

лучшего контакта частиц неправильной формы с разветвленной поверхностью по сравнению с точечным контактом сферических порошков. Однако в производстве спеченных фильтров целесообразнее выбирать порошки с частицами сферической формы, так как материал из таких порошков обладает лучшей проницаемостью, поддающейся регулировке и регенерации.

Современные методы порошковой металлургии позволяют изготавливать фильтры с изменяемой и регулируемой пористостью, проницаемостью и степенью очистки. Фильтры небольших размеров изготавливают методом спекания свободно засыпанного порошка. При этом для равномерного распределения порошка необходимо встряхивание или вибрирование формы. В этом случае сферическая форма частиц порошка не изменяется, что способствует сохранению максимальной проницаемости материала.

Для получения материалов с повышенной пористостью (40 – 75%) и удовлетворительными прочностными свойствами в порошки перед стадией деформирования заготовки вводят специальные добавки, которые предназначены для одновременного увеличения прочности и сохранения высокой пористости фильтра.

УДК 621.762

Методы получения тугоплавкой керамики на основе нитрида кремния

Студент гр. 104611 Чукашев П.С.

Научный руководитель – Жук А.Е.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Данный класс относится как к оксидной, так и к безоксидной керамике. Это материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, оксидов (AlN , Si_3N_4 , SiC , TiN , TiB_2 , ZrO_2 , Al_2O_3). Основными способами получения тугоплавкой керамики являются: твердофазное и жидкофазное спекание, реакционное спекание, спекание в ударных волнах, спекание под давлением. При твердофазном спекании протекают следующие основные процессы: поверхностная и объемная диффузия атомов, усадка, рекристаллизация, перенос атомов через газовую среду. Спекание сопровождается возникновением и развитием связей между частицами, образованием и ростом контактов (шеек), закрытием сквозной пористости, укрупнением и сфероидизацией пор, уплотнением заготовки за счет усадки.

В процессе спекания происходит массоперенос вещества через газовую фазу за счет поверхностной и объемной диффузии, вязкого течения, течения, вызванного внешними нагрузками (спекание под давлением). При спекании наблюдается также рекристаллизация (рост одних зерен за счет других той же фазы). Уплотнение при нагреве в основном происходит за счет объемной деформации частиц, осуществляемой путем объемной самодиффузии атомов.

Процесс спекания с участием жидкой фазы находит огромное техническое применение, в частности, при производстве изделий, в состав которых входят карбиды металлов. Они обладают большой твердостью и в связи с этим широко используются при производстве режущего инструмента. Жидкая фаза, кристаллизуясь, играет роль связки, цементирующей изделие в целом. Технология спекания с участием жидкой фазы широко применяется при производстве различных композитных материалов.

Кинетика процессов, которые происходят при спекании (усадке) порошковой пресовки при наличии жидкой фазы, существенно зависит от начальной пористости пресовки, количества жидкой фазы, линейного размера порошинок, степени смачивания твердой фазы жидкостью, взаимной растворимости фаз и др. Она зависит также от происхождения жидкой фазы, т.е. появилась ли жидкая фаза вследствие расплавления легкоплавкого компонента смеси или вследствие "контактного" плавления, когда жидкая фаза возникает при температуре, более низкой, чем температура плавления компонентов смеси. Последовательное фор-

мальное описание всех процессов, происходящих при жидкофазном спекании, практически исключено в связи с тем, что кинетика уплотнения и формирования твердофазного скелета определяются многими процессами, происходящими одновременно и во взаимосвязи. Принято выделять три последовательно сменяющие друг друга механизма (стадии) уплотнения при жидкофазном спекании:

- жидкое течение, т.е. перемещение твердых частиц под действием капиллярных сил;
- растворение и осаждение, т.е. перенос через жидкость растворимого в ней вещества тугоплавкой фазы с поверхности частиц меньшего размера к поверхности более крупных частиц;
- твердофазное спекание, т.е. срастание частиц тугоплавкой фазы с образованием жесткого каркаса («скелета»).

Например, реакционное спекание нитридной керамики связано с взаимодействием газообразного азота с кремнием или кремнийсодержащими соединениями, в результате чего образуется вторичный Si_3N_4 или окси нитрид кремния Si_2ON_2 . При реакционном спекании Si_3N_4 происходят следующие элементарные процессы: испарение кремния, его взаимодействие в парогазовой фазе с азотом с образованием вторичного α - Si_3N_4 ; растворение азота в кремниевом расплаве; кристаллизация из расплава вторичного β - Si_3N_4 на частицах первичного нитрида кремния. Примеси металлов или оксидов способствуют растворению азота в кремнии и кристаллизации β - Si_3N_4 . Поскольку в ходе реакционного спекания доминирующую роль играет газовая фаза, от пористости заготовки -зависит полнота азотирования кремния. Установлено, что при азотировании прессовок из порошка кремния их максимальная относительная плотность не должна превышать 60 %. При меньшей пористости реакционное спекание не обеспечивает полное азотирование.

На начальной стадии при 1100-1350°C синтезируется α - Si_3N_4 , заполняющий поры. При температурах выше точки плавления кремния кристаллизуются из расплава частицы α - и β - Si_3N_4 , образующие непрерывный нитридный каркас. Следует отметить, что объем пор является основной средой, в которой проходят газотранспортные химические реакции, направленные на формирование вторичных фаз.

Поэтому остаточная пористость реакционноспеченных материалов на основе Si_3N_4 неизбежна. Для ее снижения разработаны способы дополнительной обработки, которые связаны с пропиткой пористого каркаса галогенидами кремния и последующей обработкой в среде аммиака для образования имида кремния. Это соединение при термообработке превращается в Si_3N_4 , а галогенид аммония удаляется. При многократном повторении такой операции пористость реакционноспеченной нитридной керамики снижается с 20 до 5 %. В результате реакционного спекания при повышенном давлении азота с использованием кремнийсодержащих засыпок, способствующих переносу паров Si и осаждению Si_3N_4 в порах спекаемого материала, также возможно получение нитридной керамики с повышенной плотностью.

УДК 629.115

Испытание фрикционного материала для самосвала Белаз

Студент гр.104612 Леонович А.С.

Научные руководители – Лешок А.В., Хренов О.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Карьерные самосвалы грузоподъемностью от 30 до 60 тонн, погрузчики, специальные транспортные средства производства Белорусского автомобильного завода (БелАЗ), а так же самосвалы и машины Могилёвского автомобильного завода (МоАЗ) комплектуются гидромеханической передачей (ГМП). Фрикционы гидромеханических передач работают в сложных, напряженных условиях. В процессе включения они воспринимают статические и дина-