

Ключові слова: політетрафторетилен (ПТФЕ), надвисокомолекулярний поліетилен (СВМПЕ), порошки природних алмазів (ППА), композиційний матеріал алмазовмісних, структура композитів, самозаточування, працездатність.

Employment possibility of fluorated and nofluoreted amorphous –crystalline liner polyolefins with low surface energy as polymer matrix for efficient dimond instruments developments is proved.

Key words: polytetrafluorethylene (PTFE), ultra-high molecular polyethylene (UHMPE) powders of natural diamonds (PND), diamond-bearing composite material, structure of composites, self-sharpening, efficiency.

Литература

1. Адрианова О. А., Попов С. Н., Шиц Е. Ю. Перспективы создания абразивного инструмента на основе самосмазывающихся полимеров и алмазов различной дисперсности// Трение и износ.– 1998.– Т. 19. № 1.– С. 71–74.
2. Абразивный инструмент на основе полимеров и технических алмазных порошков природного происхождения для обработки камнецветного сырья / Е. Ю. Шиц, Е. С. Семенова, С. Г. Попова, Н. Н. Петрова // Значение промышленных минералов в мировой экономике: Месторождения, технология, экономическая оценка: Сб. докл.– М.: ГЕОС, 2006.– С. 124–127.
3. Шиц Е.Ю., Семенова Е.С., Корякина В.В. Технологические аспекты создания абразивного инструмента на алмазосодержащей полимерной основе// Химическая технология.– 2010.– №.11.– С. 677–683.
4. Алмазный инструмент// Отраслевой каталог.– М.: ВНИИТЭМЭР, 1989.– 143 с.
5. Исследование структурной организации композитов абразивного назначения на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и порошков природных алмазов (ППА) / Е. Ю. Шиц, Е. С. Семенова, В. В. Корякина, А. С. Сыромятникова // Пластические массы.– 2009.– № 9.– С. 30–33.
6. Okhlopkova A. A., Shitz E. Yu. Structure and properties of Teflon composites with natural diamond powders// Mechanics of Composite Mater. 2004.– Vol. 40. – N 2.– P. 145–150.
7. Шиц Е. Ю., Семенова Е. С., Охлопкова А. А. Исследование триботехнических и эксплуатационных характеристик алмазосодержащих материалов на основе СВМПЭ и ПТФЭ//Трение и износ.– 2008.– Т. 29.– № 1.– С. 64–68.
8. Пат. 2164522 РФ, МКИ С08J 5/14. Композиционный алмазосодержащий полимерный материал для абразивного инструмента/ Е. Ю. Шиц, А. А. Охлопкова, М. Д. Соколова, А. А. Васильев.–Заяв. 27.07.1999; Оpubл. 27.03.01; Бюл. № 9.
9. Пат. 2326136 РФ, МКИ С08J 5/14. Композиционный алмазосодержащий полимерный материал для абразивного инструмента/ Е. Ю. Шиц, А. А. Охлопкова, Е. С. Семенова и др.– Заяв. 23.03.2006; Оpubл. 10.06.2008, Бюл. № 16.

Поступила 20.06.11

УДК 621.9.048.3:621.921

О. Ф. Саленко, д-р техн. наук, **М. В. Костюнін**, **А. М. Федотсьєв**, канд. техн. наук

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського м. Кременчук, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ОДИНИЧНОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА ІЗ ПОВЕРХНЕЮ ОБРОБЛЮВАНОВОГО ТВЕРДОГО СПЛАВУ

Досліджено взаємодію одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву при обробці методом гідроабразивного різання шляхом проведення віртуального експерименту. Отримано математичну модель для визначення величини напруження у зоні взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву.

Ключові слова: гідроабразивне різання, абразивне зерно, твердий сплав.

Тверді сплави – тверді і зносостійкі металеві матеріали, здатні зберігати ці властивості при 900–1150 °С. В основному виготовляються на основі карбідів вольфраму (WC), титану (TiC), танталу (TaC), при різному вмісті кобальту (Co). Тверді сплави знаходять широке застосування в промисловості для виготовлення формуютьовального інструменту: штампів, прес-форм, фільтер, різальних пластин і ін. Найбільшого поширення набули тверді сплави групи WC–Co. Електрофізичні і механічні методи, що традиційно використовуються для обробки такого роду матеріалів, тісно пов’язані зі значним спрацюванням інструменту, малою продуктивністю, або не забезпечують необхідної точності і шорсткості поверхні [1]. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є застосування методу гідроабразивного різання.

Так як при гідроабразивному різанні в процесі різання участь приймають зерна абразивного матеріалу, метою роботи є дослідження взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею твердого сплаву.

Процес пластичних деформацій, що відбуваються в матеріалі при обробці, значно впливає на якість поверхні деталей. У різних видах абразивної обробки, в тому числі і при гідроабразивному різанні, пластична деформація спричиняє різний вплив на якісні характеристики поверхневого шару. Міра впливу пластичної деформації залежить від технологічних режимів обробки, характеристик абразивного матеріалу і фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

При проникненні вершини абразивного зерна в оброблюваний матеріал хвилі пластичної деформації охоплюють не лише зрізаний шар, але і матеріал, розташований попереду по ходу руху зерна (рис. 1). Матеріал поверхні, що утворилася біля самої ріжучої кромки абразивної частки, піддається дії нормальної стискаючої сили і сили тертя, що діє у напрямі лінії зрізу. Нормальна сила викликає деформацію стискання, а сила тертя – деформацію розтягування в поверхневому шарі оброблюваного матеріалу. Таким чином, в процесі мікрорізання поверхневий шар обробленої деталі піддається неоднорідній пластичній деформації, що затухає по глибині шару. Поверхневий шар матеріалу при механічній обробці піддається пружно-пластичній деформації під дією нормального і дотичного напруження, яке змінює відстані між атомами і зміщує їх усередині кристалічної ґратки. Ці зміни призводять до пружного викривлення кристалічної ґратки. Якщо напруження в матеріалі досягне критичних значень, то переміщення атомів усередині кристалічної ґратки будуть значними. Це викликає зрушення або переміщення однієї частини кристала відносно іншої і призводить до пластичної деформації [2, 3].

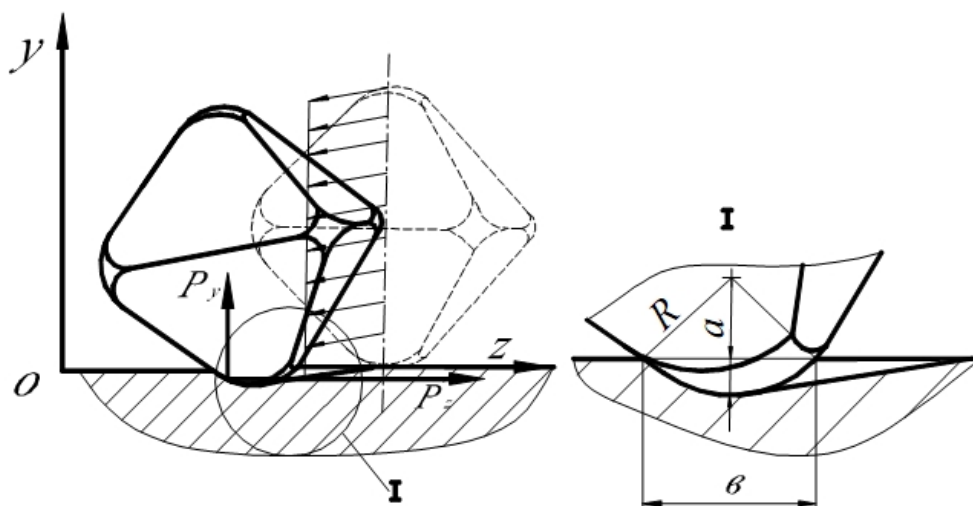


Рис. 1. Схема взаємодії абразивного зерна і оброблювальної поверхні

При абразивній обробці матеріалів має місце пластичне деформування поверхневого шару і наклепування, в результаті чого оброблювана поверхня зміцнюється, підвищується її мікротвердість і змінюються фізичні властивості [2, 3].

Для поставленої мети було розроблено віртуальну модель у програмному середовищі Solid-Works (рис. 2), яка дозволяє дослідити процес взаємодії одиничного зерна з поверхнею оброблюваного матеріалу.

В якості оброблювального матеріалу було вибрано тверді сплави марок ВК з вмістом кобальту 3, 8, і 15 % відповідно. Необхідні механічні властивості складових сплавів представлені в табл. 1 [4].

В якості абразиву було вибрано Si_2O_3 , фізико-механічні властивості якого представлені у табл. 2.

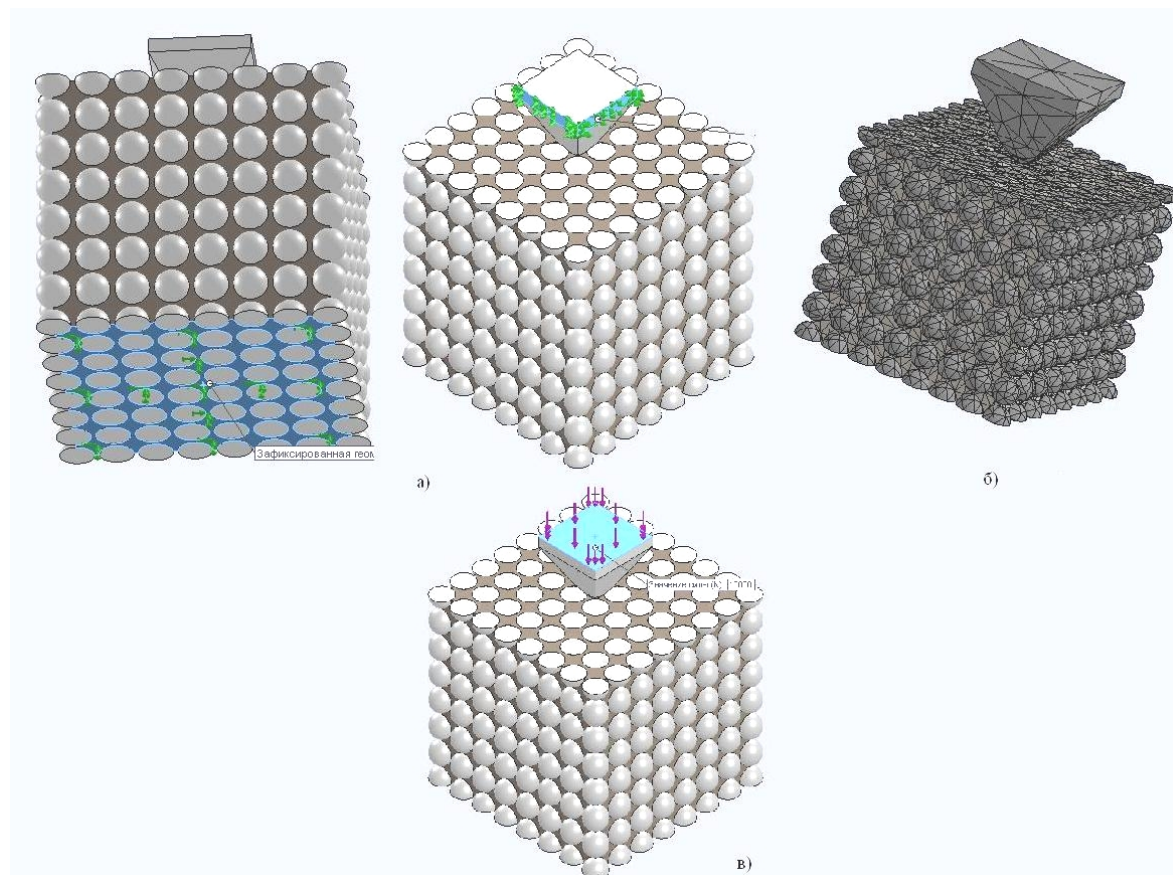


Рис. 2. Віртуальна модель взаємодії абразивного зерна і оброблювальної поверхні: а) кріплення; б) сітка моделі, що складається з тетраїдальних елементів; в) навантаження, що діє на абразивне зерно

Таблиця 1. Механічні властивості складових твердих сплавів, що необхідні для проведення віртуального експерименту

Назва	WC	Co
Модуль пружності, Н/м^2	$6,08 \cdot 10^{11}$	$2,11 \cdot 10^{11}$
Коефіцієнт Пуассона	0,31	0,31
Модуль зсуву, Н/м^2	$2,74 \cdot 10^{11}$	$8,8 \cdot 10^{11}$
Масова густина, кг/м^3	15800	8900
Границя міцності при розтягуванні, Н/м^2	$31 \cdot 10^7$	$23,5 \cdot 10^7$
Границя міцності при стисканні, Н/м^2	$35 \cdot 10^7$	
Коефіцієнт теплового розширення, $1/\text{К}$	$3,9 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^5$
Теплопровідність, $\text{W}/(\text{м} \cdot \text{К})$	293	69
Питома теплоємність, $\text{J}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	89,8	410

В ході дослідження було проведено трьохфакторний експеримент [5] з метою отримання математичної моделі для визначення величини напруження у зоні взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву.

В якості змінних факторів прийнято процентний вміст зв'язки в сплаві (ϵ), середній розмір зерна у твердому сплаві (R), та навантаження (F), що діє на абразивне зерно. Кодування змінних факторів приведено в табл. 3.

Таблиця 2. Фізико-механічні властивості Si₂O₃

Назва	Si ₂ O ₃
Модуль пружності, Н/м ²	2,88·10 ¹¹
Коефіцієнт Пуассона	0,25
Модуль зсуву, Н/м ²	1,2·10 ¹¹
Масова густина, кг/м ³	3240
Границя міцності при розтягуванні, Н/м ²	76·10 ⁷
Границя міцності при стисканні, Н/м ²	
Коефіцієнт теплового розширення, 1/К	3
Теплопровідність, W/(м·К)	17
Питома теплоємність, J/(кг·К)	69

Таблиця 3. Кодування змінних факторів

Рівень факторів	ε		R, мкм		F, Н	
	x ₁	lnx ₁	x ₂	lnx ₂	x ₁	lnx ₁
Верхній (+)	0,15	-1,89	3,5	1,25	12000	9,39
Основний (0)	0,08	-2,53	3	1,1	10000	9,21
Нижній (-)	0,03	-3,51	2,5	0,92	8000	8,99

Отримані в ході віртуального експерименту результати представлені на рисунку 3.

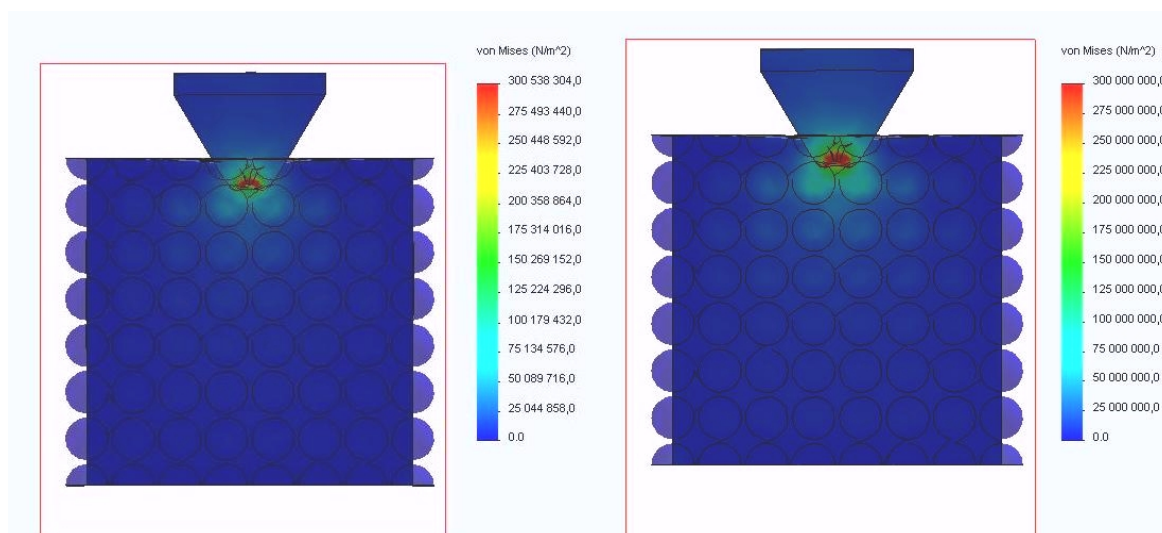


Рис. 3. Результати експерименту для 1 і 5 дослідів відповідно

У таблиці 4 приведено матрицю планування 2³, а результати експериментів, і розрахунку критеріїв Кохрена (G), Стьюдента ($s^2\{b_i\}$), та дисперсії адекватності (s_{ad}^2) [5].

Розраховані критерії вказують на те, що розроблена математична модель адекватно описує досліджуваний процес у вибраних межах змінюваних факторів.

Математична модель, розроблена в ході експерименту, має вигляд:

$$\sigma = e^{6,57} \cdot F^{0,064} \cdot R^{-0,62} \cdot \varepsilon^{0,0001} \quad (1)$$

Було побудовано поверхні залежності напруження у зоні взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву при незмінних процентному вмісті зв'язки в сплаві (ε), середньому розмірі зерна у твердому сплаві (R), та навантаженні (F) відповідно. Графіки цих поверхонь представлені на рисунку 4.

В результаті проведених досліджень взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву на основі віртуальної комп'ютерної моделі встановлено величину напруження, що виникає в зоні взаємодії, досліджено вплив початкових параметрів на величину напруження, а також розроблено математичну модель для визначення величини напруження у зоні

взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву. Отримана модель дозволяє оцінити вплив основних факторів процесу гідроабразивного різання заготовок із твердого сплаву на етапі віртуального есперименту і зменшити обсяги натурних експериментів.

Таблиця 4. Матриця планування 2³ і результати експериментів

№ точки ν	x_0	x_1	x_2	x_3	Напруження в зоні взаємодії σ , Н/м ² . ($\ln \sigma$)		Критерії		
					\bar{y}_ν	$M\{\bar{y}_\nu\}$	G	$s^2\{b_i\}$	$S_{ад}^2$
1	+	-	-	-	565	6,3544	0,119	0,007	0,029
2	+	+	-	-	705	6,5582			
3	+	-	+	-	670	6,5073			
4	+	+	+	-	515	6,2442			
5	+	-	-	+	850	6,7452			
6	+	+	-	+	1050	6,9565			
7	+	-	+	+	720	6,5793			
8	+	+	+	+	645	6,4693			
b_i	6,55	0,0052	-0,102	0,136					

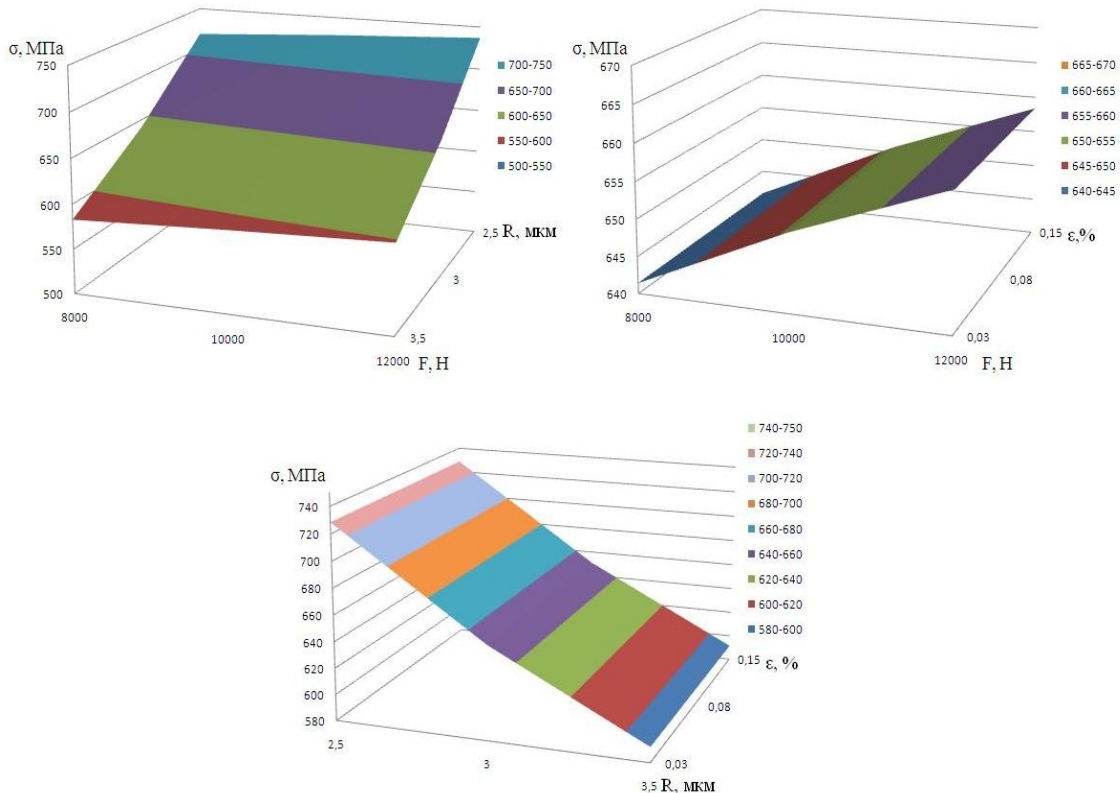


Рис. 4. Поверхні залежності напруження у зоні взаємодії одиничного абразивного зерна із поверхнею оброблюваного твердого сплаву при незмінних процентному вмісті зв'язки в сплаві (ϵ), середньому розмірі зерна у твердому сплаві (R), та навантаженні (F) відповідно

Исследование взаимодействия единичного абразивного зерна с поверхностью обрабатываемого твердого сплава при обработке методом гидроабразивного резания путем проведения виртуального эксперимента. Получено математическую модель для определения величины напряжения в зоне взаимодействия единичного абразивного зерна с поверхностью обрабатываемого твердого сплава.

Ключевые слова: гидроабразивное резание, абразивное зерно, твердый сплав.

Investigational of coupling of single abrasive grain with the surface of work hard metal by hydroabrasive cutting by the way of virtual experimentation. Was received a mathematical model for definition of stress rate in interaction zone of single abrasive grain with the surface of work hard metal.

Key words: hydroabrasive cutting, abrasive grain, hard metal.

Література

1. Самойлов В. С., Эйхманс Э. Ф., Фальковский В. А. и др. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент. М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
2. Крагельский И. В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
3. Тененбаум М. М. Сопротивление абразивному изнашиванию. – М.: Машиностроение, 1976. – 387 с.
4. Киффер Р., Березовский Ф. Твердые сплавы. Перев. с нем. Изд-во «Метталургия», 1971. – 392 с.
5. Хамханов К. М. Основы планирования эксперимента. Методическое пособие для студентов специальностей 190800 "Метрология и метрологическое обеспечение" и 072000 "Стандартизация и сертификация (по отраслям пищевой промышленности)". – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2001. – 50 с.

Надійшла 11.07.11

УДК 622.24 (085). (477.62)

В. П. Бондаренко¹, член-кор. НАН України, **В. П. Ботвинко¹**, канд. техн. наук,
Р. С. Шмегера¹, **Т. А. Косенчук¹**, **Д. В. Ботвинко²**

¹Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

²Национальный технический университет Украины „Киевский политехнический институт”

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ГРАНУЛ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ВК3, ВК3ОМ, ВК6, ВК6ОМ

Исследовано влияние технологических факторов на структуру, микротвердость, разрушающую нагрузку при сжатии твердосплавных гранул из сплавов ВК. Определены оптимальные технологические режимы спекания для изготовления наиболее прочных и твердых гранул.

Ключевые слова: микрогранула, прочность, микротвердость.

В целях повышения эффективности работы бурового инструмента перспективны твердосплавные высокотвердые и износостойкие гранулы. Для изготовления таких гранул выбраны сплавы ВК3, ВК3ОМ, ВК6, ВК6ОМ [1].

Для изготовления гранул из сплавов ВК3 и ВК3ОМ приготовили смеси размолот смеси порошков карбида вольфрама и кобальта в течение соответственно 36 и 200 ч. Гранулы из сплава ВК6 изготавливались из серийной смеси производства КЗТС (Кировоградского завода твердых сплавов), гранулы из сплава ВК6ОМ изготавливались путем размолот серийной смеси ВК6 в течение 150 ч.

Приготовленные смеси замешивали на 5 %-м растворе синтетического каучука в бензине, протирали через сито с ячейками размером 350 мкм, брикетировали путем прессования. Полученные брикеты протирали через сито с ячейками размером 2 мм. Полученные гранулы обкатывали на сите с ячейками размером 100 мкм. В результате получили крупную фракцию (не прошедшую через сито 100) и мелкую (прошедшую через сито 100) гранул каждого сплава. Далее гранулы сушили в сушильном шкафу в течение 24 ч. и спекали в проходной печи в среде водорода при температуре 1450 °С и вакуумной печи при различной температуре и выдержке 5–6 мин. Полученные спеченные агломераты гранул разделяли на отдельные частицы с помощью массивных твердосплавных пластин. Более склонными к образованию прочных агломератов были мелкие гранулы особо мелкозернистой структуры.

Для приготовления шлифов спеченные гранулы на стальной пластине заливали суперклеем, обеспечивающим прочное закрепление гранул при приготовлении шлифа.

Микротвердость $HV_{0,2}$ гранул определяли прибором ПМТЗ при нагрузке 2 Н. Меньшая нагрузка не позволяла точно измерить микротвердость из-за малого размера отпечатка, а при большей нагрузке часть гранул разрушилась при индентировании.