

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 535.341:621.373:621.375.826

ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОКСИДНОЙ КЕРАМИКИ $ZrO_2:CO/Ni$ И $Al_2O_3:CO$

М.К. Аршинов, М.Н. Сарасеко, К.И. Аршинов

ВВЕДЕНИЕ

Повышенный интерес к композиционным материалам керамика/металл обусловлен тем, что, с одной стороны, композиционные материалы керамика/металл обладают характерными свойствами металлов, например, такими, как хорошая теплопроводность и электропроводность, высокая пластичность, а с другой стороны, они имеют высокую твердость, свойственную керамическим оксидным материалам [1]. Процесс лазерного спекания керамики отличается от традиционных процессов спекания в печах своей кратковременностью и наличием больших градиентов температур в тонком поверхностном слое образца, что зачастую при неправильно подобранных режимах спекания приводит к короблению, растрескиванию и эрозии поверхности образцов. Оксид алюминия является одним из наиболее перспективных керамических материалов для широкого спектра конструктивных применений благодаря сочетанию высокой твердости, термостойкости, химической инертности и доступности. В монографиях [2,3] достаточно широко представлены исследования, связанные с изучением термостойкости теплозащитных покрытий на основе ZrO_2 и путей ее повышения за счет подбора оптимального состава теплозащитных покрытий и жаропрочного подслоя и способов их получения. Другой путь повышения термостойкости теплозащитных покрытий на основе ZrO_2 состоит в изменении свойств поверхности за счет кратковременных концентрированных тепловых действий на поверхность жаропрочных покрытий. Как отмечалось в [4,5], при термоциклировании внешняя атмосфера, благодаря пористой структуре верхнего керамического покрытия, проникает к поверхности металлического подслоя $Ni-Cr-Al-Co-Ta-Y$ и вызывает его окисление. В результате на границе металл-керамика формируется слой Al_2O_3 , изменяющий напряженное состояние покрытия, что приводит к нарушению контакта и отслоению керамики. Для снижения скорости окисления подслоя поверхность теплозащитного покрытия из ZrO_2 оплавляют либо лазерным излучением, либо плазмой [6,7]. Воздействие концентрированных тепловых потоков на поверхность жаропрочных покрытий приводит к появлению волнообразного рельефа, являющегося результатом образования и наложения волн расплавленного материала [6,7]. На поверхности образцов появляются трещины, обусловленные возникновением термических напряжений, ширина которых не превышает 2 мкм, а глубина – 10 мкм. В большинстве случаев глубина трещин меньше толщины трансформированного слоя, т.е. наблюдается частичная герметизация защищаемой поверхности. Образовавшиеся фрагменты в поперечнике не превышают 50 мкм.

Цель данной работы состоит в снижении температуры спекания оксидной керамики и градиента температуры в местах воздействия лазерного излучения за счет введения стабилизирующих добавок. Для керамики Al_2O_3 и ZrO_2 в качестве стабилизирующих добавок используют Ni , Co и некоторые другие элементы, которые при малых концентрациях (менее 1 мол.%), не образуя твердый раствор, снижают температуру спекания и пористость, а также за счет увеличения теплопроводности уменьшают градиент температуры, что предотвращает поверхностное растрескивание керамики при локальном лазерном воздействии.

ЭКСПЕРИМЕНТ

В данной работе в качестве стабилизирующей добавки был использован Co и Ni. Равномерное введение стабилизирующей добавки по всему объему керамического образца обеспечивалось за счет предварительного химического осаждения металлической пленки кобальта и никеля на поверхность частиц порошка Al_2O_3 и ZrO_2 . Технология химического осаждения позволяет получать на поверхности керамических частиц металлические пленки равномерной толщины, начиная с долей микрона, и таким образом реализуется возможность равномерного распределения стабилизирующих добавок по всему объему керамического образца.

Керамические порошки Al_2O_3 и ZrO_2 предварительно подвергались компактированию с помощью гидравлического пресса типа ПГ-1, который обеспечивал давление 200 кг/см^2 . Порошковые компакты в виде таблеток диаметром 10 мм и толщиной 3 мм получали методом статического прессования при давлении 2 МПа с использованием в качестве связующего 10%-го водного раствора ПВС. Размер используемых частиц порошка составлял 40 мкм. Толщина пленки кобальта/никеля, нанесенного путем химического осаждения на керамические частицы, по оценкам не превышала 2 мкм.

Изучалась возможность как твердофазного, так и жидкофазного спекания образцов при постоянной плотности мощности лазерного излучения.

В качестве источника лазерного излучения использовался непрерывный $\text{Nd}^{+3}:\text{YAG}$ лазер типа ЛТН-103 ($\lambda = 1.06 \text{ мкм}$). Ось луча перемещалась перпендикулярно поверхности подложки компакта с постоянной скоростью v . С помощью линзы на поверхности образцов формировался лазерный пучок с различной плотностью мощности q . Контроль мощности излучения осуществлялся с помощью измерителя мощности ИМО-2Н. Длительность облучения τ в разных экспериментах варьировалась изменением скорости перемещения лазерного луча v .

На рисунке 1 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка ZrO_2 плакированного Co, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$ при скорости перемещения образца $v=1 \text{ см/с}$. Видно, что такой режим лазерного спекания (жидкофазный механизм спекания) протекает с качественным оплавлением поверхности образца, т.е. отсутствуют следы эрозии и трещины как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 13.5 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм. Следует отметить, что нам не удалось осуществить лазерное твердофазное спекание образцов.

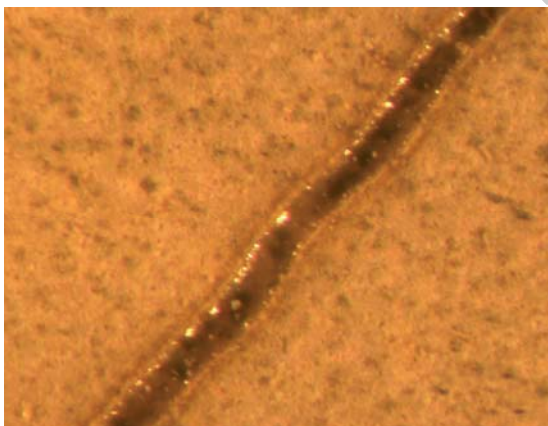


Рисунок 1 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка ZrO_2 плакированного Co, после воздействия лазерного излучения: $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$, плотность мощности излучения $q=3.0 \text{ кВт/см}^2$, скорость перемещения образца $v = 1 \text{ см/с}$

На рисунке 2 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка ZrO_2 плакированного Ni, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$ при скорости перемещения образца $v = 1 \text{ см/с}$. Видно, что и для этого случая лазерное спекание (жидкофазный механизм спекания) протекает с качественным оплавлением поверхности образца без следов эрозии и образования трещин как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 12 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм.

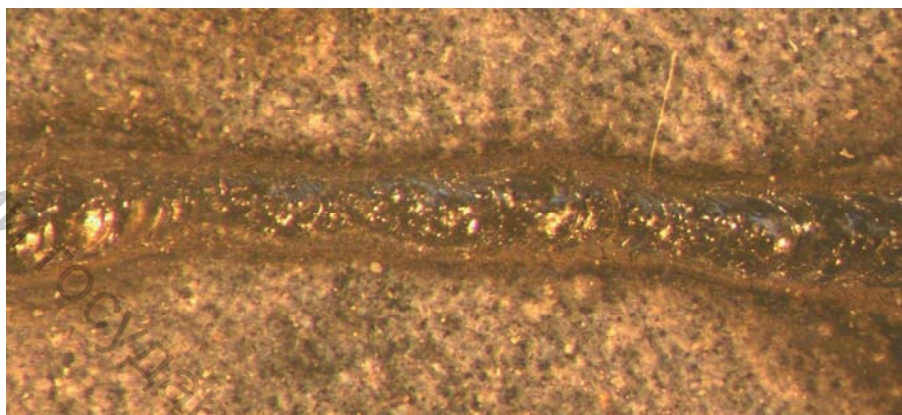


Рисунок 2 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка ZrO_2 плакированного Ni, после воздействия лазерного излучения: $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$, плотность мощности излучения $q = 3.0 \text{ кВт/см}^2$, скорость перемещения образца $v = 1 \text{ см/с}$

Аналогичный результат был получен для керамики из оксида алюминия, частицы которого были плакированы кобальтом. На рисунке 3 представлена фотография поверхности компактного образца, изготовленного из порошка Al_2O_3 плакированного Co, после воздействия лазерного излучения плотностью мощности $q = 2.8 \text{ кВт/см}^2$ при скорости перемещения образца $v = 1 \text{ см/с}$. На фотографии видно, что отсутствуют следы эрозии и трещины как в зоне лазерного воздействия, так и на границе лазерного луча. Микротвердость оплавленной поверхности образца была не менее 13 ГПа. Глубина проплавления составляла 20-30 мкм.

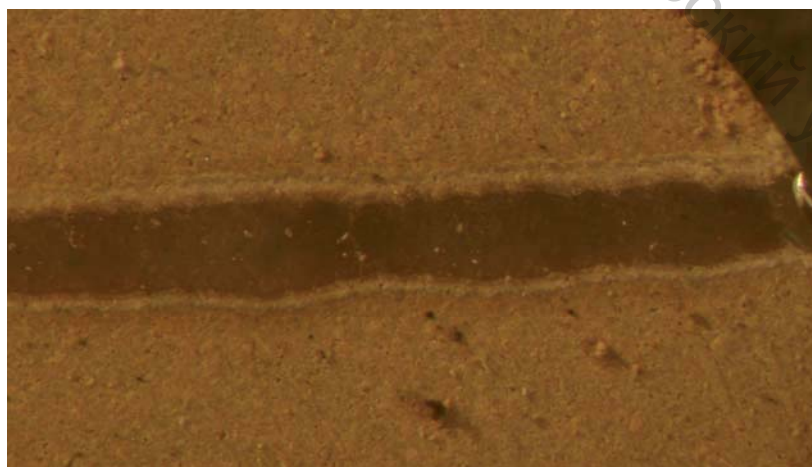


Рисунок 3 – Поверхность компактного образца, изготовленного из порошка Al_2O_3 плакированного Co, после воздействия лазерного излучения: $\lambda = 1.06 \text{ мкм}$, плотность мощности излучения $q = 2.8 \text{ кВт/см}^2$, скорость перемещения образца $v = 1 \text{ см/с}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Равномерное введение стабилизирующих добавок Co, Ni в керамические порошки Al_2O_3 и ZrO_2 путем химического осаждения Co, Ni на частицах порошка позволяет осуществить локальное лазерное жидкофазное поверхностное спекание предварительно спрессованных порошковых компактов Al_2O_3/Co , ZrO_2/Co и ZrO_2/Ni , что в дальнейшем может быть использовано для повышения эксплуатационных характеристик изделий из оксидной керамики, в частности для повышения долговечности теплозащитных покрытий.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант T08M-002).

Список использованных источников

1. Сайфуллин, Р. С. Неорганические композиционные материалы / Сайфуллин Р.С. – М.: Химия, 1983. – 299 с.
2. Ильющенко, А. Ф. Теплозащитные покрытия на основе ZrO_2 . / А. Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск : НИИ ПМ с ОП (1998). – 128с.
3. Кайнарский, И. С. Процессы технологии огнеупоров / И. С. Канарский. – М.:Металлургия (1969).- 352 с.
4. Яковчук, К. Ю. Разрушение конденсационных покрытий металл-керамика при термоциклировании / К. Ю. Яковчук [и др.] // Пробл. спец.электromеталлургии. – 1989. – №4. – С.62-68.
5. Грачев, С. Е. Результаты лабораторных и стендовых испытаний образцов и лопаток с покрытиями $Ni-Cr-Al-Y/ZrO_2$ // Электронно-лучевые и газотермические покрытия. – Киев: ИЭС им.Е.О.Патона. – 1988. – С.37-43.
6. Касаткин, А. В. Формирование жаростойких покрытий при воздействии лазерного излучения / А. В. Касаткин [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 1995. – С.68-70.
7. Толочко, Н. К. Трансформирование покрытий ZrO_2 под действием лазерного излучения / Н. К. Толочко [и др.] // Материалы, Технологии, Инструменты. – 2001. – Т.6, – №3, – С.82-85.

SUMMARY

Laser surface melting of heat resist ZrO_2 ceramic and Al_2O_3 oxide ceramics has been carried out. Particles of ZrO_2 and Al_2O_3 were preliminary coated Co or Ni by chemical method. Flowed ceramic surface have smooth without breaks.

УДК 658.51:621.81

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВА В ЗАДАЧЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТИПИЗИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Н.В. Беляков, Н.Н. Попок

В настоящее время в машиностроении находят применение системы автоматизированного проектирования технологических процессов двух видов: 1) системы адресации; 2) диалоговые системы. Первые разработаны для деталей типа тел вращения и планок на базе комплексного технологического процесса (ТП) на типовые детали. Вторые могут быть использованы и для нетипизированных деталей, но только достаточно опытным технологом. С их помощью технолог,