

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВЫХ ЧАСТИЦ В СЖАТОМ СЛОЕ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Абалихина О.В., Полянская Л.В.

Самарский университет, г. Самара, abalikhina.oksana@mail.ru.

Ключевые слова: двигатели летательных аппаратов, плазменное напыление, частица порошкового материала, сжатый слой, перенос материала в газовом потоке.

Плазменные газотермические покрытия, благодаря универсальности метода [1-5] и возможности реализации необходимого изменения свойств в системе покрытие-основа [1, 6-15], находят все более широкое применение при производстве деталей двигателей авиационной и ракетно-космической техники. Учитывая высокие требования данных отраслей и широкую номенклатуру деталей различных форм, размеров и применяемых материалов, создание технологии нанесения покрытия на такие высокоответственные детали и конструкции с учетом специфики их эксплуатационных условий требует тщательного анализа основных физических процессов и разработку оптимальных технологических режимов на основе выявленных закономерностей.

Существенное влияние на свойства покрытий оказывает их морфология, зависящая от многих факторов, среди которых особенно выделяются плавление и перенос порошкового материала в газовом потоке [1, 8, 12-14]. Исследования, приведенные в [1, 8, 12, 14], показывают, что ускорение частиц в потоке во многом предопределяет конечные размеры и форму металлизационной фигуры, образующейся на напыляемой поверхности. В связи с этим определение скоростей отдельных частиц является важным этапом разработки для последующей разработки технологических режимов. В процессе переноса порошкового материала в ряде работ [2, 4, 5, 8, 14] выделяют несколько отличных друг от друга участков, где параметры струи плазмы изменяют свои значения с постоянных на переменные, зависящие от координаты. Однако, для более точного анализа скоростных характеристик необходимо также рассмотреть достаточно тонкую зону пограничного слоя, образующегося при движении потока плазмы у поверхности детали. При постановке задачи определения скоростей частиц в процессе образования металлизационной фигуры покрытия на поверхности использовались уравнения динамики движения частиц, свойства среды и свойства движения потока в области пограничного слоя [8]. В качестве начальных условий приняты координаты и основные компоненты скорости при переходе от зоны установившегося течения к пограничному слою. Получены новые уравнения для определения скорости частиц порошкового материала и проанализированы изменения данного параметра по толщине пограничного слоя. На основе полученных данных определены скорости движения частиц разных диаметров в процессе образования структуры покрытия на различных дистанциях напыления. Проведены корректировки технологических режимов напыления для различных порошков.

Список литературы

1. Барвинок В.А. Плазма в технологии, надежность, ресурс. М.: Наука и технологии, 2005. 456 с.
2. Бобров Г.В., Ильин А.А., Спектор В.С. Теория и технология формирования неорганических покрытий. М.: Альфа-М, 2014. 925 с.
3. Алхимов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф., Фомин В.М. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 536 с.
4. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. М.: Издательство МГТУ, 2003. 458 с.
5. Ильющенко А.Ф., Шевцов А.И., Оковитый В.А. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование. Минск: Беларус. навука, 2011. 357 с.

6. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Main problems of mathematical modeling high energies plasma technologies // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 795. Article number 012004.
7. Гиорбелидзе М.Г., Христосова В.Ю. Анализ результатов численного моделирования ударной деформации частиц при нанесении порошковых покрытий // Инженерный журнал: наука и инновации. 2019. №2(98). С.77-79.
8. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Development of mathematical model of disperse particle motion in the plasma flow in the field of boundary layer during plasma spraying // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1096(1). Article number 012190.
9. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Calculation of residual stresses in plasma spray coatings taking into account the build-up process // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1368(4). Article number 042079.
10. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Mathematical simulation of particle impact on a fixed surface in the formation of powder coatings // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1368(4). Article number 042078.
11. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Determination of residual stresses in multi-layer plasma coatings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 511. Article number 12005.
12. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Enhancing thermal barrier coatings performance through reinforcement of ceramic topcoat // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 156. Article number 012016.
13. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Mathematical Model of Powder Material Particles Heating in Thermal Spraying // Key Engineering Materials. 2018. Vol. 769. P. 336-345.
14. Bogdanovich V.I., Giorbelidze M.G. Mathematical modelling of powder material motion and transportation in high-temperature flow core during plasma coatings application // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 327. Article number 022036.

Сведения об авторах

Абалихина Оксана Васильевна, магистрант кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, группа 3228-240404 D, инженер АО РКЦ «Прогресс». Область научных интересов: технологии производства авиационной и ракетно-космической техники, защитные покрытия.

Полянская Людмила Витальевна, магистрант кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, группа 3228-240404 D, инженер АО РКЦ «Прогресс». Область научных интересов: технологии производства авиационной и ракетно-космической техники, защитные покрытия.

DETERMINATION OF THE VELOCITY CHARACTERISTICS OF POWDER PARTICLES IN A COMPRESSED LAYER WHEN APPLYING PLASMA COATINGS TO AIRCRAFT ENGINE PARTS

Polyanskaya L.V., Abalikhina O.V.

Samara National Research University, Samara, Russia, abalikhina.oksana@mail.ru

Keywords: aircraft engines, plasma spraying, powder material particle, compressed layer, material transfer in gas flow.

Plasma gas-thermal coatings due to the versatility of the method and the possibility of implementing the necessary changes in the properties in the coating-base system are increasingly used in the production of engine parts for aviation and rocket and space technology. Taking into account the high requirements of these industries and a wide range of parts of various shapes, sizes and materials used, the creation of a coating technology for such highly responsible parts and structures, taking into account the specifics of their operating conditions, requires a thorough analysis of the main physical processes and the development of optimal technological modes based on the identified patterns.