

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **16694**

(13) **С1**

(46) **2012.12.30**

(51) МПК

**В 24D 18/00** (2006.01)

(54)

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АБРАЗИВНОГО ИЗДЕЛИЯ**

(21) Номер заявки: а 20110317

(22) 2011.03.15

(43) 2012.10.30

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

(72) Авторы: Ковалевский Виктор Николаевич; Алексеев Юрий Геннадьевич; Григорьев Сергей Владимирович; Жук Андрей Евгеньевич; Ковалевская Анна Викторовна; Фомихина Ирина Викторовна; Сачава Дмитрий Григорьевич (ВУ)

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

(56) ВУ 10833 С1, 2008.

DE 4229006 А1, 1994.

KZ 4611 В, 1997.

ВУ 9217 С1, 2007.

EP 0064043 А2, 1982.

EP 0118225 А2, 1984.

JP 01275759 А, 1989.

JP 63086804 А, 1988.

(57)

Способ получения абразивного изделия, при котором на поверхность алмазных кристаллов наносят покрытие из смеси кремния и углерода магнетронным распылением, готовят шихту смешиванием алмазных кристаллов и гранулируют ее, формуют и термообработывают заготовку в вакууме путем реакционного спекания в засыпках, **отличающийся** тем, что после нанесения на поверхность алмазных кристаллов покрытия из смеси кремния и углерода наносят два чередующихся слоя углерода и вольфрама, при этом толщина углеродных слоев составляет 80-100 нм, а вольфрамовых - 120-140 нм, затем наносят слой из кобальтового сплава ЭП 131 толщиной 200-300 нм, а в шихту дополнительно вводят микропорошок кобальтового сплава ЭП 131 в количестве 12 % от массы алмазных кристаллов.

Изобретение относится к области получения абразивного изделия из сверхтвердых алмазосодержащих композиционных материалов и может найти применение при изготовлении формообразующего инструмента - волок для работы в условиях высоких давлений, коррозии и интенсивного износа.

Известен способ получения формообразующего инструмента для волочения высокопрочной стальной проволоки из твердых сплавов на основе карбида вольфрама и кобальтовой связки, легированной карбидами хрома, ниобия, тантала и ванадия [1], включающий формование заготовки из гранул твердого сплава, полученных из шихты, содержащей карбид вольфрама с размером зерна менее 1 мкм, и кобальтовую связку, а так же легкоплавкие технологические добавки, удаляемые на первой стадии спекания при температуре 350-400 °С и последующего спекания при температуре 1400 °С.

Анализ причин выхода из строя волок из твердого сплава показал, что основными причинами являются износ рабочей поверхности инструмента (недостаточная твердость), а также коррозионное растрескивание под напряжением и малоцикловая усталость.

**ВУ 16694 С1 2012.12.30**

# ВУ 16694 С1 2012.12.30

Прототипом заявляемого способа является способ получения абразивного изделия [2], при котором активируют в плазме тлеющего разряда поверхность алмазных кристаллов различного размера, наносят на них многослойное покрытие из смеси кремния и углерода магнетронным распылением, при этом первый слой толщиной до 10 нм термообработывают с использованием плазмы тлеющего разряда, после чего наносят второй слой толщиной 120-160 нм, а затем слой графита в количестве 16 % от массы алмазных кристаллов, приготавливают шихту смешиванием полученных алмазных кристаллов, карбида кремния и кремния в следующем соотношении, мас. %: алмазные кристаллы - 46,4-58,1; карбид кремния - 23,3-28,4; кремний - 18,6-25,2; формируют пористую заготовку из полученной шихты и термообработывают заготовку в вакууме путем реакционного спекания в засыпках.

Полученный сверхтвердый материал на основе синтетических алмазов с покрытием из карбида кремния позволяет устранить недостаток твердого сплава - интенсивный износ, так как он обладает твердостью более чем в 2,5 раза выше (50 ГПа против 18 ГПа у твердого сплава). Стойкость к износу у композита алмаз - SiC в 30 раз выше.

К недостаткам способа относятся недостаточная прочность и вязкость разрушения сверхтвердого материала.

Задачей настоящего изобретения является повышение прочности и вязкости разрушения материала.

Поставленная задача достигается тем, что в способе получения абразивного изделия, при котором на поверхность алмазных кристаллов наносят покрытие из смеси кремния и углерода магнетронным распылением, приготавливают шихту смешиванием алмазных кристаллов и гранулируют ее, формируют и термообработывают заготовку в вакууме путем реакционного спекания в засыпках, после нанесения на поверхность алмазных кристаллов покрытия из смеси кремния и углерода наносят два чередующихся слоя углерода и вольфрама, при этом толщина углеродных слоев составляет 80-100 нм, а вольфрамовых - 120-140 нм, затем наносят слой из кобальтового сплава ЭП 131 толщиной 200-300 нм, а в шихту дополнительно вводят микропорошок кобальтового сплава ЭП 131 в количестве 12 % от массы алмазных кристаллов.

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  $\alpha$  - SiC. Два чередующихся слоя углерод-вольфрам при нагреве до 1400 °С образуют второй слой защиты алмаза из карбида вольфрама, что повышает их жаропрочность до 260 МПа при температуре 1400 °С. Кобальтовый сплав ЭП 131, легированный Cr, W и Ni, имеет удачное сочетание прочности (предел текучести  $\sigma_{0,2} = 1200$  МПа) и пластичности ( $\delta > 30$  %), коэффициент линейного термического расширения  $\lambda - (10,7-15,5)10^{-6}K^{-1}$ . Изготовленный из него порошок выполняет функцию связки между кристаллами алмаза. Ступенчатое спекание шихты с выдержкой 40 мин при 650...800 °С и 60 мин при температуре 1400 °С осуществляли в закрытой форме из материала с низким КЛТР (керамика), что сопровождается уплотнением шихты за счет термического расширения кобальтовой связки.

Из кристаллов алмаза с многослойным покрытием и микропорошка кобальтового сплава приготавливают шихту тщательным перемешиванием компонентов, изготавливают гранулы, размещают шихту в пресс-форме и прессуют при давлении 100 МПа. Полученную заготовку размещают в замкнутой керамической форме и осуществляют реакционное спекание с образованием при температуре 650...800 °С  $\alpha$  - SiC и при температуре 1400 °С WC и активированное спекание шихты по сплаву ЭП 131. Полученные результаты позволяют заключить, что заявляемое решение обеспечивает создание абразивного изделия, в котором кристаллы алмаза окружены оболочкой покрытия из карбидов кремния и вольфрама, между которыми формируется пластичная и высокопрочная связка из сплава ЭП 131.

# ВУ 16694 С1 2012.12.30

Примеры реализации.

## Пример 1.

На магнетронном распылительном устройстве на поверхность кристаллов алмазных порошков марки АСМ 7/5 (ГОСТ 9206-80) со средним размером частиц 6 мкм наносили многослойное покрытие из смеси кремния и углерода толщиной 120-160 нм в режимах  $U = 0,6$  кВ,  $I_p = 0,6$  А,  $I_k = 1$  А,  $P = 0,3$  Па (плазмирующий газ аргон); два чередующихся слоя углерод-вольфрам с толщиной углеродных 80-100 нм (в режимах  $U = 0,6$  кВ,  $I_p = 0,6$  А,  $I_k = 0,7$  А,  $P = 0,35$  Па) и вольфрамовых слоев 120-140 нм (в режимах  $U = 0,7$  кВ,  $I_p = 0,5$  А,  $I_k = 0,951$  А,  $P = 0,5$  Па), а затем слой из кобальтового сплава ЭП 131 толщиной 200 нм, в режимах  $U = 0,6$  кВ,  $I_p = 0,6$  А,  $I_k = 0,6$  А,  $P = 0,3$  Па. Приготавливали шихту смешиванием полученных алмазных кристаллов и частиц кобальтового сплава размером до 1 мкм в количестве 12 % от массы алмаза, изготавливали гранулы, из которых формовали заготовку на прессе при давлении 100 МПа. Размещали заготовку в замкнутой керамической форме и подвергали термообработке в вакууме по ступенчатой схеме спекания путем реакционного спекания в засыпках с выдержкой 40 мин при 650...800 °С и 60 мин при температуре 1400 °С.

## Пример 2.

Приготавливают шихту аналогично примеру 1, только в состав шихты вводили порошок АСМ 14/10 (ГОСТ 9206-80) со средним размером частиц 12 мкм.

Полученные изделия и изделия, изготовленные по способу [2], и материал "Славутич", изготовленный из твердого сплава и алмазных частиц, 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 %-ной содовой эмульсией. В процессе испытаний определяли относительный расход алмазов.

Результаты экспериментов представлены в таблице.

Пример изготовления абразивного изделия	Относительный расход алмаза (мг алмаза / кг абразива)	$\sigma_{изг}$ , МПа	$K_{1С}$ , МПа·м <sup>0,5</sup>
Пример 1	0,68	1050	17,8
Пример 2	0,74	1080	16,3
Базовый материал [2]	0,82	850	12

Эксперименты показали, что полученные материалы обладают хорошей абразивной способностью, вязкостью разрушения и прочностью. Устранена необходимость в использовании фенолформальдегидной смолы, что улучшает экологию процесса.

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

Источники информации:

1. Гнесин Г.Г. Исследования и разработка неоксидных керамических материалов в Украине. Новые материалы и технологии. - Киев: Наук. думка, 1998. - С. 519-528.

2. Патент 10833 РБ, МПК В 24D 17/00, 2008.