

Винахід стосується області одержання композиційних матеріалів, а саме надтвердих абразивовмісних матеріалів, переважно алмазних і може бути використаний, наприклад при спіканні алмазних плоских, сферичних і кільцевих сегментів в умовах високих тиску і температури для виготовлення різальних і шліфувальних інструментів, переважно для обробки високоабразивних гірських порід.

Відомий найбільш близький за технічною суттю до винаходу абразивовмісний матеріал [див. авт. св. № 339393, МПК В24 D 3/06, опубл. 24.05.72. Бюл. № 13], яка складається з абразиву і металевої зв'язки, що містить абразив, залізо, мідь, нікель, олово при наступному співвідношенні компонентів мас.: абразив 7, залізо 32-70, мідь 10-48, нікель 8-18 і олово 2-12. Спосіб її виготовлення полягає в тому, що алмазну шихту брикетують в металевій прес-формі при питомому тиску 400МПа. Прес-форму нагрівають до температури 820-840°C, витримують протягом однієї години і виконують гаряче допресовування при питомому тиску 150МПа. Прес-форму охолоджують під тиском до температури 200-300°C, після чого розбирають і виймають готові брикети.

Недоліками отриманого за прототипом абразивовмісного матеріалу є крупнозерниста, порова і неоднорідна структура. При нагріванні шихти до температури 850°C завдяки присутності заліза і олова утворюються первинні тверді розчини із хрупких фаз Fe_3Sn ; FeSn ; FeSn_2 , а мідь з оловом утворює м'які фази і розчини на їх основі. За таких умов міцні частинки заліза і нікелю формуються окремо у вигляді великих агломератів і не можуть утворити міцні активні фази, що сприяє формуванню крупнозернистої і порової структури з низькими фізико-механічними і хімічними властивостями спеченого матеріалу. При цьому адгезійна взаємодія алмазів із зв'язкою і елементами системи не може проявитись.

В основу винаходу покладено завдання такого удосконалення абразивовмісного матеріалу при, якому, за рахунок введення дібориду хрому і пропонованого співвідношення компонентів шихти забезпечується створення безпорової сітчастої зміцненої структури з вирівненою концентрацією компонентів і, як наслідок, підвищеними фізико-механічними властивостями і стійкістю проти абразивного зносу матеріалу.

Означене завдання вирішується завдяки тому, що абразивовмісний матеріал, що містить абразив, залізо, мідь, нікель і олово, згідно винаходу додатково містить діборид хрому при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

абразив	- 2-15
залізо	- 45-52
мідь	- 20-25
нікель	- 8-12
олово	- 7-8
діборид хрому	- 5-15

Оптимальним при цьому є, коли абразивовмісний матеріал додатково містить борид вольфраму (W_2B_5) у кількості 0,1... 5 (мас. %).

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

При спіканні пропонованого абразивовмісного матеріалу, яке здійснюється при тиску порядку 100...200МПа і температурі 800-850°C завдяки присутності частинок Fe , Cu , Ni і Sn в шихті утворюються м'які і крихкі фази типу Fe_3Sn , Fe_3Sn_2 , FeSn , FeSn_2 , Ni_3Sn , j-Fe і $\alpha\text{-Fe}$ і первинні тверді розчини на основі цих фаз і елементів. Через низьку активність компонентів шихти атоми Fe і Ni не можуть в достатній кількості дифундувати з цих розчинів і фаз на поверхню алмазів і утворити як з ними, так і з іншими елементами міцні хімічні зв'язки по причині неможливості утворення активних зародкових фаз, і як результат, гомогенної структури із специфічними властивостями.

Як відомо, збільшення тиску і температури активізує процес спікання і зменшує енергію активації системи. Однак підвищення температури суттєво знижує термостійкість алмазів і зв'язки, а в процесі експлуатації матеріалу викликає і розвиває пластичні деформації, які можуть прийняти незворотний характер і призвести до повного зносу і непридатності матеріалу і інструментів на його основі. Підвищення тиску зменшує міцність прес-форм і приведе їх до виходу з експлуатації. Завдяки введенню у шихту активних тугоплавких сполук дібориду хрому (CrB_2), а також бориду вольфраму (W_2B_5), проходять узагальнення не тільки валентних, але і внутрішніх електронів добудівного α - рівня атомів хрому і вольфраму, що проявляється в дуже міцній гексагональній структурі. Шар із атомів хрому і вольфраму розміщується по гексагональній щільноупакованій решітці, чергуючись з шарами з атомів бору, утворюючи гексагональну двовимірну сітку. Ці обставини дають можливість атомам CrB_2 і W_2B_5 утворювати активні зародки з іншими атомами системи і зумовлюють їх тривимірне зростання на усьому проміжку спікання, що сприяє дифузії і самодифузії елементів і переносу маси. В результаті таких ефектів протікає структурно-фазова трансформація усіх компонентів системи, після завершення якої утворюється дрібнозерниста безпорова гомогенна структура з міцним каркасом і фізико-механічними і хімічними властивостями (мікротвердість 5,8ГПа, твердість 110 HRB, границі міцності при стиску 760МПа і стійкість проти абразивного зношування 0,75 карат/м² пл.різання).

Нами була побудована феномологічна математична модель процесу спікання абразивовмісних композиційних матеріалів для полідисперсних систем. Модель базується на положенні, що швидкість усадки спікання пропорційна добутку узагальненої константи швидкості процесу, в якій енергія активації залежить від температури і тиску, і модельній функції, яка задовольняє умові фізичної залежності механізмів переносу маси при спіканні від параметрів системи, і найкращим чином апроксимує експериментальні результати. Отримані рівняння дозволяють обчислити енергію активації і кінетичні параметри системи, які характеризують відповідно механізм переносу маси за рахунок дифузії - m і зразкоутворення нових фаз - n при заданих умовах температури і тиску.

Межі вмісту CrB_2 і W_2B_5 - в шихті визначали, виходячи з умови основного завдання - формування безпорової дрібнозернистої структури із міцними фізико-механічними властивостями і хімічними зв'язками між компонентами шихти.

Верхні границі вмісту CrB_2 і W_2B_5 обмежувались умовами спікання, при яких температура і тиск не перевищували значень, відповідно 850°C і 160МПа. При цих умовах з отриманих кінетичних рівнянь визначали ті мінімальні значення енергії активації системи, для яких кінетичні параметри m і n наближувались до значень, відповідно 1/3 і 4 на етапі ущільнення. Та кількість CrB_2 або W_2B_5 чи їх сума, при яких $m=1/3$ і $n=4$, а енергія

активація набуває найменших значень і є суттєвою для формування найкращої структури і властивостей матеріалу.

На фіг.1 представлено порівняльний аналіз структури абразивовмісного матеріалу за прототипом і за винаходом, де на фіг.1а показано структуру спеченого зразку за прототипом і, відповідно, на фіг. 1б - за винаходом.

На фіг.2 показано растровомікроскопічні зображення поверхні зчеплення алмазного зерна з компонентами зв'язки абразивовмісного матеріалу, відповідно, за прототипом фіг.1а і за винаходом –1б.

Пропонований матеріал виготовляли таким чином: компоненти шихти рівномірно перемішувалися і брикетувалися в металевій прес-формі під тиском 400МПа. Спінання зразків здійснювали в муфельній печі при температурі 850°C протягом однієї години. Потім виконували гаряче допресовування під тиском 160МПа, охолодження і розбирання прес-форми.

Приклад 1

Для спікання зразків абразивовмісного матеріалу розмірами 40,0 x 10,0 x 3,2мм була виготовлена шихта, що містить синтетичні термостійкі алмази марки АС 125Т з розмірами частинок 315-400мкм (8,0 мас. %), порошок заліза (47 мас. %), порошок міді ПМС-1 (21 мас. %), порошок нікелю (9,0 мас. %), порошок олова ПО1 (7,5 мас. %) і діборід хрому (7,5 мас. %) з розмірами частинок 5-10мкм.

Після виготовлення була проведена механічна обробка і доведення спечених зразків до стану, придатного для дослідження структури і механічних властивостей. На скануючому електронному мікроскопі (РЗМ) BS-340, оснащеному системою цифрової обробки зображення і енергетичним аналізатором рентгенівських спектрів "Link-860" виконувався якісний аналіз розподілення фаз на основі цифрових зображень в характерному випромінюванні елементів характерних фаз. Після структурного аналізу виконували дослідження фізико-механічних властивостей готових зразків. Проведені дослідження показали, що кінцевий склад зразків суттєво відрізняється від початкової шихти.

Введення дібориду хрому дозволило утворити тверді розчини і нові активні фази і їх тривимірне зростання на всьому проміжку спікання, які стимулювали дифузійні процеси, що дало змогу рівномірно розподілитись усім елементам системи по об'єму матеріалу, дифундувати на поверхню алмазів і створити міцні зв'язки із зв'язкою. Після цього визначали питомі витрати алмазного порошку, після різання кварцевого пісковику об'ємом 1,0м² площі різання відрізними кругами діаметром 320мм, на якому припаяно 21 зразок таких матеріалів.

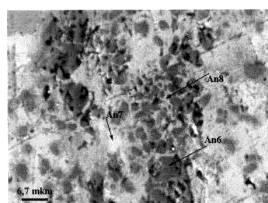
Приклади 1-3 (див. таблицю) наведено для тих випадків, які стосуються заявлених ознак. Приклади 4-5 - за межами заявлених ознак, приклади 6-7 - пропонований матеріал за п.2 формули винаходу. Приклад 8 - відтворення алмазовмісного матеріалу за прототипом. Зміну складу алмазів і компонентів порошку металів досягали за рахунок виконання окремої шихти для кожного зразку матеріалу.

Як видно з таблиці, завдяки пропонованому винаходу підвищується мікротвердість у три рази, границя міцності при стиску на 190МПа, твердість по шкалі Роквелла на 15 HRB і стійкість проти абразивного зрощування удвічі в порівнянні з прототипом. Найкращі результати досягаються при додаванні W₂B₅ згідно п.2 формули винаходу.

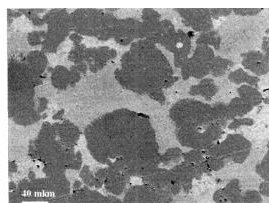
Абразивовмісний матеріал згідно винаходу, може бути використаний як для відрізних і шліфувальних алмазних кругів і свердл для різання, шліфувальних і свердл високіабразивних гірських порід і спеціальних середовищ при використанні охолодження (включаючи і його відсутність). Завдяки специфічності фізичних і хімічних властивостей використання вказаного абразивовмісного матеріалу стає можливим виконати якісну, надійну пайку і без використання проміжних підкладок.

Таблиця

Об'єкт випробувань	№ п/п	Склад абразивовмісного матеріалу, мас. %							Показники ефективності				Примітки
		Абразив	Fe	Cu	Ni	Sn	CrB ₂	W ₂ B ₅	Мікротвердість, ГПа	Твердість, HRB	Модуль міцності при стиску, МПа	Стійкість проти абразивного зрощування, карат/м ² пл.р	
Абразивовмісний матеріал згідно винаходу	1	8	47	21	9	7,5	7,5	-	5,8	110	760	0,75	
	2	2	48	22	10	8	10	-	6,0	114	810	0,99	
	3	15	45	20	8	7	5	-	5,4	109	720	0,77	
	4	10	47	20	12	8	3	-	2,1	95	540	1,60	Матеріал неспікається
	5	8	40	23	9	8	12	-	2,0	95	550	1,61	Матеріал неспікається
	6	5	45	20	9	8	8	5,0	-	-	-	-	
	7	10	45	20	9	9	6,9	0,1	-	-	-	-	
Абразивовмісний матеріал за прототипом	8	6	56	17	13	8			2,1	95	570	1,59	

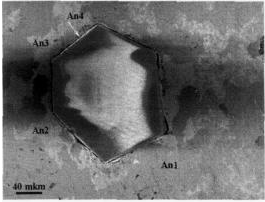


а)

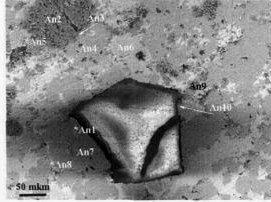


б)

Фіг.1



a)



б)

Фиг.2