

Si-B, полученных механическим легированием, позволяют оценить термическую устойчивость аморфных сплавов и выделяющуюся теплоту перекристаллизации. Показано: температурная стабильность порошковой композиции Fe–Ni–Mo–Cr–Co–Si–B определяется ее термодинамическим потенциалом, который можно изменять на стадии диспергирования, варьируя величиной энергии деформации, аккумулируемой материалом.

Применение полученных механическим легированием аморфных порошковых сплавов с изменяемым уровнем термической стабильности для формирования нано- или субмикроскопических износостойких покрытий позволяет, используя при нанесении покрытия запасенную в материале энтальпию неравновесного фазового перехода, корректировать режимы газопламенного нанесения покрытий и управлять их структурой.

Покрытия упрочнены равномерно распределенными в матрице наночастицами (40-80 нм) интерметаллидов (до 22%) и аморфной фазы (6- 2%).

УДК 621.791:621.793

### **Газодинамическое напыление в аддитивной технологии формирования керамических покрытий**

Ваганов В.В.

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Аддитивная технология нанесения керамических покрытий предполагает создание нескольких слоев, каждый из которых выполняет свои функции: подслой обеспечивает высокий уровень адгезии к основе, средний слой гарантирует высокие прочность и вязкость, наружный – твердость, термостойкость, износостойкость, коррозионную стойкость. Нанесение этих слоев осуществляется последовательным применением нескольких технологических процессов.

Подслой для многофункциональных керамических покрытий должен обладать высокой адгезионной прочностью, минимальной пористостью, высокой однородностью, варьируемой в широком диапазоне толщиной. Подобный уровень свойств подслоев обеспечивает метод газодинамического напыления, когда порошковый материал инжектируется в воздушную струю, скорость которой 300-800 м/с. За счет высоких скоростей соударения и деформации, материал порошка приобретает повышенную пластичность, что позволяет частицам привариваться к основе, формируя качественное покрытие без дополнительного подогрева воздуха и основы.

Метод позволяет без предварительной подготовки поверхности основы

наносить покрытие на воздухе при нормальном давлении, любых значениях температуры и влажности. Тепловое воздействие на основу минимально; поток напыляемых частиц - узконаправленный с поперечным сечением 2-5 мм, что позволяет наносить покрытия на локальные участки поверхности изделий из любых металлов, керамики, стекла, полимеров.

Прочность адгезии составляет 80-120 МПа; толщина покрытия обеспечивается режимом нанесения и может быть любой (от 2-4 мкм до 2 и более мм); однородное покрытие имеет низкую пористость (0,05 - 0,3%); шероховатость его поверхности составляет  $R_z = 20-40$ , обеспечивая высокую прочность закрепления других дополнительно наносимых покрытий.

При последующей химической или химико-термической обработке возможно формирование многокомпонентных многослойных покрытий с градиентным распределением достигнутых или новых свойств.

Газодинамические тонкие (2-10 мкм) высокоплотные подслои на основе алюминия и его сплавов - первый шаг перед ионно-плазменной обработкой в соответствующей среде с целью формирования многокомпонентных многослойных керамических покрытий типа  $Al_2O_3$ , AlN, AlTiN,  $Al_4C_3$ ,  $Al_2TiO_5$ , SiAlN.

УДК 620.179 + 621.793

### **Обоснование составов подслоев керамических покрытий, полученных ионно-плазменной обработкой**

Ваганов В.В.

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Многокомпонентные и многослойные керамические покрытия типа  $Al_2O_3$ , AlN, AlTiN,  $Al_4C_3$ ,  $Al_2TiO_5$ , SiAlN имеют неограниченные перспективы для использования: в горнодобывающей, нефтяной и машиностроительной промышленности на инструментах (из быстрорежущих сталей, твердосплавных и керамических), клапанах, эксцентриках, втулках и т.д.; в деталях металлургического оборудования (в связи с низкой смачиваемостью расплавленными металлами и высокой термостойкостью); в медицине и пищевой промышленности (обладают высочайшей коррозионной стойкостью и биоинертностью); в энергетике и микроэлектронике (AlN имеет уникальное сочетание крайне высокой теплопроводности и отличных изоляционных свойств, низкий коэффициент теплового расширения). Толщина покрытий в зависимости от сферы применения составляет от 2-5 мкм до 1 мм. Они могут наноситься на большинство технически интересных материалов с использованием аддитивной технологии (газодинамическое нанесение