

Магістерська дисертація

Тема: Оптимізація технологічних параметрів формування надтвердих гібридних алмазних матеріалів для геологорозвідувального інструменту

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК (АКАДЕМІК. НАН УКРАЇНИ, Д.Х.Н. ТУРКЕВИЧ В.З.)

МАГІСТРАНТ (ВОЙЧЕНКО АНДРІЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ)

Актуальність

Створення нового покоління надтвердих матеріалів, в яких будуть поєднуватись переваги від використання як унікальних властивостей монокристалічних CVD алмазів, так і алмазних полікристалічних композитів, одержаних методом НРНТ (High pressure and heat temperature) .

Мета роботи

Створення полікристалічного композиційного матеріалу високої твердості та підвищеної термостабільності з гібридною алмазною основою у вигляді породоруйнуючих елементів

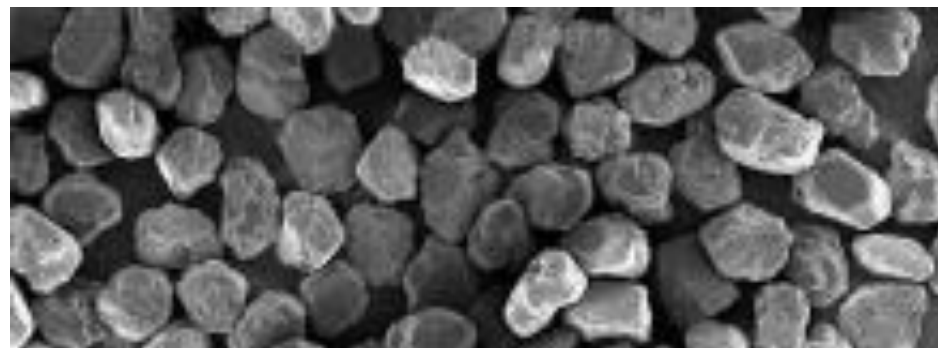


а

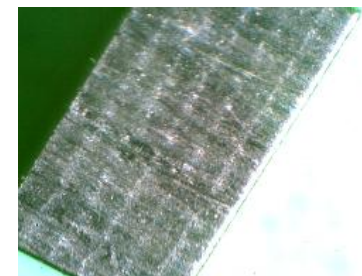
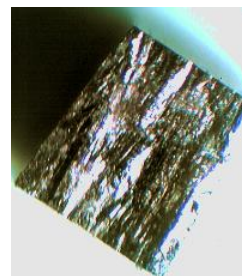
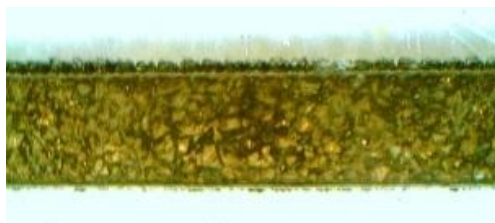


б

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд пресового обладнання.



а



б

Рисунок 2 – Синтетичний алмазний мікропорошок зернистості 40/28 виробництва ІНМ НАН України (а) та пластини CVD-алмазу різної структурної досконалості (б).

а



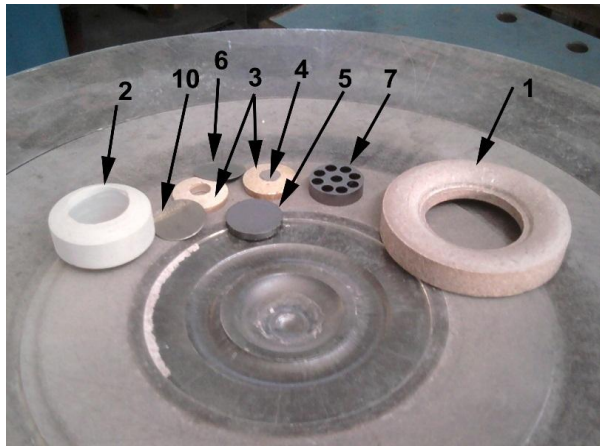
б



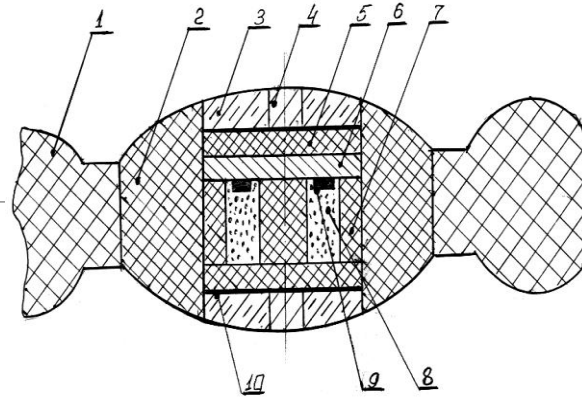
в



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд АВТ «тороїд-30».



а



б



в



г

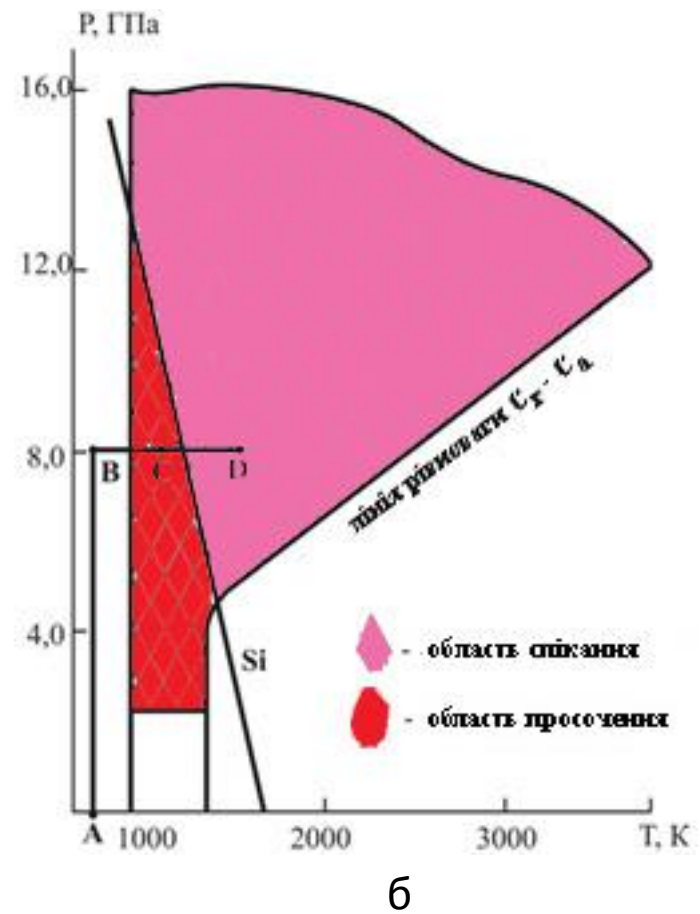
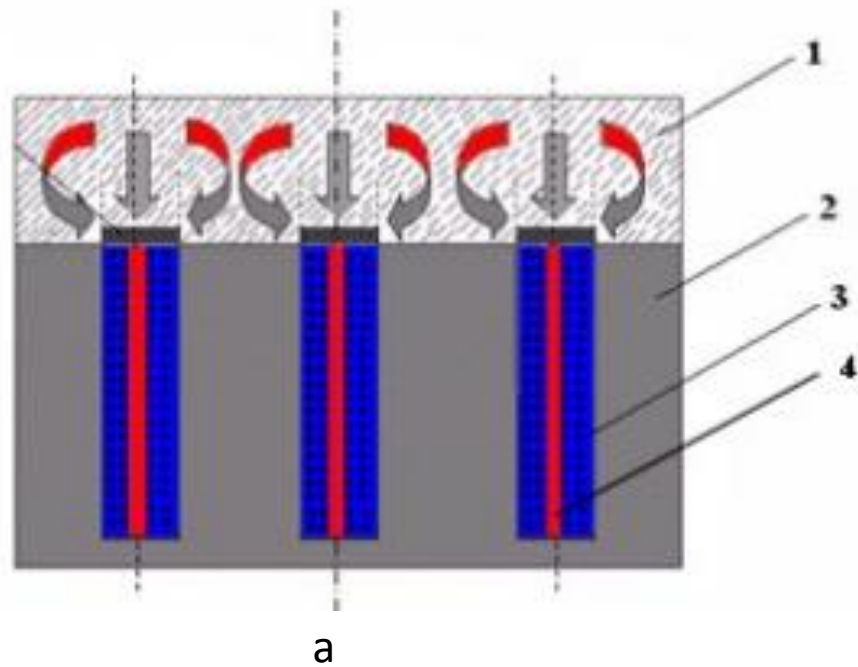
1 – кільце; 2 – втулка; 3 – шайба; 4 – струмовідвід; 5 – диск графітовий; 6 – диск просочуючий; 7 – багатопозиційна матриця; 8 – алмазний мікропорошок; 9 – CVD-алмаз; 10 – диск молібденовий

Рисунок 4 – Зовнішній вигляд деталей спорядження контейнера (а), схема його спорядження (б), зовнішній вигляд зібраного контейнера; контейнер в апараті високого тиску



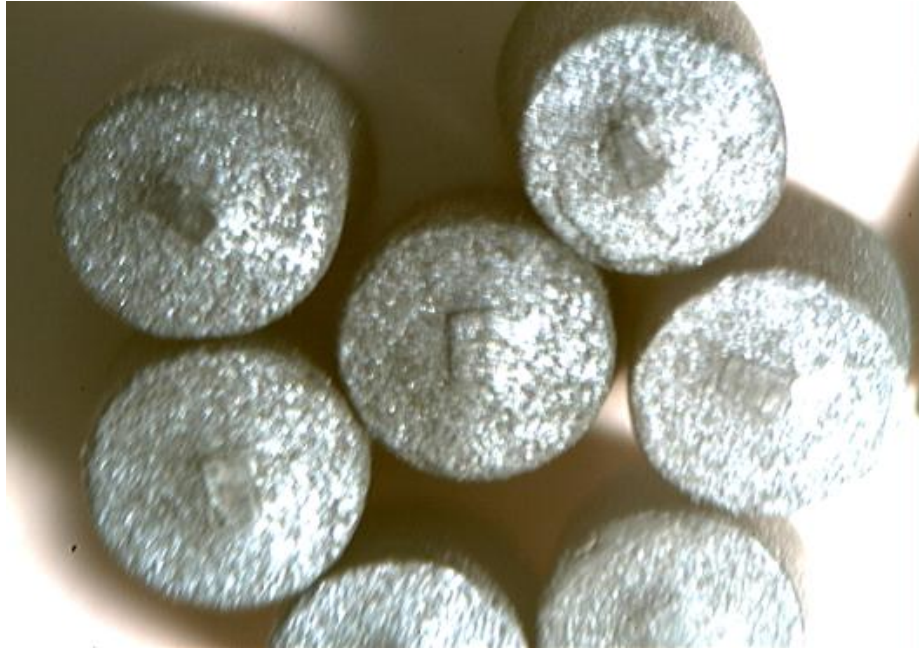
a – сталева обойма; *б* – комплект пуансонів; *в* – матриця

Рисунок 5 – Зовнішній вигляд деталей прес-форми для пресування багатопозиційної матриці.

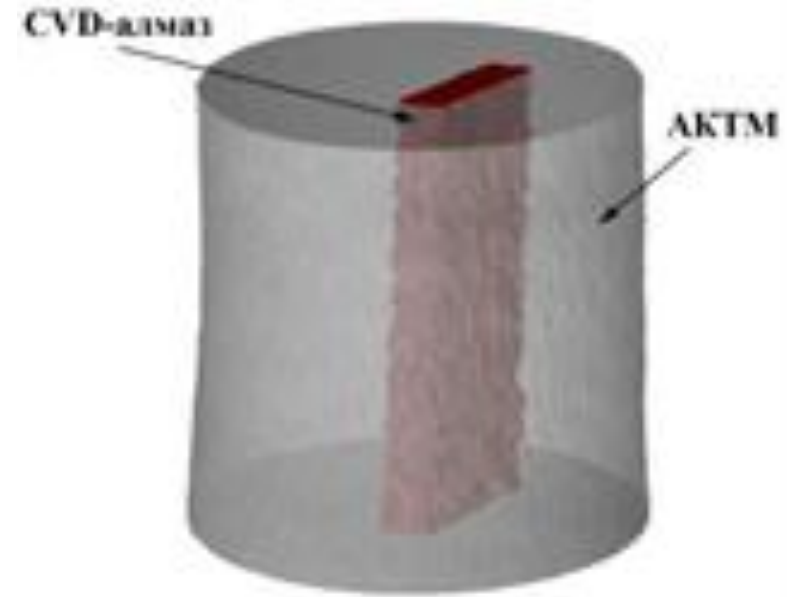


1 – просочуючий шар (нанопорошок алмазу, графіту і кремнію); 2 – графітова матриця; 3 – композит; 4 – CVD-алмаз

Рисунок 6 – Варіант спікання гібридного матеріалу (тиск – 6,5-7,5 ГПа; температура спікання – 1350-1550 °С; тривалість спікання – до 60 с) (а) та технологічна схема його реалізації (б).



а



б

Рисунок 7 – Зовнішній вигляд зразків композиційного матеріалу АКТМ + CVD-алмаз (а) та їх внутрішня будова за даними рентгенівської мікротомографії (б)

Структура CVD алмазу	Твердість, ГПа	
	Вихідна	В гібридному матеріалі
Мілкокристалічна	92–105	117–130
Стовбчаста	93–98	125–140
Крупнокристалічна	96–112	121–135

Таблиця 1 – Твердість CVD-алмазу в алмазовому гібридному композиті

Склад матеріалу	Маса вставки, мг		Знос по масі, мг	Інтенсивність зносу по масі, мг/м ³
	Начальна	Кінцева		
АКТМ	121,4	107,0	14,4	8,4
АКТМ+монокристалічний синтетичний алмаз	134,2	128,0	6,2	3,6
АКТМ+полікристалічний CVD-алмаз	127,2	126,0	1,2	0,6

Таблиця 2 – Порівняльні випробування вставок АКТМ при різанні коростишівського граніту X категорії за буримістю

Експериментальне дослідження зносостійкості алмазного гібридного полікристалічного матеріалу

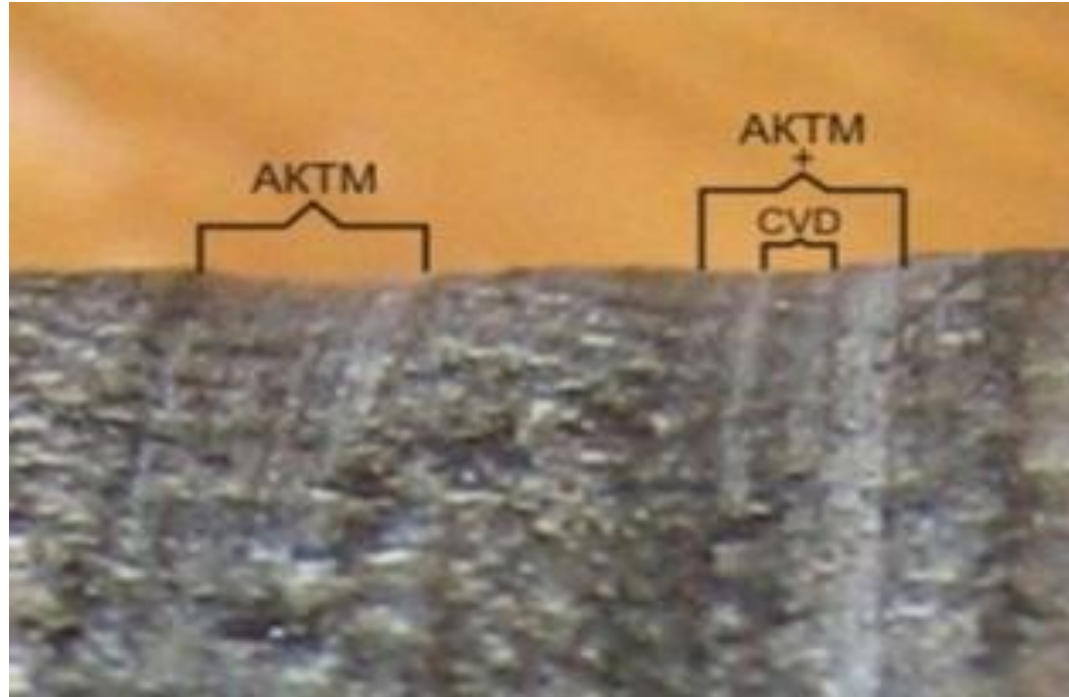


Рисунок 8 – Поверхня ділянок руйнування зразка коростишівського граніту при різанні породоруйнуючими елементами з АКТМ та гібридним полікристалічним матеріалом

а

б

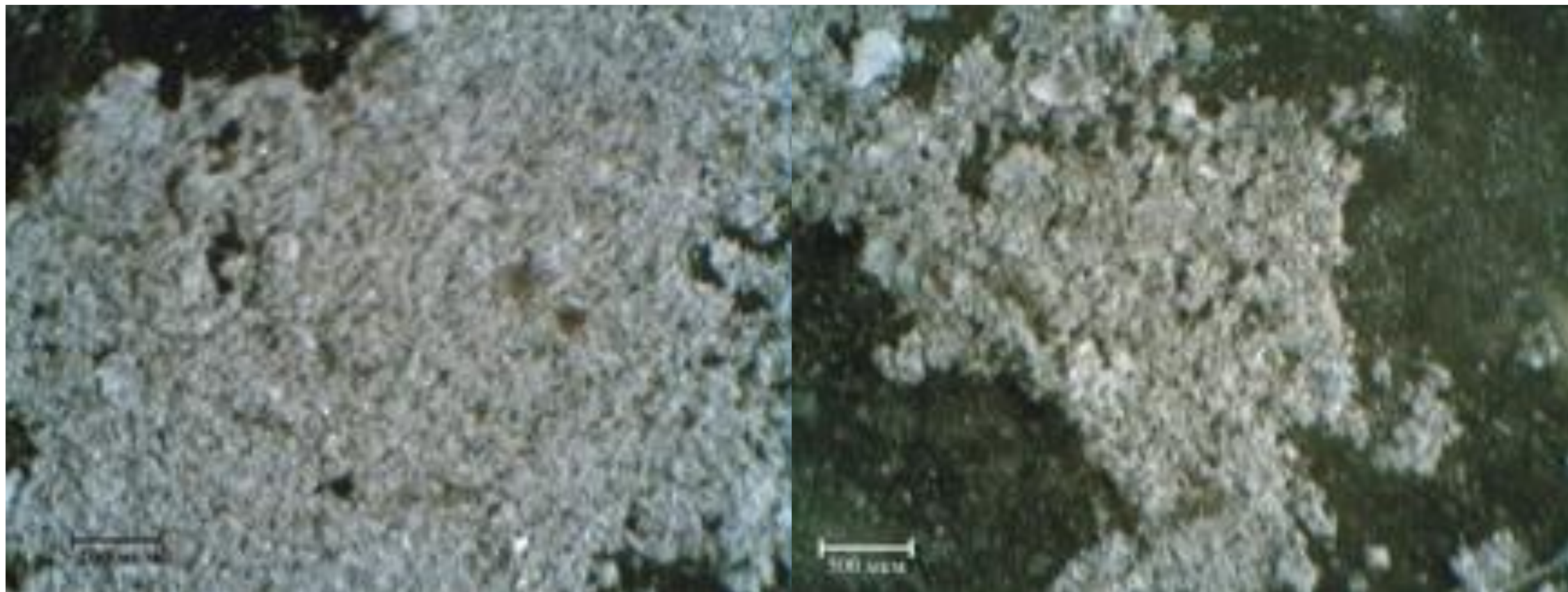


Рисунок 9 – Шлам граніту, отриманий при роботі породоруйнуючих елементів: а – з АКТМ; б – з гібридного полікристалічного матеріалу (PCD – CVD-алмаз)

Експериментальні дослідження зносостійкості алмазного гібридного полікристалічного матеріалу в залежності від кольору та варіанту орієнтації пластини CVD-алмазу (зародкова, ростова та бічна сторони)

Таблиця 3 – Порівняльні випробування породоруйнуючих елементів, оснащених вставками CVD світлого та чорного, з метою оцінки зносостійкості зародкової, ростової та бічної їх сторін при різанні коростишівського граніта X категорії за буримістю

Склад породоруйнуючих елементів	Маса вставки, мг		Інтенсивність зносу по масі, мг/м×10 ⁻³
	початкова	кінцева	
АКТМ+CVD-алмаз чорний (зародкова сторона)	122,7	120,0	1,6
АКТМ+CVD-алмаз чорний (ростова сторона)	120,0	117,2	1,6
АКТМ+CVD-алмаз чорний (бічна сторона)	117,2	115,8	0,8
АКТМ+CVD-алмаз світлий (зародкова сторона)	127,2	126,1	0,6
АКТМ+CVD-алмаз світлий (ростова сторона)	126,1	124,7	0,8
АКТМ+CVD-алмаз світлий (бічна сторона)	124,7	123,3	0,8

Таблиця 4 – Порівняльні випробування породоруйнуючих елементів, оснащених тільки CVD-алмазом чорного кольору різних розмірів і варіантів розміщення в оболонці АКТМ, при різанні коростишівського граніту X категорії за буримістю.

Матеріал армуючої вставки	Маса вставки, мг		Інтенсивність зносу по масі, мг/м×10 ⁻³
	початкова	кінцева	
АКТМ+CVD-алмаз чорний (1 мм×0,3 мм×4 мм)	135,4	135,0	0,7
АКТМ+CVD-алмаз чорний дроблений (ріжучі вставки)	125,6	124,4	2,2
АКТМ+CVD-алмаз чорний дроблений (підрізні вставки)	106,2	105,2	1,8

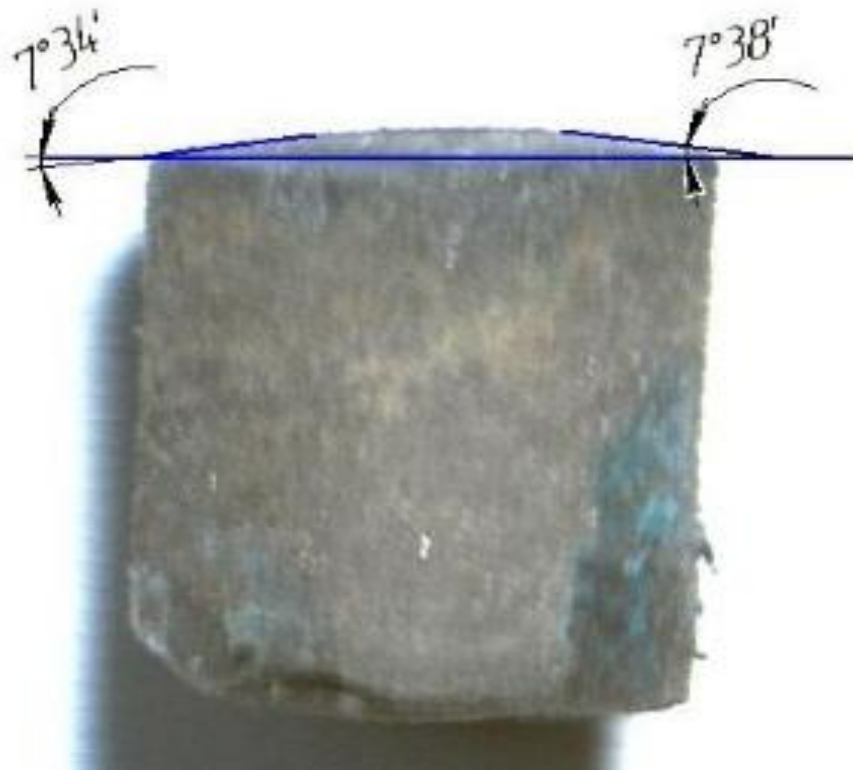


Рисунок 10 – Вигляд робочого торця породоруйнуючого елемента алмазного гібридного полікристалічного матеріалу (АКТМ + CVD-алмаз) у процесі різання

Висновки:

Таким чином в результаті проведених науково-дослідних робіт розроблено науково-технологічні основи одержання гібридного полікристалічного композиту, в якому поєднуються позитивні властивості синтетичних, природних та CVD-алмазу. При цьому твердість зерен CVD-алмазу підвищується на 40-50 %, що дає можливість використовувати такий матеріал для оснащення породоруйнівного, правлячого та інших інструментів, які працюють в умовах інтенсивного абразивного зносу.