

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12847

(13) С1

(46) 2010.02.28

(51) МПК (2009)

С 04В 35/565

С 04В 35/626

С 04В 35/65

С 23С 14/00

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ И ЖЕЛЕЗА

(21) Номер заявки: а 20080160

(22) 2008.02.14

(43) 2009.10.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Ковалевский Виктор Николаевич; Витязь Петр Александрович; Фомихина Ирина Викторовна; Жук Андрей Евгеньевич; Григорьев Сергей Владимирович; Ковалевская Анна Викторовна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ а 20050659, 2007.

RU 2173307 С2, 2001.

ВУ 3531 С1, 2000.

ВУ а 20051080, 2007.

ВУ а 20050551, 2007.

(57)

Способ получения изделия из композиционного материала на основе карбида кремния и железа, при котором на частицы порошка железа наносят слой из смеси алюминия и никеля, готовят шихту путем смешения полученного порошка железа и дисперсного порошка карбида кремния, активируют поверхность частиц порошков обработкой в плазме тлеющего разряда, наносят нанопокрывтие из смеси кремния и углерода путем магнетронного распыления охлаждаемого композиционного катода, формируют из полученной шихты заготовку и подвергают ее реакционному спеканию в форме из материала с низким коэффициентом линейного термического расширения.

Изобретение относится к изготовлению изделий из композиционного материала, полученного на основе карбида кремния с использованием в качестве наполнителя порошка железа, для работы в агрессивных средах при повышенных температурах.

Известен способ получения композиционного карбидосодержащего изделия [1], который заключается в том, что из порошка карбидообразующего металла формируют пористую заготовку, которую затем подвергают термообработке в среде газообразного углеводорода при температуре, превышающей температуру их термического разложения, пропитывают расплавом одного из металлов из группы: Ag, Cu, Au, Ga, Ti, Ni, Fe, Co. Формируется структура из двухфазной системы, образованной непрерывным каркасом из карбида тугоплавкого металла, в порах которого расположен один из металлов или сплавов: Ag, Cu, Au, Ga, Ti, Ni, Fe, Co. КМ имеет применения за счет высоких физико-химических свойств, работоспособен при температуре выше температуры плавления металлической фазы.

К недостаткам способа относятся высокие температуры термообработки, невозможность получения прочного соединения каркаса из карбида металла в пористом изделии,

ВУ 12847 С1 2010.02.28

при пропитке расплавом требуется хорошая смачиваемость карбида расплавом металла, присутствуют недостатки литого металла: усадка и низкие свойства полученной литьем фазы. Технология изготовления изделия из композиционного материала сложная.

Прототипом заявляемого способа является способ получения абразивного изделия [2], при котором активируют поверхность частиц абразивных порошков обработкой в плазме тлеющего разряда, наносят на них нанопокрытие из смеси кремния и углерода путем магнетронного распыления охлаждаемого композиционного катода, приготавливают шихту смешиванием покрытых порошков, формуют заготовку из шихты с использованием технологических добавок и термообработывают ее в вакууме путем реакционного спекания, что позволяет получить абразивное изделие.

К недостаткам способа относятся высокая температура образования карбида кремния при жидкофазном реакционном спекании (1550 °С), что неприемлемо при использовании в качестве наполнителя матрицы железных порошков.

Задачей изобретения является снижение температуры спекания и обеспечение стабильности структуры и свойств материала при повышенных температурах, что позволит упростить технологию получения изделий из композиционных материалов, снизить энерго- и ресурсозатраты, обеспечить ресурс работы изделия.

Поставленная задача решается так, что в способе получения изделия из композиционного материала на основе карбида кремния и железа, при котором на частицы порошка железа наносят слой из смеси алюминия и никеля, готовят шихту путем смешения полученного порошка железа и дисперсного порошка карбида кремния, активируют поверхность частиц порошков обработкой в плазме тлеющего разряда, наносят нанопокрытие из смеси кремния и углерода путем магнетронного распыления охлаждаемого композиционного катода, формуют из полученной шихты заготовку и подвергают ее реакционному спеканию в форме из материала с низким коэффициентом линейного термического расширения.

Авторами установлено, что изготовление изделий из композиционных материалов, представляющих собой абразивные и железные порошки с покрытием кремнием и углеродом возможно за счет реакционного спекания в покрытии и уплотнение их в процессе температурного расширения частиц железного порошка при нагреве. В предлагаемом способе на частицы железных порошков в процессе перемешивания в смешивающем устройстве предварительно наносят слой из смеси атомов никеля и алюминия за счет распыления охлаждаемого композиционного катода (никель - алюминий) в вакуумной магнетронной распылительной системе (МРС). Затем в перемешивающее устройство засыпают абразивные порошки (дисперсный порошок SiC). Заменяют катод на композиционный катод из графита и кремния и, перемешивая порошки, наносят слой покрытия из смеси атомов кремния и углерода. Приготовленную шихту из смешанных покрытых порошков размещают в форме из материала с низким КЛТР (кварцевое стекло или керамика) уплотняют и проводят нагрев до 850 °С. При нагреве до 800 °С происходит реакция взаимодействия в термореактивной смеси с образованием интерметаллидного соединения алюминида никеля и выделением дополнительного тепла (реакция экзотермическая). В слое смеси кремния и углерода протекает твердофазное реакционное спекание (дилатометрические испытания показали, что образованию SiC происходит при температуре 650...800 °С). Одновременно протекает процесс уплотнения порошков за счет термического расширения порошков железа. Высокий коэффициент упаковки порошков за счет размещения порошков мелких фракций SiC в зазорах между крупными железа позволяют уплотнять шихту при низких давлении и температуре. Заявляемое решение обеспечивает создание изделий из композиционного материала, в котором частицы железа имеют слоистое покрытие из алюминида никеля и наружный слой из карбида кремния. Покрытие железных порошков и дисперсных частиц SiC образует карбидокремниевый каркас.

Примеры реализации.

BY 12847 C1 2010.02.28

Пример 1.

В вакууме магнетронным распылением охлаждаемого композиционного катода из никеля и алюминия наносится смесь никеля и алюминия толщиной 20-40 нм на порошок железа марки ПЖРВ фракции 63/40 мкм массой 30 г. с перемешиванием порошка в устройстве, вращающимся со скоростью 30 об/мин и расположенном на расстоянии от катода $l = 150$ мм. Затем в перемешивающее устройства засыпают порошок карбида кремния размерами частиц 0,03 мкм (фирмы Stark) массой 15 г. и перемешивая его с железным порошком, наносят покрытие из смеси кремния и углерода толщиной 260 нм распылением катода кремний графит. Предварительно поверхности порошков активировали обработкой плазмой тлеющего разряда (плазмирующий газ - аргон) в режимах: $U = 1250$ В, $I = 0,05$ А, время 300 с. Покрытие никелем и алюминием осуществляют в режимах: $U = 450$ В; $I = 1,5$ А, давление $P = 0,5$ Па время напыления 1200 с, покрытие из атомов кремния и углерода на железные порошки и порошки SiC проводили в режимах: $U = 650$ В; $I = 2,5$ А, давление $P = 0,5$ Па, время напыления 2,5 часа. Полученную из покрытых порошков шихту засыпали в кварцевую трубку диаметром 10мм и запырили пуансонами под давлением 10 МПа и нагревали до температуры 850 °С, время выдержки 1 ч. Обработку проводили в вакууме (давление $5 * 10^{-5}$ мм рт. ст.). Изделие состояло из частиц порошка ПЖРВ. по границам которых располагался карбид кремния в виде наноструктурного каркаса с подложкой из алюминид никеля и дисперсными частицами SiC.

Пример 2.

Приготавливают шихту аналогично примеру 1. только в состав шихты вместо фракции 63/40 вводили порошок ПЖРВ фракции 7/10 мкм, а в слоистом покрытии слой из смеси никеля и алюминия наносили толщиной 10 нм.

Полученные образцы подвергали испытаниям на сжатие и оценивали стабильность структуры и свойств после высокотемпературного нагрева. Результаты испытаний представлены в таблице.

Наименование образца	Температура нагрева, °С	Твердость по Кнуппу (10г), кгс/мм ²	Прочность $\sigma_{сж}$, МПа
1(Fe(Ni-Al) + SiC) + (Si-C)	780	306,8	171,8
2(Fe(Ni-Al) + SiC) + (Si-C)	780	297,4	169,3
1(Fe(Ni-Al) + -SiC) + (Si-C)	1000	149,3	110,9
2(Fe(Ni-Al) + SiC) + (Si-C)	1000	142,8	108,2

Как видно из результатов экспериментальных исследований, полученные материалы обладают хорошей прочностью на сжатие. Исходные порошки ПЖРВ после прессования и спекания при 1100 °С имели прочность на сжатие 56 МПа.

Заявляемый способ получения КМ может найти широкое применение при изготовлении конструкционных деталей из железных порошков.

Источники информации:

1. Патент РФ 2173307, МПК С 04В 35/56 // Бюл. № 24.- 2001.
2. Заявка РБ а20070659, МПК С 04В 35/56// Бюл. № 2.- 2007.