

**О. П. Виноградова**, кандидат технічних наук, **А. Л. Майстренко**, член-кореспондент НАН України, **Р. С. Шмегера**, **А. С. Манохін.**, **Г. Д. Ільницька**, **Н. О. Олійник**, кандидати технічних наук, **Г. А. Петасюк**, доктор технічних наук, **В. М. Ткач**, доктор фізико-математичних наук, **О. С. Васильчук**, аспірант, **Л. М. Бологова**, провідний інженер.

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України,  
вул. Автозаводська, 2, 04074, г. Київ, Україна e-mail: vinelen@ro.ru*

## АНАЛІЗ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО АЛМАЗОВМІСНОГО МАТЕРІАЛУ

*Вперше досліджено отримані методом магнітної сепарації продукти зношування породоруйнівного елемента із композиційного алмазовмісного матеріалу (КАМ) із NiSn (6 %) та алмазів марки АС 300Т зернистості 400/315 мкм при руйнуванні пісковика Торезького родовища. Визначення хімічного складу та морфометричних характеристик продуктів магнітної сепарації шламу дозволило проаналізувати форму частинок зношування матричного матеріалу породоруйнівного інструменту та частинок продуктів руйнування ним гірської породи, яка свідчить про спільний крихкий механізм їх відколювання від масиву твердого тіла.*

**Ключові слова:** алмазний породоруйнівний інструмент, механізм зношування, матриця.

**Вступ.** Дослідження рельєфу робочої поверхні робочих елементів бурового інструменту дозволяє оцінювати інтенсивність її зношування в залежності як від її хімічного складу, так і від режимних параметрів. Аналіз одиничних відокремлених частинок матричного матеріалу породоруйнівного інструменту відкриває нові можливості для вивчення механізму зношування алмазовмісного композиту, ступеня його пошкодження за даних геотехнічних умов.

**Аналіз літературних джерел.** Інтенсивність зношування алмазного бурового інструменту вимірюється у вагових або лінійних величинах [1, 2]. Трудомісткість цих операцій не завжди дозволяє успішно виконати необхідні виміри в виробничих або лабораторних умовах. Тому, згідно з [3], інтенсивність зношування робочого шару алмазної бурової коронки є величиною прямо пропорційною потужності, що підводиться до вибою, та обернено пропорційною питомому об'ємному зношуванню коронки, углубці коронки за оберт, площі контакту коронки з вибоєм.

Втрата маси матричного матеріалу бурового інструменту, згідно з [4, 5], відбувається внаслідок одномоментного заглиблення частинок шламу гірської породи, в результаті чого на робочій поверхні матриці утворюються подряпини. Пошкодження у вигляді канавок, що розташовуються по концентричних колах на поверхні матриці робочих елементів бурових коронок, автор [6] пояснює, також, дією утворених продуктів руйнування гірської породи у вигляді частинок різної форми і розміру, які частково виносяться через промивні канали коронки потоком рідини, але і, частково, захоплюються алмазами у напрямку обертання.

Про подібну дію абразивних частинок на існуючі тріщини та дислокації у тілі твердого крихкого матеріалу вказано в роботах [7, 8], причому напрямки розповсюдження тріщин, остаточно, впливають на форму відокремлюваної частинки продуктів зношування, тобто зношування представлено хаотичним процесом.

Мікроскопічні дослідження робочої поверхні бурового інструменту [9, 10] дозволили зробити висновок, що в результаті крихкого зношування матриці на робочій поверхні алмазного бурового інструменту утворюється система мікроборозенок, які складаються з мікролунок шириною  $a$ , що залишаються після відколювання мікрочастинок матеріалу матриці (рис. 1).

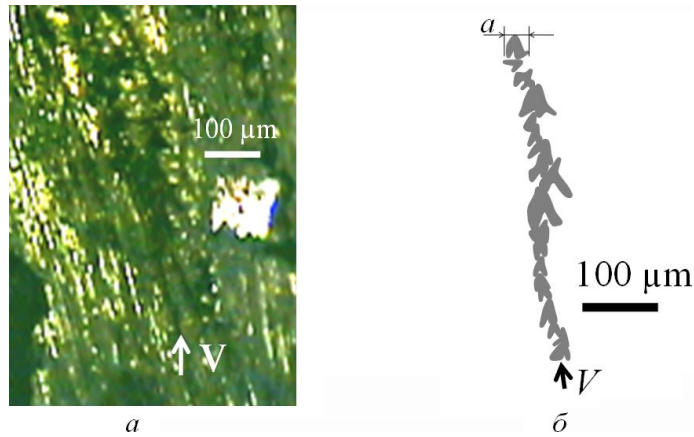


Рис. 1. Загальний вигляд: робочої поверхні матриці алмазного породоруйнівного елемента, з матрицею із NiSn (6 %) (а), V – вектор напрямку утворення мікролунок,  $a$  – ширина одиначної мікролунки; схематичного зображення мікроборозенки у вигляді ланцюга із мікролунок на поверхні матриці (б)

Незалежно від хімічного складу матричного матеріалу (вольфрамо-кобальтовий сплав чи інтерметалід NiSn (6 %) [11], режиму відпрацювання бурового інструменту та його конструкції [12], мікроборозенки у вигляді з'єднаних мікролунок заповнюють всю робочу поверхню бурового інструменту. Проте, відокремити для подальшого аналізу продукти зношування матричного матеріалу алмазного бурового інструменту від продуктів руйнування гірської породи алмазним інструментом не вдавалось.

**Мета роботи** полягає у дослідженні фізико-хімічних характеристик продуктів зношування алмазовмісного породоруйнівного інструменту, відокремлених від загальних продуктів руйнування ним пісковика Торезького родовища.

#### Методика проведення досліджень.

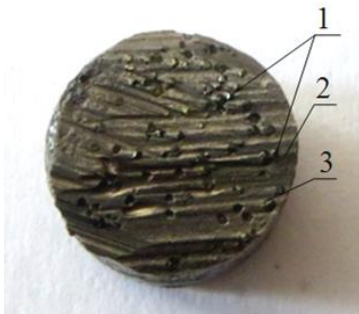


Рис. 2. Експериментальний породоруйнівний елемент (вид робочої поверхні), оснащений алмазами AC 300T зернистості 400/315 мкм, обробленими іонно-плазмовим методом TiC : 1 – алмазні зерна, 2 – матриця із NiSn (6 %), 3 – мікроборозенки зношування на поверхні робочого елемента

Взявши до уваги феромагнітні властивості нікелю нижче точки Кюрі, що є незначними у порівнянні із залізом [13, 14], для створення дослідного алмазовмісного породоруйнівного елемента була використана зв'язка NiSn 6 %, для подальшого вилучення її методом магнітної сепарації у вигляді продуктів зношування матричного матеріалу із продуктів руйнування гірської породи.

Для отримання продуктів руйнування блоку (керну) пісковика Торезького родовища IX категорії буримості разом з продуктами зношування матричного матеріалу із NiSn 6 % дослідного циліндричного

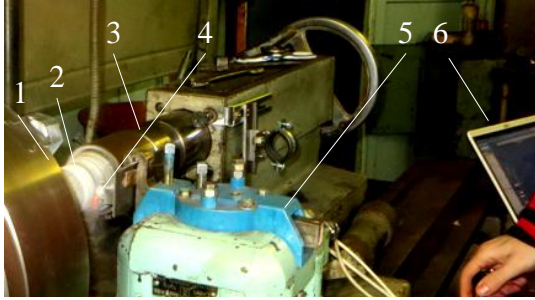


Рис. 3. Експериментальний стенд, створений на базі токарно-гвинторізного верстата моделі ФТ-11: 1–токарно-гвинторізний верстат; 2–циліндричний блок пісковіку Торезького родовища; 3–оправка для утримання блоку пісковіку; 4–циліндричний породоруйнівний елемент, 5 – динамометричний пристрій; 6–дисплей ПЕОМ для відображення зміни зусиль руйнування гірської породи у часі

частинок продуктів зношування експериментального бурового елемента застосовували електронний скануючий мікроскоп «Zeiss EVO 50 XVP» (Carl Zeiss) з системою зондового мікроаналізу «INCA Energy – 350» (Oxford Instruments).

#### Результати

В результаті магнітної сепарації загального об'єму продуктів зношування матеріалу породоруйнівного інструменту та продуктів руйнування гірської породи були відокремлені магнітно активні частинки та визначено їх питому магнітну сприйнятливості. Також, визначили питому магнітну сприйнятливості частинок необроблюваного керну. Результати вимірювань наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати розподілу шламу пісковіку Торезького родовища, отриманого при точінні дослідним породоруйнівним інструментом, та частинок необроблюваного керну у магнітному полі.

Зразок	Маса, г	Середнє значення питомої магнітної сприйнятливості, $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг
Вихідний керн пісковіку Торезького родовища (необроблюваний матеріал–частинки керну)	0,0659	2,4
	0,0478	
	0,0862	
	0,1054	
Вихідний матеріал (продукти точіння керну дослідним зразком)	0,1746	33,0
Результати вимірювання питомої магнітної сприйнятливості ( $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг) продуктів магнітної сепарації шламу, отриманого дослідним буровим елементом		
Фракція №1 (магнітна)	0,0103	730,0
Фракція №2	0,0551	131,0
Фракція №3 (немагнітна)	0,0540	4,3
	0,0552	

З таблиці 1 випливає, що обробка пісковика Торезького родовища дослідним зразком породоруйнівного інструменту призводить до його зношування (втрати маси). Зростання питомої магнітної сприйнятливості магнітної фракції шламу (№ 1) порівняно з відповідним значенням пісковика у вихідному стані у 304 разів і у 22 рази відносно значення питомої магнітної сприйнятливості шламу – наслідок потрапляння частинок матричного матеріалу в його склад.

За результатами морфометричних досліджень частинок з проби №1 (магнітної фракції), отриманих за допомогою приладу DiaInspect OSM фірми Vollstadt diamant GmbH, можна зробити припущення, що проба, показана на рис. 4, а, крім частинок зношування матричного матеріалу містить значну кількість частинок зруйнованої гірської породи з домішками, які теж спричиняють їх відокремлення до магнітної фракції шламу.

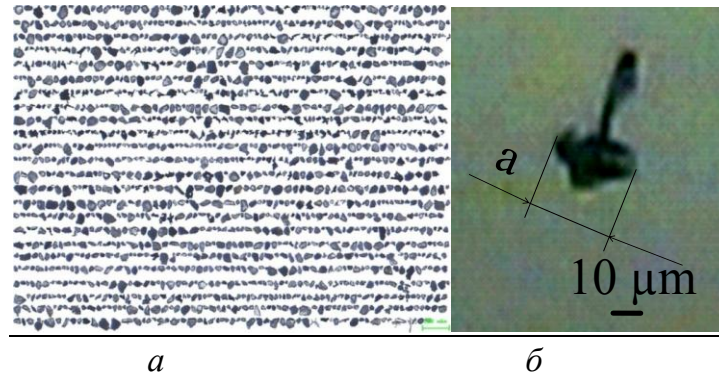


Рис. 4. Загальний вигляд проекції: видаленої методом магнітної сепарації проби продуктів руйнування гірської породи та продуктів зношування алмазного інструмента (магнітної фракції), отриманої за допомогою приладу DiaInspect OSM фірми Diamant vollstadt GmbH (масштабна мітка – 200 мкм) – (а); частинки зношування матеріалу породоруйнівного елемента (а–ширина частинки) – (б).

На підставі виконаних вимірювань визначили середній діаметр частинок у магнітній фракції шламу (кількість яких була найбільшою), що становив 34 мкм, рис. 5 [16].

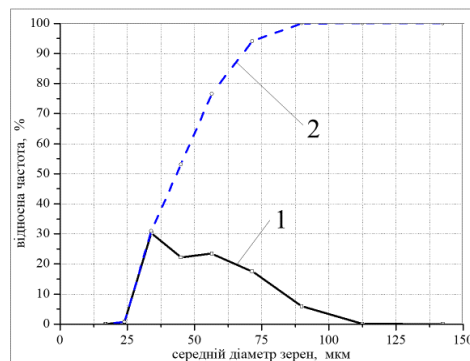


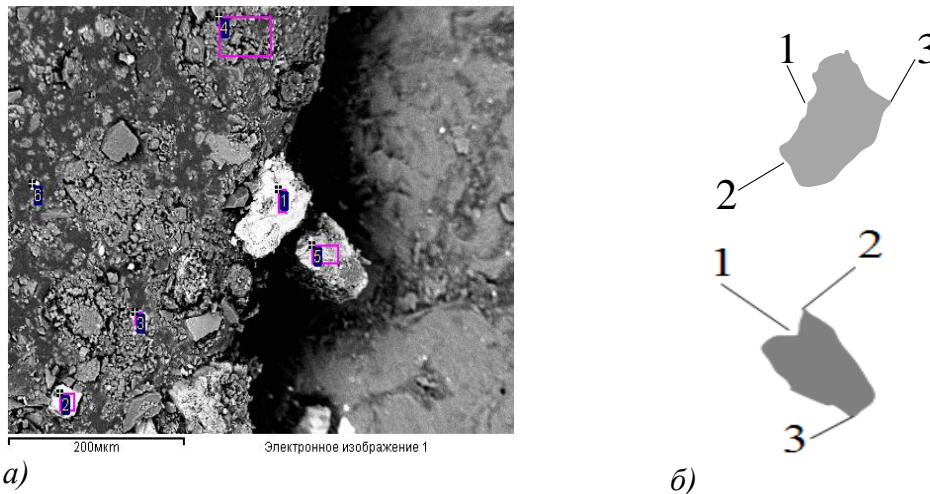
Рис. 5. Розподіл середнього діаметру частинок магнітної фракції (№ 1) продуктів точіння керну пісковика : 1 – диференційна крива розподілу; 2 – інтегральна крива розподілу

Крім того, детальний візуальний аналіз частинок у магнітній фракції шламу (№1), форма яких відповідає представленій на рис. 4, б, дозволив зробити висновок, що ширина  $a$  найбільшої кількості частинок у пробі відповідає значенню 34–35 мкм, близькому до відповідного значення ширини  $a$ –25–26 мкм, одиначної мікролунки у мікроборозенці на

робочій поверхні породоруйнівного інструменту, оснащеного необробленими алмазами з матрицею із NiSn (6 %), (див. рис. 1, б).

Остаточну відповідь щодо хімічного складу частинок у магнітній фракції шламу дав спектральний аналіз при застосуванні скануючого мікроскопа «Zeiss EVO 50 XVP». Дослідженню підлягали всі фракції, які були отримані в результаті магнітної сепарації шламу. Згідно з елементним складом немагнітної фракції продуктів руйнування гірської породи експериментальним породоруйнівним елементом, процентний склад кварцу, SiO<sub>2</sub> (від 45,79 до 57,55 % – кремнію та від 31,49 до 33,44 – кисню) є найбільшим у пробі. Вміст алмазних зерен в даній роботі не розглядався. Отже, в немагнітній фракції частинок матричного матеріалу не виявили. У фракції № 2, згідно з елементним складом, на фоні частинок із кварцу (SiO<sub>2</sub>) в присутності значної кількості частинок заліза (від 30,67 до 76,97%) з'являються частинки матричного матеріалу (нікелю) – від 12,69 до 16,57%.

Частинку матричного матеріалу 1 (нікелю–81,85%) –(рис. 6), виявили в магнітній фракції шламу №1. Подібно до частинки, яка в точці 5 містить 23 % заліза та 27,32 % кисню, що відповідає оксиду заліза (FeO), частинка з позначкою 1 має зону заглиблення індентору, бокові частини 2 та кінцеву частину 3.



Спектр	В стат.	C	O	Al	Si	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Cd	W	Pb
1		9.43	4.41	1.96	2.36				81.85				
2		19.76	6.54									73.70	
3		13.53	14.42	1.53	5.18						9.16		36.85
4		40.81	34.11	2.69	16.21	3.60		2.58					
5		20.15	27.32	4.15	2.61	1.06	1.68	23.80	2.84	4.45		11.96	
6			1.53					82.84	15.63				
Макс.		40.81	34.11	4.15	16.21	3.60	1.68	82.84	81.85	4.45	9.16	73.70	36.85
Мин.		9.43	1.53	1.53	2.36	1.06	1.68	2.58	2.84	4.45	9.16	11.96	36.85

б)

Всі результати в масових %

Рис. 6. СЕМ зображення фракції №1 (магнітної) продуктів руйнування керну пісковика експериментальним породоруйнівним елементом-(а), схематичне зображення частинки матриці 1 та частинки гірської породи 5:1– зона заглиблення індентору, 2–бокові частини, 3–кінцева частина –(б) та елементний склад-(в)

Частинка з позначкою 5, завдяки наявності в ній кремнію, була складовою вихідного пісковика, що не піддавався обробці алмазним інструментом та сприяла виникненню у пробі показника питомої магнітної сприйнятливості 2,4 м<sup>3</sup>/кг (див. табл. 1). Дві частинки,

розташовані у пробі поряд, споріднені за конфігурацією, близькі за габаритними розмірами, але відколоті інденторами різної природи, є фрагментами продуктів руйнування двох контртіл: гірської породи (5) і матриці алмазного інструменту (1) відповідно. З причини незначного вмісту олова у зв'язці не в одній з проб його не виявили. Присутність у пробі частинки з процентним складом нікелю 81,85 % зі значними габаритними розмірами можна пояснити високим значенням інтенсивності зношування по масі експериментального елемента з аналогічним складом, що відповідає значенню 91,1 мг/км [17].

При порівнянні розмірів найбільших частинок руйнування пісковіку у пробі породоруйнівним елементом, одну з яких показано на рис. 7, з розмірами частинки з позначкою 1 (див. рис. 6), відколотої від поверхні матричного матеріалу дослідного породоруйнівного елемента, можна зазначити, що вони відрізняються майже у 9 разів. Проте, основним висновком викладених досліджень є акцентування уваги не на вказаному співвідношенні, а саме на подібності форми фрагментів продуктів руйнування гірської породи та матриці алмазного інструменту, яка є параметром крихкого відколювання їх від твердого тіла в результаті динамічного навантаження індентора.

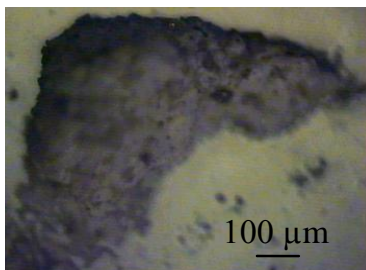


Рис. 7. Загальний вигляд частинки продуктів руйнування пісковіку Торезького родовища (товщиною 600 мкм), отриманої при відпрацюванні експериментального породоруйнівного алмазовмісного елемента

Розробка та удосконалення методу оцінки зносостійкості алмазного інструменту при врахуванні необхідності підвищення його ефективності за магнітними, морфометричними та хімічними характеристиками продуктів руйнування гірської породи та продуктів зношування інструменту, а також глибоке вивчення механізму їх взаємного пошкодження дозволить підвищити ресурсозбереження бурового інструменту в даних геотехнічних умовах.

#### Висновки

1. В результаті магнітної сепарації шламу пісковіку Торезького родовища, отриманого при точінні керну алмазним породоруйнівним елементом з матрицею із NiSn (6 %) на експериментальному стенді, створеному на базі токарно-гвинторізного верстата, вперше вилучили з магнітної фракції та визначили методом спектрального аналізу хімічний склад частинки матричного матеріалу (нікелю), що має форму ідентичну формі частинки продуктів руйнування гірської породи алмазним породоруйнівним інструментом, що свідчить про крихкий механізм її відколювання з матриці із інтерметаліду.

2. Створення нової методики оцінювання ефективності руйнування гірської породи алмазним породоруйнівним інструментом в поєднанні з встановленням критерію його зносостійкості на базі вивчення геометричних параметрів та хімічних складових фрагментів продуктів зношування бурового інструменту та продуктів руйнування гірської породи може збільшити ресурсозбереження та відкрити нові можливості для створення високоефективного інструменту в даних геотехнічних умовах.

3. Отримані результати можуть служити вихідними даними для розробки методики розділення складових шламу (продуктів руйнування гірської породи та продуктів зношування алмазовмісного композиційного матеріалу), який можна отримати при відпрацюванні по гірських породах дослідними породоруйнівними елементами із композиційних алмазовмісних матеріалів.

O. Vynogradova, A. Maystrenko, R. Schmegeera, A. Manokhin,  
G. Ilnitska, N. Oliinyk, G. Petasyuk, V. Tkach, O. Vasylichuk, L. Bologova.

*V. N. Bakul Institut for Superhard Materials of NAS of Ukraine*

### THE ANALYSIS OF PRODUCTS OF WEAR OF DIAMOND - CONTAINING COMPOSITE MATERIAL

*First in the paper the results of the magnetic separation of the products of the wear of the rock-cutting element from composite diamond-bearing material from NiSn (6%) and diamonds of the brand AS 300T of 400/315 microns at destruction of the sand stone of the Torez deposit. Determination of the chemical composition and morphometric characteristics of the products of the magnetic separation of sludge, allowed to analyze the shape of the particles of deterioration of the matrix material of the tool and the particles of the products of destruction of the rock, which testifies about the joint fragile mechanism of their breaking off from the mass of a solid.*

**Key words:** diamond rock-cutting tool, wear mechanism, matrix.

*Впервые исследованы полученные методом магнитной сепарации продукты изнашивания породоразрушающего элемента из композиционного алмазосодержащего материала (КАМ) из NiSn (6%) и алмазов марки АС 300Т зернистости 400/315 мкм при разрушении песчаника Торезского месторождения. Определение химического состава и морфометрических характеристик продуктов магнитной сепарации шлама позволило проанализировать форму частиц износа матричного материала породоразрушающего инструмента и частиц продуктов разрушения ним горной породы, которая свидетельствует об общем хрупком механизме их откалывания от массива твердого тела.*

**Ключевые слова:** алмазный породоразрушающий инструмент, механизм износа, матрица.

#### Литература

1. Исонкин А. М. Влияние механоактивирования шихты WC+Co+C и наноалмазами на структуру и свойства материала матрицы буровых коронок / А. М. Исонкин, Г. Д. Ильницкая, М. А. Цысар // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. –2015. –Вып. 18. – С. 103–109.
2. Зыбинский П. В. Сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении / П.В. Зыбинский, Р. К. Богданов, А. П. Загора, А. М. Исонкин.– Донецк : Норд-пресс, 2007. – 244с.
3. Соловьев Н. В. Ресурсосберегающая технология алмазного бурения в сложных геологических условиях / Н. В. Соловьев, В. Ф. Чихоткин, К. К. Богданов, А. П. Загора.–Москва: ООО ВНИИЦЭН,1997.–332с.
4. Исонкин А. М. Характер и степень воздействия частиц шлама разрушенной горной породы на матрицу алмазной буровой коронки // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент–техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2010. – Вып. 13. – С. 182–187.
5. Будюков Ю. Е. Алмазный породоразрушающий инструмент / Ю. Е. Будюков, В. И. Власюк, В.И. Спиринов.–Тула: ИПП «Гриф и К», 2005.– 287с.
6. Чихоткин В. И. Исследование техники и технологии бурения геолого-разведочных скважин и разработка нового поколения алмазного породоразрушающего инструмента // Москва: ОАО«ВНИИОЭНГ»,1997. 241 с.
7. Нетребко В. В. Наукові та технічні основи підвищення механічних і службових властивостей високохромистих чавунів:автореферат дис. на здобуття вч. ступ. докт. техн. наук за спец. 05.02.01 «Матеріалознавство».–Запоріжжя, 2019.– 36с.
8. Оглезнева С. А. Алмазный инструмент с фазовыми превращениями //Трение и износ.–2004.– том 25, №1.–С. 79–84.
9. Виноградова О. П. Геометричні параметри еталонного фрагменту продуктів руйнування твердих і надтвердих крихких матеріалів алмазним інструментом //

- Теоретичні та експериментальні дослідження в технологіях сучасного матеріалознавства і машинобудування: Зб. наук. пр. – Луцьк: ЛНТУ, – 2013. – Вип.4.– С. 45–52.
10. Виноградова О. П. Характер взаємного руйнування гірської породи та алмазного породоруйнівного інструменту // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва /Науково-виробничий журнал – Вип.16 (2), – Кременчук: КрНУ, 2015, С.49–57.
  11. Виноградова О. П. Дослідження характеру руйнування алмазовмісної матриці бурового інструменту при зміні її хімічного складу / О. П. Виноградова, Р. С. Шмегера, М. В. Супрун // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент–техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2016.– Вып. 19. С.43–40.
  12. Виноградова О. П. Дослідження інтенсивності зношування матриці композиційного алмазовмісного матеріалу при зміні конструкції бурових коронок /Матеріали VIII-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Енергетика. Екологія. Людина» (секція «Перспективи розвитку гірничої справи та підземногобудівництва»). – Київ. – 2016.– С.46-54.
  13. Славинский М. П. Физико-химические свойства элементов // Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1952.– 546 с.
  14. Химическая энциклопедия в 5-ти томах, т.3, Меди–полимерные. Под общ ред. Кнунянц И.Л. и др. //Москва: Большая российская энциклопедия., 1992.–639 с.
  15. Туркевич, В. З. Метод оцінки працездатності АТП для бурового геологорозвідувального інструменту / В. З. Туркевич, А. П. Загора, Ю. О. Мельничук, М. В. Супрун, Л. П. Стасюк, Д. А. Стратийчук, Є. О. Загора// Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент–техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2017.– Вып. 21.С.26–32.
  16. Petasyuk G. A. System and criterial method of the identification and quantitative estimation of the geometrical shape of the abrasive powder grains projection // Powder Technology. – 2014. – V. 264. – p. 78–85.
  17. Майстренко А. Л. Інтенсивність зношування породоруйнівних елементів із КАМ в залежності від хімічного складу та способу нанесення покриттів на алмазні зерна / А. Л. Майстренко, А. П. Загора, Р. С. Шмегера, М. В. Супрун, О. П. Виноградова, Г. А. Петасюк, І. Ю. Ростоцький, А. М. Панова, С. Д.Заболотний, А. С.Беляєв// Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 20. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2017.– С.469–481

Надійшла 1.07.19

## Reference

1. Isonkin, A. M., Pnitskaia, H. D., Tsysar, M. A. (2015). Vliianiie mekhanoaktivirovaniia shikhty WC+Co+C i nanoalmazami na strukturu i svoistva materiala matritsy burovyykh koronok. [The effect of mechanical activation of the charge WC + Co + Cu by nanodiamonds on the structure and properties of the material of the matrix of drilling bits]. *Porodorazrushaiushchi i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnikaitekhnohiiia eho izhotovleniia i primeneniia [Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications], Vol.18, 103–109 [in Russian].*

2. Zybinskii, P.V., Bogdanov, R.K., Zakora, A.P., & Isonkin, A.M. (2007). *Sverkhтвердые материалы в геологоразведочном бурении [Superhard materials in exploration drilling]*. Donetsk: Nord-press [in Russian].
3. Soloviev, N. V., Chikhotkin, V. F., Bogdanov, R. K., & Zakora, A. P. (1997). *Resursosberegaiushchaia tekhnologiya almaznogo bureniia v slozhnykh geologicheskikh usloviakh [Resource-saving technology of diamond drilling in difficult geological conditions]*. Moscow: VNIIOENG [in Russian].
4. Isonkin, A. M. (2010). Kharakter i stepen vozdeistviia chastits shlama razrushennoi hornoi porody na matritsu almaznoi burovnoi koronki [The character and degree of the impact of sludge particles of destroyed rock on the matrix of diamond bit]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiya ego izhotovleniia i primeniia [Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications] Vol.13*, 182–187 [in Russian].
5. Budyukov, Yu. Ye., Vlasyuk, V. I., Spirin, V. I. (2005) *Almaznyi porodorazrushaiushchii instrument [Diamond rock cutting tool]*. Tula: IPP «Grif&K» [in Russian].
6. Chikhotkin, V. F. (1997). *Issledovaniie tekhniki i tekhnologii bureniia geologorazvedochnykh skvazhyn i razrabotka novoho pokoleniia almaznogo porodorazrushaiushcheho instrumenta [Research of technics and technology of drilling exploration wells and the development of a new generation of diamond rock-cutting tools]*. Moscow: VNIIOENHG [in Russian].
7. Netrebko, V.V. (2019). Naukovi ta tekhnichni osnovy pidvyshchennia mekhanichnykh i sluzhbovykh vlastyvostei vysokokhromnykh chavuniv [Scientific and technical bases of increase of mechanical and service properties of high-chromium cast iron]. *Extended abstract of Doctor's thesis. Zaporizhzhia* [in Ukrainian].
8. Ohlezneva, S.A. (2004). Almaznyi instrument s fazovymi prevrashcheniiami [Diamond tools with the phase transformations]. *Treniie i iznos – Friction and wear, Vol. 25, 1*, 79–84 [in Russian].
9. Vynohradova, O.P. (2013). Heometrychni parametry etalonnogo frahmentu produktiv ruinuvannya tverdykh i nadtverdykh krykhykhykh materialiv almaznym instrumentom [Geometric parameters of the reference fragment of the products of destruction of solid and superhard brittle materials by the diamond tool]. *Theoretical and experimental investigations in technologies of modern materials science and engineering'13: Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia (1–3 chervnia 2013 roku) – International Scientific and Technical Conference.* (pp.45–52). Lutsk–LNYU [in Ukrainian].
10. Vynohradova, O. P. (2015). Kharakter vzaiemnoho ruinuvannya hirskei porody ta almaznogo porodoruinivnoho instrumentu [The character of the mutual breaking of rocks and of diamond rock destruction tool]. *Suchasni resursoenerhozberihaiuchi tekhnologii hirnychoho vyrobnytstva. – Up-to-date resource- and energy- saving technologies in mining industry, issue 16(2)*, 49–57 [in Ukrainian].
11. Vynohradova, O. P., Shmehera, R. S., Suprun, M. V. (2016). Doslidzhennia kharakteru ruinuvannya almazovmisnoi matrytsi burovoho instrumentu pry zminiy ii khimichnoho skladu [Investigation of the nature of the destruction of the diamond-bearing matrix of the drilling tool by changing its chemical composition]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiya ego izhotovleniia i primeniia – [Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications], Vol.19*, 43–50 [in Ukrainian].
12. Vynohradova, O. P. (2016). Doslidzhennia intensyvnosti znoshuvannya matrytsi kompozytsiinoho almazovmisnoho materialu pry zmini konstruktsii burovnykh koronok [Investigation of the wear intensity of the matrix of composite diamond-bearing material

- by changing the design of drill bits]. Energetics. Ecology. Human. Section: The prospects for the development of mining and underground building' 16: VIII Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia (25–28 travnia 2016 roku) – 8-rd International Scientific and Technical Conference. (pp. 46–54). Kyiv–KPI [in Ukrainian].
13. Slavinskii, M. P. (1952). *Fiziko-khimicheskie svoistva elementov [Physical and chemical properties of elements]*. Moskva: Hosudarstvennoie nauchno- tekhnicheskoe izdatelstvo literatury po cherno i tsvetnoi metallurhii [in Russian].
  14. Khimicheskaya entsiklopediia v 5 tomach. Medi–Polimernye. pod obshchei redaktsiiei Knunians I.L. i dr. (1992) [*Chemical encyclopedia in 5 volumes, Copper–Polymer*]. Moskva: Nauchnoie izdatelstvo «Bolshaia rossiiskaia entsiklopediia» [in Russian].
  15. Turkevych, V. Z., Zakora A. P., Melniichuk, Yu. O., Suprun, M. V., Stasiuk, L. P., Stratiichuk, D. A., et al. (2018). Metod otsinky pratsezdatsnosti ATP dlia burovoho heolohorozviduvalnogo instrumentu // Porodorazrushaiushchii i metalloobratyvaiushchii instrument–tehnika i tekhnolohiia eho izhotovleniia i primeneniia: [*Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*], Vol. 21, 26–32 [in Ukrainian].
  16. Petasyuk, G. A. (2014) System and criterial method of the identification and quantitative estimation of the geometrical shape of the abrasive powder grains projection // Powder Technology, V. 264. 78–85.
  17. Maistrenko, A. L. Zakora, A. P., Shmehera, R. S., Suprun, M. V., Vynohradova, O. P., Petasyuk, H.A. «et al.» (2017) Intensyvniat znoshuvannia porodoruivnykh elementiv iz KAM v zalezhnosti vid khimichnogo skladu ta sposobu nanesennia pokryttiv na almazni zerna [The intensity of wear of rock-cutting elements with diamond composite material depending on the chemical composition and method of applying coatings on diamond grains]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobratyvaiushchii instrument – tehnika i tekhnolohiia eho izhotovleniia i primeneniia – [Rock Destruction and Metal-Working Tools –Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications]*, Vol.20, 469–481 [in Ukrainian].

УДК 622.24.051.64

DOI: 10.33839/2223-3938-2019-22-1-102-109

**А. А. Каракозов<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, **А. П. Закора<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, **С. Н. Парфенюк<sup>1</sup>**,  
**А. Ю. Остапюк<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Донецкий национальный технический университет, ул. Артема, 131А, 83000, г. Донецк, e-mail: [karakozov@ukr.net](mailto:karakozov@ukr.net)

<sup>2</sup> Институт сверхтвёрдых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, ул. Автозаводская, 2, 04074, г. Киев, e-mail: [apz146@ism.kiev.ua](mailto:apz146@ism.kiev.ua)

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОДНОСЛОЙНЫХ АЛМАЗНЫХ КОРОНОК С НЕЧЁТНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ РАДИАЛЬНЫХ РЯДОВ В УКОРОЧЕННОМ СЕКТОРЕ

Рассмотрены вопросы создания новых конструкций однослойных алмазных коронок, отличающихся нечётным количеством радиальных рядов алмазов в секторах и обеспечивающих снижение удельных нагрузок на единичные алмазные резы.

Предлагается использование смежных секторов алмазосодержащей матрицы буровой коронки с различной раскладкой алмазов и разным количеством радиальных рядов. Приведены результаты