

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **10563**

(13) **С1**

(46) **2008.04.30**

(51) МПК (2006)  
**В 24D 17/00**

(54)

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АБРАЗИВНОГО ИЗДЕЛИЯ**

(21) Номер заявки: а 20051080

(22) 2005.11.09

(43) 2007.08.30

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

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

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

(56) RU 2147509 С1, 2000.

ВУ а 20000996, 2002.

RU 2198780 С2, 2003.

RU 2147508 С1, 2000.

RU 2131805 С1, 1999.

RU 2036779 С1, 1995.

RU 2064399 С1, 1996.

EP 0064043 А3, 1982.

EP 0118225 А3, 1984.

(57)

Способ получения абразивного изделия, включающий приготовление шихты, содержащей смесь алмазных кристаллов различного размера, формование заготовки и последующую ее термообработку, **отличающийся** тем, что в шихту дополнительно вводят высокохромистый железный порошок в количестве 20-60 % от общей массы компонентов шихты, причем поверхности частиц компонентов предварительно активируют в плазме тлеющего разряда и наносят на них покрытие из смеси кремния и углерода толщиной 100-160 нм, а термообработку заготовки проводят при температуре 650-800 °С.

Изобретение относится к области получения абразивного изделия из сверхтвердых материалов, а более конкретно к изготовлению алмазосодержащего композита, и может найти применение при изготовлении абразивного изделия и оборудования, а также формообразующего инструмента.

Известен способ получения абразивного материала [1], включающий формование заготовки из алмазного порошка или шихты, состоящей из алмаза и карбида кремния, последующую термообработку в среде углеродосодержащего газа для получения полуфабриката в виде композита, содержащего зерна алмаза, углерод и карбид кремния, и пропитку полученного полуфабриката жидким кремнием при давлении ниже 1000 мм рт.ст. Способ позволяет получить абразивное изделие заданных размеров и формы, имеющее высокую прочность, требующее минимальной механической обработки.

Изделие, полученное известным способом, представляет собой практически беспористый материал, состоящий из зерен алмаза, карбида кремния и кремния, равномерно распределенных в объеме изделия. Способ позволяет получать инструмент с использованием алмазных зерен большого размера, обеспечивающих высокую абразивную стойкость. Износостойкость такого материала недостаточно высокая, что уменьшает ресурс инструмента.

**ВУ 10563 С1 2008.04.30**

Прототипом заявляемого способа является способ получения абразивного изделия [2], 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 графитации 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 графитации и химического взаимодействия с кремнием с образованием карбида кремния. Созданное покрытие защищает поверхность алмаза от окисления и графитации при высоких температурах. Технология предусматривает окончательную обработку - пропитку пористой заготовки жидким кремнием при температуре 1500 °С. Реакционное жидкофазное спекание SiC требует избытка кремния в исходной шихте. Свободный кремний остается в окончательной структуре в виде включений. Технология изготовления абразивного изделия достаточно сложная и требует использования токсичной фенолформальдегидной смолы в качестве связки.

Задачей настоящего изобретения является снижение температуры реакционного спекания композиции алмаз - карбид кремния и устранение потерь алмаза за счет графитации, что позволит упростить технологию получения абразивного изделия из сверхтвердого материала, снизить энерго- и ресурсозатраты, обеспечить ресурс работы абразивного изделия.

Поставленная задача достигается тем, что в способе получения абразивного изделия, включающем приготовление шихты, содержащей смесь алмазных кристаллов различного размера, формование заготовки и последующую ее термообработку, в шихту дополнительно вводят высокохромистый железный порошок в количестве 20-60 % от общей массы компонентов шихты, причем поверхности частиц компонентов предварительно активируют в плазме тлеющего разряда и наносят на них покрытие из смеси кремния и углерода толщиной 100-160 нм, а термообработку заготовки проводят при температуре 650-800 °С.

Авторами экспериментально установлено, что нанесение вакуумным магнетронным распылением графитового и кремниевого катодов наноструктурных покрытий на кристаллы алмаза и последующее твердофазное реакционное спекание (650-800 °С) приводят к образованию SiC. Отказ от использования фенолформальдегидной смолы, необходимости изготовления заготовки с заданной пористостью, переход от жидкофазного реакционного спекания при относительно высокой температуре процесса (1500 °С) к твердофазному реакционному спеканию при более низкой температуре позволяют упростить технологию. Предварительная активация поверхности алмаза плазмой тлеющего разряда и создание покрытия, в котором на поверхности алмаза осаждается вначале углерод, более близкий по свойствам к алмазу, повышают адгезионную прочность покрытия с алмазом. Заявляемый способ обеспечивает получение композита алмаз - карбид кремния с высокой адгезионной прочностью алмаза и карбида кремния. В процессе формирования композита алмаз - карбид кремния при нагреве до 650-800 °С происходит образование SiC в наноструктурном покрытии в твердой фазе  $Si + C = SiC$ , при этом в процессе нагрева происходит увеличение линейных размеров высокохромистого железного порошка за счет термического расширения, что приводит к уплотнению шихты, и реакционное спекание протекает под давлением.

Из кристаллов алмаза и высокохромистого порошка, покрытых слоем (Si + C), готовят шихту тщательным перемешиванием компонентов, размещают шихту в штампе, прикладывают давление 100 МПа и осуществляют нагрев до температуры 650-800 °С.

# ВУ 10563 С1 2008.04.30

Полученные результаты позволяют заключить, что заявляемое решение обеспечивает создание абразивного изделия, в котором кристаллы алмаза окружены оболочкой покрытия из карбида кремния с наполнителем из высокохромистого железного порошка.

Примеры реализации.

## Пример 1.

На магнетронном распылительном устройстве осуществляли покрытие алмазных порошков марки АСМ 7/5 и АСМ 1/0,1 (ГОСТ 9206-80) со средним размером частиц 6 и 0,5 мкм и высокохромистого железного порошка ПХ30 размерами 20...40 мкм смесью атомов кремния и углерода. Предварительно поверхность кристаллов алмаза и высокохромистого железного порошка активировали путем обработки в магнетронной распылительной системе в плазме тлеющего разряда (плазмирующий газ - аргон) в режимах:  $U = 1250$  В,  $I = 0,15$  А, время 300 с, а затем распылением составного катода (кольцевой катод из кремния с наружным диаметром 116 мм, внутренним - 80 мм, внутренний катод из графита диаметром 80 мм) наносили тонкопленочное (160 нм) покрытие, состоящее из атомов кремния и углерода в режимах: ток  $I = 2,5$  А, давление  $P = 0,5$  Па и расстояние от катода до подложки  $l = 150$  мм. Полученные покрытые порошки в пропорции АСМ 7/5 - АСМ 1/0 = 50-50 мас. %, а порошок ПХ30 20 % от общей массы компонентов тщательно перемешивали и засыпали в штамп, и нагревали до температуры 750 °С с приложением давления 100 МПа, время выдержки 1 ч. Обработку (прессование с нагревом) проводили при вакуумировании (давление  $5 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст.). Конечное изделие состояло из мелких и крупных частиц алмаза и высокохромистых железных частиц, связанных карбидокремниевой матрицей в виде наноструктурного каркаса.

## Пример 2.

Приготавливают шихту аналогично примеру 1, только в состав шихты вводили порошок ПХ30 60 % от общей массы компонентов.

Полученные изделия и изделия, изготовленные по способу [2], прошли испытания в режиме правки абразивных кругов типа ПП600 × 65 × 305 14А25ПСМ26К5. Режим правки:  $V_{кр} = 35$  м/с,  $S_{пр} = 0,8$  м/мин,  $S_{п} = 0,02$  мм/ход, где  $V_{кр}$  - скорость вращения абразивного круга,  $S_{пр}$  - скорость продольной подачи образца,  $S_{п}$  - скорость поперечной подачи образца. Правка осуществлялась при охлаждении 3 % содовой эмульсией. В процессе испытаний определяли относительный расход алмазов. Результаты экспериментов показали, что по примеру 1 расход алмаза составлял 0,68 %, по примеру 2 расход алмаза составлял 0,76 %, по способу [2] расход алмаза составлял 0,53 %.

Как видно из результатов экспериментальных исследований, полученные материалы обладают хорошей абразивной способностью, близкой аналоговому объекту, отсутствуют потери алмаза при графитации, более чем на 700 °С снижена температура термической обработки, что позволило уменьшить энерго- и ресурсозатраты, обеспечить ресурс работы абразивного изделия. Устранена необходимость использования фенолформальдегидной смолы, что улучшает экологию процесса.

Заявляемое абразивное изделие может найти широкое применение в наиболее жестких условиях работы, таких как волочение высокопрочной кордовой проволоки.

Источники информации:

1. Патент 2064399 РФ, МПК В 24D 18/00, 1996.
2. Патент 2147509 РФ, МПК В 24 D 17/00, 2000.