

УДК 622. 243.051.7

Цисар М.О., канд. техн. наук  
Псярнетська Т.О., м.н.с.  
Грушко В.І., канд. фіз.-мат. наук  
Виноградов С.О., канд. техн. наук

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, ts\_maxim@ukr.net

## ПОРІВНЯННЯ ДВОХ ПІДХОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АЛМАЗІВ ТИПУ ІЬ ОКТАЕДРИЧНОГО ГАБІТУСУ ЯК РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕОЛОГОРОВІДУВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Алмазний інструмент вже 200 років широко використовується в промисловості та безпосередньо в гірничій справі. Перші алмазні коронки оснащені крупними кристалами алмазів типу карбонадо було використано ще в 1862 році в Швейцарії Георгом Лешо [1]. З часом інкрустований алмазний інструмент, з метою зниження собівартості, замінили на імпрегнований та оснащений алмазними твердосплавними пластинами (АТП). Відбулась заміна крупних кристалів на алмазні порошки. Наступним кроком стала заміна алмазної сировини природнього походження на синтетичні алмази, що стало можливим завдяки відкриттю О.І. Лейпунського. Який в 1939 році [2] побудував діаграму рівноваги та визначив параметри синтезу. Розвиток технології вирощування алмазів дозволив на початку 2000-х отримати крупні кристали розміром до 2 карат. На даний момент цей процес достатньо стабільний та відтворюваний, в промислових масштабах отримують кристали розміром до 0,5 карат високої якості та низької собівартості, це дозволяє, в свою чергу, повернутись до коронок де ріжучим елементом є не АТП, а безпосередньо монокристали алмазу.

Питання атестації алмазної сировини, яка використовується для потреб машинобудування та гірничої справи вирішувалось роками, на основі цієї роботи було створено державний стандарт для алмазних порошків, що наряду з геометричними розмірами також регламентував механічну характеристику – статичну міцність [3]. Для крупних монокристалів аналогічні роботи проведено не було. Зазначимо також, що статична міцність це не характеристика матеріалу, а параметр, що залежить від розміру порошку та його класу (ступеню забруднення домішками). Однак було виконано ряд робіт з визначення фізико-механічних характеристик алмазу В.М. Бакулем, А.Г. Пріхною, О.О. Шульженко, Г.А. Вороніним, С.О. Дубом [2]. Саме ці напрацювання стали основою новітніх розроблених методичних підходів.

Алмаз анізотропний матеріал, що має різну міцність в залежності від кристалографічних напрямків. Не дивлячись на те, що монокристам природнього та штучного походження притаманні певні габітусі форми (куб, октаедр, рободекаедр, тетрагонтриоктаедр), ідеальних кристалів по формі не існує. Вигляд зверху контуру реального кристалу октаедричного габітусу наведено на рис. 1. а. Таке трапляється коли вершини октаедру притуплені гранями кубу, нижче на рис. 1. а представлено об'ємна модель кристалу вершини котрого мають різний ступінь притуплення. Відмітимо також, що на міцність алмазу можуть впливати такі фактори як: наднизькі температури, високі температури, механічна обробка (за рахунок накопичення поверхневих пошкоджень), таким чином в експерименті всі ці чинники необхідно було усунути.

Дослідна група складалась з п'яти монокристалів типу ІЬ октаедричного габітусу. Перевагою таких кристалів є в тому, що незалежно від розташування алмазу між опорною та поверхнею прикладання зусилля, стискуюче навантаження буде діяти в кристалографічному напрямку [111], це дає змогу виключити анізотропію пов'язану із фактором орієнтації. Протилежні гані таких кристалів мають ідеальну плоскопаралельність та не потребують додаткової обробки. Недоліком є той факт, що механічна обробка призводить до зниження характеристик міцності, це робить неможливим виготовлення

стандартного призматичний зразок, відповідно ускладняється математичний апарат обробки експериментальних даних.

Класичним є підхід визначення границі міцності за площею поперечного перетину вписаної в октаедр шестигранної призми:

$$\sigma_{Rmin} = \frac{P}{F_{max}} = \frac{8P}{3\sqrt{3} \cdot a^2}, \quad (1)$$

де  $P_{кр}$  – зусилля при якому відбувається руйнування,  $F_{max}$  – площа правильного шестикутника,  $a$  – розмір ребра октаедру. Розмір ребра октаедру визначається як середнє для 12 вимірюваннями для октаедру. Недоліком такого підходу є те, що не враховується ступінь притуплення вершин та реальна геометрія, довжина ребра це відстань вершини квадрату до вершини квадрату. Після чого виконується віртуальна заміна реальної форми кристалу ідеалізованим октаедром з довжиною ребра розрахованою за описаним вище принципом. Така заміна призводить до відхилення одразу в трьох координатах. Вид з гори – зона перекриття є правильним шестикутником, а перетин такого октаедру є паралелограм (див. рис. 1. б), таким чином ми одразу вносимо три похибки, які в свою чергу призводять до суттєвої розбіжності експериментальних даних при визначенні границі міцності.

Запропонованою нами альтернативою є визначення границі міцності за площею перекриття, з поправочними коефіцієнтами форми:

$$\sigma_R = K_s K_\gamma K_\phi \frac{P_{кр}}{F_{пр}}, \quad (2)$$

де  $P_{кр}$  – зусилля при якому відбувається руйнування,  $F_{пр}$  – площа зони перекриття,  $K_s$ ,  $K_\gamma$ ,  $K_\phi$  – коефіцієнти форми кристалу. Цей підхід дозволяє враховувати реальну геометрію кристалу (див. рис. 1. в). Враховуються такі фактори як кут нахилу бічних граней, співвідношення площі опорної та притискної поверхонь, а також зміна форми по висоті. Дані підходи було взято з публікацій та нормативних документів по дослідженню характеристик міцності ґрунтів та гірських порід.

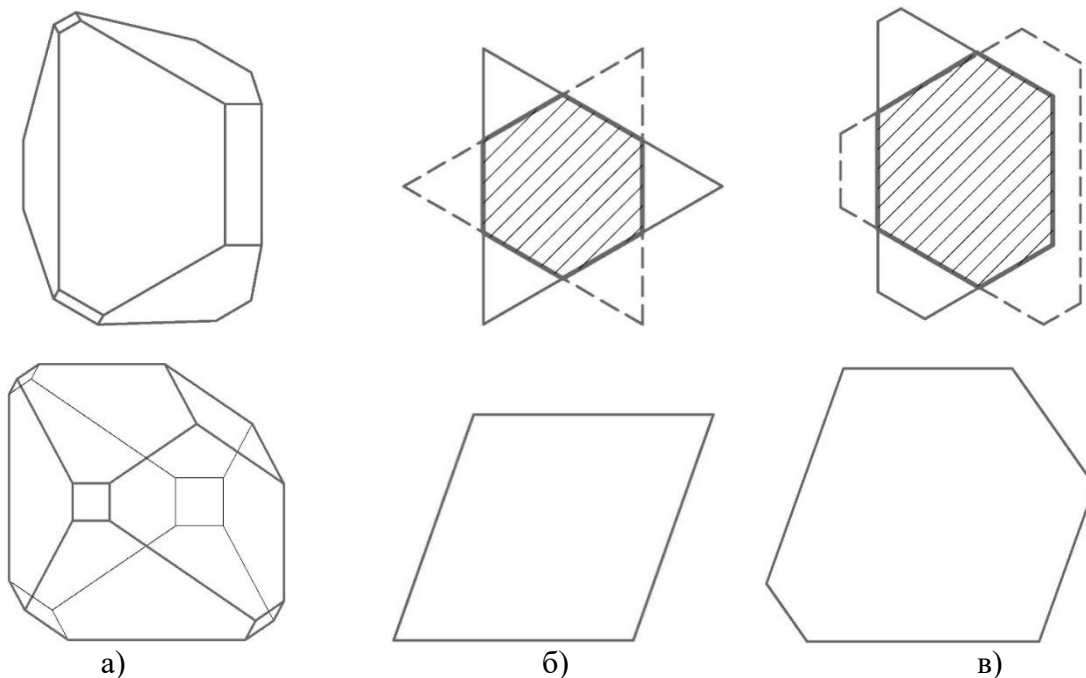


Рис. 1 – Графічне представлення реального монокристалу алмазу типу Ів октаедричного габітусу а) вигляд монокристалу з різним ступенем притуплення вершин, б) розрахункова схема за ідеалізованою октаедричною формою, в) розрахункова схема за реальною геометрією дослідного зразку.

Результати відповідних розрахунків за цими двома формулами при коефіцієнтах форми прирівняних до 1 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення границі міцності монокристалів типу Ib октаедричного габітусу

№	$\sigma_{Rmin}$	$\sigma_R$
1	4,46	4,87
2	2,18	5,03
3	3,01	4,54
4	7,47	4,82
5	7,40	5,02
Середнє	4,91	4,64
Розкид	5,29	0,55
Дисперсія	4,81	0,06

Як можна побачити з даних таблиці середнє значення міцності має не значну розбіжність 5.2%, а от статистичні показники дуже сильно відрізняються, так відхилення розкиду даних 89.6%, відхилення за дисперсією 98,7%, що свідчить про низький рівень точності класичного підходу та робить його непридатним для дослідження впливу анізотропії, механічної та інших типів обробки на фізико-механічні характеристики алмазу.

#### Список посилань

1. А.А. Кожевников 150 лет алмазной буровой коронке. Часть 1. Швейцария родина алмазного бурения // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления: Сб. науч. тр.– К: Изд-во ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2012.– №15. – С.72–90.
2. Н.В. Новиков, Научная школа Института сверхтвёрдых материалов/ Киев: Изд-во ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. –2017. – 592 с.
3. Лошак М. Г. Влияние свойств микропорошков алмаза на прочность и долговечность изготовленных на их основе поликристаллических сверхтвердых материалов/ М. Г. Лошак, А. А. Шульженко, Л. И. Александрова [и др.]// Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления: Сб. науч. тр.– К: Изд-во ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008.– №11. – С.218–221.

УДК 69.059.7

**Казімір О.В., здобувач вищої освіти**  
**Денисова Н.М., канд.техн.наук, доцент,**  
 422786@stu.cn.ua

Національний університет «Чернігівська політехніка», cstu@stu.cn.ua

### **ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНО – ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ У БАГАТОПОВЕРХОВІ ЖИТЛОВІ БУДИНКИ**

Актуальність проблеми організації інженерно-технічних заходів цивільного захисту при реконструкції промислових будівель у багатоповерхові житлові будинки зумовлена зростанням попиту на житло, урбанізацією, а також необхідністю ефективного використання застарілого промислового фонду. Однак адаптація старих індустріальних об'єктів до житлових умов пов'язана з рядом суттєвих труднощів, особливо в частині забезпечення вимог цивільного захисту населення.

Сучасні нормативи, зокрема ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту»[1], передбачають обов'язкову наявність в будівлях укриттів – сховищ, протирадіаційних