

Академия наук Республики Татарстан
Министерство образования и науки Республики Татарстан
Казанский федеральный университет
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»



**НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЛАЗМА
В ПРОЦЕССАХ НАНЕСЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ
IX ВСЕРОССИЙСКАЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

СБОРНИК СТАТЕЙ

Казань 2018

НАНЕСЕНИЕ РЕТЕЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ (МИКРОПЕРЛОВ) МЕТОДОМ МИКРОПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

П.А. Тополянский¹, С.А. Ермаков¹, А.П. Тополянский²

¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

²ООО «Плазмацентр»

E-mail: info@plasmacentre.ru

Аннотация. Рассмотрена технология микроплазменного напыления ретенционных покрытий на зубные протезы, приведены основные характеристики оборудования для осуществления данного процесса. Отличительной характеристикой используемой установки для микроплазменного напыления является применение плазмотрона с квазиламинарной плазменной струей и осевого ввода порошкового материала.

Ключевые слова: микроплазменное напыление, газотермическое напыление, покрытие, зубные протезы.

При изготовлении зубных протезов и несъемных коронок применяются керамические материалы и пластмассы. Для улучшения качества, надежности и долговечности зубных протезов, облицованных пластмассой, светоотверждаемыми композитными материалами или керамикой (фарфором, ситаллом) используются ретенционные покрытия (микроперлы), наносимые микроплазменным напылением на штампованные, литье одиночные и мостовидные (сварные или паяные) протезы.

Технология создания металлопластмассовых коронок предполагает выполнение следующих этапов: изготовление металлических коронок или мостов (литых или штампованных); нанесение на них пористого ретенционного слоя, обеспечивающего сцепление пластмассы с коронкой; нанесение на ретенционный слой пластмассы.

За счет значительного развития поверхности адгезия облицовки с каркасом при использовании напыленных ретенционных покрытий увеличивается по сравнению с традиционной абразивно-струйной обработкой в 3–10 раз. При этом существенно уменьшается объем препарирования твердых тканей зуба. Микроплазменное напыление может быть также использовано для нанесения ретенционных покрытий различной шероховатости на корневую и коронковую части штифтовых вкладок.

Проведенные исследования свойств зубных протезов с покрытием в сравнение с образцами, выполненными без покрытия, показали наличие более плотного прилегания облицовки к напыленным конструкциям за счет высоконадежного механического зацепления с развитой поверхностью покрытия. Прочность сцепления при нормальном отрыве материала облицовки в случае использования напыленного покрытия по сравнению с традиционным методом предвари-

тельной обработки повышается в 3–5 раз. При этом зубные протезы и несъемные коронки имеют более высокую устойчивость к разрушающим нагрузкам.

В качестве порошковых материалов для микроплазменного напыления применяются титановый порошок или сплавы на кобальтовой основе, аналогичные или близкие по химическому составу к каркасу протеза. Толщина ретенционных покрытий составляет 100–150 мкм, в зависимости от используемых покрываемых материалов. Параметры напыляемых покрытий: адгезионная прочность, измеренная методом нормального отрыва конического штифта, не менее 5 МПа (50 кг/см²), неравномерность по толщине – не более 20 %.

Для реализации микроплазменного напыления разработана специализированная установка (рис. 1), назначение которой более широкое, чем напыление только ретенционных покрытий. Установка для микроплазменного напыления может использоваться для нанесения биоактивных покрытий (гидроксиапатита) на имплантаты, при изготовлении деталей и изделий с функциональными свойствами поверхности, например, износостойкостью (за исключением деталей, испытывающих ударно-абразивное изнашивание), антифрикционностью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью, кавитационной стойкостью, эрозионной стойкостью, электроизоляцией, стойкостью против фреттинг-коррозии, декоративными характеристиками, а также при восстановлении размеров изношенных и бракованных поверхностей.



Рис. 1. Установка для микроплазменного напыления УПНН-170

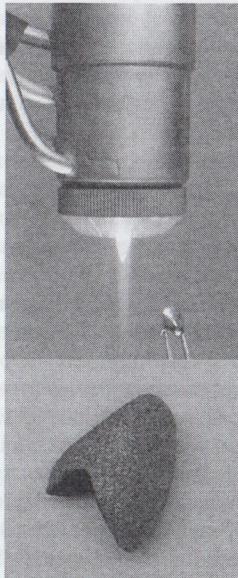


Рис. 2. Процесс микроплазменного напыления и зубная коронка с покрытием

Сущность разработанного процесса микроплазменного напыления (рис. 2) состоит в нанесении покрытий из отдельных частиц порошкового материала, нагреветого и ускоренного с помощью квазиламинарной аргоновой микроплазменной струи при осевой подаче порошкового материала и температуре нагрева изделий менее 100 °С. Напыление порошковых покрытий осуществляется плазмотроном с фиксированной длиной сжатой дуги [2]. При этом генерирование плазменной струи, имеющей низкое число Рейнольдса плазмообразующего газа, характеризуется низкими шумовыми характеристиками.

При осевом вводе значительно уменьшаются потери порошка, что оценивается по коэффициенту использования материала (КИМ), который в зависимости от состава порошка может достигать 90 % [3, 4]. Эффективность осевой подачи особенно проявляется при применении порошков широкого диапазона зернистости или мелкой фракции, а также использовании механических смесей с разной плотностью входящих порошков.

Технические характеристики разработанной установки для микроплазменного напыления: потребляемая мощность – не более 2,5 кВт, номинальный ток – 40–60 А, номинальное рабочее напряжение – не более 42 В, продолжительность включения – 100 %, расход аргона – не более 5 л/мин, расход охлаждающей воды – 180–220 л/ч (при отсутствии блока автономного охлаждения), занимаемая площадь – не более 1 м², масса – не более 40 кг.

Для подачи порошкового материала в установках микроплазменного напыления используется специально разработанный порошковый дозатор (рис. 3). Его принцип подачи – эжекционно-импульсный с микровибрацией.

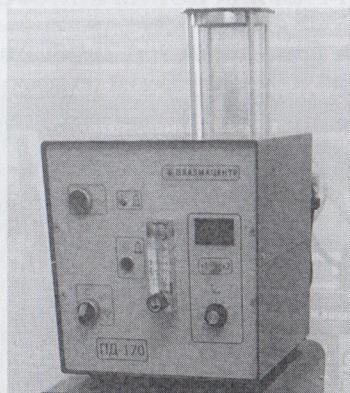


Рис. 3. Порошковый дозатор для микроплазменного напыления

Литература

1. Соснин Н.А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров / Н.А. Соснин, С.А. Ермаков, П.А. Тополянский. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. – 406 с.

2. Тополянский П.А. Напыление порошковых покрытий плазмотронами с фиксированной длиной сжатой дуги / П.А. Тополянский, Н.А. Соснин, С.А. Ермаков // Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки: матер. 9-ой Практической конференции (Санкт-Петербург, 10–13.04.2007 г.). – СПб.: Изд. Политехнического ун-та, 2007. – Ч. 1. – С. 249–257.

3. Тополянский П.А. Методология разработки технологических процессов газотермического напыления защитных и износостойких покрытий / П.А. Тополянский, Н.А. Соснин // Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций: матер. 5-й Международной практической конференции-выставки (Санкт-Петербург, 8–10 апреля 2003 г.). – СПб.: Изд. СПбГПУ, 2003. – С. 28–45.

4. Тополянский П.А. Методология сертификации технологических процессов нанесения покрытий / П.А. Тополянский // Технолог по сварочному производству промышленных предприятий, объектов энергетики и строительства: матер. 2-й Всероссийской практической конференции (Санкт-Петербург, 6–8 июня 2001 г.). – СПб.: Изд. СПбГТУ, 2001. – С. 58–60.

УДК 535:533.9

**СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЛЬЕФА
НА СТЕКЛОТКАНИ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ
НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ
В ПЛАЗМЕ ВЧИ-РАЗРЯДА ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ**

А.В. Трофимов, Э.Ф. Вознесенский, И.С. Мицхахов, Е.А. Скидченко
Казанский национальный исследовательский технологический университет
E-mail: m_storm.zip@mail.ru

Аннотация. Исследован процесс получения микрорельефа путём нанесения мелко дисперсного порошка диоксида кремния в высокочастотном индукционном разряде пониженного давления для получения функционального покрытия на стекловолокне. В качестве подложки использовались стекловолокна диаметром 10 мкм из стеклотканей ПП-300 производства России и OttoBockHealthCare производства Германии. Порошок инжектировался в разряд с потоком газа и напылялся на поверхность подложки.

Ключевые слова: микрорельеф, диоксид кремния, ВЧИ-разряд пониженного давления, многомодальный рельеф, конфокальная лазерная сканирующая микроскопия, напыление, функциональный рельеф, стеклоткань.

Создание функционального покрытия для различных материалов является актуальной научной задачей современного мира материаловедения и имеет ряд различных исследований в этой области [1].

Стекловолокнистые материалы, обладая ценными свойствами – негорючостью, стойкостью к коррозии, высокой прочностью на растяжение, сравни-