

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12738

(13) С1

(46) 2009.12.30

(51) МПК (2006)

В 24D 17/00

(54)

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АБРАЗИВНОГО ИЗДЕЛИЯ

(21) Номер заявки: а 20080602

(22) 2008.05.13

(43) 2009.12.30

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

(72) Автор: Ковалевская Анна Викторовна (ВУ)

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

(56) ВУ а 20050659, 2007.

RU 2147508 С1, 2000.

RU 2147509 С1, 2000.

ВУ 9217 С1, 2007.

RU 2131805 С1, 1999.

RU 2064399 С1, 1996.

EP 0064043 А3, 1982.

(57)

Способ получения абразивного изделия, включающий активацию поверхности частиц алмазного порошка обработкой в плазме тлеющего разряда, нанесение на них нанопокрyтия из смеси кремния и углерода путем магнетронного распыления охлаждаемого композиционного катода, приготовление шихты смешиванием покрытых порошков и порошка кремния, формование заготовки из шихты с использованием технологических добавок и ее термообработку путем реакционного спекания в вакууме, **отличающийся** тем, что перед активацией в алмазный порошок дополнительно вводят композиционный порошок из нитрида кремния волокнистого строения и дисперсного карбида кремния.

Изобретение относится к области получения сверхтвердых износостойких изделий из композиционного материала, а более конкретно к алмазосодержащим композитам, и может найти применение при изготовлении износостойких и режущих элементов бурильного инструмента для нефте- и горнодобывающей промышленности для работы в агрессивных средах при повышенных нагрузках и температурах.

Известен способ получения абразивного изделия [1], включающий стадию формования пористой заготовки из шихты, содержащей смесь алмазных кристаллов с отличающимися друг от друга размерами, последующую термообработку заготовки и пропитку ее жидким кремнием. Композит алмаз-карбид кремния получают формованием пористой (30-60 об. %) заготовки из алмазосодержащей шихты (величина пористости определяется процессами пропитки жидким кремнием), осуществляют ее термообработку для образования полуфабриката, состоящего из алмаза и углерода, полученного за счет графитизации алмаза с уменьшением массового содержания алмаза не более чем на 50 мас. %, пропитывают полученный полуфабрикат жидким кремнием, что приводит к взаимодействию кремния и графитоподобного углерода с образованием карбида кремния.

К недостаткам способа относятся потери алмаза (до 50 мас. %) за счет графитизации и химического взаимодействия с кремнием с образованием карбида кремния и низкая вязкость разрушения материала.

Прототипом заявляемого способа является способ получения абразивного изделия [2], при котором активируют поверхность частиц алмазных 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.

К недостаткам способа относится недостаточно высокая вязкость материала, что снижает его конкурентоспособность по сравнению с твердыми сплавами при циклическом нагружении.

Задачей изобретения является повышение вязкости разрушения материала изделия, обеспечение стабильности структуры при высоких температурах, что позволит снизить энерго- и ресурсозатраты, обеспечить ресурс работы изделия.

Поставленная задача решается так, что в способе получения абразивного изделия, включающем активацию поверхности частиц алмазного порошка обработкой в плазме тлеющего разряда, нанесение на них нанопокрытия из смеси кремния и углерода путем магнетронного распыления охлаждаемого композиционного катода, приготовление шихты смешиванием покрытых порошков и порошка кремния, формование заготовки из шихты с использованием технологических добавок и ее термообработку путем реакционного спекания в вакууме, перед активацией в алмазный порошок дополнительно вводят композиционный порошок из нитрида кремния волокнистого строения и дисперсного карбида кремния.

Изготовление изделий из композиционного порошка нитрида кремния ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) волокнистого строения и дисперсного карбида кремния ( $\text{SiC}$ ), полученных по СВС-Аг - технологии (технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, при которой используют горение смеси системы  $\text{Si-C-NaN}_3\text{-(NH}_4\text{)}_3\text{SiF}_6$  в реакторе в атмосфере азота, что формирует композиционный порошок  $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$ , содержащий термически устойчивые волокна  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$  и дисперсные частицы  $\text{SiC}$ ), образованная волокнистая структура композита, обеспечивающая повышение вязкости разрушения карбидокремниевой матрицы. Использование в качестве упрочняющих частиц порошка алмаза и создание в зоне перехода между компонентами наноструктурного слоя карбида кремния  $\alpha\text{-SiC}$ , который формируется при низких температурах (620-850 °С) в результате покрытия исходных порошков смесью атомов кремния и углерода магнетронным распылением композиционного катода кремний-графит, формируется композит, содержащий волокна, что повышает вязкость разрушения материала.

Примеры реализации.

## Пример 1

Приготавливали шихту из смеси алмазного порошка АСМ 14/10 (ГОСТ 9206-80) со средним размером частиц 12 мкм, композиционный порошок нитрида и карбида кремния ( $\text{Si}_3\text{N}_4$  - волокнистого строения с диаметром волокна 0,1-0,3 мкм, длиной 5-6 диаметров,  $\text{SiC}$  - с размером частиц 0,5-1,0 мкм), порошок кремния, размером частиц 5-10 мкм с содержанием примеси бора менее 0,008 мас. %. Соотношение компонентов в шихте по массе: алмаз/ $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$ /кремний соответственно 54,8/23,2/23. В композиционном порошке соотношение  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC} = 80/20$  мас. %. Порошки алмаза и  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$  перемешивали в специальном устройстве в магнетроне с частотой вращения лопаток 30 об/мин. Предварительно поверхности частиц активировали обработкой в плазме тлеющего разряда в режимах:  $U = 1250$  В,  $I = 0,15$  А, давление  $P = 0,8$  Па, время 300 с. Наносили покрытие толщиной 160 нм из атомов кремния и углерода в режимах:  $U = 650$  В;  $I = 2,5$  А,  $P = 0,4$  Па. Расстояние от катода до подложки  $l = 150$  мм. Время обработки - 2,5 ч. На слой ( $\text{Si} + \text{C}$ )

# BY 12738 C1 2009.12.30

наносили слой графита в пропорции 16 % от массы алмаза. Вводили порошок кремния и перемешивали шихту. В полученную смесь вводили технологическую связку 25 %-ный спиртовой раствор фенолформальдегидной смолы СФ-010А (ГОСТ 18094-80). Полученную шихту тщательно перемешивали и дважды перетирали через сито с размером ячейки 1 мм, формируя гранулы. Осуществляли холодное прессование в стальной пресс-форме навески шихты для формования образцов диаметром 10 мм и высотой 10 мм до плотности  $1,48 \text{ г/см}^2$  при давлении 200 МПа. Сформованную смесь выдерживали на воздухе при постоянной влажности и комнатной температуре в течение 10 ч с последующей сушкой при  $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$  и отверждением при  $t = 150 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 10 ч. Полученная заготовка имела пористость 16 об. %. Реакционное спекание проводили в вакууме (давление  $5 \cdot 10^{-5}$  мм рт. ст.), размещая заготовку на пластине кремния толщиной 0,5 мм в засыпке (оксида алюминия) в графитовом контейнере при  $1550 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 1,5 ч. Конечное изделие состояло из кристаллов алмаза, связанных карбидокремниевой матрицей, в которой размещены волокна  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ .

## Пример 2

Способ осуществляли в условиях примера 1. Отличие состоит в том, что использовали шихту, содержащую алмазы, вводили композиционный порошок ( $\text{SiC} + \text{Si}_3\text{N}_4$  с соотношением компонентов 50/50 мас. %), полученных по СВС-технологии, которые содержат термически устойчивые волокна  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ . Изделие состоит из кристаллов алмаза, связанных карбидокремниевой матрицей с волокнами  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ .

Вязкость разрушения материала, полученного в первом примере, составила  $K_{1C} = 14 \text{ МПа/м}^{1/2}$ , а во втором примере  $K_{1C} = 12 \text{ МПа/м}^{1/2}$ , материал изделия, изготовленного по способу [2], имел  $K_{1C} = 5,6 \text{ МПа/м}^{1/2}$ .

Полученные изделия и изделие, изготовленное по способу [2], прошли испытания в режиме правки абразивных кругов типа ПП600×65×305 14А25ПСМ26К5, режим правки  $V_{кр} = 35 \text{ м/с}$ ,  $S_{пр} = 0,8 \text{ м/мин}$ ,  $S_{п} = 0,02 \text{ мм/ход}$ , где  $V_{кр}$  - скорость вращения абразивного круга,  $S_{пр}$ ,  $S_{п}$  - скорости продольной и поперечной подачи образца. Правку осуществляли при охлаждении 3 % содовой эмульсией. В процессе испытаний определяли относительный расход алмазов. Результаты испытаний представлены в таблице.

Абразивное изделие	Относительный расход алмаза, %	Вязкость разрушения $K_{1C}$ , $\text{МПа/м}^{0,5}$
Пример 1	0,28	12...14
Пример 2	0,23	10...12
Базовый объект - материал по способу 2	0,53	4,5...6,7

Как видно из таблицы, полученные материалы обладают хорошей износостойкостью, превышающей аналоговый объект, отсутствуют потери алмаза при графитизации.

## Источники информации:

1. Патент РФ 2147508, МПК В 24D 17/00 // Бюл. № 11. - 2000.
2. Заявка РБ а 20070659, МПК С 04В 35/56 // Бюл. № 2. - 2007.