



**М. Лошак**, доктор технічних наук,  
завідувач алмазної випробувальної лабораторії,  
**Л. Александрова**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
**Т. Косенчук**, провідний інженер,  
**В. Лисаковський**, старший інженер,  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В. Н. Бакуля НАН України, м. Київ

*Національне агентство України з акредитації зареєструвало Аттестат акредитації Випробувальної лабораторії «Алмазна випробувальна лабораторія». Це засвідчує, що лабораторія відповідає вимогам стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 та акредитована на технічну компетентність.*

*Accreditation Testing Laboratory «The diamond testing laboratory» has been registered by the National Accreditation Agency of Ukraine. This confirmed that the laboratory compliant with the standard DSTU ISO/IEC 17025:2006 and has been accredited for technical competence.*

**Ключові слова:** Алмазна випробувальна лабораторія, надтверді матеріали, абразивний інструмент, аттестат, акредитація.  
**Keywords:** Diamond Testing Laboratory (DTL), superhard materials (SHM), abrasive tools, certificate, accreditation.

**А**лмазна випробувальна лабораторія (АВЛ) функціонує на базі Інституту надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України (ІНТМ). Основою для створення лабораторії стала необхідність застосування сучасних ефективних методів контролю якості надтвердих матеріалів (НТМ), інструменту із НТМ і абразивного інструменту. АВЛ акредитовано на технічну компетентність відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» у Системі Національного агентства України з акредитації (аттестат про акредитацію № 2Т738 від 25.02.2014).

*Компетентність АВЛ підтверджується трьома основними факторами:*

- АВЛ має приміщення та забезпечена необхідним устаткуванням у повному обсязі для проведення випробувань відповідно до сфери акредитації (табл. 1);
- АВЛ має відповідним чином підтверджені методики, необхідні для проведення випробувань відповідно до сфери акредитації;
- АВЛ має компетентний персонал для проведення зазначених випробувань.

Весь персонал лабораторії періодично проходить навчання. Окрім того, він постійно підвищує квалі-

фікацію шляхом участі у семінарах та самостійного навчання.

За наявності необхідних і достатніх чинників у випробувальній лабораторії її репутація визначається довірою до результатів випробувань. Так, технічне забезпечення відповідним обладнанням та стандартизованою методикою дозволило проконтролювати абразивну здатність мікропорошку кубічного нітриду бору зернистістю 4/6 мкм (табл. 2) на сучасній установці УАС-2М (рисунок). Зразки виготовлені за розробленими технологіями в ІНМ. Відносна похибка вимірювань абразивної здатності цих зразків не перевищила 15 %, що задовольняє вимогам нормативних документів.

Систематичні дослідження АВЛ у сфері монокристалів синтетичних алмазів та надтвердих матеріалів з кубічного нітриду бору дозволили визначити нові сфери їх застосування.

У літературі з'явилися публікації [1, 2], де розглянуто можливість використання під час вимірювання твердості за високих температур надтвердих матеріалів наконечника, робоча частина якого виготовлена з кубічного нітриду бору, що є менш твердим, але більш термостійким, ніж природний алмаз, який зазвичай використовується для таких цілей.

Таблиця 1. Сфера акредитації АВЛ ІНТМ  
Table 1. Accreditation sphere of DTL ISHM

Назва об'єкта (продукції, матеріалу, речовини тощо)	Назва випробувань та (або) характеристик (параметрів), що визначаються	Позначення нормативних документів на методи випробувань
Круги алмазні шліфувальні	Визначення питомої витрати алмазів методом зважування (мг/см <sup>3</sup> ); параметра шорсткості обробленої поверхні (Ra, мкм)	ГОСТ 16181-82 /Додаток 2/
Круги алмазні, ельборові, абразивні шліфувальні	Випробування на механічну міцність	ГОСТ 12.3.023-80 /Розділ 10/, ГОСТ 12.3.028-82 /Розділ 10/
Бруски алмазні хонінгувальні	Визначення різальної спроможності (мм/хв.); параметра шорсткості поверхні (Ra, мкм)	ГОСТ 25594-83 /Додаток 2/
Інструмент спеціальний із алмазів та кубоніту; круги алмазні відрізні; ролики алмазні правлячі	Випробування на механічну міцність	ГОСТ 12.3.023-80 /Розділ 10/, ГОСТ 12.3.028-82 /Розділ 10/
Пластили різальні змінні багатогранні з кібориту /11/ та його модифікацій	Визначення різальних властивостей (спроможності); 95 % (установленого) періоду стійкості	ГОСТ 28762-90 /розділ 4/
Пасти алмазні	Визначення абразивної здатності паст з шліф- та мікропорошків (мг); параметра шорсткості поверхні, обробленої пастами із мікропорошків (Ra, мкм)	ГОСТ 25593-83 /Додатки 2, 3/
Сплави тверді спечені, тверді спечені безвольфрамові	Визначення границі міцності за поперечного згину (кгс/мм); твердості за Роквеллом (HRA); густини сплавів (г/см <sup>3</sup> ); якості твердого сплаву з коерцитивної сили (КАм); пористості та мікроструктури (%); твердості за Віккерсом (ГПа);	ГОСТ 20019-74, ГОСТ 20017-74, ГОСТ 20018-74, ГОСТ 24916-81, ГОСТ 9391-80, ГОСТ 25172-82
Порошки алмазні синтетичні	Визначення зернистості та зернового складу шліфпорошків (%), мікропорошків (%), субмікропорошків (%); статичної міцності шліфпорошків (Н); коефіцієнта форми зерен шліфпорошків; динамічної міцності шліфпорошків (у.о.); наявності розчинних домішок у шліфпорошках (%), домішок у мікро- та субмікропорошках (%), вологи в порошках (%); абразивної здатності мікропорошків (у.о.); швидкості знімання матеріалу зразків із монокристалічного кремнію під час обробки пастами із субмікропорошків (мкм/хв)	ДСТУ 3292-95 /Додатки А, Б, БА, Г, К, В, Д, Е, Ж, И, П/
Порошки кубічного нітриду бору (кубоніту)	Визначення зернистості та зернового складу шліфпорошків (%), мікропорошків (%); статичної міцності шліфпорошків (Н); наявності вологи в порошках (%), розчинних домішок в шліфпорошках (%); масової долі гексагонального нітриду бору в порошка кубоніту за допомогою ІК-спектроскопії (%); абразивної здатності мікропорошків (у.о.)	ТУ У88.090.018-98 /Додатки А, Б, В, Г, Д, Ж, И/
Монокристали алмазів синтетичних	Визначення розміру(мм), форми, кольору, маси (ст), дефектності	ТУ У 23.9-05417377-265:2013 /Розділ 4/

Таблиця 2

Table 2

Номер зразків	Позначення порошку	Абразивна здатність (у.о.)	
		за ТУ	Факт
1	КМ 4/6 — 1	не регламентується	2,36
			2,36
2	КМ 4/6		2,33
			2,60
Відносна похибка		не >15 %	не >15 %



Установка УАС-2М для визначення абразивної здатності порошоків із НТМ

Installation UAS-2M for determination of powders abrasive ability from SHM

Ці дані створили прецедент щодо використання для робочої частини наконечника, окрім монокристалів природного алмазу, також інших надтвердих матеріалів неприродного походження. Останнє має важливе значення також і тому, що за випробувань на твердість надтвердих матеріалів, у тому числі монокристалів алмазу, піраміда індентора виходить з ладу після декількох індентувань унаслідок втрати початкової форми. Тому були проведені дослідження із визначення придатності як робочої частини (чотиригранної піраміди Віккерса) наконечника до приладу вимірювання твердості таких матеріалів, як синтетичний алмаз та матеріал на основі кубічного нітриду бору. Обидва матеріали виготовлені за розробленими технологіями у ІНТМ. Усі наконечники, що проходили випробування, за своєю формою були виготовлені до мікротвердоміра ПМТ-3 за розробленою в інституті технологією і відповідали ГОСТ 9377-81. За даними АВЛ для наконечника з пірамідою із синтетичного алмазу відібрано вирощений монокристал,

Таблиця 3

Table 3

Матеріал наконеч- ника	Число від- битків	Матеріал зразка (еталонні матеріали)			
		W	WC+5%Co	Сапфір	Кибо- рит 2
Природний алмаз	1	4,1	14,2	18,0	33,3
	10	4,2	14,3	18,9	33,8
	15	4,2	14,3	23,6	35,2
Синтетич- ний алмаз	1	4,1	14,5	17,6	32,7
	10	4,2	14,7	18,4	34,0
	15	4,2	14,8	21,3	35,0
Киборит-1	1	4,2	14,5	17,6	Немає відбит- ків
	10	4,2	14,8	19,3	
	15	4,2	15,0	21,3	

у якого відсутні мікротріщини й який мав мінімальну кількість включень та невисокі внутрішні напруження. Матеріалом на основі кубічного нітриду бору для виготовлення піраміди обрано киборит-1 — полікристалічний матеріал, виготовлений шляхом реакційного спікання порошку кубічного нітриду бору (до 98 %) з алюмінієм [3, 4]. Поєднання достатньої високої твердості (36—38 ГПа) з достатнім рівнем тріщиностійкості ( $\geq 8$  МПа·м<sup>1/2</sup>) киборита-1 забезпечило можливість його випробування як піраміди Віккерса до наконечника для вимірювання твердості матеріалів, включно надтвердих.

Порівняльні випробування виготовлених наконечників зі стандартним проведено за кімнатної температури з використанням модернізованого мікротвердоміра ПМТ-3 на еталонних матеріалах різної твердості: алюмінії, вольфрамі та сапфірі, а також твердому сплаві WC+5%Co та композиті

на основі cBN — кибориті-2 за навантаження на наконечник 2 та 5Н залежно від матеріалу, на якому вимірюють твердість. Слід відзначити практичну ідентичність відбитків від пірамід з випробувальних матеріалів та природного алмазу, які отримано за їх вдавлення у матеріали за вимірювання їх твердості.

Результати визначення твердості (ГПа) зразків із матеріалів, які використано за визначення придатності синтетичного алмазу та кибориту-1 за вимірювання твердості матеріалів, наведено у табл. 3.

Як видно з отриманих результатів, синтетичний алмаз відповідної якості можна використовувати для виготовлення робочої частини наконечників, які застосовують для вимірювання твердості за кімнатної температури надтвердих матеріалів, у тому числі композиційних.

Використання таких наконечників можливе і після їх переогранювання, яке застосовується для відновлення профілю вершини піраміди після її затуплення. Наконечники з робочою частиною з кибориту-1 можна використовувати для вимірювання твердості за кімнатної температури лише для матеріалів, твердість яких за Віккерсом не перевищує 20 ГПа.

#### ВИСНОВКИ

1. Отримала акредитацію АВЛ ІНТМ, що дозволяє виконувати експертні оцінки твердих та надтвердих матеріалів згідно з ДСТУ та ТУ.

2. АВЛ згідно зі сферою акредитації має можливість давати експертну оцінку великій кількості надтвердих матеріалів та інструменту з них.

3. Показана можливість виготовлення наконечників для випробувань на твердість з нових синтетичних надтвердих матеріалів та їх придатність для вимірювання твердості.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. T. K. Harris, C. A. Brookes and C. I. Taylor. The effect of temperature on The hardness of polycrystallin cubic boron nitride cutting tool materials // Intern / 1 / of Kefract. Mettals and Hard Mater. — 2004. — V. 22. Issues 2-3. — P. 105—110.
2. T. K. Harris, C. A. Brookes and C. I. Taylor. Theflow stress of PcBN cutting tool materials at high temperatures // International Jornal of Refraktore Metals and Hard 4aterials. — 2001. — № 19. — P. 267—273.
3. Шульженко А. А., Божко С. А., Беженарь Н. П. и др. Спекание кубического нитрида бора с алюминии-ем // Сверхтвердые материалы (Shulshenko A. A., Boshko S. A., Beshenar N. P. etc. Sinterung von KBN mit Aluminum, Sverkhтвердые Materialy). — 1986. — № 5. — С/Р. 14—17. (Rus.)
4. Новіков М. В., Шульженко О. О., Беженар М. П., Божко С. А. Шихта для керамічного матеріалу. М.кл.6: С 04 В 35/5831/ (Рішення про видачу патенту України на винахід № 97073871 від 21.07.97 р.) (Novikov M. V., Shulzhenko O. O., Bezhenar M. P., Bozhko S. A. The charge for the ceramic material. M.cl.6: S 04 V 35/5831/ (The decision to grant patent of Ukraine № 97073871 of 21.07.97)).

Отримано / received: 15.07.2014.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н. О.О. Боичекою (Україна).  
D. Sc. (Techn.) O.O. Boichechka, Ukraine, recommended this article to be published.