



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28142 (13) U
(51) МПК
C01B 31/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АЛМАЗНИЙ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

1

2

(21) u200708461

(22) 23.07.2007

(24) 26.11.2007

(72) ШУЛЬЖЕНКО ОЛЕКСАНДР
ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, БОГДАНОВ РОБЕРТ
КОСТЯНТИНОВИЧ, UA, ГАРГІН ВЛАДИСЛАВ
ГЕРАСИМОВИЧ, UA, РУСІНОВА НАТАЛІЯ
ОЛЕКСАНДРІВНА, UA, ЗАКОРА АНАТОЛІЙ
ПЕТРОВИЧ, UA, ІСОНКІН ОЛЕКСАНДР
МИХАЙЛОВИЧ, UA

(73) ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ.
В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ, UA, ШУЛЬЖЕНКО
ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, БОГДАНОВ
РОБЕРТ КОСТЯНТИНОВИЧ, UA, ГАРГІН
ВЛАДИСЛАВ ГЕРАСИМОВИЧ, UA, РУСІНОВА
НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA, ЗАКОРА
АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ, UA, ІСОНКІН ОЛЕКСАНДР
МИХАЙЛОВИЧ, UA

(56)

(57) 1. Алмазний полікристалічний композиційний матеріал, що містить оболонку, в якій розміщено як вуглецевий матеріал алмаз і метали, який **відрізняється** тим, що оболонка виконана з тугоплавкого металу, як метали містить кобальт та нікель і додатково - карбіди тугоплавких металів, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

алмаз	83-91
кобальт	4-7
нікель	1-5
карбіди тугоплавких металів	2-4.

2. Матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщина оболонки складає 0,02-0,15 мкм.

3. Матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що алмаз має розміри частинок 20-100 мкм.

4. Матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що вуглецевий матеріал додатково містить спучений графіт в кількості 1-2 мас. %.

Корисна модель стосується області одержання полікристалічних матеріалів, а саме композиційних матеріалів на основі алмазу, отриманих шляхом спікання вуглецевого матеріалу і металів в умовах високих тиску й температури і може бути використана переважно для виготовлення бурового інструменту.

Є дані по отриманню надтвердого композиційного матеріалу з підвищеною зносостійкістю [див. заявка РФ №92007535/33, МПК C04B35/58, опубл. 10.02.1995] з мікропорошків кубічного нітриду бора і тугоплавкого металу, шляхом їхньої сумісної обробки у випаровуваннях галогену при 950-1150°C з наступним холодним пресуванням суміші та розміщенням в оболонці з алюмінію або сплавів алюмінію з додаванням лужних, лужно-земельних та/або перехідних металів.

Використання оболонки з низькою температурою плавлення згідно вищезазначених даних неможливе, оскільки отримання матеріалу, що заявляється, здійснюється в умовах високих тисків при температурах 1700-2000K.

Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого матеріалу є алмазний полікристалічний композиційний матеріал [див. патент РФ №1413874, МПК 6C01B31/06, H01L39/12, опубл. 27.09.1999р.] отриманий шляхом дії тиском та температурою на шихту, що містить вуглецевий матеріал та метали-каталізатори (алюміній та ніобій), яку розміщено в оболонку з графіту. В даному випадку з метою забезпечення надпровідних властивостей вуглецевий матеріал беруть у стехіометричному співвідношенні атомів вуглецю до атомів алюмінію, а ніобію - у кількості 4 атомів на 1 моль з'єднання Al_4C_3 , що утворюється.

Недоліком отриманого за прототипом матеріалу є його недостатня міцність та зносостійкість, так як завданням прототипу було отримання надпровідного матеріалу.

В основу корисної моделі покладено завдання такого вдосконалення складу алмазного полікристалічного композиційного матеріалу, при якому, завдяки виконанню оболонки з тугоплавкого металу і вибору пропонованих металів і їхнього співвідношення забезпечується

(19) UA (11) 28142 (13) U

такий технічний ефект, як однорідність дрібнозеренної структури спеченого композиту, а за рахунок вибору товщини оболонки здійснюється надійне кріплення матеріалу в інструменті, наприклад, буровому. Використання як матеріалу оболонки тугоплавких металів, таких як Ta, Nb та ін. обумовлено тим, що після спікання оболонка та розташований у ній вуглецевий матеріал, метали та добавки, являють собою одне ціле, за рахунок чого збільшується міцність отриманої вставки та при закріпленні вставок із зазначеного матеріалу полегшується процес паяння, так як оболонка змочується припоєм, що використовуються, при цьому виключається процес металізації вставок. Окрім цього, при спіканні, наприклад, вставок бурового інструменту із зазначеного матеріалу, в графітових багатопозиційних комірках високого тиску виключається утворення алмазу навколо зразка з матеріалу та виникнення дефектів його форми; за рахунок того, що алмаз має розміри частинок 20-100мкм, порошки мають необхідну абразивну стійкість, згідно [ДСТУ 3292-95], добре спікаються та, відповідно, матеріал буде мати високу міцність; а за рахунок того, що вуглецевий матеріал додатково містить спучений графіт в кількості 1-2мас.%, забезпечується глушення процесу формування мікротріщин і, як наслідок, підвищується міцність отриманого алмазного полікристалічного композиційного матеріалу.

Означене завдання вирішується тим, що у алмазному полікристалічному композиційному матеріалі, що містить оболонку, в якій розміщено як вуглецевий матеріал алмаз і метали, згідно корисної моделі, оболонка виконана з тугоплавкого металу, як метали він містить кобальт та нікель і додатково - карбіди тугоплавких металів, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

алмаз	83-91
кобальт	4-7
нікель	1-5
карбіди тугоплавких металів	2-4,

при цьому товщина оболонки складає 0,02-0,15мм, алмаз має розміри частинок 20-100мкм, а вуглецевий матеріал додатково містить спучений графіт в кількості 1-2мас.%.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляється, і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає в наступному.

Відомо, що високий рівень фізико-механічних властивостей полікристалу визначається наявністю неперервного каркасу алмазних часток та, в першу чергу, з формуванням зв'язку алмаз-алмаз та з утворенням високодисперсної зеренної структури. Основну роль у формуванні зв'язку алмаз-алмаз належить пластичній деформації алмазних частинок під дією високого тиску та температури. При цьому формування міжатомних границь визначається, головним чином, розвитком масопереносу в місцях взаємного мікроіндентування зерен. Такі добавки як кобальт та нікель, при спіканні в межзеренних проміжках виконують роль технологічного середовища, в якому відбувається взаємодія в системі алмаз-добавка і проходить процес перекристалізації

через рідку фазу, джерелом якої є кобальт та нікель. Це призводить до виникнення зв'язків алмаз-алмаз і підвищення міцності матеріалу. Введення кобальту та нікелю збільшує в'язкість матеріалу (зменшує його крихкість) та, відповідно, міцність. Крім цього, сплав кобальта з нікелем, в умовах високих тиску і температур, краще змочує алмазні зерна, ніж тільки кобальтом - це чітко видно на структурі отриманого зразка з матеріалу. Введення тугоплавких карбідів, таких як WC, також сприяє збільшенню міцності, внаслідок утворення розчинів WC-Co, аналогічно процесу, що протікає у твердих сплавах типу BK 15, BK 20. Це сприяє заглушенню процесів формування мікротріщин в міжзеренних проміжках.

Одержування дрібнозеренної структури забезпечується за рахунок додаткового введення в вуглецевий матеріал спученого графіту. В умовах високих тисків та температур та наявності таких розчинників, як Co та Ni, спучений графіт переходить в алмаз. Його відмінною рисою є утворення більшої кількості центрів кристалізації, що приводить до отримання дрібнозеренної структури. Окрім цього спучений графіт переходить в алмаз при більш низьких тисках порівняно зі звичайним графітом.

Приклади конкретної реалізації корисної моделі наведено у таблиці (додається).

Для випробування міцності були одержані зразки діаметром 5мм та висотою 5мм. Зразки були спечені в апараті високого тиску типу тороїд з діаметром центрального заглиблення 30мм. Для виготовлення зразків алмазного полікристалічного композиційного матеріалу було відпресовано багатопозиційні комірочки-нагрівачі, з графіту діаметром 18мм та висотою 6мм з циліндричними отворами діаметром 5мм. В циліндричних отворах розміщували оболонку з тугоплавкого металу ніобія товщиною 0,1мм. При використанні оболонки товщиною менш, ніж 0,02мм в процесі спікання алмазні зерна можуть проникати крізь неї, внаслідок чого утворюються окремі ділянки, що залишаються не просоченими при паянні вставок в корпус інструмента. Оболонку товщиною більше, ніж 0,15мм недоцільно використовувати внаслідок зменшення діаметра вставок із матеріалу, що отримується та наявності більшої кількості матеріалу низької зносостійкості. Поперечно виготовляли суміш з металів кобальта, нікелю та карбіду тугоплавкого металу WC. Отриману суміш змішували з алмазним порошком зернистістю 160-125. Доцільно використовувати алмазні порошки зернистістю 20-100мкм, зазначений розмір зерен є оптимальним, тому, що матеріал має необхідну абразивну стійкість та добре спікаються. Шихту, отриману з алмазів, Co, Ni та WC засипали в оболонку з Nb та розміщували в комірці високого тиску. Спікання здійснювали при тиску 8ГПа, температурі 1900К та тривалості нагрівання 90с.

Приклад 1.

Описаним способом виготовили зразки алмазного полікристалічного композиційного матеріалу, що містить мас. %:

алмаз	87
кобальт	6
нікель	4

карбіди тугоплавких металів 3
Отримали зразки полікристалічного композиційного матеріалу на основі алмазу в оболонці з тугоплавкого металу діаметром 5мм та висотою 5,2мм. В подальшому було проведено шліфовку зразків з матеріалу вільним абразивом для отримання плоскопаралельних площин їх торців для виключення похибок при вимірюванні їх міцності. На розривній машині зусиллям до 50кН було проведено випробування міцності отриманих зразків в кількості 10шт. при одноосному статистичному стисканні. Довірчий інтервал величини міцності при коефіцієнті надійності 0,95 не перевищував 0,2ГПа. Результати випробувань наведено в таблиці. В подальшому в шихту додатково вводили спучений графіт.

Як видно з таблиці, приклад 1, використання запропонованої корисної моделі дає можливість підвищити міцність матеріалу, але використання оболонки товщиною 0,1мм за п. 2 та алмазу з розміром частинок 40-28мкм за п. 3 дозволяє підвищити міцність матеріалу до міцності зразків з твердого сплаву ВК 20, ВК 15 - приклади 2-8 таблиці (див. таблицю). Приклади 9-10 наведено для тих випадків, які стосуються п. 4 формули винаходу. Приклади 11-18 за межами заявлених ознак.

Вміст добавок металів кобальту та нікелю вище верхньої границі, призводить до виплавлення їх розчинів з оболонки. Вміст добавок WC та злученого графіту вище верхньої границі, приводить до виникнення дефектів в зразках матеріалу у вигляді тріщин, сколів та т.п. Вміст добавок кобальту, нікелю, WC та спученого графіту, згідно нижньої границі, призводить до зменшення міцності.

	16	0,1	40-28	87,5	6	4	1
	17	0,1	40-28	82	7	5	4
	18	0,1	40-28	92	4	1	2
Прототип	19						

Таблиця

Об'єкт випробувань	№ п/п	Товщина оболонки, мм	Розмір частинок алмазу	Склад суміші з порошку алмазу та добавок, % (по масі)					Міцність, ГПа	Примітки
				Порошок алмазу	Со	№	WC	Сспуч		
Матеріал за винаходом, що заявляється	1	0,2	160-125	87	6	4	3	-	28	
	2	0,1	40-28	85,5	6	4	3	1,5	35	
	3	0,1	40-28	86,5	7	4	3	1,5	36	
	4	0,1	40-28	87,5	4	4	3	1,5	34	
	5	0,1	40-28	84,5	6	5	3	1,5	36	
	6	0,1	40-28	86,5	6	3	3	1,5	33	
	7	0,1	40-28	84,5	6	4	4	1,5	33	
	8	0,1	40-28	86,5	6	4	2	1,5	33	
	9	0,1	40-28	86	6	4	3	1	35	
	10	0,1	40-28	85	6	4	3	2	35	
	11	0,1	40-28	83,5	8	4	3	1,5		Виплавлення Co-Ni
	12	0,1	40-28	88,5	3	4	3	1,5	24	Низька міцність
	13	0,1	40-28	83,5	6	6	3	1,5		Виплавлення Co-Ni
	14	0,1	40-28	88,5	6	0,5	3,5	1,5	20	Низька міцність
	15	0,1	40-28	83,5	6	4	5	1,5		Виникнення тріщин