

УДК 679.8

В.І. Сидорко, д.т.н.

В.В. Пегловський, к.т.н.

*Науково-технологічний алмазний концерн «Алкон»
НАН України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ПРИРОДНИХ КАМЕНІВ

У статті розглянуті класифікації природних каменів, використовуваних у каменеобробному виробництві, виділені основні компоненти, що діагностуються в їх хімічному складі, і наведені дані про вміст цих компонентів в багатьох видах природних каменів, а також наведені значення продуктивності алмазної обробки тридцяти видів природних напівдорогоцінних і декоративних каменів.

Постановка проблеми. При виробництві різних виробів з каменю: будівельних (плитки, баясин, сходів та ін.), виробничо-технічних (валів, станин, ступок та ін.) та декоративно-художніх (наборів, ваз, годинників та ін.) [1, 2] використовується понад 60 видів каменю. Україна є державою, яка має значні запаси природних каменів, перш за все гранітів, лабрадоритів, габро, а також мармурів [3].

Загальновідомо, що більшість каменів зараз обробляються (шліфуються) переважно з використанням алмазного інструмента. Це, перш за все, усі види гранітів, лабрадоритів та габро, а також деякі види мармуру, серпентиніт, лазурит, родоніт, нефрит, жадеїт та багато інших. Відомо також, що деякі з напівдорогоцінних каменів, наприклад, всі камені халцедонової групи (агат, хризопраз, сердолік та ін.), кварц всіх видів, яшми різних видів, кварцити, скам'яніле дерево, кремій і деякі інші взагалі не можуть бути оброблені без застосування процесів алмазного шліфування.

Метою даної роботи є дослідження особливостей обробки різних видів природних каменів, перш за все з використанням технологій алмазно-абразивної обробки разом з вивченням їх хімічного складу та інших властивостей.

Основна частина. Класифікація природних каменів. Інтерес людства до природних каменів відомий з глибокої давнини, а першу спробу класифікувати неорганічні тіла зробив ще Аристотель. Значний внесок у вивчення та класифікацію природних каменів зробили К.Клуге, А.Є. Ферсман, В.І. Соболевський, Є.В. Києвленко та інші дослідники.

В даний час в Україні відповідно до Постанов КМУ [4, 5] загальноприйнятою є класифікація природних каменів, за якою усі камені розділяють на дорогоцінні, напівдорогоцінні та декоративні (табл. 1), причому вироби, які розглядаються в даній роботі [1, 2], виготовляються з каменів, що віднесені до другої та третьої їх групи.

Таблиця 1

Прийнята в Україні класифікація
напівдорогоцінних та декоративних каменів

№ з/п	Класифікація, прийнята в Україні	Види природних каменів
1	Відповідно до Постанов КМ України №№ 512, 475	1. Коштовні камені 1, 2, 3 і 4 порядку. 2. Напівдорогоцінні камені. Перший порядок: бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, молдавіт, нефрит, тигрове і котяче око, хауліт, хризопраз, чароїт. Другий порядок: агат, амазоніт, гагат, гематит, дерево скам'яніле, джеспіліт, егіриніт, епідозит, кахолонг, кварцит кольоровий, кремійнь кольоровий, онікс мармуровий, опал, пегматит, порофіліт, родоніт, сердолік, серпентиніт, скарни кольорові, содаліт, халцедон, шпати іризуючі польові, яшма. 3. Декоративні камені: андезит, габро, граніт, дацит, кальцифір, кварцит, конгломерати, лабрадорит, мармур, сієніт, травертин, туф.

В табл. 2 наведені класифікації природних каменів відповідно до імен їх авторів [6], причому коштовні (ювелірні) камені (табл. 1, 2) нами детально не розглядаються.

Таблиця 2

Порівняльна таблиця класифікацій природних
напівдорогоцінних та декоративних каменів

№ з/п	Класифікація	Види природних каменів
1	2	3
1	За К.Клуге	1. Ограновані камені або власне дорогоцінні: 1,

	(1860)	2 і 3 класу; 4 клас: кварц (гірський криштал, аметист, рожевий кварц, авантюрин), халцедони (агат, карнеол, плазма, геліотроп, яшма, хризопраз, роговики), опали (огранований опал, напівопал, гідрофан, кахолонг, яшмовий опал, звичайний опал), польовий шпат (адуляр, амазоніт, лабрадор), обсидіан, лазурит, гаюїн, гіперстен, диопсид, флюорит, янтар. 5 клас: гагат, нефрит, серпентиніт, агальматоїд, діаллаг, бронзит, бастит, мармур, селеніт, алебастр, малахіт, пірит, родохрозит, гематит, преніт, елсолит, натроліт, лава, кремниста брекчія, липидоліт.
2	За А.Є. Ферсманом (1920)	А. Ограночний матеріал (самоцвіти) 1, 2, 3 порядку. Б. Виробничий матеріал (кольорові камені). 1 порядок: нефрит, лазурит, главколіт, содаліт, амазоніт, лабрадор, орлець, азурит, малахіт, авантюрин, кварцит, гірський криштал, димчастий кварц, агат і його різновиди, яшма, везувіан, рожевий кварц, письмовий граніт. 2 порядок: лепідоліт, фукситовий сланець, серпентин, агальматоліт, стеатит, селеніт, обсидіан, мармуровий онікс, датоліт, флюорит, кам'яна сіль, графіт, лазурит, смитсоніт, цоїзит. 3 порядок: гіпс, порфіри, брекчії, зливні кварцити та ін.

Продовження табл. 2

1	2	3
3	За В.І. Соболевським (1971)	1. Коштовні камені (самоцвіти). 2. Кольорові камені. 1 клас: малахіт, орлець, нефрит, ляпіс-лазур, амазоніт, лабрадор, авантюрин, халцедон, письмовий граніт та ін. 2 клас: офіт (благородний змійовик), агальматоїд, мармуровий онікс, флюорит, сепіоліт, селеніт, яшма та ін.
4	За Є.В. Києвленко (1980)	1. Ювелірні (дорогоцінні). 2. Ювелірно-виробничі камені. 1 порядок: лазурит, жадеїт, нефрит, малахіт,

		<p>янтар, хризопраз, чароїт.</p> <p>2 порядок: агат, амазоніт, родоніт, гірський криштал безбарвний і димчастий, гематит – кровавик, рожевий кварц, звичайний опал, непрозорі іризуючі польові шпати.</p> <p>3. Виробничі камені: яшма, письмовий граніт, скам'яніле дерево, кахолонг, мармуровий онікс, обсидіан, лиственіт, гагат, селеніт, флюорит, серпентиніт, авантюриновий кварцит, офиокальцит, агальматоїд.</p>
--	--	--

Жодна з відомих класифікацій не є універсальною, оскільки не дає яких-небудь кількісних показників або характеристик, а базується в основному на вартісних та органолептичних оцінках природних каменів, тому потрібно провести розподіл (класифікацію) природних каменів за якимись об'єктивними кількісними показниками, наприклад, хімічним складом або продуктивністю обробки.

Слід зазначити, що види природних каменів, які розглядаються (табл. 1, 2), є різними за своєю природою, наприклад, деякі – це природні мінерали. До них відносять, наприклад: гематит, гетит, опал, кварц, аметист, халцедон, нефрит, жадеїт, кальцит, арагоніт, доломіт та ін. Мінерал – однорідне природне неорганічне з'єднання, що має певні постійні фізичні властивості та хімічний склад [7].

Основна ж маса декоративних та напівдорогоцінних природних каменів, є гірськими породами (граніти, лабрадорити, габро, мармури, мармурові онікси, яшми, серпентиніт, обсидіан та ін.). Гірські породи – агрегати однакових або різних мінералів, які створюють геологічні тіла значних розмірів [7].

Відомості, які є в даний час, не можуть точно пояснити, які саме чинники формують у природних каменів ті або інші властивості. При цьому відомо, що певну роль у формуванні цих властивостей грають мінералогічний та хімічний склад каменю, умови утворення природного каменю (температура, тиск, час утворення), взаємодія каменю, що утворився, із зовнішнім середовищем, вид каменю (мінерал або гірська порода), вид мінералу (монокристал або полікристал) і деякі інші.

Ще менше даних є про те, як співвідносяться параметри алмазно-абразивної обробки природних каменів з особливістю їх хімічного складу або міцністними властивостями.

Хімічний склад природних каменів. Більшість дослідників, вивчаючи властивості природних декоративних або напівдорогоцінних каменів, розглядають, перш за все, їх мінералогічний склад, проте з причини широкої різноманітності видів природних мінералів (декілька

тисяч найменувань) виявити характерні особливості обробки каменю від його мінералогічного складу або фізико-механічних властивостей важко.

Основними (породоутворюючими) мінералами у складі видів каменю (гірських порід), що розглядаються, прийнято вважати: польові шпати, амфіболи, піроксени, кварц, різні силікати та інші мінерали [8], які за загальноприйнятою класифікацією мінералів відносяться до оксидів, силікатів та карбонатів [9].

Вивчаючи хімічний склад природних каменів, розрізняють петрогенні хімічні елементи, які їх утворюють. Прикладами таких елементів є: кисень, кремній, алюміній, залізо, кальцій, магній, калій, натрій (O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na), та деякі інші [8].

Разом з тим кожен з мінералів є сполукою з певним хімічним складом і, розглядаючи загальну сукупність хімічних складових різних основних породоутворюючих та інших мінералів, можна певним чином судити про властивості мінерального конгломерату в цілому.

Один з відомих фахівців та дослідників каменю академік Є.В. Києвленко, чия класифікація є найбільш близькою до прийнятої в Україні [4], в своїх численних роботах, присвячених різним видам природних каменів, при описі їх хімічного складу розрізняв декілька основних їх компонентів. До них він відносив перш за все оксиди кремнію (SiO_2), а також алюмінію (Al_2O_3), заліза (Fe_2O_3 , FeO), кальцію (CaO) та магнію (MgO), які займають найбільшу в процентному відношенні частину в хімічному складі природних каменів [10–18]. Окрім цих компонентів, для деяких природних каменів, основними породоутворюючими мінералами яких є польові шпати (граніти, лабрадорит, габро і ін.), виділяють також оксиди натрію (Na_2O) та калію (K_2O), які при розгляді нами хімічного складу природних каменів віднесені до категорії «інших» [8, 10–18].

У таблиці 3 наведені дані про хімічний склад деяких видів природних каменів по обраним компонентам хімічного складу. В таблиці всі камені розташовані в порядку зростання вмісту оксиду кремнію. Дані про склад цих каменів отримані в результаті раніше проведених досліджень [19] або відомі з літератури [8, 10–18].

Необхідно зазначити, що у складі природних каменів присутні та інші оксиди: титану (TiO_2), марганцю (MnO), фосфору (P_2O_5), міді (CuO), і так далі. Проте деякі з них як, наприклад, оксиди титану та фосфору містяться в незначних кількостях, як правило, до 1 відсотка. Інші містяться тільки в рідкісних видах каменя, наприклад, оксид міді в малахіті, оксид марганцю в родоніті і так далі.

Крім того, в деяких видах природних каменів, перш за все в мармурових оніксах, мармурах і деяких інших в значних кількостях при-

сутні карбонати, наприклад, кальцію (CaCO_3) або магнію (MgCO_3), які нами також віднесені до «інших».

Слід зазначити, що наведені кількісні значення вмісту компонентів хімічного складу для вибраних видів каменів є орієнтиром, оскільки для каменів тих же видів інших родовищ вони можуть дещо відрізнятися.

Продуктивність обробки природних каменів. У каменеобробному виробництві для визначення стійкості каменів до зовнішніх механічних впливів використовують показник їх стираності – G , який фактично є ваговою продуктивністю шліфування природних каменів з використанням вільного багаторазовозмінюемого абразиву без присутності мастильно-охолоджуючого технологічного середовища (МОТС) [20]. В таблиці 4 наведені значення цього показника для деяких декоративних видів каменю в основному з родовищ України.

Таблиця 3

Хімічний склад деяких видів природних каменів

Найменування. Походження	Компоненти, %					
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Інші
1	2	3	4 ¹	5	6	7
1. Мармуровий онікс. Карлюкський. Казахстан	–	–	–	56	–	44
2. Мармур. Прохорово-беландийський. Росія	0,04	0,22	0,04	52,4	0,83	46,4
3. Мармур Кибіт-кордонський. Росія	8,09	0,46	0,30	49,3	0,72	41,2
4. Офіокальцит. Росія	18,4	4,1	0,9	24,6	20,4	31,6
5. Мармур. «Верде». Індія	21,8	0,7	9,2	13,1	17,2	38
6. Скарн дактолітовий. Росія	23,2	3,5	17,0	7,6	21,6	27,1
7. Лиственіт. Росія	25,4	0,9	3,68	6,98	25,8	37,2
8. Мармур. Белогорський. Росія	26,48	–	0,54	22,4	16,1	34,5
9. Мармур. «Імперіал». Індія	32,0	0,9	9,2	13,1	25,6	19,2
10. Родоніт.	39,3	16,7	0,8	1,9	21,8	19,5

Росія						
11. Лазурит. Росія	43,6	20,1	0,4	19,6	8,0	51,9
12. Серпентиніт. Росія	44	25	5	1	14	11
13. Габро оливинове (серед. знач.) ²	45,43	17,32	10,87	11,6	8,37	6,39
14. Джеспіліт. Україна	47,0	2,5	50,0	–	–	0,5

Продовження табл. 3

1	2	3	4 ¹	5	6	7
15. Габро безоливинове (серед. знач.) ²	49,14	16,77	9,57	11,2	6,70	6,63
16. Нефрит. Саянський. Росія	56,3	2,55	3,3	13,9	22,3	1,7
17. Роговик. Росія	52,8	11,7	10,3	6,8	6,0	12,4
18. Лабрадорит Головінський. Україна	53,55	26,24	5,05	10,5	–	4,66
19. Жадеїт. Бірма	59,44	24,65	0,76	1,09	0,33	13,7
20. Амазоніт. Росія	67,2	20,5	0,3	0,0	1,2	10,8
21. Граніт. Софіївський. Україна	71,36	11,96	4,88	2,56	0,58	8,66
22. Граніт слюдяний (серед. знач.) ²	71,84	14,59	2,46	1,67	0,63	8,81
23. Обсидіан. Вірменія	74,1	17,4	0,3	1,4	1,0	5,8
24. Граніт лейкократовий (серед. знач.) ²	74,53	13,83	1,46	1,25	0,40	8,53
25. Скам'яніле дерево. Україна	87,5	4,6	1,4	1,9	5,4	0,2
26. Яшма. Орська. Росія	90,7	3,2	0,7	3,6	1,4	0,4
27. Агат-переливт. Росія.	91,8	2,8	0,4	1,1	1,6	2,3
28. Кварцит. Росія	93,83	3,09	1,27	0,34	0,38	1,9
29. Халцедон. Казахстан	95	2		2	1	–
30. Льодистий кварц. Україна	100	–	–	–	–	–

Примітка: 1 – в стовпчику 4 наведені сумарні значення Fe_2O_3 та FeO ;
2 – середні значення, наведені з літератури [5]

Слід зазначити, що для багатьох видів напівдорогоцінних каменів (кварц, агат, халцедон, кремій та ін.) цей показник взагалі не може бути встановлений, тому що відповідно до методу його визначення значення цієї величини не може бути меншим за $0,1 \text{ г/см}^2$ [20].

Таблиця 4

Продуктивність шліфування природних каменів
з використанням вільного абразиву

Найменування каменя. Походження	Стиранність $G, \text{ г/см}^2$	Нормальне відхилення $\pm \sigma$
1. Мармур Кибіт-кордонський. Росія	1,05	0,38
2. Серпентиніт. Росія	0,39	0,14
3. Лабрадорит. Головинський	0,51	0,12
4. Граніт. Ємельяновський	0,60	0,52
5. Граніт. Корнинський	0,55	0,50
6. Граніт. Жежелевський	0,74	0,80
7. Граніт. Капустинський	0,25	0,17
8. Граніт. Янцевський	0,25	0,21
9. Граніт. Маславський	0,47	0,17
10. Граніт. Покостовський	0,62	0,14
11. Габро. Александровське	0,69	0,15
12. Кварцит. Овруцький	0,225	0,11

Для досліджень параметрів алмазно-абразивної обробки каменів відомий спосіб, що передбачає вимірювання об'ємної продуктивності шліфування природного каменя з використанням алмазно-абразивного інструмента і наявністю МОТС [21].

Відповідно до цього способу визначення об'ємної продуктивності шліфування Q проводиться після проходження зразком встановленого середнього значення шляху тертя рівного 1000 м при питомому тиску 60 КПа.

Об'ємну продуктивність шліфування каменів згідно зі способом розраховують з виразу $Q = \Delta m / \rho_0$, де Q , Δm – знос зразків відповідно за об'ємом та по масі; ρ_0 – середня щільність досліджуваних зразків.

Зразки з природних напівкоштовних і декоративних каменів виготовляються розмірами $100 \times 100 \times 20$ – 25 мм.

Для дослідження продуктивності обробки були вибрані наступні види природних каменів: мармурові онікси (2 види), мармури (4 види), лабрадорити (2 види), граніти (3 види); а також по одному виду – офіокальцит, серпентиніт, лазурит, лиственіт, родоніт, нефрит, скарн, габро, амазоніт, роговик, жадеїт, обсидіан, джеспіліт, яшма, льодистий кварц, кварцит, скам'яніле дерево, агат-переливт та халцедон.

Знос зразків по масі визначали шляхом їх зважування до та після обробки по стандартній методиці, відповідно до якої визначали також щільність [20].

Експерименти за визначенням продуктивності шліфування проводили на шліфувально-полірувальному верстаті моделі ЗШП-320, використовуюваному в каменеобробному і оптичному виробництві (див. рис.).



а)



б)

Рис. 1. Устаткування та інструмент для проведення експериментальних досліджень: а – верстат моделі ЗШП-320; б – алмазний інструмент

Цей верстат надає можливість в широких межах варіювати технологічні параметри обробки: швидкість обертання, зусилля притиску і взаємне розташування інструмента та оброблюваної деталі. Технологічні параметри обробки каменів наведені в табл. 5.

Як зв'язка алмазного інструмента була вибрана багатокомпонентна металева зв'язка М10-01 (зв'язка на основі порошоків міді, олова, заліза та ін.), синтетичні алмази алмазоносного шару мали зернистість

400/315 і марку АС 32, що відповідало найбільш часто вживаним параметрам інструмента каменеобробного виробництва [22–25].

Таким чином, алмазний круг мав наступні характеристики: 6А2П 400×5×40 АС32 400/315-100 М10-01 (рис. 1) і встановлювався за допомогою спеціального пристрою на одній з робочих позицій верстата.

Таблиця 5

Технологічні параметри обробки

Параметри	Одиниця вимірювання	Значення
Частота обертання шпинделя	од./хв.	97
Частота подвійних ходів повідця	дв. ходів/хв.	48
Питомий тиск	КПа	60
Несиметрія штриха	мм	80
Довжина штриха	мм	40
Сумарна споживана потужність	КВт	2,2
Витрата МОТС (води)	м ³ /хв.	3,33–6,67×10 ⁻⁶

Проведені експериментальні дослідження дали можливість вперше отримати попередні дані про продуктивність шліфування великої кількості природних напівдорогоцінних та декоративних каменів (табл. 6) за допомогою способу [21] з використанням обраного виду інструмента та визначених режимних параметрах обробки. Дані в таблиці наведені в порядку зниження продуктивності обробки природних каменів. Там же наведені дані про середньоквадратичні (нормальні) відхилення σ .

Середня по всіх матеріалах помилка експериментальних досліджень складає близько 50 %, що нижче, ніж помилка у визначенні показника стиранності для природних каменів, яка може складати до 100 і більше відсотків (для напівдорогоцінних каменів), а в випадку підрахунку стиранності по обраних видах каменю (табл. 4) наближається до 60 %. Це пов'язано з тим, що зразки каменю одного виду або родовища можуть значно розрізнятись по стиранності, або продуктивності обробки.

Таблиця 6

Продуктивність обробки деяких видів природних каменів

Найменування каменя. Походження	Q , мм ³ /км	$\pm \sigma$
---------------------------------	---------------------------	--------------

1. Мармуровий онікс. Карлюкський. Казахстан	57300	29905
2. Мармуровий онікс. Зелений. Пакистан	42400	4190
3. Мармур. «Каррара». Італія	35200	17100
4. Мармур. «Россо». Греція	15600	5640
5. Офіокальцит. Росія	12900	7800
6. Мармур. «Верде». Індія	9370	1385
7. Мармур. «Верде Серано». Куба	8220	3390
8. Серпентиніт. Росія	6880	3080
9. Лазурит. Росія	4690	1990
10. Ліственіт. Росія	4650	925
11. Лабрадорит. Норвегія	2130	190
12. Родоніт. Росія	2060	525
13. Нефрит. Росія	1790	532
14. Скарн даєолитовий. Росія	1400	913
15. Лабрадорит. Головинський. Україна	1690	496
16. Габро. Александровське	1100	526
17. Амазоніт. Росія	965	513
18. Роговик. Росія	574	297
19. Граніт. Покостовський. Україна	556	314
20. Жадеїт. Росія	537	286
21. Граніт. Маславський	511	177
22. Обсидіан. Вірменія	309	157
23. Граніт. Межеріченський. Україна	273	195
24. Джеспіліт. Україна	228	118
25. Яшма. Орська. Росія	226	136
26. Льодистий кварц. Україна	152	81,6
27. Кварцит. Овруцький. Україна	116	56,4
28. Скам'яніле дерево. Україна	75,3	23,2
29. Агат-переливт. Росія	67	23,8
30. Халцедон. Казахстан	62,3	29,7

Висновки. З аналізу отриманих результатів виходить, що значення продуктивності обробки природних напівдорогоцінних і декоративних каменів при використанні даного виду алмазного інструмента та вибраного способу випробувань істотно залежить від вмісту в хімічному складі природних каменів оксиду кремнію і відрізняється майже в 1000 разів.

На продуктивність обробки природних каменів впливає і наявність інших компонентів хімічного складу, а саме оксиду заліза та алюмінію. Так, наприклад, продуктивність обробки жадеїту та офіокальциту, що містять відповідно 25 та 4 % оксиду алюмінію, відрізняється в 24 рази,

а продуктивність обробки джеспіліту та офіокальциту, що містять відповідно 50 та приблизно 1 % оксиду заліза, відрізняються в 57 разів.

З аналізу матеріалів досліджень також видно, що вплив вмісту компонентів хімічного складу є важливим, проте не єдиним чинником що відзначається на продуктивності обробки природних каменів. Так, наприклад, камені, що мають практично однаковий вміст оксиду кремнію, льодистий кварц та халцедон (близько 100 %) мають продуктивність обробки що відрізняється в 2,4 рази. Це, можливо, пов'язано з факторами, які не розглядаються в даній роботі, а саме різними видами цих мінералів (кварцу та халцедону) та розмірами зерен їх мінеральних конгломератів.

Крім того, видно, що значення продуктивності шліфування для деяких видів природних каменів близькі, наприклад: мармурових оніксів, деяких видів мармурів (Італія, Греція) та офіокальциту; інших (твердих) видів мармуру (Індія, Куба), серпентиніту, лазуриту та лиственіту; лабрадоритів (Норвегія, Україна), габро, родоніту, нефриту та скарну; гранітів, амазоніту, роговику, обсидіану, джеспіліту та яшми; кварцу льодистого, кварциту, скам'янілого дерева, агату та халцедону.

Це створює передумови об'єднання природних каменів по групах оброблюваності, з метою визначення загальних закономірностей їх шліфування та грамотного призначення технологічних параметрів обробки для кожного з видів каменеобробного обладнання (шліфувального, токарного, фрезерного та інших).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Будівельні матеріали. Плити і вироби з природного каменя : технічні умови. – Введ. 1996-01-01.
2. Вироби каменерізні : ТУУ 26.7-23504418-001:2007. – Введ. 2007-05-01.
3. *Гелета О.Л.* Огляд експортно-імпортних операцій з декоративним камінням в Україні (2008 рік) / *О.Л. Гелета* // Коштовне та декоративне каміння. Інформаційно-довідкове видання. – К. : ДГЦ МФУ, 2009. – 2. – № 56. – С 28–33.
4. Постанова Кабінету Міністрів України № 512 від 27.07.1994 р. «Про загальну вартість та оцінку вартості природних каменів».
5. Постанова Кабінету Міністрів України № 475 від 08.04.1998 р. «Про внесення змін та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України».
6. *Киевленко Е.Я.* Геология самоцветов / *Е.Я. Киевленко*. – М. : Ассоциация Экоост, 2001. – 580 с.

7. *Лидин Г.Д.* Горное дело : терминологический словарь / *Г.Д. Лидин, Л.Д. Воронина, Д.Р. Каплунов*. – М. : Недра, 1990. – 694 с.
8. Добыча и обработка природного камня : справочник / под ред. А.Г. Смирнова. – М. : Недра, 1990. – 445 с.
9. *Миловский А.В.* Минералогия / *А.В. Миловский, О.В. Кононов*. – М. : Изд. МГУ, 1982. – 312 с.
10. *Замалетдинов Р.С.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Нефрит / *Р.С. Замалетдинов* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : Изд. ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1974. – Вып. 3. – 49 с.
11. *Давыдченко А.Г.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Лазурит / *А.Г. Давыдченко* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : Изд. ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1975. – Вып. 4. – 50 с.
12. *Стоялов С.П.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Родонит / *С.П. Стоялов* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1975. – Вып. 5. – 51 с.
13. *Сенкевич Н.Н.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Жадеит / *Н.Н. Сенкевич* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1975. – Вып. 6. – 56 с.
14. *Морозова Н.И.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Агат / *Н.И. Морозова, А.Х. Хакимов, Т.Е. Ариффулова* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : Изд. ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1976. – Вып. 11. – 70 с.
15. *Григорович М.Е.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Декоративно-облицовочные камни / *М.Е. Григорович* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1977. – Вып. 12. – 90 с.
16. *Григорович М.Е.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Окаменелое дерево и рисунчатый кремль / *М.Е. Григорович, Т.Е. Ариффулова* ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1976. – Вып. 14. – 60 с.
17. *Морозова Н.И.* Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Ирризирующие полевые шпаты / *Н.И. Морозова* ; под ред. Е.А. Киев-

- ленко. – М. : Изд. ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1978. – Вып. 18. – 73 с.
18. Григорович М.Е. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. Амазонит и амазонитовые породы / М.Е. Григорович ; под ред. Е.А. Киевленко. – М. : Изд. ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1978. – Вып. 19. – 54 с.
 19. Исследование основных закономерностей процесса алмазной обработки цветных камней с целью установления оптимальных режимов обработки : отчет ИСМ НАН Украины о НИР 1114 (арх. № 2105) ; руководители: В.А. Александров, Е.И. Бобровский, В.Н. Ляхов. – Гос. рег. № 73055305. – К. : ИСМ, 1974. – 74 с.
 20. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. – Введ. 1001-01-01.
 21. Спосіб визначення оброблюваності каменю : пат. 33227 Україна, МПК (2006). B28D 1/00 / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, Е.М. Поталыко ; заявл. 21.02.08 ; опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.
 22. Карюк Г.Г. Оценка износа алмазосодержащего слоя дисковых камнерезных пил / Г.Г. Карюк, В.А. Александров // Горный породоразрушающий инструмент. – К. : Техника, 1970. – С. 22–28.
 23. Александров В.А. Алмазная обработка технической яшмы / В.А. Александров, Г.М. Шор // Горный породоразрушающий инструмент. – К. : Техника, 1969. – С. 42–44.
 24. Связки металлические СТП 90.502-85. Введ. 1985-01-09.
 25. ДСТУ 3292-95 Порошки алмазные синтетические. Введ. 1995-01-01.

СИДОРКО Володимир Ігорович – доктор технічних наук, перший заступник генерального директора науково-технологічного алмазного концерну «Алкон» НАН України.

Наукові інтереси:

– процеси механічної обробки природного та синтетичного каменю;

– обладнання та інструмент для обробки природного та синтетичного каменю.

ПЕГЛОВСЬКИЙ В'ячеслав Віталійович – кандидат технічних наук, провідний інженер науково-технологічного алмазного концерну «Алкон» НАН України.

Наукові інтереси:

- технологія машинобудування;
- обробка природного каменю з застосуванням різного технологічного обладнання та інструмента.

Подано 14.10.2009

Сидорко В.І., Пегловський В.В. Дослідження хімічного складу та продуктивності обробки природних каменів