

Рисунок 2 – Распределения скорости охлаждения по объему в разных точках напыленной частицы (для Ni/Cu)

Были проведены расчеты скорости охлаждения для 5 различных сплавов на подложку из меди. Установлено, что введение бора и хрома в сплав на основе железа увеличивает скорость охлаждения в 3 раза.

Список литературы

1. Кудинов В. В., Бобров Г. В. Нанесение покрытий напыления. Теория, технология и оборудование. Учебник для вузов. М.: Metallurgy, 1992. 432 с.
2. Коржик В.Н. Теоретический анализ условий аморфизации металлических сплавов при газотермическом напылении. II. Фазообразование при затвердевании напыленного материала // Порошковая металлургия. – 1992. – №10.
3. Мирошниченко И. С. Закалка из жидкого состояния. – М.: Metallurgy, 1982. – 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КЕРАМИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМЕННЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

В.И. БОГДАНОВИЧ¹, М.Г. ГИОРБЕЛИДЗЕ¹

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
E-mail: bogdanovich@ssau.ru

Повышение эффективности, надежности и ресурса являются актуальными направлениями развития современного двигателестроения. Решение данных задач обеспечивается различными конструкторскими и технологическими средствами, в том числе применением новых материалов и специальных покрытий. Защитные покрытия получили широкое распространение при производстве современных газотурбинных двигателей с высокими рабочими температурами, превышающими потенциал жаростойких конструкционных материалов деталей горячего тракта, таких как рабочие и сопловые лопатки турбины, жаровые трубы и камеры сгорания [1-7]. В настоящее время наиболее эффективной с точки зрения тепловой защиты конструкционного материала является система, состоящая из жаростойкого связующего металлокерамического покрытия состава $Me - Cr - Al - Y$ и внешнего керамического покрытия состава $ZrO_2 - 8\%Y_2O_3$ [4,5,7-10]. Помимо применяемых материалов защитный потенциал зависит от метода и технологических режимов получения покрытия, которые предопределяет особенности структуры и его эксплуатационные свойства [10].

В работе приведены результаты исследований и описание структуры теплозащитных покрытий, полученных электронно-лучевым, вакуумным ионно-плазменным и плазменным газотермическим методами. Отмечены особенности строения кристаллитов, их размеры, пространственная ориентация, а также расположение границ между отдельными кристаллитами. Оценено общее содержание несплошностей, объем и морфология пор. Проведен анализ влияния структурных составляющих покрытия на его эксплуатационные свойства, такие как адгезионная и когезионная прочность, термостойкость, теплопроводность. Доказано, что плазменный газотермический метод является наилучшим с точки зрения возможности управления структурой и свойствами в каждом отдельном слое покрытия.

Сформулированы требования к оптимальной структуре и пористости отдельных слоев металлокерамического и керамического покрытий, а также к диапазонам дисперсности напыляемого порошкового материала с учетом особенностей его переноса и плавления в плазменной струе.

Проведены экспериментальные исследования микроструктуры, адгезионной прочности и термостойкости образцов с покрытием, полученных с использованием следующих фракций порошкового материала $ZrO_2-8\%Y_2O_3$: (20...40) мкм, (40...60) мкм и (40-80) мкм. Отмечено влияние размеров фракции порошкового материала на структуру (рисунок 1) и свойства покрытий при разных дистанциях напыления.

На основе полученных исследований разработаны технологические рекомендации по формированию металлокерамического и керамического слоев теплозащитного покрытия с достаточной прочностью сцепления и высокой стойкостью к высокотемпературной газовой коррозии, многоцикловым термическим и механическим нагрузкам.

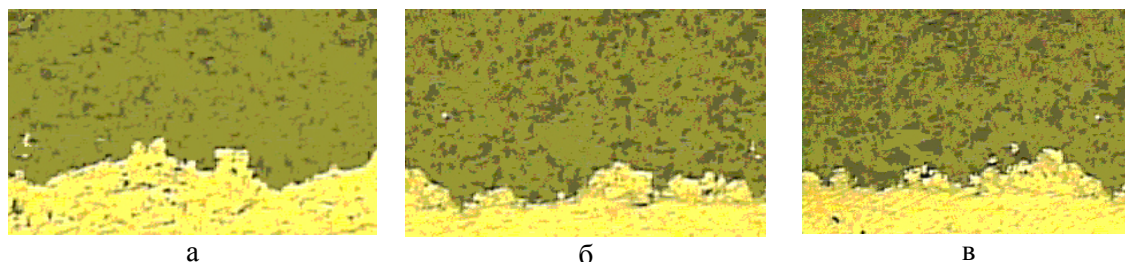


Рисунок 1 – Микроструктура теплозащитных покрытий, полученных из с использованием следующих фракций порошкового материала $ZrO_2-8\%Y_2O_3$: а – грануляция (20 – 40) мкм; б – грануляция (40 – 60) мкм; в – грануляция (60 – 80) мкм

Список литературы

1. Барвинок В.А. Плазма в технологии, надежность, ресурс. – М.: Наука и технологии, 2005. – 456 с.
2. Елисеев Ю.С., Бойцов А.Г., Крымов В.В. и др. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 2003. – 510 с.
3. Елисеев Ю.С., Крымов В.В., Колесников С.А. и др. Неметаллические композиционные материалы в элементах конструкций и производстве авиационных газотурбинных двигателей. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 368 с.
4. Бобров Г.В., Ильин А.А., Спектор В.С. Теория и технология формирования неорганических покрытий. – М.: Альфа-М, 2016. – 928 с.
5. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. – М.: Издательство МГТУ, 2003. – 458 с.
6. Каблов Е.Н., Мубояджян С.А. Теплозащитные покрытия для лопаток турбины высокого давления перспективных ГТД // Металлы, 2012. – №1. – С. 5-13.
7. Опокин В.Г., Равилов Р.Г., Самойленко В.М., Настас Г.Н. Анализ применения теплозащитных покрытий на рабочих лопатках турбины современных авиационных

- ГТД // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России, 2012. - №1. – С. 3-5.
8. Докукина И.А. Повышение эксплуатационных характеристик деталей за счет нанесения плазменных газотермических покрытий кластерной структуры // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2012. – №5. – С. 49-54.
 9. Барвинок В.А., Богданович В.И. Физическое и математическое моделирование процесса формирования мезоструктурноупорядоченных плазменных покрытий // Журнал технической физики, 2012. – Т.82, выпуск 2. – С. 105-112.
 10. 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, Issue 1. – P. 1-7, article number 012016.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЕЧЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ СИСТЕМЫ Fe-Cr

ДАЙ ШУАЙ^{1,2}, ЧЖАН КАНЬ¹

Научный руководитель: к.т.н., доцент ТПУ Даренская Е.А.

¹Томский политехнический университет, Россия

²Шэньянский политехнический университет, Китай

E-mail: shuay1@tpu.ru

Порошковая металлургия позволяет не только создавать материалы с новыми качественными и прочностными характеристиками, но и внедрять безотходные или малоотходные технологии производства материалов и изделий различного назначения. Одним из главных направлений исследований является снижение остаточной пористости спеченных изделий, т.к. она оказывает значительное влияние на механические свойства изделий [1, 2].

В связи с этим, целью данной работы является исследование влияния давления прессования на структуру и свойства спеченных изделий 04X14Н.

Для этого были исследованы три образца порошковой стали 04X14Н. Образцы получены прессованием при разном давлении прессования (255 МПа, 510 МПа и 764 МПа) и дальнейшим спеканием при температуре 1380°C в течение 1 часа.

Исследования показали, что давление прессования влияет на плотность прессовок, но не оказывает значительного влияния на плотность спеченных образцов, рисунок 1. Повышение давления прессования с 255 МПа до 764 МПа привело к увеличению плотности прессовок на 14 %, т.е. от 5,38 до 6,25 г/см³. Плотность образцов после спекания имеет близкие значения с разницей не более 3 %. Максимальное значение плотности имеет спеченный образец 3 (нагрузка прессования 6 т) – 7,2 г/см³.