавление с помощью индукционного нагрева с применением инверторной установки ИМ 30-8-50 и выдержкой при температуре нагрева около 1100 °С в расплавленном состоянии в течение времени, необходимого для полного протекания реакции в графитовом тигле, использованном в качестве стабилизатора, с последующим охлаждением на воздухе. В результате получен слоистый композиционный материал толщиной около 600–700 мкм. Получение композиционного покрытия (с предварительно нанесенной сеткой, состоящей из валиков) без индукционного нагрева приводит к формированию неравномерной структуры с распределенными порами. Нанесение валиков вдоль и поперек рабочей поверхности с последующим индукционным оплавлением порошка бронзы, предварительно помещенного в образованные стенками валиков углубления, позволяет повысить качество покрытия за счет лучшего сцепления с основой образца. Нанесение валиков с небольшим шагом не позволяет избежать пористости из-за некачественного заполнения углубления порошком бронзы вследствие низкой текучести и технически трудноосуществимо. Использование шага валиков больше заявленных значений существенно не повышает механические свойства композиционного покрытия по сравнению со свойствами покрытия, полученного известным способом [1].

Для оценки свойств получаемых композиционных материалов было принято решение об изучении их микротвердости. Испытания проводились на базе НТП БНТУ «Политехник» с использованием микротвердомера AFFRI MVDM8 (Италия) с нагрузкой на индентор 0,2 кг и временем выдержки 15 секунд. Как показали исследования, композиционные покрытия с размером упрочняющих фаз менее 100 мкм, нанесенные индукционной наплавкой, имели равномерную структуру и микротвердость. При увеличении размера частиц до 200–500 мкм, произошло значительное повышение показателей микротвердости. Переходная зона, полученная лазерной наплавкой, обладает твердостью порядка 270 единиц по Виккерсу. Далее следует более мягкий слой, образованный упрочненной бронзой. В зоне, близкой к переходной, твердость варьируется в пределах 220–230 единиц по Виккерсу.

В результате экспериментов установлено, что нанесение технологических валиков в виде сетки на рабочую поверхность изделия с последующим индукционным оплавлением порошка бронзы, предварительно помещенного в образованные углубления стенками валиков, позволяет улучшить качество покрытия за счет повышения механических свойств, более равномерного распределения порошка и лучшего его сцепления с основой. С помощью варьирования частотой армирующей

сетки и ее заполнения, позволяет повысить механические свойства композиционного покрытия при минимальном расходе порошка бронзы и создать гамму различных типов композиционных материалов для работы подшипников скольжения с необходимыми угловыми скоростями и степенью нагружения.

Список использованных источников

1. Девойно О. Г., Кардаполова М. А., Лучко Н. И. Возможности формирования композиционных покрытий армированием газотермических покрытий лазерной наплавкой. // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: Сб. научных трудов. В 3 кн. Кн. 2. – 282 с.

МНОГОКОМПОЗИЦИОННОЕ ПОКРЫТИЕ AL-CR-N ДЛЯ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Хеук М. В., Онысько С. Р.

Брестский государственный технический университет
kheuk@mail.ru, onysko_serгей@mail.ru

Annotation. Increasing the service life of machine parts and mechanisms is an urgent issue at the present time. To solve this problem, various hardening technologies are used in the machine-building industry, in which thermal hardening methods are used: volumetric hardening, electron beam, cathode-arc, laser and plasma methods. The most optimal direction of modifying a tool working with shock loads is the development of new methods of hardening and giving special surface properties, and in particular, the development of hard coatings with special characteristics. In view of this, the creation of multicomposition coatings, which, along with high hardness, could have sufficient resistance to cracking due to a combination of hard and relatively soft layers, is a promising area of research.

Для получения износостойких покрытий на основе хромонитрида алюминия (Al-Cr-N) использовался метод катодно-дугового осаждения, характеризующийся более низкой температурой нанесения и более высокой трещиностойкостью, что важно при работе инструмента с ударными нагрузками [1]. Процесс нанесения осуществлялся при помощи серийной вакуумно-плазменной установки напыления УВ-НИПА-1-001 с трехканальной системой напуска технологических газов, позволяющей наносить покрытия при помощи источника плазмы на режущий, пробивной инструмент, микроинструмент и изделия различного назначения.

В полученных образцах наблюдался плавный рост атомарного содержания углерода с увеличением подаваемого количества реакционного газа (ацетилен) в камеру. Максимально-зафиксированное значение углерода на поверхности составило порядка 6,18 %, при этом стехиометрическое соотношение металл-неметалл у образцов находилась на уровне 89–99,23 %. Данное отношение является