

Пименов А.В., Галеев И.М., Тополянский П.А. Опыт применения газотермических сверхзвуковых методов нанесения высокопрочных покрытий. Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: В 2 ч. Часть 1: Материалы 15-й Международной научно-практической конференции: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. - С. 173-174

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ СВЕРХЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

ПИМЕНОВ А.В., ГАЛЕЕВ И.М., ТОПОЛЯНСКИЙ П.А.
ЦНИИ КМ «ПРОМЕТЕЙ», НПФ «ПЛАЗМАЦЕНТР», Санкт-Петербург, Россия,
office@plasmacentre.ru

Рассмотрен опыт использования детонационного и HVOF методов нанесения покрытий.

Distinctive characteristics of detonation and high-speed (HVOF) coating techniques have been considered.

Ключевые слова: высокоскоростное напыление, HVOF, детонационное напыление.

Key words: high-speed coating, HVOF, detonation coating.

В настоящее время в России из сверхзвуковых процессов активно развиваются HVOF и детонационный метод нанесения покрытий. Технологии HVOF в нашей стране базируются на использовании только импортного оборудования, в основном фирм Metco и TAFA, являющимися мировыми лидерами в области технологий и оборудования для газотермического напыления. Применение процессов детонационного нанесения покрытий в России сохраняется в ряде отраслей: авиационной, судостроительной, химического и нефтяного машиностроения, в основном для производств изделий, разработанных еще в советское время. Основными разработчиками и производителями отечественного детонационного оборудования были ЦНИИ КМ «Прометей», Институт гидродинамики СО РАН, а также ряд предприятий, связанных с ними. Следует отметить, что за рубежом активно развивается и используется метод HVOF и его модификации (например, HVAF). В то же время об использовании или развитии детонационных методов новых данных нет. Необходимо отметить, что до 90-х годов за рубежом детонационные покрытия широко применялись, в первую очередь, в авиамоторостроении. Но линейка авиамоторов сменилась, что вызвало применение новых материалов и технологий.

Авторами с 80-х годов накоплен значительный опыт практических и исследовательских работ по применению как детонационных, так и с 2001 г. HVOF покрытий, а производственный участок из 3-х установок «Прометей» вырос в производство по нанесению функциональных покрытий на детали судового машиностроения с использованием дополнительно детонационных установок «Дракон», «Корунд», а также установок для HVOF процесса - «Dj-2700», «Jp-5000».

Технологически методы HVOF не сложнее детонационных, а экономически, вследствие более высокой производительности дешевле. Однако при детонационном напылении, из-за большего времени взаимодействия напыляемых материалов с низкой теплоемкостью с продуктами сгорания, обеспечивается более эффективный их нагрев и,

соответственно, формирование высококачественного покрытия, чем в установках HVOF процессов [1].

Разработаны технологии нанесения покрытия из различных металлов и сплавов, оксидов Al_2O_3 , Cr_2O_3 , ZrO_2 , композиционных материалов на основе WC , Cr_3C_2 . Для выбора применяемого метода для конкретной детали имеется несколько подходов. При нанесении покрытий из металлов и сплавов на основе WC и Cr_3C_2 можно использовать как детонационный, так и HVOF методы. Данные методы обеспечивают примерно одинаковую прочность сцепления на уровне 80 ± 10 МПа для материалов на основе твердых сплавов. В данном случае используется методика стандарта ASTM C633-01 для клеевых образцов. Твердость и микротвердость покрытий, нанесенных этими технологиями, также близки. Основным критерием выбора оптимального процесса нанесения покрытия является уровень остаточных напряжений системы «покрытие – основа». При этом выбираются такие технологические приемы и методы, которые обеспечивают нагрев деталей в процессе напыления не выше $50\text{--}80^\circ C$, что не очень сложно для детонационного метода, но трудно достижимо для процесса HVOF. В тоже время для массивных валов нагрев выше $150\text{--}180^\circ C$ не представляет угрозы снижения адгезии и когезии покрытия [2]. Для напыления деталей с площадью выше 100 см^2 используются HVOF устройства, как не только более производительные, но и более надежные.

Особо стоит вопрос по нанесению покрытий из оксидов. Детонационный комплекс «Прометей» изначально был ориентирован на нанесение покрытий из оксида алюминия Al_2O_3 . Устройства HVOF - Dj-2700, Jp-5000 не могут формировать качественных покрытий из этих материалов. Во всяком случае, уровень их свойств несоизмерим с получаемым детонационным методом.

Выполнение работ по нанесению покрытий из Al_2O_3 обычно производится на установках «Прометей 3М» как более производительных, примерно в 3 раза по сравнению с установкой «Дракон» и значительно более надежных и имеющих ресурс до профилактического ремонта 250 часов. Свойства же покрытий из чистой Al_2O_3 примерно близки.

Необходимо отметить, что исследования и работы по поиску новых композиций на основе Al_2O_3 с целью повышения прочностных и триботехнических свойств покрытий на основе Al_2O_3 позволили выбрать составы и технологические режимы нанесения композиционных покрытий на основе Al_2O_3 по своим свойствам, не уступающим известным твердосплавным покрытиям на основе WC , а по коррозионной стойкости и триботехническим характеристикам превосходящих их. Разработанные покрытия успешно используются для изделий гидравлического машиностроения, подшипников скольжения в условиях ограниченной смазки.

Для более полного использования всех возможностей качественного формирования разработанных покрытий на основе Al_2O_3 и увеличения производительности ЦНИИ КМ «Прометей» совместно с НПФ «Плазмацентр» разработал новую конструкцию детонационной установки «Гранит».

Опыт нанесения износостойких и коррозионностойких покрытий на детонационных установках «Прометей 3М», «Дракон», устройствах Dj-2700, Jp-8000, выявил следующие закономерности их использования: устройства HVOF для нанесения высокопрочных покрытий из металлов, сплавов, композиций на основе WC и Cr_3C_2 на детали с площадью напыления более 100 см^2 ; установки «Прометей 3М» для напыления покрытий на основе Al_2O_3 , Cr_2O_3 , ZrO_2 и их композиций, размеры деталей ограничены длиной до 12000 мм и диаметром

2000 мм; установка «Дракон», представляющая собой модифицированную установку «Обь», для нанесения покрытий на основе WC и Cr₃C₂ на небольшие площади напыления до 100 см².

Литература

1. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А. и др. Газотермические покрытия из порошковых материалов, 1987, Научная думка, с. 133-137.
2. A comparison of HVOF Systems – Behavior of materials and coating Properties. H/ Kreye. 4 th HVOF colloquim at Erding. 1997. P.13-21.