

Розраховані значення даних напружень, а також порівняння їх з практичними наведено в таблицях 7 і 8.

Отже, ефективність використання бандажу знаходиться в межах 6,13%-17,4% по напруженнях від дії поздовжньої сили і 19,8%-34,8% для дотичних напружень, що виникають у результаті дії внутрішнього тиску.

Різниця між теоретичними і експериментальними даними є незначна, що вказує на правильність проведення і обробки даних експерименту.

Висновки

1. Проведено експериментальне дослідження визначення ефективності використання бандажу на балонах різних геометричних розмірів.

2. Проведено порівняння теоретичних значень дотичних напружень і напружень, що виникають у результаті дії поздовжньої сили, від

вують процес спікання композиту і поліпшують потрібні його фізико-механічні властивості.

При спіканні під тиском у таких матеріалах проходить ряд складних процесів: дифузія кобальту в карбід вольфраму, зміна механізмів значень цих напружень, отриманих експериментальним шляхом.

Література

1. Писаренко Г.С., Квітна О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів /за ред. Г.С. Писаренка. – К.: Вища школа, 1993. – 655 с.

2. Копей Б.В., Розгонюк В.В., Максимук О.В., Щербина Н.В., Найда А.М. Зміцнення пошкодженої сталеві труби композитним бандажем: модель і розрахунок // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2003. – №5(5). – С.31-36.

3. Безвербный А.Ф. Силовые и геометрические соотношения в многослойных трубах и сосудах давления / В кн.: Многослойные сварные конструкции и трубы. – К.: Наук. думка, 1984. – С. 296-302.

УДК 548.39:539.2

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОНТАКТУ АЛМАЗ-МАТРИЦЯ ТА ЗНОСОСТІЙКОСТІ БУРОВИХ ВСТАВОК НА ОСНОВІ ВК6 З ДОДАТКАМИ CrB₂

М.О.Бондаренко, В.А.Мечник, О.Г.Кулик

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля НАН України,
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2, тел. (044) 4675625, e-mail: bond@eism.kiev.ua

В работе показано, что введение CrB₂ в композицию на основе С_{алмаз}-ВК при спекании по специально подобранному технологическому режиму совершенствует металлическую зону вокруг алмаза и повышает механические характеристики буровых вставок. Выявлено, что при этом в композиции происходит перераспределение компонентов как в алмазном слое, так и в матрице и образуется на контакте алмаз-матрица достаточно сильная химическая связь. Эти обстоятельства существенно повышают износостойкость и качество таких вставок.

In the work it has been shown that introduction of CrB₂ into C_{diamond}-(WC-Co)- based composition during sintering in specially chosen technological conditions improves the metal region around diamond and increases mechanical characteristics of boring inserts. There has been found that with this in the composition the redistribution of components takes place both in diamond layer and in carbide substrate, and enough strong chemical binding occurs on "diamond-matrix" contact. These circumstances essentially increase wear-resistance and quality of such inserts.

Проблема створення надтвердих композитних матеріалів (НКМ) з високими фізико-механічними властивостями зумовлена вимогами промисловості, зокрема застосуванням НКМ для виготовлення бурового інструменту. Бурові вставки виготовляють методами порошкової металургії під дією високих температур і тисків. У початковому стані ці матеріали складаються з суміші частинок природних чи штучних алмазів із дрібнішими частинками порошкових матеріалів. Для бурових вставок частіше використовують матриці на основі вольфрамокобальтових сплавів групи ВК. В ці системи інколи вводять різноманітні добавки, які акти-

перенесення маси, хімічні реакції між компонентами шихти, утворення нових фаз і пасивне переміщення алмазів, їх взаємодія з елементами шихти. Деякі з цих процесів проходять одночасно, інші послідовно.

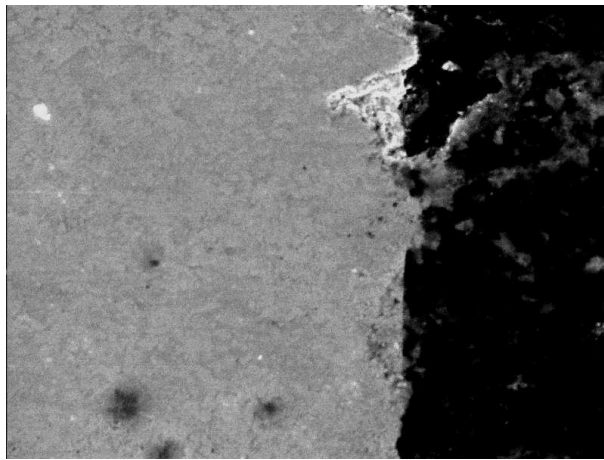
Відомо [1-3], що при спіканні композитів із суміші порошкових матеріалів тиск і температура збільшують парціальні коефіцієнти дифузії, інколи на декілька порядків. При цьому зменшується енергія активації дифузії, збільшуються швидкості хімічних реакцій та усадки. Вивчення впливу тиску і температури спікання на утворення міцного контакту алмаз-матриця є

необхідним етапом в прогнозуванні процесів, які забезпечують високі фізико-механічні властивості та зносостійкість бурових вставок.

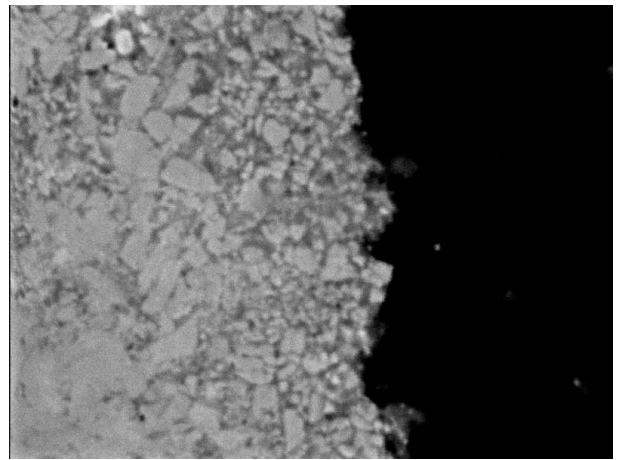
Міцність зв'язку алмаз-матриця, як важлива характеристика НКМ, залежить від багатьох факторів і пояснюється молекулярною, елект-

Спорядження комірки для спікання виконували згідно з вимогами виробництва бурових вставок на основі матеріалу славутич.

Зразки № 1 спікали в графітовому середовищі в інтервалі температур 300-1800 К і тисків 0,8-15,0 МПа протягом 720С згідно зі стандар-



а)



б)

Рисунок 1 — Структура металевої зони навколо алмазу після спікання зразків № 1 (а) і № 2 (б), X400

ростатичною і хімічною взаємодіями та металевим зчепленням. Частіше міцність зчеплення зумовлена одночасною дією вказаних факторів. При цьому вплив кожного з них залежить від природи і властивостей матеріалів, умов їх отримання і технологічних режимів спікання композиту. У [5-7] було показано, що адгезійно-активні до алмазу добавки такі як титан, хром і ванадій, зменшують крайовий кут змочування. Невеликі добавки хрому, титану і ванадію забезпечують міцність зчеплення алмазу з розплавом, який затвердів до 312 МПа. У [8, 9] було показано, що добавки дібориду хрому в шихту при спіканні за спеціально підібраними технологічними режимами істотно підвищують механічні властивості НКМ, забезпечують щільний контакт алмаз-матриця через утворення досить міцних хімічних зв'язків алмазів з матрицею і підвищують стійкість композиту проти спрацювання. До найважливіших характеристик НКМ відносяться зносостійкість, висока міцність проти руйнування від втомленості і пластичних деформацій. Дослідження побудови металевої зони навколо алмазу, зношування бурових вставок на основі ВК з додатками CrB_2 , механізму взаємодії матриці з алмазом та перерозподіл компонентів в об'ємі виробу нам не відомі.

Зразки бурових вставок діаметром 10 мм спікали із суміші порошоків 94 WC-6Co, мас. % розмірами зерен від 3 до 5 мкм (зразки № 1) і аналогічної суміші з додатками CrB_2 із загальним вмістом домішок менше 0,7 мас. % (зразки № 2). У шихту для робочих частин вставок додавали природні алмази зернистістю 800/630 мкм з відносною концентрацією 100% (що відповідає 4,4 карат на 1 см³). Порошки готували в спиртовому середовищі. Шихту з алмазами перемішували в барабані протягом 36 годин.

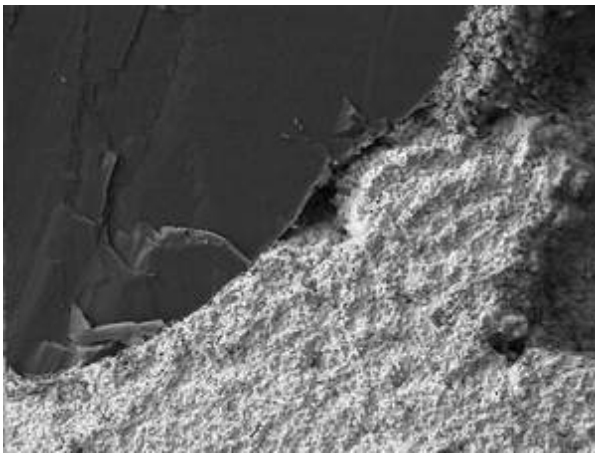
тним технологічним режимом. Зразки № 2 з додатками CrB_2 спікали за особливими технологічними режимами. Для дослідження поверхні зламу контакту алмаз-матриця були спечені пластини розмірами 5x5x21 мм за технологією і складом, аналогічно зразкам № 1 і № 2. Після дослідження зносу було зроблено шліфи з робочої і бокової поверхні зразків.

Дослідження мікроструктури і хімічного складу проводили на растровому електронному мікроскопі (РСМ) BS-340, який оснащений системою цифрової обробки зображення і енергетичним аналізатором рентгенівських спектрів "Link-860". Дослідження мікротвердості виконували на мікротвердометрі ПМТ-3 індентором Віккерса при навантаженні 50 Г ($\approx 0,49$ Н). Відбитки наносили на відстані 10 мкм від межі алмаз-матриця і до 50 мкм від неї. Розміри відбитків вимірювали на універсальному мікроскопі NU-2E фірми Carl Zeiss Jena при збільшенні 750 в режимі фазового контрасту. Зносостійкість зразків досліджено на спеціальному стенді ШПС-73М при шліфуванні кварцитового пісковика твердістю за штампом $R_{\text{шт}}=270\div 320$ кГ/мм² з вертикальним навантаженням на одну вставку $P=50$ кГ, лінійній швидкості обертання 4 м/с протягом 600С.

Оцінку інтенсивності зношування бурових вставок в лабораторних умовах проводили за двома показниками: відношенням втрати маси робочої частини вставки до шляху її тертя по поверхні породи, (I_s) г/м; відношенням втрати маси робочої частини вставки до об'єму зруйнованої породи, (I_g) г/м³.

Мікрорентгеноспектральні дослідження засвідчили, що структури зразків істотно відрізняються залежно від складу шихти і умов її спікання (рис. 1). У структурі зразків № 1 спо-

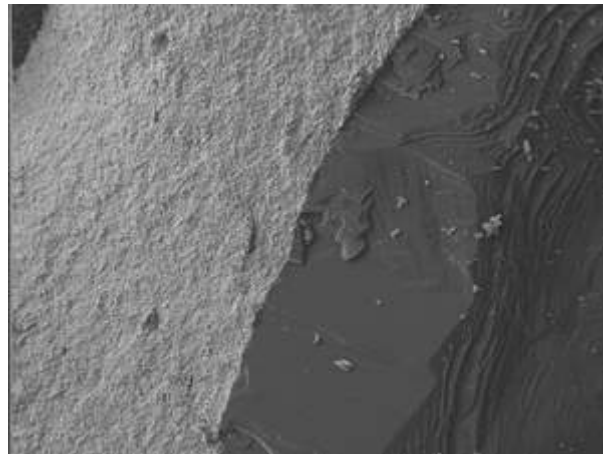
стерігаються тріщини і транскристалітні сколювання (рис. 1, а). У металевій зоні навколо алмазу на відстані 10 мкм від межі контакту алмаз-матриця спостерігається вміщення кобальту в два рази більше, ніж на відстані 50 мкм від цієї межі.



а)



б)



в)

Рисунок 2 — Поверхні зламу зразків № 1(а, б) і № 2 (в). а, X500; б і в, X200

При введенні в шихту дібориду хрому структура зразків № 2 стає більш досконалою і дисперсною (рис. 1, б). Контакт алмаз-матриця не містить тріщин і транскристалітних сколів. Подальше збільшення тиску пресування і швидкості нагрівання зразків № 2 сприяє подібненню структури зі зменшенням розмірів складових матриці і більш рівномірному розподілу компонентів у металевій зоні навколо алмазу (рис. 1, б). У цих зразках частинки дібориду хрому можуть мігрувати по висоті вставки залежно від умов спікання і впливати як на розподіл компонентів у металевій зоні навколо алмазу, так і на твердість матриці. Так, мікротвердість зразків № 1 у матриці на відстані 50 мкм від межі алмаз-матриця мала значення 21,5 ГПа, у зразках № 2 – 25,2 ГПа, а на відстані 10 мкм від цієї межі – відповідно 13,3 і 23,5 ГПа.

випадання алмазів з матриці (рис. 2, б). Ці обставини вказують на те, що високоякісні алмази, не використавши своїх потенційних можливостей, передчасно випали з матриці, що істотно зменшує стійкість цього композиту до спрацювання. Характерною особливістю зразків № 2 порівняно з №1 є те, що контакт алмаз-матриця після зламу зразка залишається щільним, металева зона навколо алмазу не містить пор та порожнин, а структура дрібнозерниста (рис. 2, в). Випадання алмазів з матриці в цих зразках не спостерігається, злам матриці відбувається по тілу алмазу. Хвильова поверхня зламу алмазів свідчить про їх високі фізико-механічні властивості і відповідно добре утримування їх матрицею за рахунок утворення досить міцного хімічного зв'язку на контактні алмаз-матриця.

Результати вивчення мікроструктури та мікротвердості стандартного та дослідного композитів добре узгоджуються з лабораторними дослідженнями інтенсивності зношування I_s та I_g і різальної спроможності матеріалів (об'єм зруйнованої породи за час випробування), які наведено в таблиці 1.

риця не тільки завдяки доброму змочуванню алмазу рідкою фазою, а переважно через утворення досить міцного хімічного зв'язку на його граничній поверхні.

Слід відзначити, що добавки CrB_2 в шихту суттєво змінюють вміст кобальту і карбиду вольфраму в композиції.

Таблиця 1 — Результати лабораторних досліджень бурових вставок

№ зразка	Склад композиту	Інтенсивність зношування		Різальна спроможність $\times 10^{-6}$, $m^3/600C$
		$I_p (\times 10^{-6}$, г/м)	$I_g (\times 10^3$, г/м ³)	
1.	$C_{алмаз}$ -BK6	1752	14,1	298
2.	$C_{алмаз}$ -(BK6- CrB_2)	885	11,6	182



а)



б)

Рисунок 3 — Загальний вигляд робочої поверхні бурових вставок після їх дослідження на знос №1 (а) і №2 (б), X24

Як видно з даних, наведених у таблиці, інтенсивність зношування бурових вставок з додатками дібориду хрому I_s у 2 рази, а I_g на 20% нижчі, ніж у стандартних вставках. Деяке (на 40%) зниження різальної спроможності свідчить про те, що ці вставки доцільно використовувати при оснащенні калібраторів, розширювачів, калібруючої поверхні доліт і бурильних головок. Оснащення бурових вставок алмазно-твердосплавними пластинами призведе до значного підвищення продуктивності та зносостійкості цих інструментів.

Дослідження інтенсивності зношування показали, що бурові вставки з додатками CrB_2 мають ряд переваг порівняно зі стандартними. Найважливішим є те, що в жорстких умовах зношування (присутність великих навантажень і вібрацій) алмази в зразках № 2 не випадали з матриці (рис. 3, б), в той час, як у стандартних зразках переважна їх кількість випали (рис. 3, а). Ці обставини свідчать про те, що добавки CrB_2 в шихту на основі BK6 і спікання матеріалу за особливими технологічними режимами забезпечують міцний і надійний контакт алмаз-мат-

На рис. 4 зображено розподіл кобальту в дослідних зразках по висоті вставки. У стандартному зразку № 1 вміст кобальту в робочій частині при переході до межі робоча частина – матриця (перехідна зона) зменшується від 4 до 3 мас. %, у перехідній зоні коливається близько 3 мас. %, а в матриці спостерігається зростання від 3 до 6 мас. % (рис. 4).

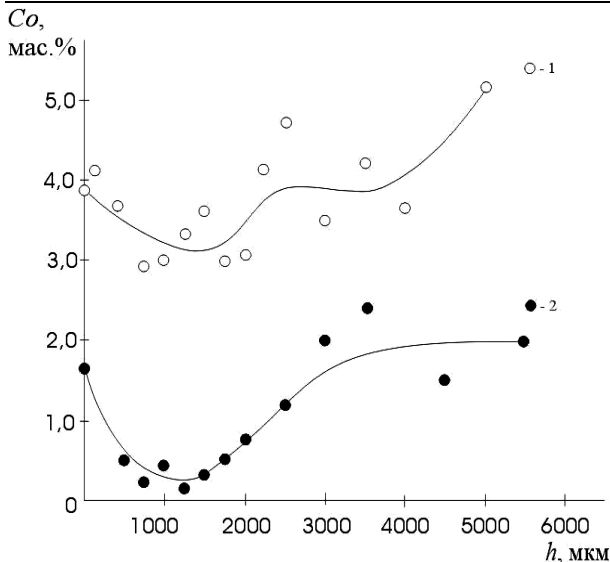


Рисунок 4 — Розподіл кобальту по висоті зразків №1 (1) і №2 (2)

Кількість кобальту в зразках № 2 менша, ніж у зразках № 1. У робочій частині цього зразка при переході до перехідної зони вміст кобальту зменшується від 1,5 до 0,5 мас. %, у перехідній зоні коливається близько 0,5 мас. %, а в матриці зростає від 0,5 до 2 мас. %. З аналізу отриманих результатів випливає, що введення дібориду хрому в шихту стандартних зразків, а також оптимізація технологічних режимів спікання сприяє міграції кобальту з робочої частини в матрицю, а карбиду вольфраму — з матриці в робочу частину вставки.

Узагальнюючи отримані результати, зробимо висновок, що додавання в шихту $S_{\text{алмаз-ВК6}}$ дібориду хрому, а також оптимізація технологічних режимів спікання сприяє подрібненню структури металеві зони навколо алмазу, покращує необхідні фізико-механічні властивості композиту, істотно збільшує міцність контакту алмаз-матриця через утворення досить міцного хімічного зв'язку на граничній поверхні цього контакту і підвищує зносостійкість бурових вставок порівняно зі стандартними до 2 разів.

Література

УДК 62.592.113

ВПЛИВ РОЗМІЩЕННЯ ФРИКЦІЙНИХ НАКЛАДОК НА ГАЛЬМІВНІЙ СТРІЦІ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СТРИЧКОВО-КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА БУРОВОЇ ЛЕБІДКИ

Я.Б.Сторож

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42102,
e-mail: slastor@ukr.net

Проведен анализ сил, действующих на отдельный тормозной узел ленточно-колодочного тормоза с переменным шагом размещения фрикционных накладок на тормозной ленте. Установлены аналитические зависимости между тормозным моментом, натяжением ленты, коэффициентом трения и конструктивными параметрами тормоза. Дано обоснование метода выбора рационального расположения и количества фрикционных накладок на длине охвата тормозной ленты. Показаны преимущества предложенной компоновки фрикционных узлов.

The analysis of forces exerted on a single brake unit of the band-shoe brake with a variable step of the friction shoes placed on the brake band is carried out. The analytical relationships between the brake moment, tension of the band, coefficient of friction, and design features of the brake are established. The substantiation of the technique for choice of a rational placing and quantity of frictional shoes on the brake band length of contact is given. The advantages of the offered placing of frictional units are shown.

1. Герцирикен С.Д., Дехтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе. — М., 1960. — 564 с.

2. Хермель В., Кийбак Б., Шатт В. и др. Процессы массопереноса при спекании. — К.: Наукова думка, 1987. — 152 с.

3. Жорин В.А., Макарова И.Ф., Ген М.Я., Ениколопян Н.С. Образование твердых растворов металлов при пластическом течении под

Відомо, що стрічково-колодковим гальмам бурових лебідок притаманні такі недоліки: гальмівний вал згинається під дією значних зусиль, високим тиском // Докл. АН СССР. — 1981. — Т. 261. — № 2. — С.405-408.

4. Поверхностные свойства расплавов и твердых тел и их использование в материаловедении / Под ред. Найдича Ю.В. — К.: Наук. думка, 1991. — 280 с.

5. Scott P., Nicholas M., Dewar B. The wetting and bonding of diamonds by copper-base binary alloys // I.Mater.Sci.-1975. 10, № 11. — P.1833-1840.

6. Martiner D., Nicholas M., Crispin R. The compatibility of carbon with copper alloys containing chromium, titanium or vanadium // Carbon fibres. Their place in modern technology. — 1974. — 43. — P.101-104.

7. Найдич Ю.В., Уманский В.П., Чувашов Ю.Н., Лавриненко И.Л. Адгезия жидких и отвержденных сплавов Cu-Ga-Cr к алмазу // Сверхтвердые материалы. — 1980. — №1. — С. 3-6.

8. Мечник В.А., Бондаренко Н.А., Кулик О.Г., Жуковский Н.А., Панов А.В., Кузьминская О.М. Влияние добавки CrV_2 на структуру и свойства алмазного композита на основе Fe-Cu-Ni-Sn // Сб. науч. трудов: Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент — техника и технология его изготовления. — К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2003. — С. 250-255.

9. Бондоренко Н.А., Мечник В.А., Жуковский А.Н., Панов А.В., Трескин В.П. Новые породоразрушающие элементы для алмазного бурового инструмента // Сб. науч. трудов: По-