

Винахід стосується області одержання керамічних матеріалів, а саме алмазно-твердосплавних пластин і може бути використаним при спіканні шарових нероз'ємних з'єднань твердосплавна підкладка - алмазний полікристал в умовах високих тиску й температури

Найбільш близькою за технічною суттю до запропонованої алмазно-твердосплавної пластини є алмазно-твердосплавна пластина, описана в способі одержання комбінованої спеченої вставки (див. Патент США №4403015, МКИ В22 F 3/4, 7/08, опубл. 6.09.83), що містить алмазний шар і твердосплавну пластину, між якими розташовано проміжний шар, що містить алмази, спосіб її виготовлення полягає в тому, що тверду спечену пресовку, яка містить алмаз або β -BN понад 20%, з'єднують з підкладкою із спеченого карбіду за допомогою проміжного шару товщиною < 2мм. Цей проміжний шар містить таку кількість алмазу або β -BN, яка забезпечує жорстке зчеплення між спеченою пресовкою і підкладкою із спеченого карбіду, але не більше 70%. Інша частина цього шару складається із суміші карбідів, нітридів, карбонітридів, або боридів перехідних металів періодичної таблиці Менделєєва 4в, 5а, 6а; суміші цих компонентів або твердого розчину з них.

Недоліком отриманої за прототипом алмазно - твердосплавної пластини є її низька термостійкість, викликана тим, що в процесі спікання при високих температурі і тиску металічний кобальт із твердосплавної підкладки просочується в проміжний шар і через нього в робочий алмазний шар. При нагріванні пластини до температури вище 750°C, яке виникає при виготовленні з неї (паянні) інструменту чи в процесі його експлуатації, в алмазному шарі відбувається дифузійна взаємодія між алмазом і кобальтом, що призводить до утворення нестійких карбідів кобальту і веде до деградації експлуатаційних властивостей пластини.

В основу винаходу покладено задачу такого вдосконалення алмазно-твердосплавної пластини, при якому завдяки вибору компонентів алмазного і проміжного шарів, їх співвідношення в шарах забезпечується рівномірне розташування компонентів в алмазному шарі, покращення зв'язку між алмазними зернами, утворення проміжного бар'єрного шару, який при спіканні алмазно-твердосплавної пластини протидіє просочуванню кобальту в алмазний шар, і, як наслідок такої структури, - підвищення термостійкості матеріалу.

Задача вирішується тим, що в алмазно-твердосплавній пластині, яка містить алмазний шар і твердосплавну пластину, між якими розташовано проміжний шар, що містить алмази, згідно винаходу алмазний шар додатково містить карбід кремнію і кремній, а проміжний шар додатково містить силіцид кобальту при співвідношенні компонентів (мас. %):

алмазний шар:
алмази - 89-97
карбід кремнію - 2,8-9
кремній - 0,2-2
проміжний шар:
силіцид кобальту (CoSi_2) - 10-38
алмази - 62-90

При цьому в найкращому варіанті винаходу товщина проміжного шару складає 0,15-0,25 товщини алмазного шару.

Причинно - наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляється, і технічним наслідком, що досягається при її реалізації, полягає у наступному.

Спікання алмазно-твердосплавних пластин (АТП) здійснюється при тиску порядку 5,5-8ГПа і температурі 1550-1700°C. При цих умовах на границі твердосплавна підкладка - алмазний шар відбувається утворення рідини Co-WC-C і її міграція в об'єм, який зайнятий алмазним порошком. Температура плавлення чистого кобальту при тиску 8ГПа складає 1730°C. Проте через контактне плавлення в системі Co-C міграція кобальту в алмазний порошок спостерігалася вже при 1450°C.

Як відомо, із збільшенням тиску температура плавлення кремнію на відміну від більшості елементів, знижується і при 8ГПа складає 1100°C.

Тому для підвищення термостійкості алмазного шару необхідно, з одного боку, здійснити просочування алмазного порошку кремнієм по всьому об'ємі і не допустити там появи кобальту і, з іншого боку, для утворення міцного зв'язку підкладка - алмазний шар потрібна активна взаємодія WC-Co-алмаз у приграничній зоні. Крім цього, наявність кремнію в алмазному шарі сприяє протидії падінню тиску при зниженні температури і гальмуванню процесів графітизації алмазу за рахунок того, що кремній, на відміну від інших елементів, при зниженні температури збільшує свій об'єм. Взаємодія кремнію з алмазом приводить до утворення на границях алмазних зерен карбїду кремнію, що сприяє покращенню зв'язку між ними і, в кінцевому результаті, сприяє покращенню термостійкості матеріалу.

Для вирішення зазначеної задачі була розроблена градієнтна схема спорядження комірки високого тиску. Величину температурних градієнтів у апараті високого тиску варіювали шляхом зміни складу матеріалів і геометричних розмірів елементів спорядження.

Межі вмісту алмазу, кремнію, карбіду кремнію та силіциду кобальту в алмазно - твердосплавній пластині визначено експериментально, виходячи з основної задачі - підвищення термостійкості матеріалу.

Нижній вміст алмазу в алмазному шарі обмежено умовою створення неперервного каркасу з алмазних частинок, що забезпечує достатню твердість і зносостійкість матеріалу.

Верхній вміст алмазу в алмазному шарі обмежено умовою відсутності значних залишкових напруг в утвореному матеріалі внаслідок високого ступеня пластичної деформації, що призводить до зниження міцності матеріалу.

Нижній вміст кремнію (і відповідно верхній вміст карбіду кремнію) в алмазному шарі обмежено відсутністю протидії падінню тиску при зниженні температури і, відповідно, наявністю часткової графітизації алмазу та зниженням експлуатаційних властивостей матеріалу.

Верхній вміст кремнію в алмазному шарі обмежено умовою відсутності значних залишкових напруг в утвореному матеріалі внаслідок збільшення об'єму кремнію, що знаходиться в міжзеренних проміжках, при зниженні температури після спікання.

Нижній вміст карбіду кремнію в алмазному шарі пов'язаний із зменшенням зносостійкості і термостійкості

матеріалу за рахунок ослаблення міжзеренних зв'язків.

Нижній вміст алмазу (і відповідно верхній вміст силіциду кобальту) в проміжному шарі обмежено умовою створення неперервного каркасу з алмазних частинок, що забезпечує міцність матеріалу.

Верхній вміст алмазу (і відповідно нижній вміст силіциду кобальту) в проміжному шарі обмежено умовою створення міцного зв'язку твердосплавна пластина - алмазний шар.

Величина товщини проміжного шару вибрана експериментально. Якщо величина товщини проміжного шару по відношенню до товщини алмазного виходить за вказані в винаході межі в деяких випадках, наприклад, при використанні пластини для оснащення інструменту, який працює в умовах динамічних знакозмінних навантажень, відбувається відокремлення алмазного шару від твердосплавної підкладки.

Приклади конкретної реалізації винаходу наведено у таблиці і проілюстровано на кресленнях (додаються), де на фіг.1 показано спорядження комірки високого тиску перед спіканням; на фіг.2 - загальний вигляд алмазно-твердосплавної пластини після спікання.

Приклад 1.

Для спорядження комірки високого тиску (фіг.1) було взято контейнер із літографського каменю 1, теплоізолюючий диск 2, спресований із пірофіліту, нагрівні елементи - диски 3 та трубчатий нагрівник 4, виготовлені з графіту, твердосплавну пластину 5, спечену із сплаву ВК20, алмазний шар 6, що складається перед спіканням з алмазного порошку марки АСМ 60/40 з розміром частинок 40-60мкм, кремнієву пластину 7, спресовану із суміші порошку кремнію з розміром частинок 100-125мкм (70мас. %) і графіту (30мас. %), електроізолюючий диск 8, спресований із графітоподібного нітриду бору, провідники електричного струму - молібденовий диск 9 та залізний циліндр 10, втулку 11 із літографського каменю. Спорядження здійснили за схемою, показаною на рисунку. Спікання виконували в апараті високого тиску типу тороїд протягом 30с при тиску 8ГПа, температурі 1250°C в центральній частині апарату. Отримано зразки алмазно-твердосплавних пластин діаметром 15мм, висотою 4 мм. Після спікання була проведена механічна обробка спечених зразків алмазно - твердосплавної пластини (фіг.2), що складається з твердосплавної пластини 5, алмазного шару 6 і проміжного шару 12, який утворено внаслідок взаємодії в даній системі в умовах високого тиску і температури. На скануючому електронному мікроскопі "Camscan" методом локального рентгеноспектрального аналізу визначили елементний склад алмазно - твердосплавної пластини, на рентгеновському дифрактометрі ДРОН 2,0 в мідному фільтрованому випромінюванні - її фазовий склад. Проведені вимірювання показали, що алмазний шар містить 93мас. % алмазів, 1мас. % кремнію та 6мас. % карбиду кремнію. До складу проміжного шару входить 80мас. % алмазів та 20мас. % силіциду кобальту. Товщина проміжного шару складала 0,22 товщини алмазного шару. Для визначення термостійкості проводили нагрівання пластин в муфельній печі до температури 900°C в атмосфері водню. Після цього визначали їх зносостійкість за величиною площадки зношування на робочій кромці пластин після стругання ними кварцового пісковику на шляху стругання 50м.

Приклади 1-3 див. таблицю (додається), наведено для тих випадків, які стосуються заявлених ознак. Приклади 4 -11 - за межами заявлених ознак. Приклад 12 - відтворення алмазно - твердосплавної пластини за прототипом. Зміну складу алмазного і проміжного шарів досягали за рахунок зміни температури в робочому об'ємі комірки апарату високого тиску та тривалості спікання.

Як видно з таблиці, використання винаходу, що заявляється, - алмазно-твердосплавної пластини дає можливість підвищити її термостійкість на 150°C в порівнянні з прототипом.

Алмазно-твердосплавна пластина 5,6,12 може бути використана в якості вставок для бурових доліт та коронок і т. д.

Робота бурового долота з використанням вказаної пластини не відрізняється від роботи з використанням відомих алмазно-твердосплавних пластин, якими оснащалися бурові долота, за виключенням зниження вартості паяння при виготовленні доліт за рахунок використання більш дешевих припоїв та розширення можливостей буріння за рахунок більш високої термостійкості запропонованої пластини.

Таблиця

Приклади	№	Склад пластини (мас. %)					Відношення товщини проміжного шару до товщини алмазного шару	Величина площадки зношування (мм)	Примітки
	Алмазний шар			Проміжний шар					
	Алмаз	Кремній	Карбід кремнію	Алмаз	Силіцид кобальту				
Винахід, що заявлено	1	93	1	6	80	20	0,22	0,3	
	2	89	2	9	62	38	0,15	0,3	
	3	97	0,2	2,8	90	10	0,25	0,25	
	4	93	3	4	80	20	0,22	0,3	Тріщини в алмазному шарі
	5	88	1	11	80	20	0,22	0,4	
	6	98	1	1	80	20	0,22	0,3	Тріщини в алмазному шарі
	7	93	0,1	6,9	80	20	0,22	0,4	
	8	93	1	6	60	40	0,22	0,3	Відокремлення від підкладки
	9	93	1	6	95	5	0,22	0,3	Відокремлення від підкладки
	10	93	1	6	80	20	0,3	0,3	Можливе

	11	93	1	6	80	20	0,10	0,3	відокремлення алмазного шару від підкладки
Патент США №4403015	12	93*			60**			0,35	Нагрівання до 850°С не проводилось

*) Алмазний шар алмазно-твердосплавної пластини по прототипу додатково містив 6мас. % кобальту

**) Проміжний шар алмазно-твердосплавної пластини по прототипу додатково містив 20мас. % карбіду вольфраму і 20мас. % нітриду титану.

