

Описаны результаты исследований возможности повышения характеристик твердости, трещиностойкости и износостойкости в керамиках Al_2O_3 за счет введения нано- и ультрадисперсных частиц и вискеро- SiC , а также оптимизации режимов ЭИПС. Показано, что формирование в керамиках на основе оксида алюминия высокоплотной композиционной структуры с использованием метода ЭИПС позволяет обеспечить одновременное повышение твердости и трещиностойкости за счет формирования однородной высокоплотной мелкозернистой структуры.

Установлено, что введение армирующих волокон SiC (вискеро-) в структуру керамики Al_2O_3 , получаемой методом ЭИПС, приводит к повышению в несколько раз износостойкости керамики в паре трения со сталью как по сравнению с чистым оксидом алюминия, так и по сравнению с керамикой Al_2O_3 , упрочненной нано- и/или ультрадисперсными частицами SiC .

В работе обсуждаются механизмы ЭИПС оксидных керамик. Показано, что ключевым аспектом в процессе спекания этим методом является возможность обеспечения очень высокой скорости нагрева образцов, при которой принципиальное значение приобретают аспекты, связанные с неравновесным состоянием основных элементов дефектной структуры спекаемых материалов. Установлено, что ключевые особенности процессов эволюции структуры в спекаемых керамиках определяются неравновесным состоянием межзеренных и межфазных границ и, в частности, особенностями их взаимодействия с дефектами кристаллической решетки (вакансиями и дислокациями), а также упрочняющими дисперсными частицами второй фазы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №12-08-01123-а), а также ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА КОМПАКТНОГО И ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА В РЕЗУЛЬТАТЕ СИЛОВОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Александров В.М., Лобачев В.А., Киршина Н.В.

Обособленное хозяйственное структурное подразделение «Научно-исследовательский институт импульсных процессов с опытным производством» (ОХП «НИИ ИП с ОП»), г. Минск, Республика Беларусь,

impuls@bn.by

Благодаря присутствию в структуре компактно-пористых материалов (КПМ) различных материалов в виде компактной и пористой составляющих, требования, предъявляемые к их свойствам, несколько отличаются от традиционных [1]. Выполненные рядом исследователей работы по изучению работоспособности КПМ показали, что несмотря на то, что воздействие внешней среды испытывает поверхность пористого материала, основной причиной их разрушения является недостаточная связь между материалом пористого слоя и подложки [2], что обуславливает необходимость контроля прочности сцепления (качество соединения) пористой и компактной составляющих.

Измерение прочности сцепления пористой и компактной составляющей компактно-пористого материала заключается в проведении количественного и качественного контроля изделий, а также в изучении процессов, происходящих на границе контакта между пористой и компактной составляющей КПМ и на подложке [3].

Исследования по определению прочности сцепления после прессования и спекания образцов на отрыв пористой составляющей от компактной (качественная оценка) проводились методом одновременного изгиба образца КПМ. Премущество данного способа заключается в простоте, а его применение наиболее целесообразно в случае испытаний, так называемых, технологических проб. Однако изгиб до определенного угла с заданной скоростью деформации можно производить только на образцах определенного размера и формы.

Количественная оценка качества соединения пористой и компактной составляющих проводилась и по микроструктурам КПМ, так называемой фактической площади контакта. Однако практика показала, что пропитка твердеющим наполнителем, нагрев для полимеризации значительно увеличивает трудоемкость способа, при этом при препарировании в плоскость шлифа попадают поры и различного рода неметаллические включения, которые трудно различимы и поэтому идентифицируются как зона контакта. Это приводит к появлению погрешности при определении фактической площади контакта и соответственно к снижению точности измерения.

С целью повышения точности измерений и снижения трудоемкости был разработан способ определения фактической площади контакта компактного и пористого материала. Данный способ заключается в следующем: изготавливаются экспериментальные образцы из КПМ методом прессования с последующим спеканием, изготавливаются шлифы и определяются их параметры, после приготовления шлифа его поверхность со стороны компактной подложки обрабатывают травителем до момента появления на ней отпечатков зоны контакта частиц пористого материала с компактным. Измерение и последующее суммирование площадей контакта отдельных частиц позволяет определить величину фактической площади контакта. Отсутствие операций пропитки образца полимером и его последующего нагрева исключает возможность изменения структуры и площади контакта, повышая тем самым точность определения при снижении трудоемкости.

Апробация данного способа была проведена по двум вариантам изготовленных образцов из КПМ.

1 Пористый материал в виде пластины размером $50 \times 50 \times 2$ мм из порошка титана марки ТПП-5, спрессованный с пластиной размером $50 \times 50 \times 0,2$ мм из стали 12Х18Н10Т при давлении 100 МПа спекали в вакуумной печи. Спекание проводилось в течение двух часов при температуре 1050°C .

2 Пористый материал в виде пластины размером $50 \times 50 \times 2$ мм из порошка титана марки ПТС, спрессованный с пластиной размером $50 \times 50 \times 0,2$ мм из стали 12Х18Н10Т при давлении 100 МПа спекали в вакуумной печи. Спекание проводилось в течение двух часов при температуре 1050°C .

После спекания по известной методике были приготовлены шлифы и произведено травление со стороны компактной подложки в 4 % растворе плавиковой кислоты. После травления образцы промывали водой, проводили анализ и измерение фактической площади контакта с помощью полуавтоматической приставки МОР-АМОЗ к микроскопу «Полливар» (фирма «Райхерт», Австрия).

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства образцов

Номер образца	Пористость пористой составляющей %	Общая площадь образца, мм ²	Площадь контакта, мм ²	Коэффициент контактирования %
1	32	2500	1450	58
2	28	2500	1180	47

