

ОПАЛИ УКРАЇНИ ТА МОЖЛИВІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ПРОМИСЛОВІСТІ САМОЦВІТІВ

Опали поширені у Закарпатті, на Українському масиві та менше у Гірському Криму.

Закарпаття. Опали тут давно відомі, але до цього часу на них не звертали уваги як на виробний матеріал. Вони часто зустрічаються серед змінених вулканічних порід андезитового складу Вигорлят-Гутинського пасма, де заповнюють разом з нонтронітом, монтморилонітом та гідроокислами заліза тектонічні зони розлому і тріщини окреможестей. Вони мають вигляд кулі неправильної форми, іноді діаметром до 1—2 м. У літературі ці утворення мають назву унгаритів, або хлоропалів. Вони являють собою опал, який містить у собі нонтроніт, або гідроокисли заліза. Колір їх зелений, жовтий, бурий і дуже рідко білий. Є. К. Назаренко та ін. [5] пов'язують ці утворення з поствулканічною фумарольною діяльністю, а В. Ф. Лесняк [6] гадає, що вони являють собою утворення кори вивітрювання андезитів. Класифікація опалів ще не розроблена. Число відмін опалу, які мають назву, дуже велике — близько 134 [13]. Часто одна і та ж відміна має кілька назв, наприклад, зелена-хризопал та хлор-празопал. Також немає чіткого розподілу між звичайним опалом і напівопалом, до того ж деякі автори вважають ці назви синонімами. Тому ми обмежились тим, що віднесли описані зразки до звичайного опалу.

Каменицьке родовище опалу розміщене на правому березі р. Уж біля с. Камениці Перечинського району Закарпатської області.

Опал утворює пражилки товщиною до 20 см і жовни до 10—15 см у поперечнику. Вони містяться у зоні розлому андезиту, який використовують як щебінь. Кар'єр із забоем довжиною до 500 м розробляється трьома виступами, висотою 15—18 м кожний. Вміст в андезиті жовнів опалу незначний, при огляді кар'єру у серпні 1963 р. їх знайдено було близько 10.

Зустрічаються опали різного кольору: білий, що переходить у жовтий, зеленуватий, буруватий, темно-коричневий, сірувато-голубий. Розташування зафарбування часто плямисте. Вони непрозорі або просвічують. Блиск скляний, злам раковистий. Характеристика цих опалів наведена у табл. 1—3. Колір опалів пов'язаний з домішкою зеленого та коричневого мінералів (нонтроніту?).

Спали Закарпаття

Родовище та № зразка	Колір та його характеристика у дзеркальній фактурі	Густина, г/см ³	Твердість Н _{ср} , кг/мм ²	Оптичні та інші особливості
Камениця 140	Жовтувато-зелений, просвічуючий. Довжина хвилі $\lambda=582$ мм (жовтий), насиченість Р—45%, світлість У—13,9 (темно-сірий)			Ізотропний: n від 1,445 до 1,450; глобулярна будова; має домішку жовтуватого тонкодисперсного мінералу—нонтроніту (?)
142	Зелений непросвічуючий	1,96	474	Тонкозерниста неоднорідна маса, що складається з безкольорового ізотропного опалу з $n=1,450$ та домішки зеленуватого мінералу (?)
1201	Темно-зелений до зеленувато-чорного, просвічуючий	2,06	357	Проявляє двозаломлення n від 1,459 до 1,465; домішка зеленувато-жовтого мінералу—нонтроніту (?)
Камениця 162а	Коричневий непрозорий	2,0		Основна маса—безкольоровий ізотропний опал ($n=1,462$), з розсіяними в ньому закругленими ізотропними частками нонтроніт (?) ($n=1,590$). На рідких ділянках проявляється дуже слабе двозаломлення
1626	Сірувато-голубий непрозорий, утворюючий прожилку в опалі 162а			В опалі є включення дрібних зернинок з показником заломлення більшим, ніж у самого опалу. Ізотропний $n=1,459$; тонкодисперсна домішка
Оноківці 1000	Жовтувато-коричневий непрозорий. Довжина хвилі $\lambda=586$ мм (оранжевий), насиченість Р—30%, світлість У—17% (середньо-сірий)	1,96	290	Ізотропний; $n=1,465$, містить у великій кількості тонкодисперсний жовтий мінерал
Оконівці 1000а	Жовтуватий просвічуючий. Довжина хвилі $\lambda=586$ мм (оранжевий), насиченість Р—6%, світлість У—33% (світло-білий)	2,039		Ізотропний; $n=1,441$; 1,450; 1,453, глобулярна будова; найбільший діаметр глобуль 0,012 мм, містить рідкі дрібні зерна жовтого ізотропного мінералу
10006	Білий матовий з прожилками у зр. 1000. Довжина хвилі $\lambda=586$ мм (оранжевий), насиченість Р—6%, світлість У—36% (біло-сірий)	2,037	630	Ізотропний; n від 1,441 до 1,450; глобулярна будова; діаметр глобуль від 0,012 до 0,06 мм; часто концентрична будова глобуль; товщина концентрів 0,006 мм. Деякі ділянки складаються з глобуль опалу і сферолитів халцедону
Колчино 56	Зелений п'ятнистий, довжина хвилі $\lambda=575$ мм (жовто-зелений), насиченість Р—18%, світлість У—24% (світло-сірий)	2,0	376	Слабодвизаломлююча маса n від 1,441 до 1,447; домішка тонкодисперсного зеленуватого мінералу (нонтроніту) (?) і непрозорих зерен

Хімічний склад опалів Закарпаття, %

№ зразка	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	п.п.п.	Сума
К а м е н ц я														
137	79,32	0,15	6,57	6,47	0,25	0,01	0,59	1,29	0,07	0,03	0,06	—	5,27	100,08
141	80,23	0,08	1,80	9,25	3,12	0,11	0,87	0,64	0,07	0,10	0,06	—	3,10	99,43
171	92,93	0,00	1,89	1,11	0,41	0,02	0,09	0,28	0,14	0,10	0,00	—	2,97	100,54
О н о к о в ц і														
23	75,87	0,06	12,94	0,01	0,85	0,05	0,72	1,36	2,79	3,88	0,02	—	1,47	100,02
33	90,30	0,05	2,22	3,19	0,34	0,03	0,51	0,14	0,12	0,13	0,01	—	3,88	99,09
30	83,87	0,09	1,11	9,06	1,11	0,03	0,36	0,39	0,06	0,13	0,02	—	3,55	99,78
37	89,10	0,04	1,92	2,00	0,34	0,02	0,21	0,14	0,22	0,16	0,01	—	5,90	100,06
1000	89,24	0,05	0,17	2,74	0,09	0,01	0,15	0,50	0,17	0,00	0,09	2,72	3,64	99,57
10006	92,24	0,04	0,11	0,07	0,04	0,01	0,10	0,21	0,11	0,00	0,07	2,64	4,38	100,02
К о л ч и н о														
56	88,75	0,09	1,47	3,97	0,74	0,08	0,10	0,50	0,03	0,09	0,06	—	4,04	99,92
124	77,97	0,09	2,70	8,63	2,73	0,12	1,05	1,07	0,07	0,00	0,06	—	5,13	99,62

Примітка: 137 і 56—жовтувато-зелений; 23, 33, 141, 171—темно-зелений; 124—коричнювато-зелений; 30—коричневий; 37—білий; 1000—жовтувато-коричневий; 10006—білий опал з про шарків зраз. 1000.

У відвалах кар'єру було знайдено жовно халцедону (6×12×15 см), в якому сірувато-біла прозора відміна облямована і заміщена білою матовою. Білий матовий халцедон має сферолітову будову і показники заломлення $n_p=1,534$ і $n_g=1,557$, густина 2,38 г/см³. Просвічуючий халцедон являє собою тонкозернисту двопереломлюючу масу з агрегативним показником заломлення $n=1,535$. Напівкількісним спектральним аналізом виявлено, крім Si, в більш матовій відміні: Al від 0,3 до 0,7; Ca від 0,06 до 0,3; Mg від 0,3 до 0,2; Fe від 0,04 до 0,1; Ti від 0,01 до 0,03; Mn від 0,01 до 0,02; Ca від 0,0003 до 0,0004 і сліди V; у прозорій відміні: Ca — 0,4; Al — 0,3; Fe — 0,2; Mg — 0,07; Ti — 0,03; Mn — 0,01; V — 0,002; Si — 0,0004 (у процентах). Ми виділяємо цю знахідку тому, що халцедон відрізняється високими декоративними якостями.

Оноковці вське родовище опалів розміщене на правому березі р. Уж, у північно-західній частині с. Оноковці Перечинського району Закарпатської області.

Опали утворюють гнізда і жили в андезиті, який розробляється у кар'єрі (довжина забою до 100 м, висота виступу близько 30 м). Вміст опалу в андезиті невеликий. При огляді кар'єру у серпні 1963 р. їх було нараховано близько десяти. Гнізда і жили опалу мають розмір 10—30 см у поперечнику. Виділення зеленувато-сірого опалу (до 30 см), а білого напівпрозорого опалу (до 3—5 см) пов'язане з тріщинами андезиту, і розміщуються вони на виступах кар'єру нерівномірно. У захід-

Таблиця

Результати напівкількісного аналізу опалів Закарпаття, %

№ зразка	Be	Mn	Pb	V	Y	Cu	Yb	Zn	Ti	Zr	Co	Cr	Ni	Ag	Sr
Камениця															
137	—	—	—	0,003	—	—	—	—	0,004	—	—	—	—	—	—
141	—	0,01	—	0,007	—	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—
171	—	0,005	—	0,007	—	—	—	—	0,03	0,003	сл.	—	—	—	—
Оноковці															
23	—	0,02	—	0,03	—	—	0,0002	0,01	—	сл.	—	—	—	—	—
33	—	0,007	—	0,01	сл.	0,001	0,0002	—	0,04	0,004	0,001	—	—	—	—
30	—	0,005	—	0,006	—	—	—	—	0,005	—	—	—	—	—	—
37	—	сл.	—	0,002	—	—	—	—	0,005	сл.	—	—	—	—	—
43	—	0,04	—	0,02	—	0,0003	сл.	—	0,1	0,007	0,002	—	—	—	0,01
1000	—	0,006	—	0,01	—	—	—	—	0,001	—	—	—	—	—	—
10006	—	0,007	—	0,001	—	—	—	—	0,006	—	—	—	—	—	—
1000a	—	0,007	—	0,001	—	—	—	—	0,005	—	—	—	—	—	—
1100	0,0001	0,005	—	0,05	0,002	0,001	0,0003	0,01	0,001	0,001	—	—	0,001	0,0003	0,03
Колчично															
135	0,0001	0,003	—	0,005	—	0,001	—	0,02	0,006	—	—	—	—	—	—
56	0,004	0,004	0,005	0,005	—	0,04	—	—	0,006	0,005	—	—	сл.	—	0,03

Примітка: Вміст Si, Al, Fe, Mg, Ca не показано; 137 і 141—жовтувато-зелені; 171, 23 і 33—темно-зелені; 56—світло-зелені; 37 і 43—молочно-білі; 30—коричневий; 1100—темно-коричневий; 135—бурий; 1000—жовтувато-коричневий; 10006—білий з прошарками зр. 1000; 1000a—жовтуватий опал з корочки на зразку 1000.

ній частині його на вершині скелі плямистий і жовтий різних відтінків опал утворює в андезитах жили і кишенькоподібні виділення до 10 см у поперечнику. Опал тут тріщинуватий і зім'ятий. Виділення опалу вміщені у білу оболонку товщиною близько 2 мм та оточені глинистою зоною і наступною зоною зміненого ніздрюватого андезиту. В опалах спостерігаються різноманітні білі матові утворення, а іноді прожилки прозорого опалу товщиною 1 см. Зустрічається опал різних кольорів: зеленувато-сірий, білий, світло-коричневий із жовтуватими та голубувато-сірими прожилками. Трапляються смугасті зафарбовані зразки, напівпрозорі і зовсім непрозорі. У них скляний блиск та раковистий злам (табл. 1—3). Студентом Київського університету М. С. Бишовцем було знайдено кусок (25×30×40 см) красивого світлого жовтувато-коричневого непрозорого опалу (зраз. 1000) і з прожилками білого матового опалу (зраз. 1000б), чергування яких утворює цікавий малюнок. Білі матові прожилки іноді утворюють паралельно-лінійні, частіше хвилясті контури товщиною від 0,5 до 7 мм. На деяких ділянках вони перериваються і стають чітко видимими. Місцями на брилі можна бачити корочку (1 см) жовтуватого прозорого опалу (зраз. 1000а). В ультрафіолетових проміннях такий опал світиться жовтувато-білим кольором.

Як показали хімічні та спектральні аналізи (табл. 2), менш за все домішок міститься у білих різновидностях і більш за все — у коричневих. Коричневий опал відрізняється від білого, який утворює в ньому прожилки, з меншою кількістю Si, більшою V і відсутністю Ca. Зелені різновидності відрізняються від інших збільшеною кількістю Fe, Mn, Be, Y, Yb, Zr і Zr.

Колчинське родовище опалу розміщене на південний захід від с. Колчине Мукачівського району Закарпатської області. Жовна і гнізда опалу до 1 м у поперечнику знаходяться в андезитах, який розробляється у кар'єрі «Радянська Армія» для будівництва доріг, довжина забою до 50 м з двома виступами висотою до 25 м (табл. 1—3).

На основі мікроскопічного вивчення опали Закарпаття розподіляються на дві відміни. Перші, пофарбовані, непрозорі або просвічуючі, являють собою ізотропну або слабо двопереломлюючу масу, яка має домішок тонкодисперсного мінералу—пігменту. Другі відміни, білі і некольорові, складаються з глобуль опалу, щільно упакованих або розсіяних у халцедоновій масі, іноді сферолітовій. Нами встановлено, що глобулярна структура опалу може бути не тільки первинною, що утворилась при осадженні опалу з колоїдних розчинів у вигляді глобуль, але і вторинною, яка виникла при переході опалу у халцедон.

За даними рентгеноструктурного аналізу, опали по своїй структурі різні. Одні з них близькі до аморфних і утворюють на рентгенограмах кілька дифузних ліній, які більш за все підходять до дифракційного спектру β -кристобаліту. Друга група опалів за структурою схожа з α -тридимітом, що підтверджує думку Гаравелі [12]; третя з β -кристобалітом; четверту групу складають опали, лінії рентгенограм яких середні між лініями α -тридиміту і β -кристобаліту; лінії п'ятої групи близькі до α -кристобаліту, а шостої — до β -тридиміту. На жаль, ми ще не маємо

результатів досліджень, що дозволили б пов'язати з умовами утворення опалів ці особливості, які не задовольняють умови дифракції світла. Це проявляється у грі кольорів благородного опалу [11, 14].

Термічний аналіз показав, що ендотермічні ефекти більшості опалів знаходяться в інтервалі 105—133° С. У зеленому колчинському опалі відмічено, крім того, ще додатковий ендоефект при 236° С (див. рис.).

За нашим проханням Т. Г. Стадник визначила, що вода опалів виділялась при нагріванні в інтервалі 50—300° С, досягаючи 2,9% (зраз. 1000) і 2,6% (зраз. 56); при 1000° С виділення води становить 4,3% (зраз. 1000) і 4,5% (зраз. 56).

Закарпатські опали, особливо просвічуючі, легко піддаються дзеркальній поліровці. Камінь дуже гарного кольору, щільні відміни можуть бути добрим матеріалом для мозаїчних і каменерізних робіт. Кращі просвічуючі різновиди можна використовувати для виготовлення ювелірних виробів.

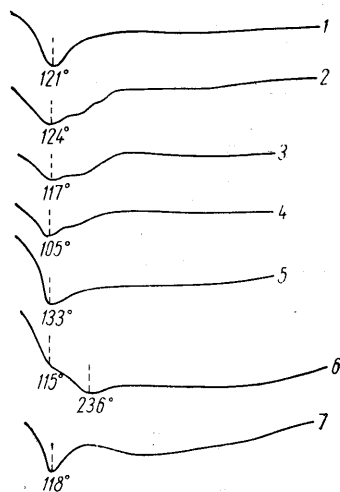
Вироби із зеленого колчинського опалу (намисто) і жовто-білого смугастого оноківського опалу (браслет, кільце), виготовлені ЦНДЛКС, у 1964 р. дістали високу оцінку художньої Ради ГУМПа Ленінграда.

Опал утворює рідкі виділення в андезиті. Добувати його треба з розробкою багатьох андезитових кар'єрів, що розміщуються на відстані 10—15 км від залізничних станцій, з якими вони пов'язані шосейними шляхами.

Нами були описані різновиди звичайного опалу, в який часто перетворюється благородний опал. Таким чином, у більш глибоких шарах згаданих родовищ умови сприятливіші для утворення та існування благородного опалу. Угорські та чеські родовища благородного опалу також зв'язані з андезитами та трахитами, що дозволяє сподіватися на знаходження подібних до них в ефузивних породах Радянського Закарпаття.

Український масив. У пеліканітованих гранітах, дуже поширених у Житомирській, Київській, Вінницькій, Черкаській, Кіровоградській та Дніпропетровській областях і неодноразово описаних, зустрічаються спорадичні виділення опалів у вигляді кірок та жилок, невеликих за об'ємом. Деякі з цих опалів цікаві як сировина для ювелірної промисловості. Найбільш багаті цією сировиною Глуховецьке та Талайське родовища Вінницької області.

Глуховецьке родовище знаходиться біля с. Глуховці Комсо-



Криві нагрівання опалів:

- 1 — зелений, Камениця; зраз. 142
- 2 — коричневий, Камениця, зразок 162; 3 — коричневий опал, Оноковці, зраз. 1000а; 4 — жовтуватий опал з корочки, Оноковці, зраз. 1000а; 5 — білий опал із корочки Оноковці, зразок 1000в; 6 — зелений, Колчино, зраз. 6; 7 — опал, обволікаючий зраз. 56.

мольського району. Опали спостерігаються серед пеліканітів у вигляді переривчатих жилок товщиною від 3 до 20 см.

Опал молочно-білий і світло-коричневий буває різних відтінків, іноді тонкосмугастий. Звичайно приконтактна зона має жовте забарвлення, а наступна — молочно-біле. Опал непрозорий, слабо просвічуючий у тонких сколах. Блиск скляний і матовий, злам раковистий.

Молочно-білий опал оптично ізотропний, n змінюється від 1,459 до 1,462. Хімічний склад опалу (у процентах): SiO_2 — 90,77, TiO_2 — 0,06, Al_2O_3 — 0,69, Fe_2O_3 — 0,05, FeO — 0,09, MnO — 0,01, MgO — 0,2, CaO — 0,35, Na_2O — 0,08, K_2O — 0,06, R_2O_5 — 0,03, H_2O — 5,93, п. п. п. — 1,55 (сума — 99,87). Мікроелементи Cu і Zr становлять 0,004%. Термічний ендоефект — при 118°C . Абсолютна твердість H (середня) — 346,4 кг/мм².

Коричнево-жовтий опал ізотропний. Показник заломлення змінюється від 1,462 до 1,465. Спектральний аналіз виявив, крім Si , присутність таких елементів: $\text{Al} \approx 3$; Fe і Ca — 0,2; Mg — 0,05; Ti — 0,005; Cu — 0,002 (у процентах) і сліди Mn . Термічний ендоефект — при 136°C . Склад опалів у пеліканізованих породах незначний.

Т а л а л а і в с ь к е, або Л ю л е н ц і в с ь к е, родовище знаходиться біля с. Люленці Погребищенського району в басейні р. Росі у корінних виходах пеліканітів. У 1915 р. воно було описане І. Гінзбургом, у 1961 р. досліджене І. Ф. Муштенко і детально вивчене Є. Я. Жовинським [4]. Опал цього родовища може бути використаний як сировина для виготовлення ювелірних виробів. Зустрічається він спорадично і добувати його треба у кар'єрах разом з розробкою пеліканізованих гранітів.

К р и м. У Криму виділення опалів спостерігається у вивержених породах у районі Сімферополя біля с. Петропавлівки [7], на Кара-Дазі (урвище Гяур-Бах, район хребтів Магнітного та Кок-Кая). Опал утворює прожилки товщиною 0,5 мм, рідко 1 см, або зальбанди халцедонових жил. Опали непрозорі, мутні, злам раковистий. Блиск матовий до скляного. Показник заломлення 1,40—1,46.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург И. И. Пеликаниты и каолиниты юго-западной и южной России.— Изв. политехн. ин-та, 1915.
2. Грищинский П. Опал и минералы, его сопровождающие, из Елисаветинского уезда Херсонской губернии.— Записки Киевск. об-ва естествоиспыт., 23, вып. 4, 1914.
3. Долинский Л. Д. Опал в пеликанитовом граните из Ерки Звенигородского уезда Киевской губернии.— Зап. Минерал. об-ва, ч. 13, 1878, стр. 432.
4. Жовинский Э. Я. О новой находке опалов на Украине.— Бюлл. «Самоцветы», № 2, 1962.
5. Лазаренко Е. К. и др. Минералогия Закарпатья. Изд-во Львов. ун-та, 1963.
6. Лесняк В. Ф. О хлоропале в коре выветривания эффузивов Закарпатской области.— Минерал. сб. Львов. геол. об-ва, № 2, 1948.
7. Ферсман А. Е. Химическая жизнь Крыма в ее прошлом и настоящем.— В кн.: Двойченко П. Минералы Крыма. СПб, 1914.
8. Ферсман А. Е. Самоцветы России. Петроград, 1921.

9. Ферсман А. Е. Драгоценные и цветные камни России. Т. I. Петроград, 1920—1922.
10. Ферсман А. Е. Драгоценные камни СССР, Т. 2. Месторождения. Л., 1925.
11. Dietz R. W. Play of colours in precious opal. *Gems and Minerals*, 1965, № 33.
12. Garavelli C. L. Ordine e disordine negli opali. *Atti Soc. tosc. sci. natur.*, A 71, № 1, 1964.
13. Leechman Frank. *The Opal Book*. Ure Smith. Sydney, 1962.
14. Sanders J. V. Colour of precious opal. *Nature*, 204, № 4964, 1964.

**T. N. Agafonova, G. K. Gutnichenko,
V. V. Nasarenko and Yu. V. Semenchenko**

OPALS OF THE UKRAINE AND THE POSSIBILITY
TO USE OF THEM IN THE STONE-COLOUR INDUSTRY

Summary

A characteristic of opals of the Ukraine is given. They are used in experimental goods.

1-й збір.

ВІСНИК КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

98195.

№ 11

Проверено 1974г.

СЕРІЯ
ГЕОЛОГІЇ

1969 ● ВИДАВНИЦТВО КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Бібліотека Отдел
Геолого-географический
Академии Наук СССР