

**MINERALOGICAL
COLLECTION**

N 73

Published since 1947

**МІНЕРАЛОГІЧНИЙ
ЗБІРНИК**

№ 73

Виходить з 1947 р.

Ivan Franko
National University of Lviv

Львівський національний
університет імені Івана Франка

2023

Друкується за ухвалою Вченої Ради
Львівського національного університету
імені Івана Франка.
Протокол № 61/2 від 2 лютого 2024 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 14604-3575Р від 29.10.2008 р.,
перереєстровано як фахове видання України
(наказ Міністерства освіти і науки України
№ 747 від 13.07.2015 р.)

Збірник, присвячений світлій пам'яті професора Ореста Матковського, містить останні його праці, а також статті інших авторів з генетичної мінералогії й металогенії. Наведено розділи "Історія науки" та "Хроніка".

This "Mineralogical Collection", dedicated to the bright memory of Professor Orest Matkovskiy, contains his latest works, as well as articles by other authors on genetic mineralogy and metallogeny. Sections "History of Science" and "Chronicle" are given.

Редакційна колегія:

д-р геол. наук, проф. *Микола Павлунь* (головний редактор), канд. геол.-мін. наук, доц. *Ірина Побережська* (заступник головного редактора), канд. геол.-мін. наук, доц. *Євгенія Сливко* (відповідальний секретар), д-р філософії, проф. *Maciej Vqbel* (Польща), канд. геол.-мін. наук, доцент *Лариса Генералова*, д-р геол. наук, член-кор. НАН України, проф. *Ігор Наумко*, канд. геол.-мін. наук, ст. наук. співробітник *Андрій Побережський*, канд. геол. наук, ст. дослідник *Мирослава Яковенко*.

Editorial Board:

Professor *M. Pavlun* – Editor-in-Chief,
Associate Professor *I. Poberezhska* – Assistant Editor,
Associate Professor *Ye. Slyvko* – Managing Editor

Відповідальний за випуск: д-р геол. наук, проф. *Микола Павлунь*
Упорядник: канд. геол.-мін. наук, доц. *Євгенія Сливко*

Адреса редколегії:

Львівський національний університет імені
Івана Франка, геологічний факультет,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
тел. (38)(032)239-47-00

Editorial office address:

Ivan Franko National University of Lviv,
Faculty of Geology,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005
tel.: (38)(032)239-47-00

<https://journals.lnu.lviv.ua/index.php/mineralogy>

Редактор Н. ПЛИСА

Комп'ютерна верстка Є. СЛИВКО

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ, ВИДАВЦІ І ВИГОТОВЛЮВАЧА:
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
вул. Університетська, 1, Львів, Україна, 79000.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої
продукції. Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Формат 70×100/16.
Умовн. друк. арк.
Тираж 50 прим. Зам.

© Львівський національний університет
імені Івана Франка, 2023



Збірник присвячено
світлій пам'яті **Ореста Ілляровича Матковського** –
видатного українського вченого-мінералога, доктора геолого-
мінералогічних наук, професора кафедри мінералогії та її багатолітнього
завідувача (1974–1999), заслуженого професора Львівського
національного університету імені Івана Франка, головного редактора
“Мінералогічного збірника” (1979–2023)

ЗМІСТ

ЧЕРЕЗ ТЕРНИ ДО ЗІРОК: ЖИТТЄВИЙ І ТВОРЧИЙ ШЛЯХ ПРОФЕСОРА ОРЕСТА МАТКОВСЬКОГО	5
<u>Орест Матковський</u> ГЕОЛОГІЧНА КОМІСІЯ НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА: ІСТОРІЯ ЗАСНУВАННЯ І ДІЯЛЬНІСТЬ (ДО 150-РІЧЧЯ ТОВАРИСТВА)	9
<i>Степан Кривдік, Олександра Цимбал</i> ДЕЯКІ ДРУГОРЯДНІ МІНЕРАЛИ ЛУЖНО-УЛЬТРАОСНОВНИХ ПОРІД ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇХНЄ ПЕТРОГЕНЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ	22
<i>Микола Павлунь, Олег Гайовський</i> ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЧИННИКИ ГІПОГЕННОЇ ЗОНАЛЬНОСТІ ГІДРОТЕРМАЛЬНОГО ЗРУДЕНІННЯ ПІД ЧАС ОДНО- І БАГАТОСТАДІЙНОГО НАДХОДЖЕННЯ РОЗЧИНІВ	27
<i>Ірина Побережська, Наталія Білик, Євгенія Сливко, Світлана Войтович, Яніна Мігунова</i> ПІСЛЯМАГМАТИЧНІ ЗМІНИ В ОСНОВНИХ ВУЛКАНІТАХ РАХІВСЬКО-ЧИВЧИНСЬКОГО КОМПЛЕКСУ	41
<u>Орест Матковський</u> , <i>Євгенія Сливко, Ірина Побережська</i> ДВНАДЦЯТИ НАУКОВІ ЧИТАННЯ ІМЕНІ АКАДЕМІКА ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА	58
ІСТОРІЯ НАУКИ	
<i>Ірина Побережська, Євгенія Сливко</i> ДО 95-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ОЛЕКСАНДРА ПАВЛОВИЧА БОБРІСВИЧА	67
ХРОНІКА	
<i>Альбертина Бучинська, Оксана Цабан, Тетяна Дворжак, Катерина Бурбан</i> МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ДО 170-РІЧЧЯ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛОГІЧНОГО МУЗЕЮ У ЛЬВІВСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ	72

ЧЕРЕЗ ТЕРНИ ДО ЗІРОК: ЖИТТЄВИЙ І ТВОРЧИЙ ШЛЯХ ПРОФЕСОРА ОРЕСТА МАТКОВСЬКОГО

Двадцять третього березня 2023 р. на 94-му році життя відійшов у засвіти багаторічний головний редактор “Мінералогічного збірника” Орест Іллярович Матковський – доктор геолого-мінералогічних наук, професор кафедри мінералогії, професор-консультант кафедри мінералогії, петрографії і геохімії, заслужений професор Львівського національного університету імені Івана Франка, академік АН Вищої школи України, віце-президент Українського мінералогічного товариства, лауреат Державної премії Української РСР у галузі науки і техніки, лауреат премії НАН України імені Євгена Лазаренка, нагороди Ярослава Мудрого та Святого Володимира, дійсний член і голова геологічної комісії НТШ. Згасла яскрава зірка відомого ученого й педагога, організатора науки та освіти, неординарної людини-творця і працелюба, класика мінералогії, патріарха геологічного факультету Львівського університету...

Світ великий, проте водночас і дуже тісний! Адже до 1948 р. ні студент першого курсу геологічного факультету Орест Матковський, ні незабутній Євген Лазаренко – засновник геологічного факультету і перший його декан, а опісля – ректор університету й академік – і гадки не мали про існування один одного. Проте доля повернула так, що саме вони пройшли великий, славний і плідний шлях у науці й житті. І Орест Матковський – блискучий учень, соратник і послідовник Євгена Лазаренка, продовжував торувати цей шлях останні 44 роки вже зі своїми учнями.

Навчання на факультеті Орест Іллярович закінчив з відзнакою 1953 р. й одразу вступив в аспірантуру на кафедрі мінералогії. У 1957 р. захистив кандидатську дисертацію і розпочав працю на посаді асистента, а з 1962 р. – доцента кафедри мінералогії, на якій працював до останніх днів життя. Його наукові праці того часу були не тільки актуально згодом, але й неординарно новітні. Про це свідчить хоча б такий факт: праця О. Матковського про акцесорні мінерали гранітоїдів осницького комплексу була майже миттєво (1958) перекладена й опублікована в Японії, хоча тоді про Інтернет і журнали, які входять до наукометричних баз даних, і гадки не мали – усе визначав (та й досі визначає) науковий зміст публікації, у якому б журналі вона не була надрукована.

Отримавши 1962 р. вчене звання доцента, Орест Іллярович продовжував читати лекції та вести лабораторні заняття з різних мінералогічних дисциплін. Водночас він провадив активні наукові дослідження з генетичної й регіональної мінералогії, зокрема, вивчав гранітоїдні породи і камерні пегматити північно-західної частини Українського щита, а також різні об'єкти складчастих Карпат і Закарпаття в контексті становлення мінералогічної наукової школи академіка Євгена Лазаренка. З 1964 по 1979 рр. О. Матковський був заступником відповідального редактора “Мінералогічного збірника”, а 1979 р. розпочав конструктивно поєднувати викладання, наукові дослідження й адміністративно-організаторську роботу як завідувач кафедри мінералогії: очолював її Орест Іллярович чверть віку – з 1974 по 1999 рр. Це був той час, коли весь колектив кафедри дуже ефективно працював у науковій сфері, а її завідувач 1975 р. узагальнив

свої наукові праці в докторській дисертації, яку захистив в Інституті геохімії і фізики мінералів АН УРСР у Києві.

Будучи в повному розквіті сил (а такий стан, до речі, не полишав його до останніх днів життя), Орест Матковський провадив дуже велику й різнопланову науково-організаційну і координаційну роботу в університеті й на міжнародному рівні. Зокрема, уже 1961 р. брав участь з проблемними доповідями у засіданні комісії мінералогії і геохімії Карпато-Балканської геологічної асоціації (КБГА) та Сьомому її з'їзді в Софії, у низці всесоюзних нарад у Баку і Тбілісі, міжнародній комісії з геологічних проблем Чехословаччини й України (Братислава), неодноразово був членом оргкомітетів різних наукових нарад з експериментальної, технологічної мінералогії і петрографії, з'їздів всесоюзного й Українського мінералогічного товариств у різних містах країни. Протягом цього періоду вийшли такі наукові праці О. Матковського (одноосібні чи у співавторстві), як “Акцессорные минералы гранитоидов осницкого комплекса Вольни” (1956), “Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині” (1960), “Мінералогія і петрографія Чивчинських гор (Українські Карпати)” (1971) та ін. Щоденна натхненна праця Ореста Ілляровича як науковця, керівника кафедри, організатора науки й навчання не залишилася непомічена в університеті: у 1970 р. його прізвище занесли в книгу трудової слави університету, нагородили ювілейною медаллю “За доблесну працю”. У 1977 р. йому присвоєно вчене звання професора кафедри мінералогії. Відтоді зусилля О. Матковського в усіх напрямках його різноманітної й бурхливої діяльності (така вже натура!) інтенсифікувалися. Він прочитав в університеті Брно цикл лекцій “Акцесорні мінерали”, став відповідальним, а згодом – головним редактором “Мінералогічного збірника”, у 1980 р. – деканом геологічного факультету.

Саме під час деканства Ореста Ілляровича факультет розпочав і тривалий час продовжував готувати фахівців за спеціальністю *геохімія, мінералогія* для низки зарубіжних країн – Алжиру, В'єтнаму, Лаосу, Куби, Монголії, Чехословаччини, НДР. Декан ініціював розробку навчальних планів за двома спеціалізаціями – *екологічна геохімія* та *екологічна геологія*, а вже з 1995 р. на факультеті запровадили нову спеціальність *екологічна геологія*. На посаді декана О. Матковський перебував 16 років (до 1996 р.), що збіглося із завершенням золотого віку геології: саме тоді відбувалося зростання наукових досліджень підрядного й бюджетного напрямів (були роки, коли на факультеті діяло до ста госпдоговірних і до десяти держбюджетних тем по лінії Міносвіти і ДКНТ), навчалися студенти-іноземці з різних країн, був створений і успішно функціонував Інститут геології і мінералогії золота, кольорових металів і алмазів України, а його директором теж був Орест Іллярович. Дивує тільки – як і коли він встигав виконувати величезний і різноплановий масив роботи, будучи і так реально й формально переобтяжений коректним виконанням непростих обов'язків завідувача кафедри, декана, викладача різних дисциплін, керівника курсових і дипломних робіт студентів та кандидатських досліджень аспірантів, плідно працюючи в науці й організовуючи її: він став членом Вченої ради університету, та, з невеликою перервою, був ним до останніх днів. Орест Матковський також був членом експертної комісії МОН України з геології, головою спеціалізованої ради із захисту кандидатських і докторських дисертацій, членом президії і секції “Геохімія, мінералогія, петрографія, кристалографія” навчально-методичного об'єднання Державного комітету освіти, членом експертної комісії ВАК з геології.

Однак пріоритетними для професора Матковського завжди були наукові дослідження з теоретичної, генетичної, регіональної і прикладної мінералогії, а також

історії науки. На той час він зумів підготувати цікаві та глибокі наукові праці в цій царині, опублікувати ґрунтовні теоретико-прикладні статті, монографії, підручники і навчальні посібники (одноосібні та у співавторстві): “Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат” у двох томах (1976, 1977), “Типоморфизм минералов полиметаллических и ртутных месторождений Закарпатья” (1984), “Околорудные метасоматиты Закарпатья” (1988), “Мінерали Українських Карпат” у п’яти книгах (1990, 1995, 2003, 2011, 2014), “Прикладна мінералогія” (2002), “Генезис мінералів” (три видання – 2003, 2007, 2022), “Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогади, фотоальбом” (2005), “Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка” (2008, 2010), “Основи мінералогії України” (2009) та ін.

Науковий загал зміг належно оцінити результати цих досліджень на низці симпозіумів і конференцій, наприклад, на XII конгресі Міжнародної мінералогічної асоціації у Варні чи на засіданні комісії мінералогії і геохімії КБГА в Будапешті. Різноманітна і глибоко змістовна робота з проблем теоретичної й регіональної мінералогії була увінчана присудженням О. Матковському 1983 р. Державної премії Української РСР у галузі науки і техніки, що стало заслуженим визнанням його натхненної і важливої праці.

Орест Іллярович знаходив час і сили для написання науково-популярних праць, і тут він теж був вірний собі – якщо щось робити, то досконало! Про це свідчить науково-популярна книга “Природные кристаллы Украины” (співавт. В. Квасниця, В. Павлишин), за яку авторам 1992 р. присуджено диплом Президії і Ради Всесоюзного мінералогічного товариства. Роком пізніше О. Матковського обрали академіком АН вищої школи України, і він очолив мінералого-геохімічний і петрографічний напрям відділення наук про Землю. Президія академії високо оцінила його роботу: у 2005 р. за навчальний посібник “Прикладна мінералогія” (співавтор Б. Пирогов) нагородила Ореста Ілляровича дипломом і медаллю лауреата нагороди Ярослава Мудрого. Не забула про його здобутки і Державна геологічна служба України: у 1999 р. вона нагородила О. Матковського медаллю В. Лучицького, 2004 р. присвоїла найвище відомче звання “Почесний розвідник надр” із відповідною медаллю, а 2005 р. нагородила пам’ятним знаком імені Л. І. Лутугіна за заслуги в розвідці надр. У 2001 р. він удостоєний почесного звання “Заслужений професор Львівського національного університету імені Івана Франка”.

Однак повернемося до предметної науково-організаційної праці професора Матковського. У 1994 р. за його ідеологічного обґрунтування в університеті провели Всеукраїнську конференцію “Золото надр України”. У 1996 р. його відрядили до м. Мішкольц (Угорщина) для участі в XV міжнародній виставці-ярмарку мінералів і в роботі Третьої міжнародної конференції “Мінералогія і музеї” у Будапешті, роком пізніше – у П’ятій школі з фізики мінералів у Вроцлаві та Дванадцятому європейському симпозіумі з флюїдних включень у Варшаві–Кракові. Щодо України, то й тут не без зусиль і безпосередньої участі Ореста Ілляровича відбулися конференції в Луцьку–Шацьку (біомінералогія, мінералогічні музеї), Береговому (екологічна мінералогія), Донецьку, Харкові, Одесі, Києві, Львові (різнібічні питання мінералогії, геохімії, корисних копалин, навчального процесу). Під організаційною опікою О. Матковського відбувалися наукові читання імені акад. Євгена Лазаренка, виходили друком збірники тез доповідей і матеріали конференцій. У 2005 р. УМТ і Спілка геологів України

нагородили Ореста Ілляровича медаллю Є. К. Лазаренка за внесок у розвиток мінералогії.

Мало хто достеменно може зрозуміти, як учений, педагог, організатор і керівник науки, громадський діяч, у запліччі якого чималий досвід, не тільки не зменшував, а й нарощував життєві оберти. Проте це так. Орест Матковський продовжував редагувати “Мінералогічну енциклопедію України”, був заступником редактора журналу “Записки Українського мінералогічного товариства”, членом редколегії “Геологічного збірника НТШ”, не пропускав жодного засідання АН вищої школи в Києві. Водночас продовжував читати лекції студентам, керував держбюджетною науково-дослідною тематикою.

У 2008 р. Орест Іллярович отримав подяку Кабінету Міністрів України за багаторічну плідну наукову і науково-організаційну роботу, визначні творчі здобутки та високий професіоналізм, через рік удостоєний нагороди Святого Володимира АН вищої школи, у 2011 р. нагороджений грамотою Верховної Ради України; 17 листопада 2014 р. на засіданні урочистої академії йому вручили сертифікат і медаль Спілки геологів України “За заслуги” II ступеня, а до 90-річчя з дня народження нагородили медаллю “За заслуги” I ступеня.

Майже всі ми, випускники факультету – учні Ореста Ілляровича. Проте особливу увагу до нього виявили монгольські випускники, які 2010 р. запросили його в Монголію. І він полетів на край світу, в Улан-Батор, а потім ще й у Південну Гобі. У 2011 р. президент Монголії під час перебування у Львові особисто вручив йому ювілейну медаль “800 років Великої Монголії”. У 2013 р. Ореста Ілляровича нагороджено медаллю “140 років НТШ” та відзначено Почесною грамотою ЗНЦ центру НАН України.

Останні роки бурхливого життя професора Матковського ознаменувалися написанням і виходом у світ цілої низки монографій: *Павлишин В., Матковський О., Довгий С.* Здобутки мінералогії в Україні. До 100-річчя геологічної служби України та Національної академії наук України (2018); *Білоніжка П., Матковський О., Наушко І., Сливко Є.* Ангеліна Андріївна Ясинська : довідково-бібліогр. видання (2019); *Павлишин В., Матковський О., Довгий С.* Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст. (2019); *Павлунь М., Матковський О., Сливко Є., Білоніжка П., Іваніна А.* Геологічному факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 75 років (2020); *Матковський О., Словотенко Н.* Генетична мінералогія (2020); *Матковський О.* Розвиток мінералогічних досліджень у Львівському національному університеті імені Івана Франка (2021); *Матковський О., Наушко І., Павлунь М., Сливко Є.* Термобарогеохімія в Україні (2021); *Павлишин В. І., Матковський О. І., Довгий С. О.* Генезис мінералів : підручник. 3-є вид. (2021); *Матковський О., Сливко Є.* Вшанування пам’яті академіка Євгена Лазаренка (2022).

На завершення дуже стислого огляду яскравого, динамічного та повнокровного наукового життя Ореста Ілляровича, яке, на жаль, добігло кінця, зазначимо, що він зумів глибоко дослідити різні аспекти мінералогії й опублікувати результати досліджень у понад 570 наукових статтях, понад 30 монографіях, п’яти підручниках і посібниках. Для всіх нас професор Матковський – духовний та інтелектуальний приклад справжньої національної еліти, приклад людяності, толерантності і чуйності. Професор, який усе своє свідоме життя керувався дуже простим, однак надважливим соціальним принципом, від якого жодного разу не відійшов: “Людина вартує стільки, скільки вартує її слово!”. У нього ще було багато різних планів (наприклад, він разом з

В. Павлишиним та Є. Сливко розпочав роботу над монографією “Українська мінералогія в особах”), та не судилося...

Ось таким, сповненим ентузіазму, щедрим учителем, привітним, щирим, добрим, енергійним, роботящим, переповненим ідеями й натхненністю, відійшов у найдалший геологічний маршрут – у Вічність – Орест Іллярович Матковський. Він любив Землю і тепер поріднився з нею навіки!..

*Редколегія “Мінералогічного збірника”,
колектив геологічного факультету*

УДК 55(477)

Орест Матковський

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
mineral@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7632-6080>*

ГЕОЛОГІЧНА КОМІСІЯ НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА: ІСТОРІЯ ЗАСНУВАННЯ І ДІЯЛЬНІСТЬ (ДО 150-РІЧЧЯ ТОВАРИСТВА)

Стисло схарактеризовано діяльність геологічної комісії Наукового товариства імені Шевченка (НТШ), яка розпочала роботу відразу після відродження товариства в Україні 21 жовтня 1989 р. Як спадкоємиця Геологічних колекцій Музею НТШ у Львові та Геологічної підкомісії НТШ Америки, вона об'єднала геологів, науковців, педагогів і практиків західного регіону України у проведенні спільних досліджень з різних напрямів геологічної науки. Від 1990 р. донині проведено понад 35 наукових засідань у рамках наукових сесій НТШ, на яких заслухано й обговорено сотні доповідей і повідомлень з різних напрямів геологічної освіти і практики. Члени НТШ беруть активну участь в організації й проведенні різноманітних науково-виробничих нарад, є авторами і співавторами монографічних праць, навчальних та інших видань.

Ключові слова: Наукове товариство імені Шевченка, геологічна комісія, Україна, наукова діяльність, наукова сесія.

DOI: doi.org/10.30970/min.73.01

У 2023 р. Наукове товариство імені Шевченка (НТШ) відзначає знаменну дату – 150-річчя від часу заснування. Воно утворене 1873 р. як науково-літературне товариство імені Тараса Шевченка, а 1892 р. перетворене на Наукове товариство імені Шевченка. Товариство пройшло тривалий і складний шлях та зробило важливий внесок у розвиток наукової думки. Його історію та діяльність ґрунтовно висвітлено в публікаціях О. Купчинського [2–5]. НТШ вважають першою неофіційною академією наук. Нині воно є не тільки українською, а й світовою організацією. Товариство заявило світові про український народ, його історію, науку і культуру. На жаль, у вересні 1939 р. його було закрито, а 14 січня 1940 р. – ліквідовано. Чимало українських діячів науки й культури після Другої світової війни опинилося за кордоном. Саме вони 1947 р. відновили в Німеччині діяльність товариства й заснували Австралійський, Американський, Канадський і Європейський відділи НТШ. У 1953 р. утворено Світову Федерацію НТШ, а 1995 р. – Світову раду НТШ [2–5].

Відродження НТШ в Україні відбулося 21 жовтня 1989 р. Тоді ж започаткувала діяльність геологічна комісія (як науково-дослідний підрозділ НТШ). Фактично вона

стала спадкоємницею Геологічної колекції Музею наукового товариства ім. Шевченка у Львові та Геологічної підкомісії НТШ Америки. Геологічна колекція – це збірка геологічних пам'яток різного часу, унікальне на свій час зібрання в Україні [1], складене зі зразків різних геологічних утворень західного регіону України. Це були, головню, пам'ятки четвертинної геології й палеоліту: взірці лесів, лесових і лесоподібних порід, засолених ґрунтів, річкових, озерних та соляних відкладів, моренних утворень, викопні рештки тварин і рослин, а також знаряддя праці, різноманітні вироби й побутові пам'ятки палеоліту. Взірці в колекцію також дарували науковці (природознавці, географи, геологи й навіть математики), учителі, священники, студенти. Серед особливих дарунків музеєві – велика геологічна колекція, яку зібрав С. Рудницький (1914) зі своїми учнями під час мандрівок Галичиною, зібрання І. Олексішина (1918, Західне Поділля, Волинь) та Ю. Полянського (1920, Західне Поділля, Прикарпаття, Полісся) [1].

Геологічна підкомісія НТШ Америки в Сполучених Штатах була структурною частиною хімічної комісії математично-лікарської секції НТШ. Вона діяла з грудня 1953 р. до березня 1963 р. і провадила наукові дослідження в галузі геології й мінералогії [6]. Підкомісія провела сім засідань на конференціях математично-природничо-лікарської секції (МПЛС) НТШ під час загальних наукових з'їздів товариства в Нью-Йорку. На них заслухано такі доповіді: *Олексішин І.* (голова підкомісії). Розміщення і запаси бурого вугілля у Розточчі; *Сфремов М.* Мінеральні багатства України; *Бірко П.* Соленагромадження в породах і ґрунтах Чорноморсько-Каспійського басейну; *Корнієнко І.* Природні будівельні матеріали України; *Сфремов М.* Властивості гіпербазитової магми та ін. Результати досліджень надруковані українською, німецькою та французькою мовами у збірниках МПЛС НТШ.

У третьому томі Енциклопедії НТШ (2016) О. Матковський і П. Білоніжка схарактеризували зародження й діяльність геологічної комісії НТШ до початку 2015 р. [8]. Зокрема, зазначено, що геологічна галузь була в центрі уваги вже на початках діяльності НТШ, ще до початку заснування комісії. Її представляли в МПЛС дійсні члени товариства Ю. Медведський (Niedzwiedski), І. Верхратський (1899), М. Мельник (1920), П. Тутковський (1923), В. Вернадський (1924), С. Пастернак (1930). Цим науковцям належить вагомий внесок у розвиток різних напрямів геологічної галузі та публікації у виданнях НТШ: *Верхратський І.* Виразня мінеральогічна (збірник математично-природничо-лікарської секції, 1909, т. 13); підручник “Мінералогія для нижчих класів шкіл середніх” (переклад з польської мови праці А. Ломницького) (друкарня НТШ, 1894, 1898); *Мельник М.* Мінералогія і геологія (1911); *Гірняк Ю.* Начерк мінералогії і хемії для середніх шкіл (1912).

Надзвичайною у розвитку НТШ є заслуга І. Верхратського – видатного вченого-природознавця, мовознавця, педагога, письменника, громадського діяча, засновника й першого голови МПЛС. Йому належить розбудова української природничої термінології, зокрема, мінералогічної та кристалографічної. У 1905 р. з нагоди 40-ліття літературної праці й за наукові заслуги І. Верхратського обрано почесним членом НТШ.

Діяльність НТШ тоді активно підтримував дійсний його член, перший західноукраїнський геолог і перший ректор-українець Львівської політехніки Ю. Медведський – видатний науковець, педагог у галузі геології, мінералогії, петрографії, організатор видавничої справи і громадський діяч, який наприкінці життя подарував бібліотеці НТШ дві тисячі книг, а товариству “Просвіта” – усі свої збереження [9].

Геологічні колекції Природничого музею НТШ опрацював С. Пастернак [6].

Великою є заслуга у розвитку науки в Україні академіків В. Вернадського й П. Тутковського – засновників Української академії наук (УАН) (1918). Її перший президент – В. Вернадський – підготував законопроект про організацію музею та інституту мінералогії при УАН; у документі наголошено, що мінералогічний музей повинен будуватися на двох тісно пов'язаних установах – на власне музеї та мінералогічному інституті. Будучи ректором Таврійського університету, В. Вернадський 1920 р. заснував у ньому кафедру мінералогії.

Академік П. Тутковський – вихованець університету Святого Володимира (нині Київський національний університет імені Тараса Шевченка) – був головним хранителем геологічного та мінералогічного кабінетів цього університету й засновником першої академічної установи – Інституту геології АН УРСР (нині Інститут геологічних наук (ІГН) НАН України). Він також є автором підручника “Мінералогія і геологія” для сільськогосподарських інститутів (співавтор Х. Полонський, 1926) та українсько-російського й російсько-українського геологічних словників (1923).

Геологічна комісія НТШ об'єднала геологів-науковців і геологів-практиків наукових установ, закладів вищої освіти й виробничих організацій. До її складу увійшли представники Львівського державного (нині національного) університету імені Івана Франка, Львівського політехнічного інституту (нині національного університету “Львівська політехніка”), Івано-Франківського інституту нафти і газу (нині національний технічний університет нафти і газу), Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГК) НАН України, Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ), ДП “Західургеологія”, Західноукраїнської геофізичної експедиції. Їхні дослідження стосувалися різноманітних аспектів геології й геофізики, мінералогії, геохімії, петрології і петрохімії, гідрогеології, стратиграфії й палеонтології, розшуків і розвідки родовищ корисних копалин (нафтогазових, вугільних, металевих і неметалевих), екологічної геології, історії науки.

Геологічна комісія спочатку була структурною частиною природознавчої секції, а згодом – секції природознавства та медицини. На перших порах при комісії діяла підкомісія геофізики, згодом її виділено в самостійну комісію фізики Землі. У першому складі геологічної комісії (станом на грудень 1992 р.) було 28 осіб, пізніше їхня кількість досягала п'ятдесяти. Серед них такі відомі науковці й геологи-практики Львівщини, як С. Пастернак, Г. Бойко, М. Бойчук, В. Гаврилишин, М. Демедюк, Д. Дригант, Х. Заяць, В. Калужний, В. Колодій, П. Лозиняк, М. Морошан, І. Наумко, Р. Новосілецький, М. Петрашкевич, О. Ступка, О. Шеремета та ін. Професор Колодій був першим головою геологічної комісії, очолював її протягом 1990–2009 рр., у 2009–2011 рр. обов'язки голови виконував П. Білоніжка. Протягом 2011–2023 рр. геологічну комісію очолював проф. Матковський. Заступниками голови були М. Демедюк і П. Білоніжка, секретарями – М. Морошан та І. Бубняк (донині). Дійсними членами НТШ стали В. Ко-лодій (1996), П. Білоніжка (2002), П. Лозиняк (2006), О. Матковський (2009), І. Наумко (2017), М. Павлуць (2019). Почесними членами НТШ обрано С. Пастернака (1989) і Є. Лазаренка (2002, помертено). Останніми десятиліттями дещо розширилася географія членів геологічної комісії. Зокрема, членами товариства стали науковці академічних інститутів Києва (ІГМР, ІГН) – Д. Возняк, Ю. Галабурда, В. Квасниця, М. Ковальчук, Г. Кульчицька, В. Павлишин, а 2022 р. – М. Сивий з Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка та О. Гайовський і А. Іваніна з ЛНУ імені Івана Франка.

Геологічна комісія організовує щорічні підсумкові засідання під час наукових сесій НТШ. З 1990 р. проведено понад 35 засідань, на яких заслухано й обговорено сотні доповідей і повідомлень з різних галузей геологічної науки, освіти й виробництва. Уже перші два засідання були важливі й цікаві. Зокрема, у грудні 1990 р. в актовій залі ВО “Західукргеологія” заслухано доповіді про структурно-тектонічну карту західних областей України (М. Будиркевич, Х. Заяць, К. Садова), ефекти взаємодії сейсмоакустичного й електромагнітного полів в осадових товщах (Р. Лещух, С. Лизун, В. Кондрат), основи сейсмолітології (Б. Пилипишин), основні чинники катагенезу осадових порід (Р. Новоселецький), геолого-геоморфологічні дослідження України в працях Степана Рудницького (М. Демедюк), завдання геологічної комісії НТШ за сучасних умов (В. Колодій). На другому засіданні (травень 1991 р.) заслухано й обговорено 20 доповідей, які стосувалися вживання української мови в геолого-геофізичній науці і практиці, внеску українських учених у вивчення геології західних областей України, розвідки нафтогазових родовищ у Галичині, а також спеціальних питань геології, геофізики і геохімії Карпатського регіону, стану й перспектив видобутку корисних копалин.

Щорічні засідання геологічної комісії НТШ відбувалися протягом останніх років головню на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка. Заслухано й обговорено десятки доповідей і низку інформацій з різних проблем геологічної науки і освіти, зокрема: *Заяць Х.* Проблемні питання геології Східноєвропейської платформи західного регіону України; *Матковський О., Павлишин В.* Історія створення Українського геологічного комітету та його діяльність; *Білоніжка П.* Вплив ендегенних процесів на осадове мінералоутворення; *Крупський Ю.* Перспективи пошуків нафтогазоносності в Західному регіоні України; *Скакун Л., Бубняк І., Бучинська А.* Геотуристичні об’єкти в Карпатському регіоні; *Волошин П.* Вплив природних і техногенних процесів на стійкість історичних пам’яток архітектури Львова; *Дяків В.* Експериментальне моделювання умов розвитку карсту на калійних соляних родовищах Передкарпаття; *Попп І., Шаповалов М., Мороз П.* Мінералого-геохімічні проблеми сланцевого газу (на прикладі чорних аргілітів) в Україні; *Шлапінський В.* Олігоценові відклади Українських Карпат; *Скакун Л.* Мінералогічні особливості рогової горизонту менілітової світи – індикатори зміни седиментаційного режиму під час еоцен-олігоценового породоутворення в Карпатському регіоні; *Бубняк А., Бубняк І., Нікулишин В., Голубінка Ю., Аль-Алусі Ф.* Досвід використання лазерного сканування та цифрової фотограмметрії для дослідження геологічних відслонень; *Занкович Г., Наумко І., Сахно Б., Куземко Я.* Вуглеводні флюїдних включень прожилково-вкрапленої мінералізації у породах флішу Кросненської зони Українських Карпат (район нового Бескидського тунелю) та ін.

Матеріали цих засідань та інші результати досліджень членів НТШ надруковано в різних виданнях, зокрема, заснованих геологічною комісією НТШ, наприклад, у “Працях Наукового товариства імені Шевченка. Геологічний збірник” (1998, 2001, 2007, 2012). У 1997 р. опубліковано праці НТШ під заголовком “Геологія, геофізика, хемія, біохемія, матеріалознавство і механіка матеріалів” (Т. 1). Окремі доповіді надруковано у Віснику НТШ.

Різноманітну й важливу наукову інформацію опубліковано в “Геологічних збірниках” за рекомендацією редакційних колегій 2007 р. (В. Колодій – голова, І. Бубняк – секретар, Д. Дригант, В. Максимчук, О. Матковський, Н. Ощипко, О. Ступка)

та 2012 р. (О. Матковський – голова, І. Бубняк – секретар, П. Білоніжка, Д. Дригант, Ю. Крупський, П. Лозиняк, В. Максимчук, І. Наумко, Н. Ощипко, М. Павлунь, О. Ступка).

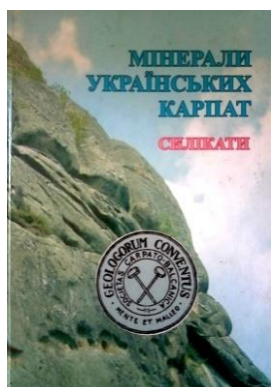


Праці Наукового товариства імені Шевченка. Геологічний збірник.

Збірник 2007 р. містить 25 статей, зокрема: *Дригант Д.* До проблеми кореляції розрізів юрських відкладів у Передкарпатті зокрема та на південно-західній окраїні Східноєвропейської платформи взагалі; *Ступка О.* Вплив крайових структур форланду на особливості будови і розвиток Альпійсько-Карпатської та Кримсько-Кавказької складчастих систем; *Бубняк І.* Еволюція поглядів про перехідні зони між платформними і складчастими областями: від геосинклінального вчення до сучасних концепцій; *Попп І., Мороз П.* Літогенез біогенних силіцитів крейдових і олігоценових осадових формацій Карпатського сегмента давньої континентальної окраїни океану Тетіс; *Наумко І., Ковалишин З., Сава Н. та ін.* Термометрична і геохімічна характеристика флюїдів мінералоутворювального середовища кварцово-жильних проявів південної частини Кіровоградського блока Українського щита; *Карабин В., Колодій В., Яронтовський О. та ін.* Щодо динаміки забруднення ґрунтових вод Передкарпаття в зоні техногенезу родовищ нафти; *Колодій В.* Феномен Пересницького озера на Закарпатті; *Бодлак П., Борсук В., Босяк О., Ясляр М.* Перспективи відкриття нових покладів вуглеводнів на Східно-Долинській площі Передкарпатського прогину; *Бубняк І., Ярема С.* Іван Олексин – американський професор геології; *Колодій В.* Георгій Бойко – визначний український геолог-нафтовик. Загалом у збірнику висвітлено проблеми тектоніки, літології, геології корисних копалин, термобарогеохімії, геофізики, гідрогеології і гідрогеохімії, охорони довкілля; наприкінці його наведено пам'ятну інформацію про товариша – Ігоря Кілина – молодого талановитого науковця, кандидата геолого-мінералогічних наук, який брав активну участь у роботі відновленого НТШ.

Другий збірник (2012) відкриває стаття І. Бубняка “Пам’яті Володимира Колодія”, у якій зазначено про внесок Володимира Васильовича в організацію й керівництво геологічною комісією НТШ та очолювання ним редакційних колегій трьох томів праць НТШ. У збірнику опубліковано 14 статей, серед них і праці членів НТШ: *Матковський О.* Сучасний стан і подальші завдання регіонально-мінералогічних досліджень в Україні; *Фурман В.* Глобальні моделі сейсмічної томографії у дослідженні мантії Землі; *Ступка О.* Походження нафти – мобілістичний підхід; *Дригант Д.* Еквіди (рід *Equus* L., 1758) плейстоцену Передкарпаття; *Бубняк І., Віхоть Ю.* Тектонофізичні дослідження

флішових відкладів струмків Кобилець та Ягистів; *Шлапінський В.* Про границю між олігоценом і міоценом в Бориславсько-Покутському покриві Передкарпатського прогину і Складчастих Карпат; *Заяць Х., Морошан Р.* Турківський параавтохтоновий нафтогазоперспективний комплекс під покривами Карпат; *Попп І.* Геохімічні умови седиментогенезу і діагенезу крейдових палеогенових відкладів Українських Карпат; *Білоніжка П., Дяків В.* Стебницьке родовище калійних солей: розроблення, відходи збагачення руд, проблеми охорони довкілля.



Монографії, видані під егідою Наукового товариства імені Шевченка.

Важливими є публікації монографій і матеріалів наукових нарад під егідою ЛНУ імені Івана Франка, інститутів НАН України, УМТ і НТШ. Зокрема, опубліковано дві завершальні книги із серії “Мінерали Українських Карпат” за редакцією О. Матковського: “Силікати” (2011) і “Процеси мінералоутворення” (2014), монографії “Розвиток мінералогічних досліджень у Львівському національному університеті імені Івана Франка” (Матковський, 2021), “Термобарогеохімія в Україні” (Матковський, Наумко, Павлунь, Сливко, 2021), “Вшанування пам’яті академіка Євгена Лазаренка” (Матковський, Сливко, 2022), збірник тез доповідей наукової конференції, присвяченої 65-річчю геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка “Стан і перспективи сучасної геологічної освіти та науки” (відп. ред. М. Павлунь, 2010), матеріали наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка (відп. ред. О. Матковський): сьомих – на тему “Мінералогія: сьогодення і майбуття” (2014), десятих – щодо стану реалізації задуманих і розпочатих Є. Лазаренком наукових праць з мінералогії України і Карпато-Балканської гірської системи (2016), дванадцятих – на тему “Мінералогія України: сучасний стан і перспективи” (2022).

Низку статей з історії науки опублікували у “Віснику НТШ” П. Білоніжка (“Євген Лазаренко – вчений, педагог, громадянин (до 90-річчя від дня народження)”, 2002, ч. 28; “Участь Т. Шевченка в Аральській науковій і Каратауській геологічній експедиції”, 2004, ч. 31; “Володимир Вернадський про український рух у Російській імперії”, 2005, ч. 33; “Михайло Полянський – галицький педагог, громадський діяч”, 2008, ч. 40, “Шлях поступу і боротьби (до 125-річчя від народження Олени Степанівни)”, 2018, ч. 59) та О. Матковський (“Володимир Вернадський – життя і наукова спадщина (до 150-річчя від дня народження)”, 2013, ч. 50; “Юліан Медведський – видатний науковець і педагог у галузі мінералогії і петрографії, перший ректор-українець Львівської політехніки (до 100-річчя від дня смерті)”, 2018, ч. 60). Не можна оминати і такі наукові

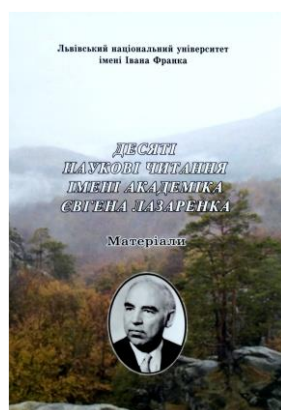
праці: Білоніжка П., Матковський О. Євген Лазаренко – великий ректор Львівського університету, меценат української культури (2013, ч. 49); Білоніжка П., Наушко І. Наші славні НТШівські ювіляри – Орест Матковський (2014, ч. 51–52); Матковський О., Наушко І., Павлунь М. 100 років геологічної служби України (2018, ч. 60); Матковський О., Павлунь М. Петро Білоніжка. Геохімія біосфери. ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 186 с. (рецензія) (2019, ч. 61); Павлунь М., Матковський О., Наушко І. Наші славні НТШівські ювіляри. Петро Білоніжка (2020, ч. 64); Наушко І., Павлюк М., Куровець І. Петрофізичні і геофізичні дослідження в Інституті геології і геохімії горючих копалин НАН України (до 45-річчя заснування відділу проблем нафтової геофізики) (2021, ч. 65).

У Віснику НТШ публікують також інформацію про різноманітні заходи, у яких брали участь члени геологічної комісії: Білоніжка П. VII наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка (2012, ч. 48); Матковський О., Білоніжка П. Круглий стіл “Академік Євген Лазаренко – ректор, учений, громадянин” (2012, ч. 47); Білоніжка П. X наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка (2016, ч. 56); Матковський О. IX з’їзд Українського мінералогічного товариства (2018, ч. 59); Білоніжка П. XI наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка (2018, ч. 60); Волошин П. Всеукраїнська наукова конференція, присвячена 20-річчю кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології на тему “Екологічні проблеми надрокористування: наука, освіта і практика” (2019, ч. 62); Білоніжка П. Пам’ятна академія, присвячена 90-річчю від дня народження доктора геолого-мінералогічних наук, професора кафедри мінералогії Збігнева Владиславовича Бартошинського (2019, ч. 62); Павлунь М., Матковський О., Наушко І. VI міжнародна науково-практична конференція “Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування” (2019, ч. 62); Гоцанюк Г. X Всеукраїнська наукова конференція “Проблеми геології фанерозою” (2019, ч. 62); Білоніжка П. Урочиста академія, присвячена 90-річчю від дня народження Ореста Матковського (2020, ч. 63).

Досить активною була участь членів геологічної комісії НТШ у круглому столі, присвяченому пам’яті акад. Є. Лазаренка (у зв’язку з 350-річчям Львівського університету), та у відзначенні 100-літнього ювілею вченого, а О. Матковський, П. Білоніжка та В. Павлишин є авторами й упорядниками двох літературно-публіцистичних видань – “Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогади, фотоальбом” (2005) і “Євген Лазаренко – видатна постать XX століття (до 100-річчя від народження)” (2012).

Члени геологічної комісії взяли активну участь у відзначенні 140-річного ювілею НТШ. У спеціальній публікації О. Матковський та П. Білоніжка [7] схарактеризували тривалий і складний шлях та надзвичайний внесок товариства у розвиток наукової думки, становлення наукових ідей в Україні, формування наукових шкіл і наукових напрямів, які здобули визнання в українській та світовій науці. На честь ювілею відбулися урочиста академія (14.10.2013 р., Львівський національний академічний театр опери та балету імені Соломії Крушельницької), пленарне засідання ювілейної наукової конференції (15 жовтня, актовий зал ЛНУ імені Івана Франка) та секційні засідання (15–16 жовтня). Зокрема, на двох засіданнях об’єднаної секції геологічної комісії та комісії фізики Землі (співголови О. Матковський та В. Максимчук) заслухано 12 доповідей: Матковський О., Білоніжка П., Наушко І. Мінералогія Українських Карпат: стан і перспективи; Малицький Д., Муїла О., Козловський Е. та ін. Про сейсмічність Карпатського регіону; Марченко Д., Максимчук В. Ізостазія Українських Карпат; Назаревич А., Назаревич Л. Українські Карпати і сейсмічність, тектоніка, геодинаміка;

Дригант Д. Еквіди плейстоцену–еоцену України (у контексті вирішення проблеми походження коня домашнього); *Максимчук В.* Глибинна будова та геодинаміка земної кори Антарктичного півострова за результатами геоелектромагнітних досліджень; *Сапужак О., Дециця С., Ладанівський Б.* Фізичне і математичне моделювання електромагнітних полів у геологічному середовищі; *Романюк О., Дециця С., Підвірний О., Савків Л.* Результати електромагнітних досліджень екологічно проблемних територій Заходу України; *Крупський Ю.* Перспективи нафтогазоносності піднасувної частини Українських Карпат; *Бубняк І., Віхоть Ю., Накапелюх М., Кріль С.* Використання ГІС-технологій при проведенні польових геологічних досліджень; *Клімкович Т., Максимчук В.* Геомагнітні та електромагнітні дослідження сейсмотектонічних процесів у Закарпатській сейсмоактивній зоні; *Гнип А.* Релокація мікроземлетрусів у Закарпатті.



Матеріали конференцій і читань, проведених під егідою Наукового товариства імені Шевченка.

Члени НТШ є авторами низки словників, довідково-інформаційних і навчальних видань, зокрема: *Матковський О. І., Пирогов Б. І.* Прикладна мінералогія : навч. посібник (2002); *Павлишин В. І., Матковський О. І., Довгий С. О.* Генезис мінералів : підручник (три видання – 2003, 2007, 2022); *Матковський О., Білоніжка П., Скакун Л., Сливко Є.* Кафедра мінералогії Львівського національного університету імені Івана Франка (1864–2004) (2004); *Вовченко Р., Матковський О., Бакуменко І. та ін.* Словник-довідник ювелірного і колекційного каміння (2006); *Білоніжка П., Матковський О., Павлунь М., Сливко Є.* Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (2008, 2010); *Матковський О., Павлишин В., Сливко Є.* Основи мінералогії України : підручник (2009); *Павлунь М., Ляхов Ю., Ціхонь С.* Геологія корисних копалин. Ч. 1. Рудогенез (2012); *Гоцанюк Г., Іваніна А.* Палеонтологія (у схемах, рисунках і таблицях) (2017); *Крупський Ю.* Глобальні екологічні проблеми Землі та їх моніторинг (2017); *Павлунь М., Гайовський О.* Геологія корисних копалин. Ч. 2. Екзогенні та метаморфогенні процеси рудоутворення (2018); *Білоніжка П.* Геохімія ізотопів : навч. посібник (2019); *Віхоть Ю. М., Бубняк І. М., Кріль С. Я., Фурман В. В.* Комп'ютерна графіка в науках про Землю (2019); *Павлунь М., Матковський О., Сливко Є. та ін.* Геологічному факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 75 років (2020) та ін.

Члени геологічної комісії НТШ співпрацюють з науковцями сусідніх держав, беруть участь у міжнародних наукових форумах. Зокрема, за результатами виконання транс-кордонного проекту “Геокарпати – українсько-польський туристичний шлях” (2007–2013) опубліковано “Геотуристичний путівник по шляху Гео-Карпати (Кросно–Борислав–Яремче)” (за ред. І. Бубняка, А. Солецкого, українською й польською мовами). У ЛНУ імені Івана Франка проведено п’ять міжнародних науково-практичних конференцій “Геотуризм: практика і досвід” (2014, 2016, 2018, 2020, 2022), матеріали яких опубліковано.

У січні 2015 р. ЛНУ імені Івана Франка уклав угоду з Краківським науково-технічним університетом імені Ч. Сташица (Akademia Górniczo-Hutnicza, AGN), а в червні цього ж року делегація геологічного факультету (М. Павлунь, П. Волошин, Л. Скакун) підписала угоду про співпрацю між геологічним факультетом ЛНУ і факультетом геології, геофізики і охорони довкілля AGN. У 2016 р. на цьому факультеті стажувалися члени НТШ – доценти Г. Гоцанюк і А. Іваніна. На польсько-українському науковому семінарі з доповіддю “Звітрювання гіпсоангідритових скель” виступив П. Волошин.



І. Наумко та О. Матковський – учасники чергової сесії
Наукового товариства імені Шевченка в актовій залі
Львівського національного університету імені Івана Франка, 2016.

Плідним для геологічної комісії НТШ був 2017 р. У березні на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка проведено засідання комісії в рамках наукової сесії товариства, на якому з доповідями виступили Х. Заяць, О. Матковський, В. Шлапінський, І. Попп та В. Дяків. Заслухано також низку повідомлень: про ІХ з’їзд УМТ, науково-практичну конференцію “Геологічна галузь України – 100-річний шлях та 60-річчя ДП НАК “Надра України” “Західургеологія”, ІV науково-практичну конференцію “Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування”, урочисті збори і святковий концерт з нагоди 100-річчя геологічної служби України. У травні в ІГГК НАН України проведено міжнародну конференцію “Геологія і геохімія горючих копалин”, присвячену 100-річчю акад. Г. Доленка, на якій з доповідями та привітаннями виступили члени геологічної комісії НТШ – Ю. Крупський, О. Матковський, І. Наумко,

О. Ступка та ін. Тези доповідей опубліковано в журналі “Геологія і геохімія горючих копалин” № 1–2 (170–171) за 2017 рік. У червні члени геологічної комісії та комісії фізики Землі НТШ І. Бубняк, В. Максимчук, В. Фурман та інші взяли участь у науковій конференції (семінарі), присвяченій пам’яті Т. Вербицького й Ю. Вербицького, де обговорювали методи математичного моделювання, опрацювання й інтерпретації сейсмологічних та геофізичних даних (смт Верхне Синьовидне). У вересні за активної участі членів НТШ у Києві відбувся IX з’їзд УМТ на тему “Мінералогія України. Золотий вік, стан, перспективи”.

У 2018 р. члени геологічної комісії (П. Білоніжка, І. Бубняк, П. Волошин, Г. Гоцанюк, Г. Кульчицька, О. Матковський, І. Наумко, М. Павлунь, І. Попп) брали участь чи виступали з доповідями на III науково-практичній конференції “Геотуризм: практика і досвід”, IX Всеукраїнській науковій конференції “Проблеми геології фанерозою України” та XI наукових читаннях імені академіка Євгена Лазаренка, присвячених ролі геологічної служби України у розвитку мінералогічних досліджень, у 2019 р. – на X Всеукраїнській науковій конференції “Проблеми фанерозою України”, присвяченій 120-річчю від дня народження дійсного і почесного члена НТШ Северина Пастернака і 95-річчю заснування кафедри історичної геології і палеонтології (У. Борняк, Г. Гоцанюк, А. Іваніна, Ю. Крупський, І. Шайнога), Всеукраїнській науковій конференції, присвяченій 20-річчю кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології на тему “Екологічні проблеми надрокористування: наука, освіта, практика” (П. Волошин, В. Дяків, Ю. Крупський, О. Матковський, М. Павлунь), VI міжнародній науково-практичній конференції “Надрокористування. Перспективи та інвестування” (П. Волошин, В. Дяків, Ю. Крупський, О. Матковський, І. Наумко, М. Павлунь), пам’ятній академії, присвяченій 90-річчю від дня народження видатного кристалографа і знавця діамантів, професора кафедри мінералогії ЛНУ імені Івана Франка З. Бартошинського.

У 2020 р. за активної участі членів НТШ відбулося дві наукові конференції, матеріали яких опубліковано. Зокрема, на IV науково-практичній конференції “Геотуризм: практика і досвід” представлені такі доповіді: *Матковський О.* Природні мінералогічні пам’ятки – важливі об’єкти геотуризму; *Попп І., Бубняк І., Бубняк А., Гаєвська Ю.* Чорносланцеві відклади нижньої крейди і олігоцену Українських Карпат – свідчення “океанічних безкисневих подій” і перспективні геотуристичні об’єкти; *Наумко І., Вовк О., Яковлева В.* До мінералого-геохімічної характеристики коштовного каміння камерних пегматитів Коростенського плутону в Українському щиті; *Ковальчук М., Охоліна Т., Кузьманенко Г. та ін.* Геологічна екскурсія вихідного дня: Київ–Коростишівський каньйон–кар’єри Лезниківського родовища гранітів–Музей коштовного і декоративного каміння–відвали Волинського родовища пегматитів; *Борняк У., Процюк І.* Роль геологічних чинників у формуванні Бушанського скельного храму (Вінницька область); *Фурман В.* Знаряддя палеоліту на Поділлі – місця для геотуризму; *Павлунь М., Ціхонь С., Сливко Л. та ін.* Музей рудних формацій – унікальна національна і науково-культурна спадщина. На XI щорічній Всеукраїнській нараді, присвяченій 115-й річниці Палеонтологічного музею, заслухано й опубліковано такі доповіді: *Павлунь М., Матковський О.* 75-річчя геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка; *Гоцанюк Г. та ін.* Палеонтологічному музею Львівського національного університету імені Івана Франка 115 років; *Крупський Ю., Марусяк В.* Чивчинська ділянка Мармароського кристалічного масиву як можливий науково-виробничий полігон пошуків золота і вуглеводнів. На геологічному факультеті відбулася урочиста академія, присвячена 90-річному ювілею

дійсного члена НТШ, проф. О. Матковського. Декан факультету М. Павлунь презентував довідково-інформаційне видання “Орест Матковський – класик української мінералогії” (автори й упорядники М. Павлунь, І. Наумко, П. Білоніжка, Є. Сливко, Л. Яриш). Заслухано доповіді О. Матковського “Віхи історії мінералогії в Україні” та В. Павлишина “Найстаріший учень про науковий доробок свого вчителя, патріарха і класика сучасної мінералогії”.

Незважаючи на підступну війну, яку розв’язала проти українського народу і держави Україна російська федерація, Наукове товариство імені Шевченка продовжувало свою діяльність. Зокрема, у жовтні 2022 р. члени геологічної комісії НТШ брали участь в організації та проведенні в ЛНУ імені Івана Франка XIII Всеукраїнської наукової конференції “Проблеми геології України”, V міжнародної науково-практичної конференції “Геотуризм: практика і досвід” (У. Борняк, І. Бубняк, Г. Гоцанюк, В. Дяків, А. Іваніна, М. Ковальчук, Ю. Крупський, О. Матковський, І. Наумко, М. Павлунь, В. Фурман, І. Шайнога), Всеукраїнських наукових конференцій “Геологічна будова та корисні копалини України” (ІГМР імені М. П. Семененка НАН України) та “Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології геології і геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття” (КНУ імені Тараса Шевченка) (Д. Возняк, В. Кvasниця, М. Ковальчук, Г. Кульчицька, І. Наумко, М. Павлунь та ін.), а також пам’ятної академії з нагоди 100-річчя від дня народження д-ра геол.-мін. наук, професора, лауреата Державної премії УРСР в галузі науки і техніки, члена НТШ з 1992 р. В. Калюжного (ІГГК НАН України). У роботі академії взяло участь понад 50 осіб, зокрема, голова НТШ, дійсний член НТШ, академік НАН України Р. Кушнір, член президії НТШ, дійсний член НТШ, член-кор. НАН України В. Максимчук, дійсний член НТШ, член-кор. НАН України І. Наумко, члени геологічної комісії НТШ, працівники ІГГК НАН України.

14 грудня 2022 р. на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка відбулися XII наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка на тему “Мінералогія України: сучасний стан і перспективи”, присвячені 110-річчю Євгена Костянтиновича, почесного члена НТШ*. Організаторами читань стали ЛНУ імені Івана Франка, ІГГК та ІГМР імені М. П. Семененка НАН України, УМТ і НТШ. Матеріали читань опубліковано окремим виданням (відп. ред. О. Матковський). Зазначимо про доповідь члена НТШ О. Матковського щодо презентації книги “Вшанування пам’яті академіка Євгена Лазаренка” (автори О. Матковський та Є. Сливко, 2022), яку присвячено 110-річчю від дня народження Є. Лазаренка, 150-річчю НТШ і 170-річчю Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка ЛНУ імені Івана Франка.

У лютому 2022 р. Президія НАН України присудила першу премію імені Є. К. Лазаренка НАН України академіку С. Довгому і членам НТШ, докторам геол.-мін. наук О. Матковському та В. Павлишину. Учених нагороджено за цикл наукових праць “Історія мінералів і мінералогії”, який охоплює монографії “Здобутки мінералогії в Україні (до 100-річчя геологічної служби України та Національної академії наук України)” (2018) та “Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст.” (2019), а також підручник “Генезис мінералів” (видання 2022 р.). Премію вручили на загальних зборах НАН України 14 травня 2022 р.

*Інформацію про XII наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка див. на с. 58 цього збірника.

Наукове товариство імені Шевченка в Україні відзначає своє 150-річчя в тяжких умовах російської агресії, однак воно залишається духовним храмом українського народу та його національних цінностей, світочем української наукової думки, у якій, без сумніву, є частка геологічної науки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалів, Ю. (2016). Геологічна колекція у Музеї наукового товариства ім. Шевченка. У кн. *Наукове товариство імені Шевченка. Енциклопедія, т. 3*. Київ–Львів–Тернопіль, 550–551.
2. Купчинський, О. (2012). Передмова. У кн. *Наукове товариство імені Шевченка. Енциклопедія, т. 1*. Київ–Львів–Тернопіль, 7–36.
3. Купчинський, О. (2013). 140 років Науковому товариству ім. Шевченка. *Вісн. НТШ*, 49, 1–8.
4. Купчинський, О. (2021). Фундатори товариства імені Шевченка у Львові 1873 року. *Вісн. НТШ*, 65, 9–13.
5. Купчинський, О. (2022). Засновники товариства імені Шевченка у Львові. Перший статут товариства 1873 р. *Вісн. НТШ*, 66, 24–34.
6. Купчинський, О., Мороз, М. (2016). Геологічна підкомісія наукового товариства ім. Шевченка Америки (США). У кн. *Наукове товариство імені Шевченка. Енциклопедія, т. 3*. Київ–Львів–Тернопіль, 554–555.
7. Матковський, О., Білоніжка, П. (2013). Про відзначення 140-річного ювілею Наукового товариства імені Тараса Шевченка. *Мінерал. зб.*, 63 (2), 127–131.
8. Матковський, О., Білоніжка, П. (2016). Геологічна комісія наукового товариства ім. Шевченка. У кн. *Наукове товариство імені Шевченка. Енциклопедія, т. 3*. Київ–Львів–Тернопіль, 551–554.
9. Матковський, О. І., Наумко, І. М. (2018). Юліян Медведський – перший західноукраїнський геолог і перший ректор-українець Львівської політехніки (до 100-річчя від дня смерті). *Мінерал. журн.*, 40 (4), 89–92.

REFERENCES

1. Kovaliy, Yu. (2016). Geological collection in the Museum of the Shevchenko Scientific Society. In *Shevchenko Scientific Society. Encyclopedia, vol. 3*. Kyiv–Lviv–Ternopil, 550–551. (in Ukrainian)
2. Kupchynskiy, O. (2012). Preface. In *Shevchenko Scientific Society. Encyclopedia, vol. 1*. Kyiv–Lviv–Ternopil, 7–36. (in Ukrainian)
3. Kupchynskiy, O. (2013). 140 years of the Shevchenko Scientific Society. *Visnyk NTSh*, 49, 1–8. (in Ukrainian)
4. Kupchynskiy, O. (2021). Founders of the Shevchenko Society in Lviv in 1873. *Visnyk NTSh*, 65, 9–13. (in Ukrainian)
5. Kupchynskiy, O. (2022). Founders of the Shevchenko Society in Lviv. The first charter of the Society in 1873. *Visnyk NTSh*, 66, 24–34. (in Ukrainian)

6. Kupchynskiy, O., & Moroz, M. (2016). Geological Subcommittee of the Shevchenko Scientific Society of America (USA). In *Shevchenko Scientific Society. Encyclopedia, vol. 3*. Kyiv–Lviv–Ternopil, 554–555. (in Ukrainian)
7. Matkovskiy, O., & Bilonizhka, P. (2013). About celebrating the 140th anniversary of the Taras Shevchenko Scientific Society. *Mineralogical Collection, 63* (2), 127–131. (in Ukrainian)
8. Matkovskiy, O., & Bilonizhka, P. (2016). Geological Commission of the Shevchenko Scientific Society. In *Shevchenko Scientific Society. Encyclopedia, vol. 3*. Kyiv–Lviv–Ternopil, 551–554. (in Ukrainian)
9. Matkovskiy, O. I., & Naumko, I. M. (2018). Julian Niedzwiedzki – the first Western Ukrainian geologist and the first Ukrainian rector of the Lviv Polytechnic (to the 100th anniversary of his death). *Mineral. Journal, 40* (4), 89–92. (in Ukrainian)

*Стаття: надійшла до редакції 05.02.2023
прийнята до друку 12.12.2023*

Orest Matkovskiy

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005
mineral@lnu.edu.ua*

GEOLOGICAL COMMISSION OF THE SHEVCHENKO SCIENTIFIC SOCIETY: FOUNDATION HISTORY AND ACTIVITIES (FOR THE 150th ANNIVERSARY OF THE SOCIETY)

The activity of the Geological Commission of the Shevchenko Scientific Society (NTSh) is briefly characterized, which began work immediately after the revival of the Society in Ukraine on October 21, 1989. As the heir to the Geological Collections of the Museum of the NTSh in Lviv and the Geological Subcommittee of the NTSh of America, it united geologists, scientists, teachers and practitioners of the western region of Ukraine in conducting joint research in various areas of the geological field.

From 1990 to the present day, more than 35 scientific meetings have been held within the scientific sessions of the NTSh, at which hundreds of reports and messages from various areas of geological education and practice have been heard and discussed. Members of the NTSh actively participate in the organization and holding of various scientific and industrial meetings, are authors and co-authors of monographic works, educational and other publications.

Key words: Shevchenko Scientific Society (NTSh), Geological Commission, Ukraine, scientific activity, scientific session.

УДК 549.552.33(477)

Степан Кривдік¹, Олександра Цимбал²

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАНУ,
просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна, 01142*

¹*kryvdik@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0002-8356-1115>*

²*tsymbaloleksandra1@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-8800-9899>*

ДЕЯКІ ДРУГОРЯДНІ МІНЕРАЛИ ЛУЖНО-УЛЬТРАОСНОВНИХ ПОРІД ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇХНЄ ПЕТРОГЕНЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Уперше наведено мікрозондові аналізи перовськіту, Ті-андрадиту й хуаніту з лужно-ультраосновних порід північно-західної частини Українського щита. Ці мінерали є індикаторними для гіпабісальних інтрузій такого складу. Виявлено певні особливості хімізму мінералів: у Ті-андрадиті вміст TiO_2 досягає 10,5 %, а в хуаніті зафіксовано підвищений вміст Cr_2O_3 (1,3–1,5 %), що властиво й іншим мінералам цих порід (піроксени включно з Cr -діопсидом, амфіболи). Крім раніше описаних високохромистих (глибинних) Cr -шпінелідів, виявлено хромовмісний піроп (2,14–6,33 % Cr_2O_3), що свідчить про глибинну (мантіїну) природу досліджуваних порід.

Ключові слова: лужно-ультраосновні породи, перовськіт, Ті-андрадит, хромовмісний піроп, хуаніт, Український щит.

DOI: doi.org/10.30970/min.73.02

Вступ. Лужно-ультраосновні породи північно-західної частини Українського щита (УЩ) представлені ійоліт-мельтейгіт-якупірангітовою серією. Ці породи утворюють невеликі інтрузії (штоки, дайкоподібні тіла) і малопотужні дайки. Їм притаманний магнезійний і примітивний склад з украй низьким вмістом несумісних рідкісних елементів, а також фосфору й титану, що відрізняє їх від типових однойменних порід з інших регіонів. Головні породоутворювальні мінерали цих порід – діопсид (у тім числі хромистий), олівін (форстерит), нефелін, а також різноманітні амфіболи, хромшпінеліди, які частково описані в попередніх публікаціях [1], включно з авторськими працями про лужно-ультраосновний магматизм північного заходу УЩ (1997, 2003).

Зокрема, А. Баран [1] вважає, що в дайкових породах Губківської інтрузії є мелілітові породи, хоча доказів наявності меліліту (хімічний склад мінералу та інші діагностичні характеристики) не наведено. Загалом геологічні умови залягання, мінералогічний склад і текстурно-структурні особливості досліджуваних порід однозначно свідчать про гіпабісальні умови їхнього формування, хоч ерозійний зріз різних ділянок (інтрузій) дещо відмінний.

© Кривдік Степан, Цимбал Олександра, 2023

Гіпабісальним лужно-ультраосновним породам багатьох регіонів властиві такі породоутворювальні й другорядні мінерали, як меліліт, титанистий андрадит і перовськіт. Останні два мінерали виявлено і проаналізовано мікрозондом, а можливу наявність меліліту підтверджено доволі рідкісними знахідками такого вторинного мінералу, як хуаніт (juanite), що звичайно заміщує мінерали групи меліліту. Хуаніт вивчено мікрозондовим аналізом під час дослідження амфіболів Болярківської та Глумчанської інтрузій. Якщо Ті-андрадит і перовськіт є сингенетичними мінералами досліджуваних порід, то серед ксеногенних мінералів виявлено хромовмісний піроп (та інші гранати альмандинового складу з різним вмістом MgO), а також хромшпінеліди глибинного походження, які характерні для ксенолітів у кімберлітах [3 та ін.] .

Нижче наведено короткий опис і мікрозондові аналізи перовськіту, Ті-андрадиту, хуаніту й піропу. Ці дані частково доповнюють список мінералів досліджуваних порід, опублікований 2012 р. [2].

Мета роботи – навести отримані нові (раніше не опубліковані) та розширені дані про перовськіт, Ті-андрадит і хуаніт з лужно-ультраосновних порід північного заходу УЩ.

Використано такі **методи досліджень**, як петрологічні й мінералогічні (вивчення мінералів у штучних шліхах (протолочкових пробах)), а також мікрозондові визначення хімічного складу мінералів на приладі JСХА-733 у Технічному центрі НАН України, виконавець О. Іванов.

Опис мінералів. Серед другорядних та акцесорних мінералів *перовськіт* трапляється найчастіше. Він утворює дрібні октаедричні кристалики або неправильної форми зерна, розмір яких досягає 0,3–0,5 мм. У шліхах і протолочкових пробах мінерал напівпрозорий і має коричнювате й червонувате забарвлення (у тонких відколах), виявляє слабку анізотропію, хоча вважається кубічним. Перовськіт пізніший порівняно з ранніми силкатами, інколи в ньому під час мікрозондових досліджень фіксують включення діопсиду. По суті, це перша знахідка перовськіту в лужно-ультраосновних породах УЩ. Раніше (1997) ми разом зі С. Цимбалом, І. Щербаковим і В. Лабуним діагностували його в кімберлітах Приазов'я й Волині. З літературних даних відомо, що в багатьох регіонах перовськіт – характерний мінерал гіпабісальних і слабо еродованих інтрузій лужно-ультраосновних порід і карбонатитів, до яких належать і досліджувані нами породи. Очевидно, цим можна пояснити відсутність цього мінералу в таких глибоко еродованих лужно-ультраосновних масивах УЩ, як Чернігівський у Приазов'ї та Проскурівський і Антонівський на Побужжі. Низькі значення суми в мікрозондових аналізах перовськіту (див. таблицю) зумовлені, вочевидь, наявністю в складі мінералу REE, Nb і Sr, які зафіксовано якісним мікрозондовим аналізом.

Ті-андрадит коричнювато-бурого забарвлення виявлено в протолочкових пробах. Зазначимо, що це перша знахідка мінералу групи андрадиту з таким високим вмістом титану – 10,46 % TiO_2 . Титанистий андрадит відомий в егіринових сієнітах Яструбецького масиву та Коростенського й Корсунь-Новомиргородського плутонів, а також у палеозойських породах Приазов'я (комплекс Зірка), однак максимальний вміст TiO_2 в андрадиті зазначених проявів досягає тільки 3,20 % [2 та ін.]. Як і перовськіт, Ті-андрадит є характерним мінералом гіпабісальних інтрузій лужних порід.

Хуаніт (juanite) виявлено під час перегляду і розрахунків мікрозондових аналізів амфіболів (колекція С. Цимбала) з протолочкових проб лужно-ультраосновних порід Болярківської та Глумчанської інтрузій.

Хімічний склад (мас. %) і кількість катіонів у кристалохімічній формулі перовськіту, Ті-андрадиту, хуаніту й піропу за даними мікрозондового аналізу

Компонент	Перовськіт		Ті-андрадит	Хуаніт		Піроп, за [3]		
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	0,06	0	32,56	41,76	38,44	42,36	41,51	41,19
TiO ₂	48,45	49,81	10,46	0,92	0,31	0,30	0,31	0,33
Al ₂ O ₃	0,07	0,05	1,04	11,23	2,83	22,12	19,03	18,60
Cr ₂ O ₃	0,05	0,04	–	1,53	1,31	2,14	6,25	6,33
Fe ₂ O ₃	–	–	–	–	–	–	0,63	0,98
FeO	1,38	1,45	18,43	5,73	3,69	8,53	7,00	6,50
MnO	0,05	0	0,14	0,07	0,05	0,43	0,38	0,36
MgO	0,01	0,05	1,28	4,78	11,83	19,68	19,32	19,48
CaO	33,76	35,88	33,08	29,84	27,24	4,30	6,21	6,14
Na ₂ O	1,40	1,44	–	0,70	0,99	0	0,03	0,02
K ₂ O	0	0,02	–	0,09	Сліди	0	–	–
NiO	–	–	–	0	0,03	0	–	–
Сума	85,16	88,73	97,21	96,65	86,72	99,86	100,67	99,97
Кількість катіонів у кристалохімічній формулі (обчислено для перовськіту – на 2, андрадиту й піропу – на 8, хуаніту – на 27 катіонів)								
Si	–	–	2,75	11,01	10,93	3,05	3,00	3,00
Al	–	–	0,11	3,49	0,92	1,88	1,61	1,59
Ti	0,949	0,938	0,67	0,17	0,07	0,02	0,02	0,02
Cr	–	–	–	0,33	0,30	0,06	0,36	0,37
Fe ³⁺	–	–	–	–	–	–	0,03	0,05
Fe ²⁺	0,03	0,03	1,30	1,27	0,87	0,51	0,42	0,39
Mn	–	–	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Mg	–	–	0,16	1,89	5,01	2,12	2,07	2,10
Ca	0,943	0,960	3,00	8,44	8,32	0,33	0,48	0,48
Na	0,72	0,069	–	0,35	0,55	–	–	–
K	–	–	–	0,03	–	–	–	–

Примітки: 1–3, 7, 8 – Городницька інтрузія (1 – св. 420, інт. 24,6–27,6 м, містить включення діопсиду; 2 – інт. 84,6–87,6 м); 4, 6 – Болярківська інтрузія; 5 – Глумчанська інтрузія (св. 127, інт. 34,4–35,5 м).

Очевидно, уламки цього мінералу були подібні до амфіболів, тому й потрапили в одну “шашку” (епоксидний препарат). У різних літературних та електронних джерелах формули хуаніту дещо різняться, проте ми вибрали формулу Ca₁₀Mg₄Al₂Si₁₁O₃₉·4H₂O з інтернет-сайту <https://zegold/mineral/juanite.html>, оскільки вона подібна до обчислених нами за даними двох мікрозондових аналізів (див. аналізи 4 і 5 у таблиці). Хоча ці два аналізи кальцій-глиноземистих мінералів доволі відмінні між собою, однак, згідно з розрахунками на 27 катіонів (як це наведено на сайті), отримано 11 катіонів Si (11,01 і 10,93), а також зафіксовано високий вміст Ca (8,4 і 8,3 замість 10, як на сайті). Загальний баланс зарядів у формулі може компенсуватися й такими катіонами, як Mg, Na і Fe, а також Al (див. аналіз 4 у таблиці) унаслідок гетерогенного ізоморфізму типу MgSi→2Al, як це впливає з головних видів мінералів групи меліліту: Ca₂Mg[Si₂O₇] – акерманіт, Ca₂Al[AlSiO₇] – геленіт, Ca₂Fe³⁺[AlSiO₇] – феригеленіт. Крім того, у

мінералах групи меліліту майже завжди наявний Na_2O ; зокрема, Л. Єгоров, який вивчав ці мінерали в лужно-ультраосновних породах Маймеча-Котунської провінції (1969), визначив у них 2,20–4,67 % Na_2O .

Виявлено ще одну нетипову особливість хімізму мінералу, який ми назвали хуанітом: достатньо високий вміст Cr_2O_3 – 1,30–1,50 %. Можливо, це відображає загальну особливість хімізму порід і мінералів, а саме – підвищений вміст Cr_2O_3 у піроксенах (поява Cr-діопсиду), наявність різних хромшпінелідів і загалом підвищений вміст Cr_2O_3 у досліджуваних породах і мінералах.

Ми так детально зупинилися на виявленому хуаніті тому, що, як неодноразово зазначено вище й у наших попередніх статтях, у досліджуваних ультраосновних породах зафіксовано меліліт [1], особливо в мельтейгіт-порфірах Губківської ділянки. Як відомо, хуаніт і цеоліт часто псевдоморфозно заміщують меліліт. Позаяк мінерали групи меліліту, як показано вище, мають досить відмінний склад (за постійного високого вмісту CaO), то й вторинні мінерали по них (у нашому випадку хуаніт) можуть мати різний склад, особливо щодо вмісту SiO_2 , Al_2O_3 , FeO (Fe_2O_3), MgO і Na_2O . Ці ж відмінності наявні у двох аналізах, наведених у таблиці.

Звичайно, для доведення наявності первинного меліліту потрібні детальніші дослідження, зокрема, повторний перегляд шліхів і мікрозондовий аналіз.

Обговорення результатів. Незважаючи на низький вміст титану в лужно-ультраосновних породах північно-західної частини УЩ, у них кристалізуються перовськіт і Ті-андрадит, які є високотитанистими й висококальцієвими мінералами. Крім того, у цих породах С. Цимбал з колегами (1997) виявили також ільменіт і рутил. Можлива наявність первинного меліліту, який частково або цілком заміщений хуанітом.

Титанисті мінерали є концентраторами Nb (до 0,4 %) і REE (перовськіт), хоча вміст цих елементів у породах, як і титану, досить низький. Усі описані вище мінерали характерні для гіпабісальних інтрузій лужно-ультраосновних порід.

Висновки

1. Уперше в Україні виявлено високотитанистий (10,46 % TiO_2) андрадит (Ті-андрадит) та наведено мікрозондові аналізи перовськіту, Ті-андрадиту й хуаніту з лужно-ультраосновних порід північно-західної частини УЩ.

2. Наявність високохромистих шпінелідів і хромовмісного піропу в досліджуваних породах свідчить про їхню глибинну природу.

3. Перовськіт, Ті-андрадит і хуаніт (псевдоморфози по меліліту) є характерними (індикаторними) мінералами гіпабісальних інтрузій лужно-ультраосновних порід. Натомість у глибоко еродованих інтрузіях однойменних порід інших регіонів УЩ (Чернігівський масив у Приазов'ї, Проскурівський та Антонівський – на Побужжі) їх не виявлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баран, А. М. (2012). *Геологія сублужних і лужних базит-ультрабазитів Новоград-Волинського блоку (Волинський мегаблок Українського щита)*. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук. Київ.
2. Кривдік, С. Г., Возняк, Д. К., Шаригін, В. В., Дубина, О. В. (2012). Мінерали лужних порід України. *Зап. Укр. мінерал. т-ва*, 9, 7–34.

3. Цимбал, С. М., Цимбал, Ю. С., Соболев, В. Б. (2015). Ксенокристи мантійних мінералів із лужно-ультросновних порід Болярківської інтрузії (Волинський мегаблок Українського щита). *Мінерал. журн.*, 37 (4), 5–20.

REFERENCES

1. Baran, A. M. (2012). *Geology of subalkaline and alkaline basite-ultrabasite of the Novohrad-Volynslyi block (Volynskiy megablock of the Ukrainian Shield)*. Dissertation abstract for obtaining the scientific degree of Candidate of Geological Sciences. Kyiv. (in Ukrainian)
2. Kryvdik, S. H., Vozniak, D. K., Sharygin, V. V., & Dubyna, O. V. (2012). Minerals of alkaline rocks of Ukraine. *Proceedings of the Ukrainian Mineralogical Society*, 9, 7–34. (in Ukrainian)
3. Tsymbal, S. M., Tsymbal, Yu. S., & Sobolev, V. B. (2015). Xenocrysts of mantle minerals from alkaline-ultrabasic rocks of the Boliarkivska intrusion (Volynskiy megablock of the Ukrainian Shield). *Mineral. Journal*, 37 (4), 5–20 (in Ukrainian)

*Стаття: надійшла до редакції 17.05.2023
прийнята до друку 12.12.2023*

Stepan Kryvdik¹, Oleksandra Tsymbal²

*M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU,
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142*

¹*kryvdik@ukr.net*

²*tsymbaloleksandra 1@gmail.com*

**SOME SUBORDINATE MINERALS
OF ALKALINE-ULTRABASIC ROCKS
FROM THE NORTH-WESTERN PART OF THE UKRAINIAN SHIELD
AND THEIR PETROGENETIC MEANING**

Microprobe analyses of perovskite, Ti-andradite and joanite from alkaline-ultrabasic rocks of the Ukrainian Shield north-western part are given for the first time.

Certain peculiarities of the chemistry of minerals were revealed: the content of TiO₂ reaches 10.5 % in Ti-andradite, and an increased content of Cr₂O₃ (1.3–1.5 %) was recorded in juanite, which is characteristic of other minerals of these rocks (pyroxenes, including Cr-diopside, amphiboles). In addition to the previously described high-chromium (deep) Cr-spinelides, chromium-containing pyrope (2.14–6.33 % Cr₂O₃) was found, which indicates the deep (mantle) nature of the investigated rocks.

Perovskite, Ti-andradite and juanite (pseudomorphoses of melilite) are characteristic (indicator) minerals of alkaline-ultrabasic hypabyssal intrusions of the Ukrainian Shield north-western part. On the other hand, they were not found in the deeply eroded intrusions of the same rocks in the other regions of the Shield (Chernihivka massif in the Azov region, Proskurivka and Antonivka ones – in the Pivdennyi Buh basin).

Key words: alkaline-ultrabasic rocks, perovskite, Ti-andradite, chromium-containing pyrope, juanite, Ukrainian Shield.

УДК 553.21/24:544.41

Микола Павлунь¹, Олег Гайовський²

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

¹mykola.pavlun@lnu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-8634-6576>

²oleh.hayovsky@lnu.edu.ua; <https://orcid.org/0009-0000-5178-4173>

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЧИННИКИ ГІПОГЕННОЇ ЗОНАЛЬНОСТІ ГІДРОТЕРМАЛЬНОГО ЗРУДЕНІННЯ ПІД ЧАС ОДНО- І БАГАТОСТАДІЙНОГО НАДХОДЖЕННЯ РОЗЧИНІВ

Проаналізовано роль фізико-хімічних чинників під час формування гіпогенної зональності гідротермального зруденіння. Серед них найважливіше значення мають температура мінералоутворення (регіональна і локальна), кислотно-лужні властивості розчинів, окисно-відновний потенціал, стійкість мінералоутворювальних комплексів, активність іонів, тиск. Усі ці чинники взаємопов'язані та взаємозумовлені. Процеси рудоутворення не тільки стадійні, а й циклічні. Під час багатостадійного надходження розчинів неодноразово змінюються значення температури, тиску, рН тощо. На кожній зі стадій відбувається спрямована кристалізація мінералів (кварц–силікати–сульфіди–карбонати) та виявляється відповідний метасоматоз – від середньокислого до середньоолужного. Різномасштабні парагенезиси часто локалізовані в піднятих структурних блоках, які розвивалися за принципом клявіатури. Склад і агрегатний стан різномасштабних порцій розчинів різний, а тому різні їхні мінеральні продукти, елементи-домішки, фізико-хімічні умови утворення тощо – власне на цьому ґрунтується вся сукупність мінералого-геохімічних ознак.

Ключові слова: гідротермальне зруденіння, гіпогенна зональність, фізико-хімічні чинники, стадії надходження розчинів, кристалізація.

DOI: doi.org/10.30970/min.73.03

Вступ. Гідротермальному зруденінню притаманна найчіткіша і найбільш контрастна мінералого-геохімічна й термобарогеохімічна (ТБХ) зональність. Її дослідження дають змогу глибше й повніше зрозуміти генезис і закономірності просторового поширення зруденіння та вирізнити природні взаємозв'язки мінеральних парагенезисів родовищ залежно від мінливих геологічних і фізико-хімічних умов їхнього формування і значення. З розглядом цього кардинального питання і пов'язана пропонується праця.

Результати досліджень та обговорення. Я. Кутіна виділив [5] дві групи зональності зруденіння (ЗЗ): моноасцендентну (одностадійну, фаціальну, зональність відкладання), яка зумовлена дією одного висхідного потоку післямагматичних розчинів, і поліасцендентну (багатостадійну, пульсаційну), яка пов'язана з дією декількох розділених за часом висхідних потоків розчинів.

Свого часу різні дослідники пояснювали формування одностадійної зональності роллю винятково фізичних властивостей мінералів і хімічних елементів, таких, як легколеткість елементів, атомна маса елементів, густина, електричний та йонний потенціали мінералів, іонна густина, теплоутворення, теплоємність та ентропія плавлення мінералів. Однак 1964 р. С. Park і R. Macdiarmid у праці [6] навели критичний аналіз цих даних і довели неспроможність пояснити формування ЗЗ винятково цими фізичними властивостями мінералів і хімічних елементів. Натомість запропонували комплексно розглянути фізико-хімічні чинники процесів мінералогенезу, які за природних умов взаємопов'язані та взаємозумовлені. Для розуміння кожного з них проаналізуємо деякі зміни та їхні наслідки за зміни таких фізико-хімічних показників процесів рудоутворення, як температура, кислотно-лужні властивості розчинів, окисно-відновний потенціал, стійкість мінералоутворювальних комплексів (здатність до міграції), активність іонів, тиск.

Температура T – це чинник мінералоутворення, який діє самостійно (як стимулятор розчинення) і комплексно (рН, Eh, P , активність елементів). Питання про роль температури у формуванні ЗЗ зводиться до трьох чинників: причини зміни температури гідротермальних розчинів, просторова спрямованість цих змін і розмір зміни параметра (тобто ΔT).

Серед причин зміни температури доцільно розрізняти регіональні і локальні. До регіональних належать зміни теплового поля з віддаленням розчинів від магматичного осередка та розсіювання тепла у вмисні породи. Серед локальних причин – перепади тиску (ΔP) під час тріщиноутворення і синхронне збільшення об'єму системи, а також змішування ювенільних гідротерм з низхідними вадозними й метеорними водними потоками. Як же можна впевнено визначити характер зміни температури мінералоутворення? Для цього потрібні такі дані: 1) аналіз зміни мінеральних парагенезисів (мінералогічна зональність); 2) визначення ізоморфних домішок (геохімічна зональність); 3) результати гомогенізації й декрепітації флюїдних включень розчинів (термометрична зональність); 4) дані моделювання й математичного аналізу теплообмінних процесів. Ці дані особливо важливі для дослідження регіональних причин зміни температури мінералоутворення – теплового поля магматичного осередка (випадок А) і теплообміну розчинів з умісною породною рамою (Б). Свого часу це намагались з'ясувати різні вчені – Н. Schneiderhöhn (1941) [7], Т. S. Lovering (1942) [4], Г. Щерба (1965), Ю. Марін (1967) та ін.

У випадку А на підставі так званих рівнянь теплопровідності Фур'є обчислювали час охолодження магматичних мас і криві зміни температури з часом та в просторі. Залежно від розміру магматичних мас, форми масиву, глибини його застигання і теплопровідності вмисних порід визначено таке:

1) час застигання $\tau = \lambda D^2$, де D – потужність тіла; λ – коефіцієнт складу силікатного розплаву;

2) час залежить від значення $T^{\circ}\text{C}_{\text{магми}} - T^{\circ}\text{C}_{\text{вмісні породи}} = 400^{\circ}\text{C}$, однак може сягати і 1 200 $^{\circ}\text{C}$ (власне охолодження відбувається у 50 разів швидше). Наприклад, гранодіоритовий інтрузив на платформі, де порівняно низький геотермічний градієнт, охолоджується значно швидше, ніж у геосинкліналі, де геотермічний градієнт високий.

У випадку Б кристалізації магми всередині багатофазового інтрузиву в умісних породах є мінусовий температурний градієнт ($-\Delta T$), який з часом також змінюється.

Значення цих градієнтів свого часу обчислили. Наприклад, 1967 р. Ю. Марін показав, що для гранодіоритових інтрузивів потужністю 5 км у процесі їхнього

становлення на глибині близько 2–3 км охолодження може завершитися впродовж перших мільйонів років, а не за 10n мільйонів років, як це вважали раніше. Характер кривих ΔT залежить від теплопровідності вмисних порід (рис. 1): на контакті з інтрузивом у слабопровідних породах (глинисті сланці) температура на 150–100 °C вища, ніж у добре провідних (кварцити). Крім того, теплове поле масиву впливає на структурну зональність: у зонах максимального прогрівання розвивається майже необмежена пластичність порід, і скорочуються процеси відриву (та інші крихкі деформації).

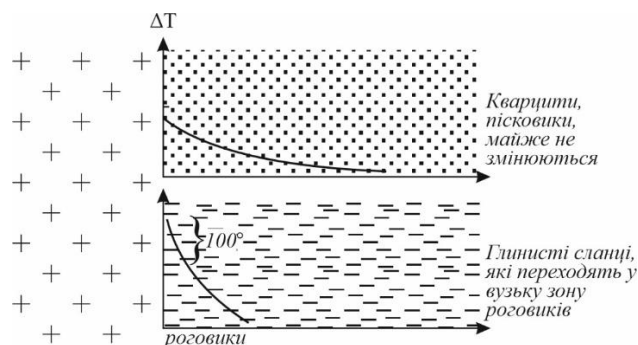


Рис. 1. Залежність температурного градієнта від теплопровідності вмисних порід.

У 1966 р. В. Кочергін і В. Пампура запропонували відповідні графіки цього процесу у випадку теплового обміну зі стінками тріщин у гірських породах (рис. 2). Проаналізувавши їх, доходимо таких висновків. У процесі нетривалого (1,5 год) впливу гідротермального розчину на стінки тріщини (тобто майже під час моментального заповнення її розчином) ΔT буде потужний, а зона температурного впливу (прогрівання) – дуже незначна. За порівняно тривалого впливу (500 год) ΔT значно менш напружений, а зона впливу сягає 3–4 км. Власне ж потужність зони прогрівання залежить від часу і теплопровідності – що більший коефіцієнт теплопровідності порід, то потрібна менша температура їхнього прогрівання й ширша зона порід, і навпаки. Температурний градієнт ΔT неподалік від гідротермального каналу визначає характер метасоматичної зональності, що свого часу не врахував Д. Коржинський під час побудови метасоматичних колонок білярудних змін порід.

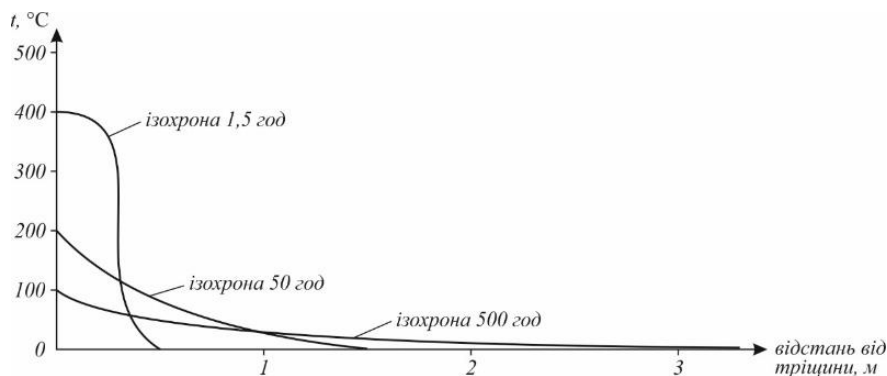


Рис. 2. Тепловий обмін з різновіддаленими тріщинами за різготривалого впливу гідротерм.

Отже, під час вертикальної циркуляції й теплообміну з бічними породами температура розчинів знижується. Інтенсивність цього зниження, за результатами ТБГХ-досліджень флюїдних включень у мінералах [1], така: значення вертикального ΔT змінюється від 2–3 до 10 °C/100 м (метаморфогенно-гідротермальний клас родовищ золота та ін.), до 25–30 °C/100 м (плутоногенно-гідротермальний клас родовищ золота та ін.) і до 25–40–70 °C (вулканогенно-гідротермальний клас родовищ корисних копалин). Середньостатично він змінюється від 15 до 25 °C/100 м. Горизонтальний температурний градієнт незрівнянно менший – від 0 до 20 °C/100 м (середньостатично – 2–4 °C/100 м). Іншими словами, на родовищах Au, Pb–Zn, Cu–Mo, Cu, W–Mo, Sn–W в інтервалі 500–800 м можна, вочевидь, очікувати перепад температури 75–120 °C. А це не може не впливати на зміну мінерального складу руд, оскільки з ΔT пов'язана низка змінних фізико-хімічних показників розчинів: рН (Еh) розчинів, коли зі зменшенням ΔT відбувається збільшення їхньої кислотності (рис. 3); активність іонів (сильних–слабких); стійкість комплексів (для золота, наприклад, – це 250 °C); агрегатний стан розчинів (якщо вони рідкі, то кристалізуються сульфіди, якщо газоподібні – то оксиди). У цьому зв'язку О. Тугарінов та І. Ходаковський (1972) запропонували статистичну вибірку оптимальних значень температури кристалізації різних за складом руд та межі стійкості комплексів для певних мінералів (табл. 1).

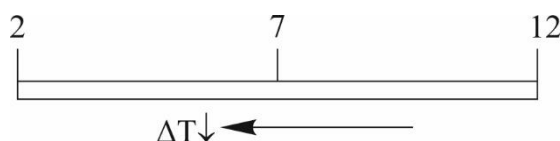


Рис. 3. Процес збільшення кислотності розчинів зі зниженням ΔT .

Таблиця 1

Температурні межі стійкості комплексів для формування руд

Температурні інтервали кристалізації різних за складом руд, °C	Руди	Статистична імовірність прояву, %
400–300	SnO ₂	78
499–300	Берил	83
400–250	Турмалін	92
130–90	Sb ₂ S ₃	84
140–90	HgS	73
265–190	Au	85
420–300	MoS ₂	91
240–180	PbS	87
180–220	ZnS	88

Показовим прикладом впливу зміни агрегатного стану розчинів на склад руд є Карійське золоторудне родовище у Східному Забайкаллі (рис. 4).

Кислотність–лужність гідротерм, мабуть, – чи не найважливіший показник після-магматичного рудоутворення. По-перше, у гідротермальному рудоутворенні він змінюється в широких межах: рН – від 3–4 до 8–9. По-друге, він залежить від багатьох причин: кислотно-фільтраційного ефекту (“випереджувальної хвилі кислотності”, за визначенням Д. Коржинського), хімічної взаємодії розчинів з бічними породами,

зниження температури розчинів на шляху їхньої циркуляції, зниження тиску розчинів на шляху їхньої міграції, збільшення густини розчинів, закипання й дегазації розчинів з відділенням від них кислотних комплексів (CO_2), спрямованості окисно-відновних реакцій у розчині, збільшення фугітивності O_2 під час піднімання розчинів до синрудної палеоповерхні, змішування з низхідними потоками аерованих вадозних вод, зміщення нейтральної точки води ($\text{pH} = 7$) за зміни температури – дискусійно і поки слабо доведено (дані Д. Онтоєва, 1971). Стисло розглянемо зазначені причини.

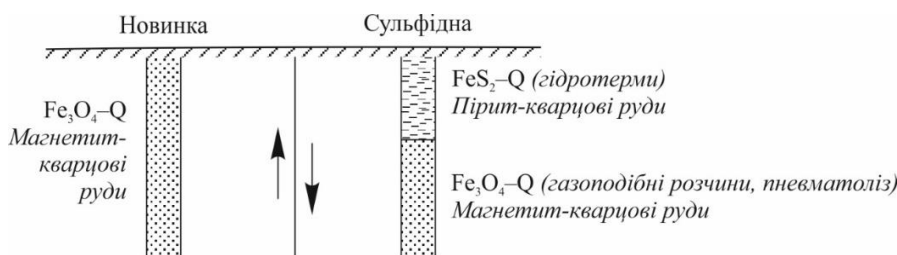
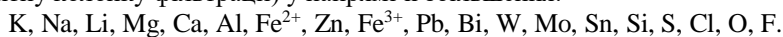


Рис. 4. Вплив зміни агрегатного стану розчинів на склад руд (Литвинов, Ляхов, Попивняк, 1976).

Головна суть першої причини полягає в такому: від магми відокремлюється порція розчинів нейтральної або слабколужної реакції; за тривалої фільтрації розчинів через тонкий фільтр порід лужні компоненти випереджуються кислотними, які є більш рухомі, відтак саме вони концентруються в головній частині потоку розчинів. Утім В. Жаріков (1962) та А. Ушакова (1967) експериментально довели, що для умов $T = 25^\circ\text{C}$ і $P = 1$ атм час існування “випереджувальної хвилі кислотності” комплексів обернено пропорційний до швидкості фільтрації розчинів і прямо пропорційний до відстані від їхнього осередка (рис. 5).

Рис. 5. Час існування “випереджувальної хвилі кислотності” прямо пропорційний до відстані від магматичного осередка.

За визначеної в експерименті швидкості фільтрації $V = 0,1\text{--}1,5$ м/добу з’ясовано, що на відстані 1 000 м від магматичного джерела “хвиля кислотності” існуватиме 12 років, а за реальних геологічних умов – значно довше. Отримано “ряд рухомості” компонентів (компонентну колонку фільтрації) у напрямі її збільшення:



Під час хімічної взаємодії розчинів з бічними породами відбувається таке: 1) “хвиля кислотності розчинів” спершу здійснює кислотне вилугування порід (Ca, Mg, Na, K + метали); 2) насичуючись лужними компонентами й металами, розчини нейтралізуються; 3) потім вони стають лужними і призводять до облугування завдяки відкладанню вже вилугуваних комплексів у тріщинах міграції (рис. 6).

Отже, кислотно-лужна еволюція розчинів виглядає так: стадія I – рання лужність; стадія II – кислотне вилугування (дебазифікація); стадія III – пізня лужність (базифікація); стадія IV – завершальна нейтральна. Такі процеси в рудних вузлах і полях зумовлюють вертикальну зональність метасоматитів (внизу – зона вилугування, вгорі

– облуговування), а в рудних тілах – локальну (вертикальну й горизонтальну) зональність відкладання, яку відображає послідовна (знизу догори) зміна рудних парагенезисів: Sn–SiO₂, Mo–SiO₂, W–SiO₂–оксиди; Bi–Fe, Fe–Zn, Pb–Zn, Au–Cu–сульфіди; карбонати.

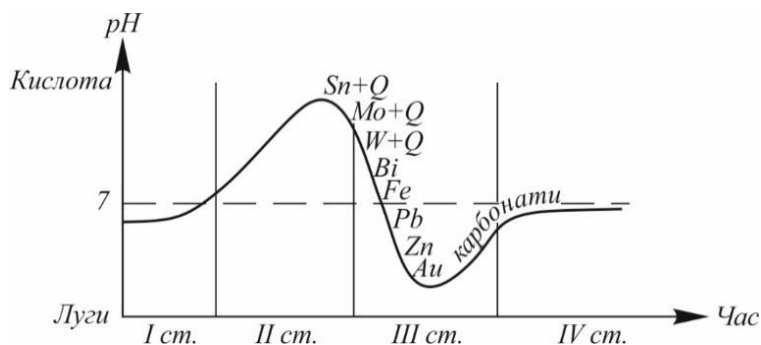


Рис. 6. Після нейтралізації розчинів вони стають лужними і призводять до облуговування через відкладання раніше вилугуваних комплексів у тріщинах міграції.

Згідно з експериментальними даними М. Хітарова і Б. Риженка (1963), з підвищенням температури розчини сильних кислот і лугів (Cl⁻, F⁻, SO₄²⁻, Na⁺, K⁺) не змінюють значення pH, а слабких кислот і лугів (HCO₃⁻, HSiO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺) – підвищують значення pH після 200 °C, тобто стають основними внаслідок гідролізу.

Потрібно взяти до уваги неправильну інтерпретацію в окремих працях зміщення нейтральної точки H₂O за T↑↓. Також добре відомо, що значення pH нейтральної води за 0 °C становить 7, за 100 °C – 6,1, за 218 – 5,7, за 250 – 5,6 (мінімальне), за 306 – 5,9, за критичної температури води 374,11 °C – 6,3. Утім, це зовсім не означає, що змінюються кислотно-лужні властивості H₂O (вона нейтральна), просто зростає ступінь її дисоціації. Водночас співвідношення [H⁺] і [OH⁻] залишається однаковим, тобто кислотність–лужність не змінюється (рис. 7). Через цю обставину для оцінки pH складних розчинів М. Хітаров та Б. Риженко (1963) запропонували таку формулу:

$$pH = \frac{1}{2}[\lg K_{H_2O} - \lg(\text{кислот/лугів})].$$



Рис. 7. Сталість кислотно-лужного показника розчинів.

Зменшення тиску P розчинів на шляху міграції, як показав Д. Коржинський, призводить до зростання лужності (рис. 8, а), адже це зумовлює зменшення густини ($D_1 > D_2$), а за $D_1 < D_2$ – навпаки, бо значення P зростає (див. рис. 8, б).

Закипання й дегазація розчинів з відокремленням летких (CO₂, H₂S) призводить до збільшення лужності. Збільшення фугитивності O₂ під час піднімання розчинів до син-

рудної палеоповерхні і похідних окиснювальних реакцій між комплексами розчинів також збільшує лужність.



Рис. 8. Зменшення тиску розчинів призводить до зростання лужності (а) та зменшення їхньої густини (б).

Отже, відображенням кислотно-лужного чинника є:

1) вертикальна зональність метасоматитів (у рудних вузлах і полях) та відповідна зміна зон кислотного вилуговування (дебазифікація, кислі) зонами облугування (базифікація, лужні);

2) відповідна поперечна зональність біляжильних метасоматитів, наприклад, зміна зон кислотних метасоматитів (серицитизації (> 350 °С), пропілітизації, каолінізації, алунітизації) лужними (калішпатизацією, альбітизацією, карбонатизацією, серицитизацією, а на малих від синрудної поверхні глибинах – адуляризацією, цеолітизацією, монтморилонітизацією);

3) горизонтальна і вертикальна зональність жильного виповнення родовищ, яка формується в напрямі зміни кислотних мінеральних парагенезисів (кварц-турмалінових і кварц-топазових) слабколужними (сульфідними) і лужними парагенезисами (карбонатними й цеолітовими). Цей процес особливо виявлений під час конденсації газоподібних розчинів (зниження температури й тиску).

Зміна окисно-відновного потенціалу середовища зумовлює зональність руд з металами змінної валентності, зокрема, Cu^+ і Cu^{2+} , Co^{2+} і Co^{3+} , Ni^{2+} і Ni^{3+} , As^0 , As^{3+} і As^{5+} , Sb^0 , Sb^{1+} і Sb^{3+} , Bi^0 і Bi^{3+} , особливо Fe^{2+} і Fe^{3+} . Ми концентруємо увагу на тому, що елементи з мінімальною валентністю – це відновлювальні умови, з максимальною – окиснювальні. Дія окисно-відновного потенціалу реалізується за зміни активності O^{2-} і S^{2-} , тобто за певного режиму кисню та сірки. Зокрема, O^{2-} (окиснювач) забирає два електрони ($2e^-$) у металу ($Me \rightarrow Me^{2+}$) і активний у лужному середовищі, де домінує $(OH)'$, тоді як S^{2-} активний у кислому й відновному середовищах, де мало $(OH)'$, бо в окиснювальному $S^{2-} \rightarrow S^{6+}$.

Зі збільшенням глибини рудоутворення знижується роль кисню і зростає активність сірки, тобто збільшується відновний потенціал. Тому в рудних тілах простежують відповідну рудну зональність: з глибиною оксидні мінерали змінюються заокисними і сульфідами, наприклад, Fe_2O_3 (гематит) – Fe_3O_4 (магнетит) – FeS_2 (пірит) – FeS (піротин). Цей, з першого погляду, суто теоретичний постулат має практичне підтвердження. Приклади реальної вертикальної мінералогічної зональності (зверху вниз) наведено в табл. 2.

Дуже важливим чинником зональності є стійкість комплексних сполук, адже металоносні комплекси звичайно розглядають як головну форму перенесення речовини. Чим це зумовлено?

Таблиця 2

Приклади вертикальної мінералогічної зональності на родовищах різних корисних копалин

Родовища, регіон	Склад руд (зверху вниз)
Поліметалеві родовища Рудного Алтаю	Pb-Zn руди Cu-Zn-FeS ₂ Cu-FeS ₂ FeS (піроитинові)
Мідно-нікелеві ліквідаційні магматичні родовища різних регіонів	CuFeS ₂ -(Ni,Fe)S-Fe ₃ O ₄ CuFeS ₂ -(Ni,Fe)S-FeS CuFeS ₂ -FeS (піроитинові)
Кварц-вольфрамітові родовища грейзенової групи Центрального Казахстану	SiO ₂ -(Fe,Mn)[WO ₄] SiO ₂ -(Fe,Mn)[WO ₄]-FeS SiO ₂ -MoS ₂ SiO ₂ -FeS
Шеєліт-скарнові родовища Примор'я	Ca[WO ₄]-FeS ₂ Ca[WO ₄]-FeS

Комплекси забезпечують у процесах рудоутворення високу концентрацію розчинів (у мільйон разів більшу, ніж іонна). Вони складаються з комплексоутворювача (+), який координує ліганди (-) та аденди (0).

За даними Ю. Ляхова й М. Павлуна (2013), найбільше поширені такі комплекси, як хлоридні [Au⁺³Cl₄], фторидні [NbF₇]²⁻, оксофторидні [NbOF₅]²⁻, сульфідні [Au⁺³S₃]³⁻, гідросульфідні [Au⁺³(SH)₄]³⁻, сульфатні [Au⁺³(SO₄)₂]¹⁻, тіосульфатні [Au⁺³(S₂O₃)]¹⁻, оксидні [Au⁺³O₃]³⁻, гідроксильні [H₂Au⁺³O₃]¹⁻, карбонатні (гідрокарбонатні) [HO₂(CO₃)₂(H₂O)₂]²⁻, фтор-гідроксидні [Sn(F,OH)₆]²⁻ та ін. Вони можуть ступінчасто або полімеризуватися (асоціювати), або руйнуватися (дисоціювати). Їхня стійкість визначена розміром іонів (ліпше меншим), їхнім зарядом (ліпше більшим), видом і зарядом комплексу, електронною та структурною симетрією, природою зв'язку йонів (остаточно не з'ясовано), діелектричною сталою середовища, складом розчину (активність ліганд), значеннями pH і Eh розчину, температурою *T*, опосередковано – тиском *P* (через легкі компоненти CO₂, H₂S). Універсальної ліганди нема: тип комплексу може змінюватися в ході циркуляції розчинів, у разі зміни *PTX*-умов, що визначають зміни активності тієї або іншої ліганди.

На підставі аналізу стійкості комплексів можна зробити такі висновки [3]:

1) за гомогенних умов палеогідротермальних систем обмеженою є роль таких комплексів, як гідроксильні (потрібна висока концентрація OH⁻), тіосульфатні (недовговічні, стійкіші за умов гіпергенезу), полісульфідні (потрібна дуже висока концентрація S²⁻), сульфатні (тільки за активності SO₄²⁻), карбонатні (тільки за високої ролі CO₂), фторидні й оксофторидні (тільки за активності F);

2) важлива рудоутворювальна роль належить гідросульфідним і, особливо, хлоридним комплексам, що впливає з аналізу сучасних гідротерм і складу флюїдних включень у мінералах (Ляхов, Павлунь, 2013).

Стійкість комплексів залежить від кислотно-лужних властивостей середовища. У кислому й нейтральному середовищі стійкі хлоридні комплекси типу [PbCl]⁺, [ZnCl]⁺, у

нейтральному і слабколужному – сульфідні типу $[\text{PbS}\cdot n\text{H}_2\text{S}]$, у лужному – гідросульфідні типу $[\text{Au}(\text{HS})_4]^-$. Стійкість залежна також від температури розчину та її перепадів (тобто від градієнта ΔT), що також призводить до зонального розподілу мінералів.

У праці [3] показано, що стійкість хлоридних комплексів знижується в геохімічному ряду $\text{Cu}^{2+} < \text{Zn}^{2+} < \text{Pb}^{2+} < \text{Ag}^{1+} < \text{Hg}^{2+}$, чим можна пояснити, наприклад, зональність поліметалевих родовищ (знизу догори): $\text{CuFeS}_2 - \text{ZnS} - \text{PbS} - \text{Ag}_3\text{SbS}_3$ (піраргірит) – HgS (в ореолах).

Загалом вплив стійкості комплексів на формування мережива мінеральної зональності визнає більшість дослідників, однак проблему досі вивчено й розроблено недостатньо, хоч інтенсивні експерименти тривають. Утім зрозуміло, що вплив стійкості комплексів виявляється через зміни кислотно-лужних властивостей розчинів гідротерм, градієнтів температури (особливо) і опосередковано – через тиск (під час дегазації CO_2 , H_2S та ін.).

Тут ідеться не про концентрацію комплексів у розчині як таку, а про ефективну концентрацію комплексів, які безпосередньо вступили в мінералоутворювальну реакцію. Така активність іонів залежить від геологічного середовища, яке утворене різними за складом вмісними породами (наприклад, активність лужних металів збільшується серед основних порід, збагачених CaO , MgO), та від змішування ювенільних гідротерм з вадозними водами. Важливе значення мають і фізико-хімічні чинники – T , P , pH , E_h , стійкість за відповідних умов дії комплексів. Як інтегрований результат мінералоутворювальних реакцій у самому розчині відбувається кристалізація твердих фаз (мінералів) та відокремлення під час дегазації летких компонентів. Так виникає зональність відкладання, оскільки зруденіння міститься в одній породі, одному жильному тілі, одному горизонтові та сформоване з розчинів однієї стадії. Наприклад, на кварц-вольфрамітових родовищах Букука й Белуха (Східне Забайкалля) по простяганню жили послідовно кристалізуються $(\text{Fe},\text{Mn})[\text{WO}_4] - \text{ZnS} - \text{Bi}_2\text{S}_3 - \text{SiO}_2 - \text{FeS}_2 - \text{CuFeS}_2$ (тобто, відбувається зниження активності в ряді $\text{W}-\text{Zn}-\text{Bi}-\text{Si}-\text{Fe}-\text{Cu}$, Fe).

На думку А. Бетехтіна (1956), зміни тиску в системі мінералоутворення впливають на кислотно-лужні властивості і ступінь дисоціації H_2S , H_2CO_3 та інших кислот. Учений з'ясував, що хімічні реакції, які зумовлені порушенням стану рівноваги в розчинах, імовірно, розпочинаються вслід за послабленням зовнішнього тиску в зв'язку з тріщиноутворенням. Ці реакції відіграють важливу роль у рудовідкладанні під час гідротермальних процесів. У процесі мінералоутворення рудовмісні тріщини неодноразово напіввідкриваються, а збільшення “робочого” об'єму неминуче супроводжується зниженням тиску, що приводить до різкого перенасичення розчинів. Це зафіксовано, зокрема, за включеннями з твердими фазами NaCl , що сингенетичні до мінеральних зароджень, наприклад, золотоносного арсенопірит-халькопірит-кварцового парагенезису [2]. Унаслідок баричних флуктуацій рівновага мінералоутворювальної системи порушується, що зумовлює відокремлення летких компонентів і супроводжується деяким зниженням температури, зміною кислотності лужних розчинів та руйнуванням металоносних комплексних сполук з утворенням низки певних мінеральних парагенезисів. Це помітно позначається на формуванні різних мінеральних асоціацій, у тім числі продуктивних. Отже, тиск утримує метали в комплексних сполуках, а його перепади стимулюють рудовідкладання.

Ми вже зазначали, що багатостадійна (пульсаційна) зональність зумовлена тектонічними деформаціями, які “розкривають” рудоносні магматичні осередки з послідовним відщепленням порцій розчинів різного складу. Такі деформації мають

глибинне закладання і контрольовані поширенням дайок, частина з яких міжстадійні (“внутрішньорудні”). За цього процесу відбувається послідовне й закономірне зміщення ділянок таких деформацій у просторі, оскільки в іншому випадку відбудеться поєднання різночасових мінеральних продуктів з утворенням так званих телескопованих родовищ без зональності або з дуже слабкою зональністю. Принагідно нагадаємо, що, за Г. Григорчуком (1971), стадією мінералоутворення є частина процесу (етапу), коли безперервно відбувається мінералоутворювальна діяльність єдиної порції розчинів з формуванням певного мінерального парагенезису в жильному виповненні та біляжильному просторі. У цей період формується одностадійна (фаціальна) зональність під впливом зазначених вище чинників.

Діагностика й дослідження зональності багатостадійного процесу (тобто поліасцендентної зональності) полягає у виявленні ознак стадійності і просторових меж прояву мінеральних продуктів відповідних стадій. Такими ознаками, як з’ясовано, є магматичні, структурно-тектонічні та мінералого-геохімічні. Серед мінералого-геохімічних розрізняють власне мінералогічні, геохімічні та фізико-хімічні (або термобарогеохімічні).

До магматичних ознак належать внутрішньорудні (внутрішньомінералізаційні) дайки, які визначають надходження рудоносних розчинів однієї порції. Утім, не на всіх родовищах вони є й укорінюються не перед усіма стадіями – найчастіше на початку процесу рудоутворення, до того ж, їх складно діагностувати.

Надзвичайно важливими в описуваному контексті є структурно-речовинні ознаки, які виявлені по-різному, наприклад, у перерізанні одних жил (ранніх) іншими (пізнішими), у перерізанні, дробленні й цементації ранніх мінеральних асоціацій пізнішими. Однак є неоднозначності у визначенні тектонічних ознак міжстадійних і внутрішньостадійних рухів, хоча міжстадійні більш регіональні, закономірніші, інтенсивніші, натомість внутрішньостадійні локальні, випадкові, слабкі. На початку досліджень цього питання вчені надавали перевагу другим рухам і тому вирізняли до 15–20 стадій, однак це були так звані палеосейсмограми, а не стадії мінералоутворення. Належну роздільну здатність має і зміна плану деформацій, коли визначений інший азимут простягання і кут падіння рудного тіла, що властиве тільки міжстадійним ознакам. Як добре видно з рис. 9, в обох випадках мінерали ранніх стадій локалізовані в куполоподібних радіально-концентричних структурах, а пізніші – у тріщинах (жилах) сколювання глибокого закладання. Нарешті, як з’ясував Г. Григорчук (1987), локалізація різночасових парагенезисів часто відбувається в піднятих структурних блоках, що розвивалися за принципом клавіатури.

Уся сукупність мінералого-геохімічних ознак ґрунтується на тому, що склад і агрегатний стан різночасових порцій розчинів різний, а тому різні їхні мінеральні продукти, елементи-домішки і фізико-хімічні умови формування. На родовищах ці ознаки різні, звичайно, “заретушовані”, однак усе ж їх можна фіксувати за парагенетичним аналізом жильного виповнення і біляжильних метасоматичних змін, мінеральних асоціацій, елементів-домішок, ТБГХ-даними. Мінералого-геохімічні ознаки стадійності на початку стадій мінералізації фіксують за різкими змінами елементного й мінерального складу руд, кількісного співвідношення елементів і мінералів, типу біляжильних метасоматитів і текстурно-структурних особливостей руд.

Термобарогеохімічними ознаками на початках стадій є (рис. 10) температурні й баричні стрибки (підвищення), наявність пневматолізу, зміна рН (кислі → лужні), зміна

хімічного складу гідротерм ($Cl^-/Na^+, K^+ \rightarrow HCO_3^-/Ca^{2+}, Mg^{2+}$), зменшення концентрації розчинних солей.

У табл. 3 наведено генетичні типи зональності зруденіння та роль різноманітних чинників її формування на гідротермальних родовищах.

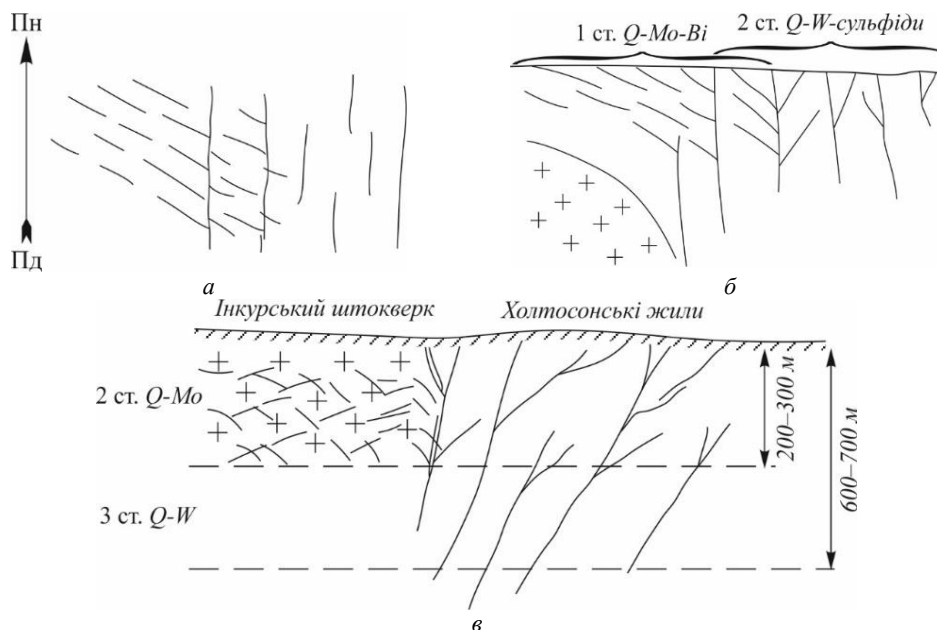


Рис. 9. Схематичний план (а) і поперечний переріз (б) родовища Букука (Східне Забайкалля) та поперечний переріз (в) родовища Джида (Західне Забайкалля).

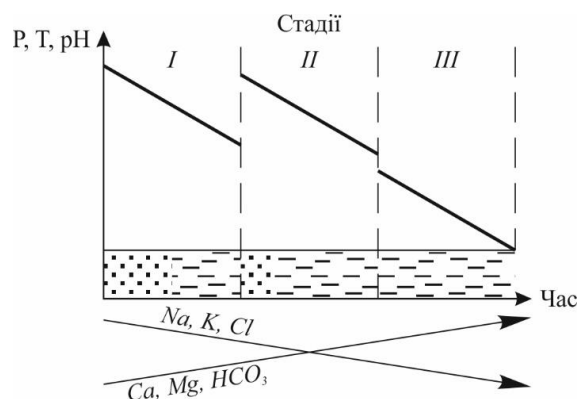


Рис. 10. Схема інверсійно-еволюційних змін гідротермальних розчинів багатостадійного родовища.

На початку стадій мінералого-геохімічні ознаки фіксовані за різкою зміною елементного й мінерального складу руд, їхнім кількісним співвідношенням, типом біляжильних змін, текстурно-структурними особливостями руд. І термобарогеохімічні, і

мінералого-геохімічні ознаки фіксують циклічність процесу: T , P , рН, пневматоліз. За природних умов усі чинники діють спільно, а їхня роль і “питома вага” можуть змінюватися залежно від конкретної геолого-структурної ситуації на конкретному родовищі, тобто вони реалізуються в певній комбінаториці.

Таблиця 3
Систематика і оцінка значення головних чинників формування гіпогенної зональності гідротермальних родовищ

Генетичні типи зональності	Чинники зональності зруденіння	Роль чинника
Одностадійна (моноасцендентна, фаціальна)	Геологічні	
	Вплив літологічного складу вмісних порід Зміна характеру тектонічних деформацій	Провідна
	Післярудний метаморфізм руд	Підпорядкована
	Вплив фізико-механічних властивостей порід Змішування з вадозними водами	Недостатньо вивчена
	Фізико-хімічні	
	Зміна температури розчинів Зміна кислотно-лужних властивостей розчинів Зміна кислотно-лужного потенціалу середовища Стійкість комплексних сполук Зміна активності катіонів, аніонів і летких	Провідна
	Зниження тиску розчинів	Значна, проте опосередкована через інші чинники
Багатостадійна (поліасцендентна, пульсаційна)	Геологічні	
	Послідовно спрямоване зміщення ділянок тектонічних деформацій, що супроводжується повторним надходженням розчинів (іноді розплавів)	Провідна
	Фізико-хімічні	
	Ті самі, що й для одностадійної зональності	Діють тільки для окремих пульсацій розчинів

Висновки

1. Фізико-хімічні чинники та їхня зміна з часом і в просторі є головною причиною різної мінеральної, геохімічної та ТБГХ-зональності гідротермального зруденіння.
2. Температура – це головний чинник мінералоутворення, який діє самостійно (як стимулятор розчинення) і комплексно, оскільки від її зміни залежать значення рН, Eh, P , активність елементів тощо.
3. Зміни кислотно-лужних властивостей розчинів – чи не найважливіший показник післямагматичного мінералоутворення.
4. Зміна окисно-відновного потенціалу середовища мінералоутворення зумовлює зональність руд з металами змінної валентності.

5. Є й інші чинники, які впливають на зміни мінерального складу руд у рудних тілах, однак і описаних вище достатньо, щоб зрозуміти фізико-хімічні параметри процесів рудогенезу, які є головними чинниками просторового розподілу зруденіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ляхов, Ю., Павлунь, М. (2002). Термобарогеохімічне обґрунтування рудно-формаційної приналежності ендегенних золоторудних родовищ України: теоретичні та методологічні аспекти. *Мінерал. зб.*, 52 (1), 68–73.
2. Павлунь, М. М., Гоцанюк, Г. І., Іваніна, А. В. (2022). Термобарогеохімічні і пошуково-оціночні критерії золотого зруденіння родовища Балка Широка в Середньому Придніпров'ї. *Мінерал. журн.*, 44 (3), 111–119. DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.03.111>.
3. Helgeson, H. C. (1964). *Complexing and hydrothermal ore deposition*. New York: Pergamon Press.
4. Lovering, T. S. (1942). Physical factors in the localization of ore. In W. H. Newhouse (Ed.). *Ore deposits as related to structural features*. New York: Princeton Univ. Press, 5–9.
5. Kutina, J. (1963). The distinguishing of the monoascendent and polyascendent origin of associated minerals in the study of the zoning of the Příbram ore veins. In *Problems of postmagmatic ore deposition (Prague Symposium), 1*, 200–206.
6. Park, C. F. Jr., & Macdiarmid, R. A. (1964). *Ore deposits*. San Francisco and London: W. H. Freeman & Co.
7. Schneiderhöhn, H. (1941). *Lehrbuch der Erzlargerstättenkunde, I. Band: Die Lagerstätten der magmatischen Abfolge*. Jena: Verlag Gust. Fischer.

REFERENCES

1. Liakhov, Yu., & Pavlun, M. (2002). Thermobarogeochemical substantiation of ore-formation affiliation of endogenous gold ore deposits of Ukraine: theoretical and methodological aspects. *Mineralogical Collection*, 52 (1), 68–73. (in Ukrainian)
2. Pavlun, M. M., Hotsaniuk, H. I., & Ivanina, A. V. (2022). Thermobarogeochemical and prospecting-evaluation criteria of gold mineralization of the Balka Shyroka deposit in the Middle Dnieper region. *Mineral. Journal*, 44 (3), 111–119. (in Ukrainian) DOI: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.44.03.111>
3. Helgeson, H. C. (1964). *Complexing and hydrothermal ore deposition*. New York: Pergamon Press.
4. Lovering, T. S. (1942). Physical factors in the localization of ore. In W. H. Newhouse (Ed.). *Ore deposits as related to structural features*. New York: Princeton Univ. Press, 5–9.
5. Kutina, J. (1963). The distinguishing of the monoascendent and polyascendent origin of associated minerals in the study of the zoning of the Příbram ore veins. In *Problems of postmagmatic ore deposition (Prague Symposium), 1*, 200–206.

6. Park, C. F. Jr., & Macdiarmid, R. A. (1964). *Ore deposits*. San Francisco and London: W. H. Freeman & Co.
7. Schneiderhöhn, H. (1941). *Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde, I. Band: Die Lagerstätten der magmatischen Abfolge*. Jena: Verlag Gust. Fischer.

Стаття: надійшла до редакції 05.05.2023
прийнята до друку 12.12.2023

Mykola Pavlun¹, Oleh Haiovskyi²

Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005

¹mykola.pavlun@lnu.edu.ua

²oleh.haiovskyi@lnu.edu.ua

PHYSICOCHEMICAL FACTORS OF HYPOGENIC ZONING OF HYDROTHERMAL MINERALIZATION DURING ONE- AND MULTI-STAGE INFLOW OF SOLUTIONS

The role of physicochemical factors in the natural processes of mineralogenesis during the formation of hypogene zonation of hydrothermal mineralization is analysed. Among them, the temperature of mineral formation (regional and local), acid-alkaline properties of solutions, redox potential, stability of mineral-forming complexes, ion activity, and pressure are the most important. All these factors are interconnected and mutually determined. An illustrative example of the effect of temperature on the aggregate state of solutions is the Kariiske gold ore deposit in Eastern Transbaikalia: if the solutions are liquid, then sulphides crystallize, if they are gaseous, then oxides. In this case, we are talking about a one-stage supply of solutions.

The processes of ore formation are not only staged, but also cyclical. During the multi-stage inflow of solutions, the values of temperature, pressure, pH, etc. change repeatedly. At each of the stages, directed crystallization of minerals (quartz–silicates–sulphides–carbonates) takes place and the corresponding metasomatism is manifested – from moderately acidic to moderately alkaline. Different temporal parageneses are often localized in raised structural blocks that developed according to the keyboard principle. The composition and aggregate state of different time portions of solutions are different, and therefore their mineral products, impurity elements, physicochemical conditions of formation, etc. are different – the whole set of mineralogical and geochemical features is actually based on this.

Therefore, physicochemical factors and their change over time and in space are the main reason for different mineral, geochemical and thermobarogeochemical zoning of hydrothermal mineralization. Temperature is the main factor in mineral formation, which acts independently (as a dissolution stimulator) and complexly, since the values of pH, Eh, pressure, activity of elements, etc., depend on its change. Changes in the acid-alkaline properties of solutions are perhaps the most important indicator of post-magmatic mineralization. A change in the redox potential of the environment of mineral formation determines the zonation of ores with metals of variable valency.

Key words: hydrothermal mineralization, hypogene zoning, physicochemical factors, stages of solution supply, crystallization.

УДК 549.6:552.313:552.16(477-924.52)

Ірина Побережська¹, Наталія Білик², Євгенія Сливко³,
Світлана Войтович⁴, Яніна Мігунова⁵

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

¹*iryna.poberezhska@lnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0001-5020-8326*

²*nataliya.bilyk@lnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0002-9684-195X*

³*emslivko@i.ua; https://orcid.org/0000-0002-2731-0602*

⁴*svitlana.voitovych@lnu.edu.ua; https://orcid.org/0009-0005-0620-8990*

⁵*yanina.mihunova@lnu.edu.ua; https://orcid.org/0009-0009-9955-8285*

ПІСЛЯМАГМАТИЧНІ ЗМІНИ В ОСНОВНИХ ВУЛКАНІТАХ РАХІВСЬКО-ЧИВЧИНСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Породи рахівсько-чивчинського магматичного комплексу тяжіють до зони насуву Мармароського масиву на флішові породи Рахівської зони. Серед досліджуваних вулканітів переважають metabazальти – масивні чи брекчієподібні породи з порфіровою структурою, мигдалекам'яною текстурою і кулястою окремістю. Головними мінералами metabazальтів є польові шпати (переважають мікроліти або лейсти плагіоклазу складу альбіт–бітовніт), хлорити, пумпеліт, карбонати, кварц, мусковіт. Мигдалини виповнені, головню, кварц-пумпеліт-хлорит-карбонатним агрегатом. Згідно з результатами мікроаналітичних досліджень, пумпеліт представлений Al-пумпелітом, хлорити – пікнохлоритом, діабантитом, брунсвігітом і рипідолітом. Визначено температуру мінералоутворення в процесі формування парагенезисів вторинних мінералів: за двопольовошпатовим геотермометром – 310–265 °С, за хлоритовим – 318–171 °С. На *PT*-діаграмі для метаморфічних фацій мінеральний парагенезис рахівсько-чивчинського комплексу потрапляє у поле преніт-пумпелітової фації.

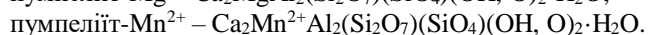
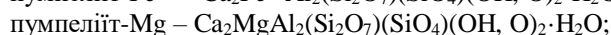
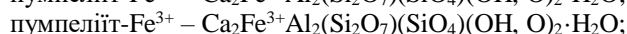
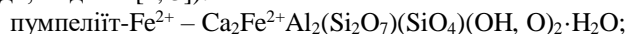
Ключові слова: metabazальти, післямагматичні зміни, польові шпати, пумпеліт, хлорит, мінералогічний геотермометр, рахівсько-чивчинський комплекс, Українські Карпати.

DOI: doi.org/10.30970/min.73.04

Вступ. Ми досліджували післямагматичні зміни в основних вулканітах рахівсько-чивчинського комплексу (*MZ*), які відслонені в басейні Кам'яного потоку (права притока р. Тиса) в Українських Карпатах. Породи представлені, головню, масивними й мигдалекам'яними базальтами й діабазами, у яких поширені різноманітні вторинні мінерали. Чи не найцікавішим серед них є пумпеліт.

Пумпеліт – це водний силікат кальцію й алюмінію з загальною формулою $\text{Ca}_2\text{XY}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH},\text{O})_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, де $X - \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}$, $Y - \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+}, \text{V}^{3+}$.

За даними [12, 20], вміст Mg, Fe та Al може значно відрізнятися. Залежно від елемента в позиціях X і Y, групу пумпелітів поділяють на кілька видів. Якщо в позиціях X та Y домінує залізо (> 50 %), то мінерал називають джувльгольдитом (More, 1971). Якщо в позиції Y домінує Al, то мінерал належить до серії пумпелітів. Залежно від елемента в X-положенні, розрізняють такі мінеральні види (затверджені як самостійні мінеральні види, згідно з [2, 3]):



Перша згадка про пумпеліт датована 1925 р.: мінерал виявили на мідному родовищі Кевінаван (штат Мічиган, США) і назвали на честь американського геолога Р. Пампеллі (R. Pumpelli) (1837–1923) [19]. Однак у праці [5] зазначено, що, за даними В. Соболева, пумпеліт відшукали значно раніше (1900 р.) у долині р. Лотру в Південних Карпатах на території Румунії. Дослідник Г. М. Мурґочі, який вивчав мінерал, назвав його за місцем знахідки лотритом (Murgoci, 1990). За “Мінералогічним словником” [4], лотрит – синонім пумпеліту. У словнику [3] терміна *лотрит* нема.

Згідно з численними літературними та електронними даними, пумпеліт описано в Австрії (Styria), Великій Британії (Корнволл, Шотландія), Німеччині (Hesse), Норвегії (Iveland), Італії (Південний Тіроль), США (штати Каліфорнія та Мічиган), Чехії (Královéhradecký kraj), Японії (острів Хонсю) та інших місцях.

Мета досліджень – на підставі аналізу результатів наших попередників і отриманих нами нових даних про вторинні мінерали із метабазальтів рахівсько-чивчинського магматичного комплексу Українських Карпат з’ясувати температурно-фаціальні умови процесу мінералоутворення.

Методи досліджень. Комплекс виконаних робіт охоплював геологічні спостереження у природних відслоненнях гірських порід та лабораторні петрографічні, мінералогічні й петрогеохімічні дослідження метабазальтів рахівсько-чивчинського комплексу. Мінеральний склад і структурно-текстурні особливості порід вивчали в прозорих шліфах під мікроскопом фірми “Olympus”.

Мікроаналітичні дослідження пумпеліту виконано в лабораторії фізичного факультету ЛНУ імені Івана Франка за допомогою растрового (сканувального) електронного мікроскопа РЕММА-102-02 (Суми, Україна), обладнаного енергодисперсійним аналізатором “EDAR”, аналітик Р. Серкіз. Досліджували поліровані зразки метабазальтів (аншліфи). Параметри проведення аналізу такі: прискорювальна напруга – 20 кВ, струм зонда – 1 нА, діаметр зонда – 0,1 мкм. Марка еталона, використаного для калібрування приладу, – НЭРМА. ГЕО1.25.10.74 ГТ; виробник – фірма “Geotechnology” (Україна). Для калібрування окремих елементів використано такі стандарти: Na – альбіт; Mg – периклаз; Al, Si, Ca – анортит; P – фтор-апатит; S – пірит; K – мікроклін; Ti – македоніт; Cr – есколаїт; Mn – манганіт; Fe – гематит; As – GaAs (синтетичний); Ba – барит; Sc, Co, Ni, Cu, Zr, Ag, Au – чисті елементи. Для опрацювання отриманих даних використано програмне забезпечення “Magallanes 3.2”.

Рентгеноструктурний аналіз виконано в рентгенівській лабораторії геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка на дифрактометрі ДРОН-3, аналітик А. Дворянський. Параметри аналізу: $\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$ -випромінювання, напруга – 40 кВ, сила струму –

25 мА, швидкість обертання – 1 град/хв. Мінерали ідентифікували з використанням інтернет-ресурсів MINCRYST, Mindat і за допомогою програми Match (версія 9).

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. В Україні пумпеліт відомий в Українських Карпатах, Донбасі й Криму [5]. Уперше його виявив В. Соболев у шліфах змінених діабазів, діабазових порфіритів та їхніх туфів (вірогідно, J_3 або K_1) з району гір Попіван і Петрос у Закарпатті. Тут мінерал наявний у мигдалинах і прожилках разом з кварцом, хлоритом і альбітом, також він разом з карбонатами і пренітом замістив плагіоклаз. Мигдалини, виповнені пумпелітом, мають розмір до 2–3 мм.

Майже аналогічні форми прояву пумпеліту, описаного під назвою лотрит, зафіксувала З. Ляшкевич зі співавт. (1995) в основних ефузивах Мармароського масиву. Тут він є вторинним мінералом змінених діабазів, діабазових порфіритів і туфів діабазів. У діабазі лотрит представлений зернами розміром до 0,5 мм, які утворені внаслідок зміни великих ідіоморфних кристалів плагіоклазу і скла основної маси.

Пумпеліт виявлено також у змінених габро-діабазі і спілітах р. Уголька. Зокрема, В. Калюжний досить детально проаналізував післямагматичні зміни вулканітів, серед яких виділив процеси альбітизації спілітів і габро-діабазів та навколотріщинний метасоматоз, що належить до найбільш низькотемпературних стадій метаморфізму і з яким пов'язане утворення пумпеліту [5].

Пумпеліт відшукали також серед змінених вулканітів основного складу, розкритих свердловинами в межах Жаб'євської (Верховинської) западини серед порід еоценового флішу Скибових Карпат [1]. Тут він трапляється в сильно тріщинуватих здвійникованих фенокристалах піроксену, а також у мікромигдалинах разом з цеолітами і, можливо, хлоритом.

Узагальнену характеристику пумпеліту наведено в книзі “Мінерали Українських Карпат. Силікати” [5]. У ній зазначено, що пумпеліт із мезозойських магматичних порід легко діагностувати за зеленим або блакитно-зеленим кольором, іноді дуже яскравим, рідше він має жовто-зелене забарвлення і плеохроїзм. Серед голчастих різновидів пумпеліту трапляються безбарвні кристали. Пумпеліт із діабазів Рахівського масиву має $n_m = 1,690$, $n_p = 1,672$, двозаломлення – 0,020; $2V = 55\text{--}57^\circ$. У діабазових порфіритах кристали сферолітів загасають прямо, а прихованокристалічні й тонкозернисті агрегати майже ізотропні й забарвлені в рівномірний густо-синій колір або плямисті, що зумовлено різним орієнтуванням зерен. Для пумпеліту з діабазів потоку Квасний і габро-діабазів р. Уголька характерні дещо вищі показники заломлення ($n_g = 1,716$, $n_p = 1,696$), сильна дисперсія $\gamma < \nu$, двозаломлення становить 0,020–0,022, $2V = 65^\circ$. У змінених вулканітах верхнього еоцену пумпеліт також добре діагностувати за яскравим зеленим забарвленням і плеохроїзмом від безбарвного до блідо-блакитного. Мінерал майже не загасає з аналізатором (сильна дисперсія оптичних осей), максимальний показник заломлення – 1,690, мінімальний – 1,670. Пумпеліт зачислено до післявулканічних (гідротермально-метасоматичних) утворень. Він тісно асоціює з хлоритом, альбітом, кальцитом, калієвим польовим шпатом, кварцом, пренітом. Формувався внаслідок заміщення плагіоклазу з утворенням по ньому псевдоморфоз, рідше заміщував піроксен. Його голочки проросли кварц, калієвий польовий шпат і карбонат, а безпосередніх контактів з пренітом не виявлено [5].

Геологічна позиція об'єкта досліджень. Ми досліджували мезозойські магматичні утворення, які досить детально схарактеризовані в монографіях [6, 7 та ін.]. Загалом тут виділяють чотири чи п'ять магматичних комплексів – рахівсько-чивчинський, тростянецький, угольський, закарпатський (і вульховчицький) (рис. 1).

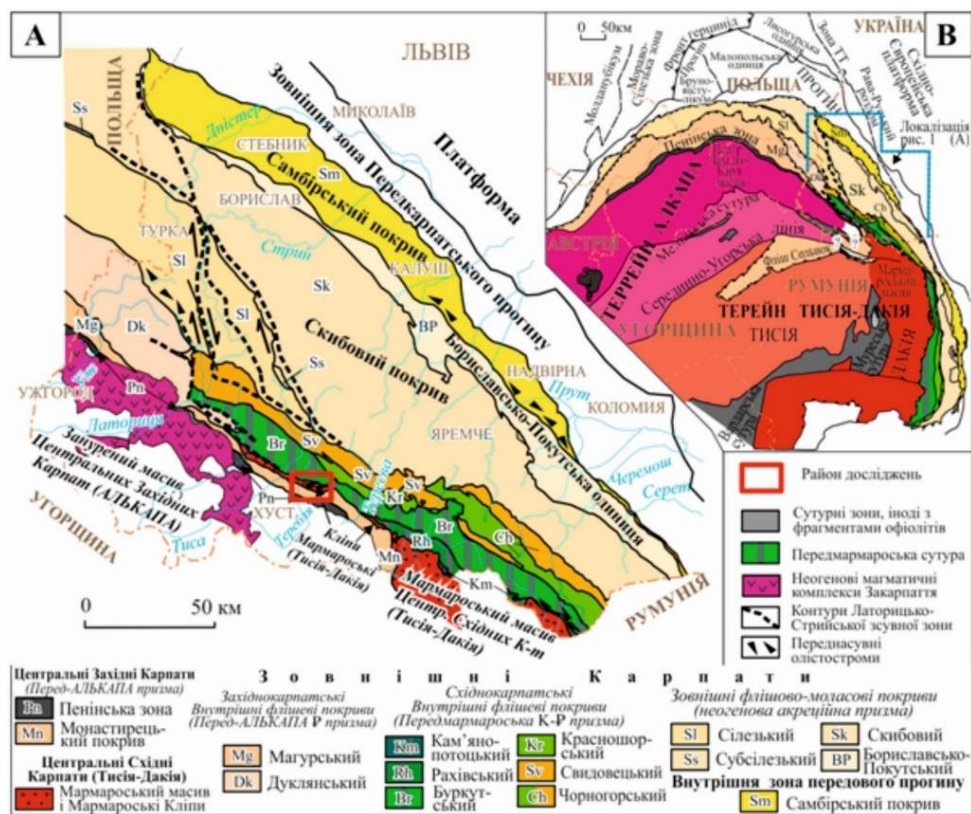


Рис. 1. Основні тектонічні одиниці (А) і тектонічне положення Українських Карпат (В), за даними О. Гнілка [8].

Породи рахівсько-чивчинського комплексу тяжіють до зони насуну Мармароського масиву на флішові породи Рахівської зони [15]. Звичайно це мигдалекам'яні базальти й діабаз. У басейні річок Сарата і Мала Шопурка (потоки Риноватий і Тевшак) відомі відслонення ультраосновних порід, які майже ідентичні до гіпербазитів угольського комплексу. Зрідка трапляються тіла габро-діабазів і габро-долеритів.

Результати досліджень вторинних мінералів із metabазальтів рахівсько-чивчинського комплексу. У басейні Кам'яного потоку (права притока р. Тиса) ефузивні породи виходять на поверхню на відстані понад 500 м. Це масивні й мигдалекам'яні базальти і діабаз з поодинокими округлими уламками й малопотужними (30–50 см) прошарками мармуризованих вапняків. Вірогідно, вапняки були захоплені базальтовим потоком у момент його виливання на поверхню й мармуризовані внаслідок температурного впливу лави. Серед відслонених вулканітів переважають metabазальти – зеленкувато-сірі, зеленкувато-фіолетові масивні або брекчієподібні породи з мигдалекам'яною текстурою і кулястою окремістю (рис. 2, 3).

У шліфах під мікроскопом видно порфірову структуру породи, а також гіалопілітову та спілітову структури основної маси (рис. 4).



Рис. 2. Відслонення мезозойських вулканітів у Кам'яному потоці.



Рис. 3. Метабазальти рахівсько-чивчинського комплексу (Кам'яний потік).



Породи складені мікролітами або лейстами плагіоклазу, іноді цілком заміщеного вторинними мінералами (рис. 5); виділення плагіоклазу містяться в склуватому мезостазісі, заміщеному хлоритом і карбонатом. Фенокристи представлені винятково плагіоклазом – це зерна таблитчастої (0,2–2,8 мм) і неправильної форми (до 1,3 мм).

У метабазальтах є багато рудних мінералів – титаномagnetит, магнетит, гематит (забарвлює породи в червоно-бурий колір) та ін. Характерні скелетні форми, які свідчать про швидке застигання магматичного розплаву.

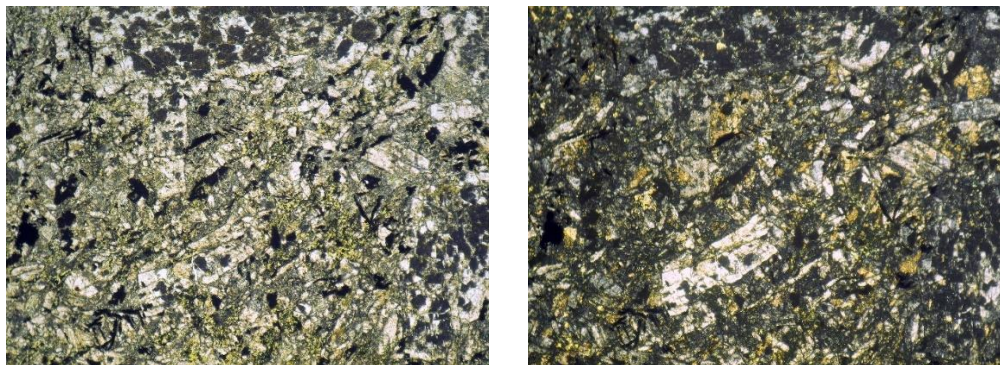
*a**б*

Рис. 4. Спілітова структура метабазальтів, поле зору – 2 мм:
a – без аналізатора, *б* – з аналізатором.

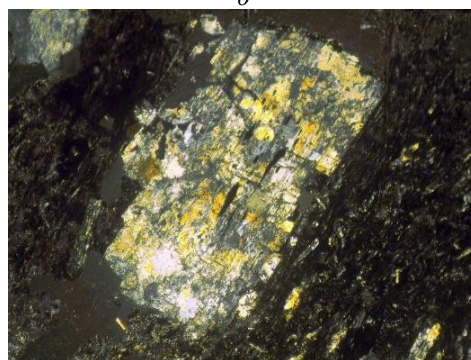
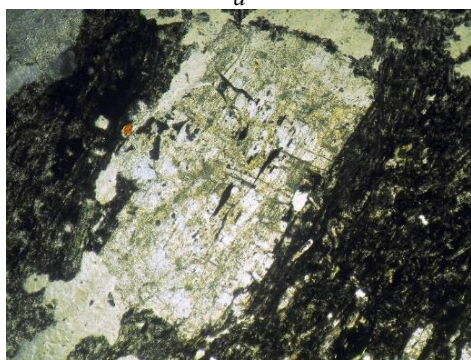
*a**б**в**г*

Рис. 5. Фенокристали зміненого плагіоклазу в метабазальтах, поле зору – 2 мм:
a, в – без аналізатора; *б, г* – з аналізатором. Вторинні мінерали – хлорит, пумпеліт, карбонат.

Мигдалини округлої й овальної форми розміром 0,2–1,0 мм виповнені вторинними мінералами – хлоритом, пумпелітом, сумішню хлориту й карбонату або хлориту і монтморилоніту (рис. 6).

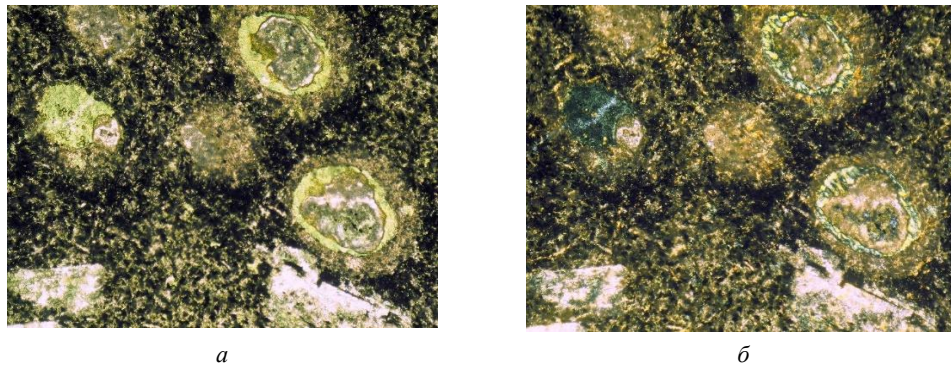


Рис. 6. Мигдалини в метабазальтах, виповнені вторинними мінералами (хлорит, пумпеліт, монтморилоніт, карбонат): *а* – без аналізатора; *б* – з аналізатором.

Хлорит у шліфах від майже безбарвного до густо-зеленого. Крім мигдалин, він також замінив основну масу породи з утворенням дрібнолускатих агрегатів, де з ним часто асоціюють пумпеліт, карбонат та інші вторинні мінерали (рис. 7). Карбонат у вигляді суцільних мас і часто в асоціації з мусковітом виповнює численні тріщинки потужністю від 0,05 до 1 мм.

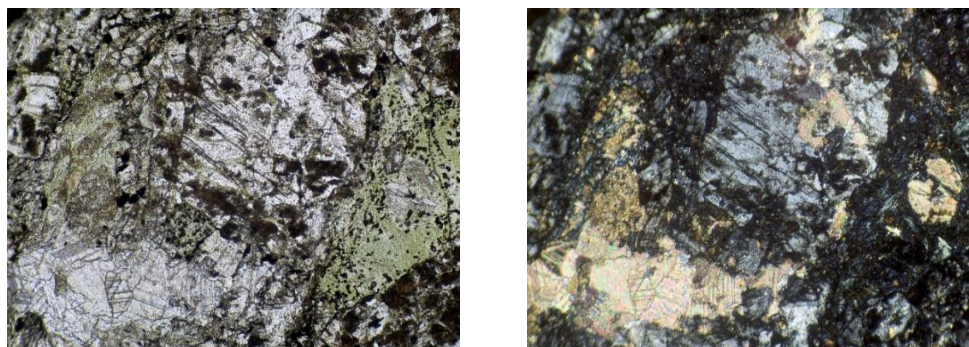
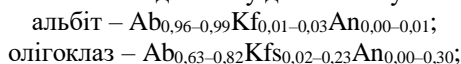


Рис. 7. Хлорит, пумпеліт і карбонат у метабазальтах, поле зору – 2 мм:
а – без аналізатора; *б* – з аналізатором.

У породах виявлені сліди тектонічного впливу – будини, тріщинуватість, уламки кристалів, роздроблені ділянки. Орієнтування будин, тріщин, лейст плагіоклазу в основній масі субпаралельне. Найвні лінзи, складені вторинними мінералами – хлоритом, мусковітом, карбонатами та ін. (рис. 8), іноді трапляються включення неправильної форми розміром до 3 мм, виповнені альбіт-карбонат-хлоритовим агрегатом.

За даними мікроаналітичних досліджень, головними мінералами метабазальтів є плагіоклази, кальцит, хлорит, мусковіт, пумпеліт, титаніт, кварц. У змінній кількості в різних відмінах метабазальтів є такі другорядні мінерали, як титаномагнетит, гетит, рутил, хромшпінеліди, змішаношаруваті утворення, апатит.

Склад **плагіоклазів** коливається від альбіту до бітовніту:



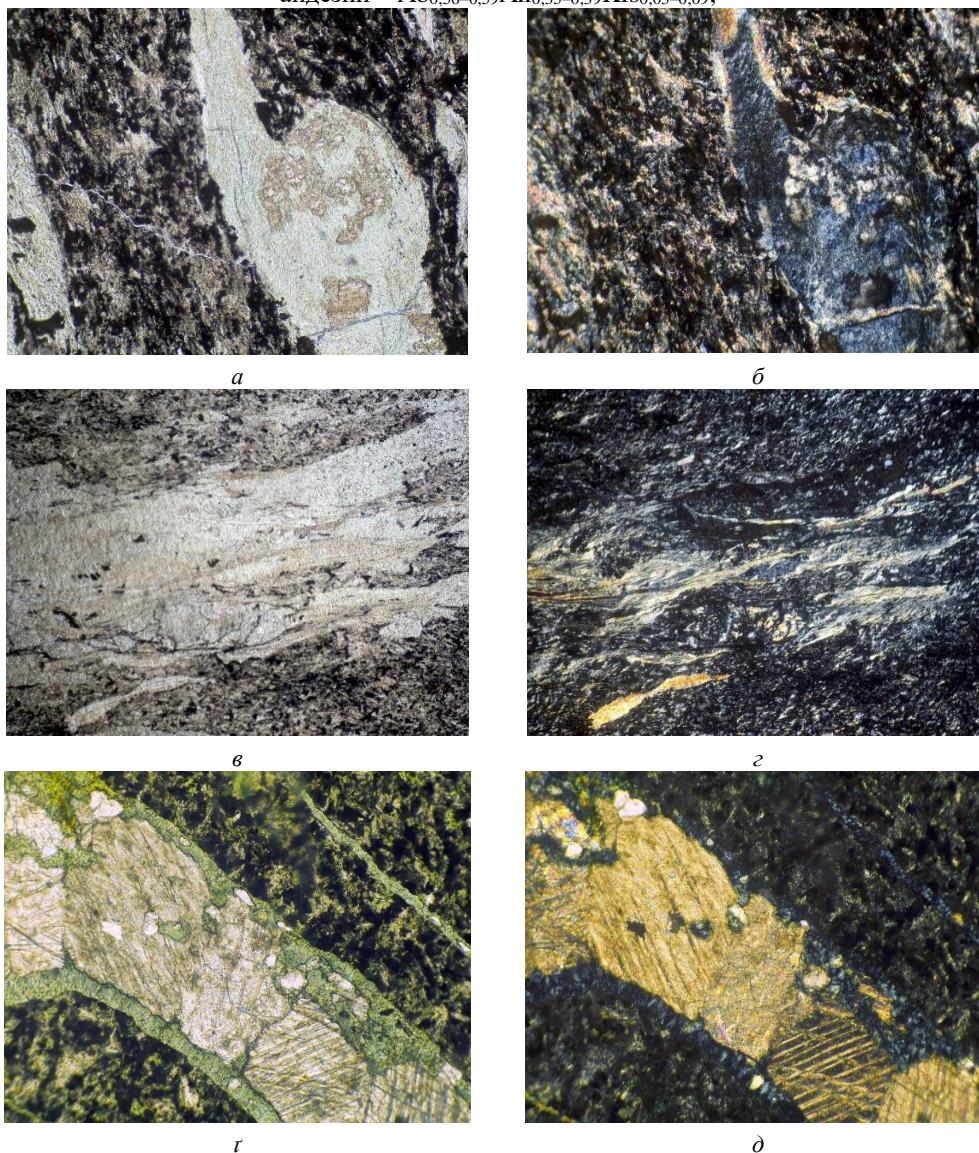
андезин – $Ab_{0,56-0,59}An_{0,35-0,39}Kfs_{0,03-0,09}$;

Рис. 8. Лінзи вторинних мінералів, складені хлоритом, пумпеліітом, карбонатом, мусковітом тощо в метабазальтах, поле зору – 2 мм:
а, в, г – без аналізатора; б, г, д – з аналізатором.

лабрадор – $An_{0,51-0,59}Ab_{0,40}Kfs_{0,01-0,03}$;бітовніт – $An_{0,86-0,90}Ab_{0,10-0,14}Kfs_{0,00}$.

Виявлено дві генерації плагіоклазу: мінерал першої генерації має більш основний склад, а пізніші виділення плагіоклазу, розвинуті по зернах першої генерації, більш кислі (рис. 9).

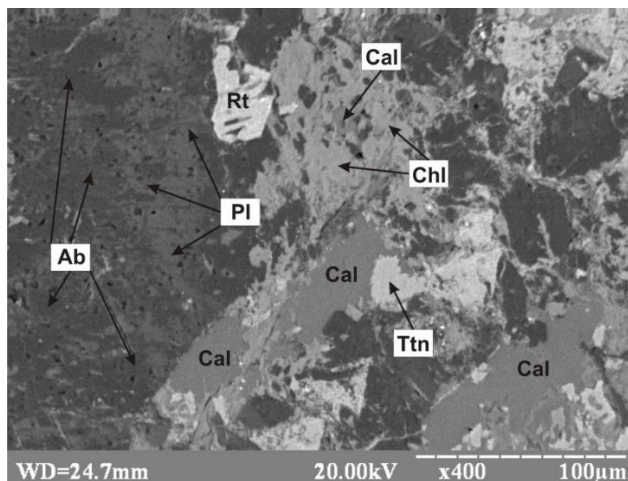


Рис. 9. Розвиток альбіту (Ab) по лабрадору (Pl); інші мінерали: Cal – кальцит, Ttn – титаніт, Rt – рутил, Chl – хлорит. BSE-зображення.

Породи інтенсивно змінені завдяки процесам хлоритизації й карбонатазації. **Хлорит** утворює облямівки навколо зерен плагіоклазу й кальциту і розвинутий по мікротріщинах слайності цих мінералів, а також формує витягнуті до голчастих виділення по тріщинах і в інтерстиціях мінералів розміром до 0,5 мм (рис. 8–10).

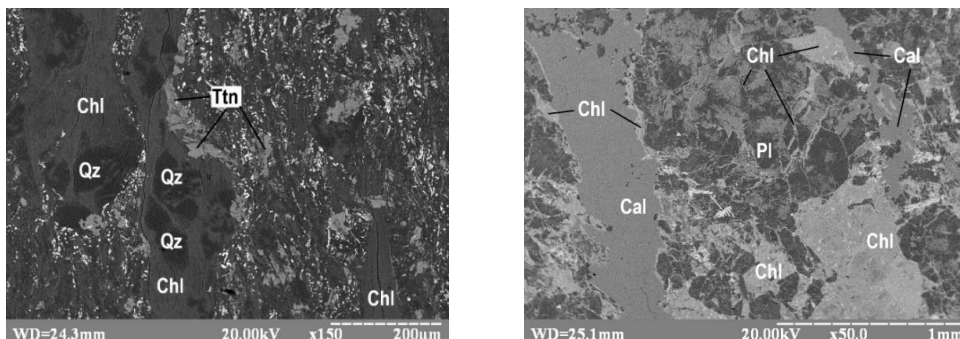


Рис. 10. Хлорит у метабазах (Qz – кварц). BSE-зображення.

Мікроаналітичні дослідження засвідчили, що в породах наявні септехлорити і ди-септехлорити (табл. 1). За результатами наведених у таблиці даних обчислено такі кристалохімічні формули хлориту:

- 1) $(Mg_{2,33} Al_{1,65} Fe^{2+}_{1,35} Ca_{0,03} Mn^{2+}_{0,03})_{5,40} (OH)_8 [Si_{3,22} Al_{0,78} O_{10}]$;
- 2) $(Mg_{2,72} Fe^{2+}_{1,53} Al_{1,47})_{5,73} (OH)_8 [Si_{2,97} Al_{1,03} O_{10}]$;
- 3) $(Al_{2,00} Mg_{1,89} Fe^{2+}_{1,23} Mn^{2+}_{0,01})_{5,13} (OH)_8 [Si_{3,36} Al_{0,65} O_{10}]$;
- 4) $(Mg_{2,17} Fe^{2+}_{2,41} Al_{0,87} Ca_{0,08} Mn^{2+}_{0,02})_{5,55} (OH)_8 [Si_{3,14} Al_{0,87} O_{10}]$;
- 5) $(Fe^{2+}_{2,55} Mg_{2,08} Al_{1,09} Ca_{0,08} Mn^{2+}_{0,05})_{5,86} (OH)_8 [Si_{3,08} Al_{0,92} O_{10}]$;
- 6) $(Fe^{2+}_{2,88} Mg_{1,74} Al_{1,27} Ca_{0,03} Mn^{2+}_{0,05})_{5,97} (OH)_8 [Si_{2,77} Al_{1,21} Ti_{0,02} O_{10}]$;
- 7) $(Mg_{1,96} Al_{1,38} Fe^{2+}_{2,21} Mn^{2+}_{0,01})_{5,56} (OH)_8 [Si_{3,44} Al_{0,56} Ti_{0,02} O_{10}]$;

8) $(\text{Fe}^{2+}_{3,10}\text{Mg}_{1,57}\text{Al}_{1,29}\text{Ca}_{0,01})_{5,98}(\text{OH})_8[\text{Si}_{2,72}\text{Al}_{1,26}\text{Ti}_{0,02}\text{O}_{10}]$;

Таблиця 1

Хімічний склад (мас. %) та формульні коефіцієнти хлориту
з метабазальтів рахівсько-чивчинського комплексу

Компоненти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	31,17	29,77	33,85	32,15	28,79	24,85	34,65	23,68	28,27	31,94	30,76
TiO ₂	0	0,03	0,01	0	0	0,27	0,23	0,27	0	0,07	0
Al ₂ O ₃	19,96	21,26	22,64	17,36	15,98	18,86	16,43	18,82	19,12	21,44	20,11
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0
FeO	15,67	18,40	14,80	29,51	28,52	30,90	26,65	32,29	33,89	17,89	18,03
MnO	0,35	0	0,17	0,29	0,6	0,49	0,06	0,04	0,32	0,09	0,03
MgO	15,13	18,28	12,76	14,93	13,05	10,49	13,27	9,16	11,14	18,70	18,47
CaO	0,30	0,04	0	0,76	0,69	0,22	0	0,12	0,16	0,14	0,24
Na ₂ O	0,38	0,15	0,68	0,57	0,36	0	0,17	0	0	0	0,65
K ₂ O	1,85	0,57	2,03	0,02	0,21	0	0	0	0,03	0,09	0,03
Сума	84,81	88,50	86,94	95,59	88,20	86,08	91,47	84,39	92,93	90,48	88,32
Si	3,22	2,97	3,36	3,14	3,08	2,77	3,44	2,72	2,92	3,08	3,06
Al	0,78	1,03	0,65	0,87	0,92	1,21	0,54	1,26	1,08	0,91	0,94
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00
Сума	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Al	1,65	1,47	2,00	0,87	1,09	1,27	1,38	1,29	1,24	1,53	1,42
Mg	2,33	2,72	1,89	2,17	2,08	1,74	1,96	1,57	1,71	2,69	2,74
Mn	0,03	0,00	0,01	0,02	0,05	0,05	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00
Fe ²⁺	1,35	1,53	1,23	2,41	2,55	2,88	2,21	3,10	2,92	1,44	1,50
Ca	0,03	0,00	0,00	0,08	0,08	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сума	5,40	5,73	5,13	5,55	5,86	5,97	5,56	5,98	5,92	5,69	5,69
F, %	0,51	0,50	0,54	0,67	0,69	0,75	0,67	0,78	0,75	0,49	0,49
Al (IV)	0,78	1,03	0,65	0,87	0,92	1,21	0,54	1,26	1,08	0,91	0,94

П р и м і т к а: $F = [(\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO} + \dots + \text{NiO}) / (\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO} + \dots + \text{NiO} + \text{MgO})] \cdot 100\%$.

9) $(\text{Fe}^{2+}_{2,92}\text{Mg}_{1,71}\text{Al}_{1,24}\text{Ca}_{0,02}\text{Mn}^{2+}_{0,03})_{5,92}(\text{OH})_8[\text{Si}_{2,92}\text{Al}_{1,08}\text{O}_{10}]$;10) $(\text{Mg}_{2,69}\text{Al}_{1,53}\text{Fe}^{2+}_{1,44}\text{Ca}_{0,01}\text{Mn}^{2+}_{0,01})_{5,69}(\text{OH})_8[\text{Si}_{3,08}\text{Al}_{0,91}\text{O}_{10}]$;11) $(\text{Mg}_{2,74}\text{Fe}^{2+}_{1,50}\text{Al}_{1,42}\text{Ca}_{0,03})_{5,69}(\text{OH})_8[\text{Si}_{3,06}\text{Al}_{0,94}\text{O}_{10}]$.

На класифікаційній діаграмі М. Хейя [16] вони потрапляють у поля пікнохлориту, діабантиту, брунсвігіту й рипідоліту (рис. 11).

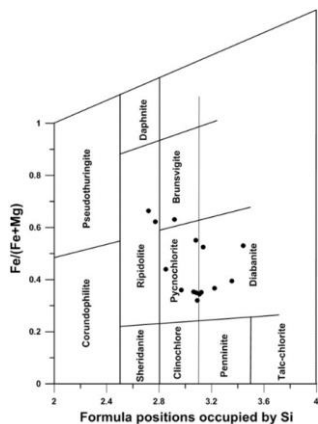


Рис. 11. Класифікаційна діаграма М. Хей для хлоритів [16].

Пумпеліт представлений зернами розміром від 0,01 до 0,60 мм. Найдрібніші зерна утворені внаслідок заміщення плагіоклазу з формуванням по ньому псевдоморфоз (разом з хлоритом, мусковітом, альбітом, карбонатом), а кристали пумпеліту більшого розміру містяться в мигдалинах і прожилках разом з кварцом, хлоритом і альбітом (рис. 12).

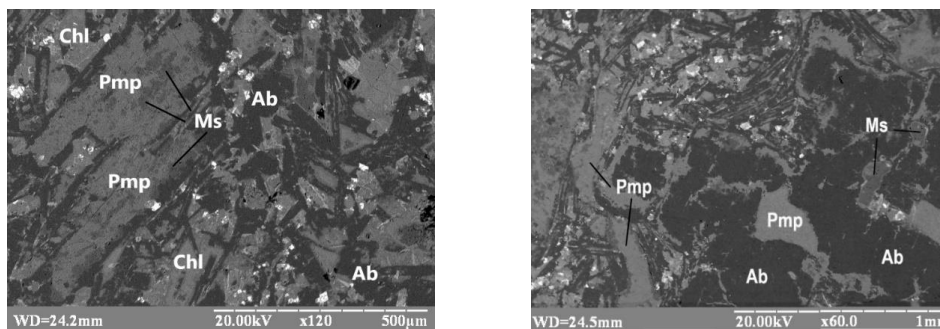


Рис. 12. Форми сегрегації пумпеліту (Pmp) у метабазальтах (Ms – мусковіт). BSE-зображення.

За результатами мікросондового аналізу (табл. 2) обчислено такі кристалохімічні формули пумпеліту:

- 1) $\text{Ca}_{2,01}(\text{Fe}^{2+}_{0,46}\text{Mg}_{0,30}\text{Al}_{0,10}\text{Mn}^{2+}_{0,02})_{0,88}\text{Al}_{2,00}(\text{OH})_2[\text{Si}_{3,02}\text{O}_{11}]\cdot\text{H}_2\text{O}$;
- 2) $\text{Ca}_{2,00}(\text{Fe}^{2+}_{0,62}\text{Mg}_{0,33}\text{Al}_{0,10}\text{Mn}^{2+}_{0,01})_{1,05}\text{Al}_{2,00}(\text{OH})_2[\text{Si}_{2,94}\text{Ti}_{0,01}\text{O}_{11}]\cdot\text{H}_2\text{O}$;
- 3) $\text{Ca}_{1,83}(\text{Fe}^{2+}_{0,53}\text{Mg}_{0,32}\text{Al}_{0,14}\text{Mn}^{2+}_{0,02})_{1,00}\text{Al}_{2,00}(\text{OH})_2[\text{Si}_{3,03}\text{O}_{11}]\cdot\text{H}_2\text{O}$;
- 4) $\text{Ca}_{1,97}(\text{Fe}^{2+}_{0,61}\text{Mg}_{0,28}\text{Al}_{0,07}\text{Mn}^{2+}_{0,01})_{0,98}\text{Al}_{2,00}(\text{OH})_2[\text{Si}_{2,98}\text{O}_{11}]\cdot\text{H}_2\text{O}$,

Таблиця 2

Хімічний склад (мас. %) та формульні коефіцієнти пумпеліту з метабазальтів рахівсько-чивчинського комплексу

Компоненти	1	2	3	4
SiO ₂	36,21	35,36	36,82	36,88
TiO ₂	0	0,13	0	0,13
Al ₂ O ₃	21,40	21,38	22,03	21,78
FeO	6,57	8,86	7,71	9,00
MnO	0,31	0,14	0,22	0,15

MgO	2,39	2,64	2,59	2,36
CaO	22,46	22,46	20,79	22,76
Na ₂ O	0,14	0	0,16	0,47
K ₂ O	0,10	0,05	0,50	0,08
<i>Сума</i>	89,58	91,02	90,82	93,61
Ca	2,01	2,00	1,83	1,97
Al	0,10	0,10	0,14	0,07
Fe ²⁺	0,46	0,62	0,53	0,61
Mg	0,30	0,33	0,32	0,28
Mn	0,02	0,01	0,02	0,01
<i>Сума</i>	0,88	1,05	1,00	0,98
Al	2,00	2,00	2,00	2,00
Si	3,02	2,94	3,03	2,98
Ti	0	0,01	0	0
<i>Сума</i>	3,02	2,95	3,03	2,98

Згідно з класифікацією, наведеною на сайті <http://webmineral.com/>, мінерал можна назвати Al-пумпелітом.

Рентгеноструктурним аналізом у досліджуваних метабазальтах визначено такі мінерали, Å: лабрадор – 3,76 ($I = 700$), 3,21 (700), 3,18 (1000), бітовніт – 4,03 (800), 3,75 (800), 3,21 (1000), клінохлор – 7,16 (450), 4,77 (400), 3,58 (100), епідот – 2,90 (400), 2,69 (300), 2,68 (300), мусковіт – 3,32 (1000), 2,57 (300), пумпеліт – 3,53 (310), 2,81 (320), 1,97 (340) (рис. 13).

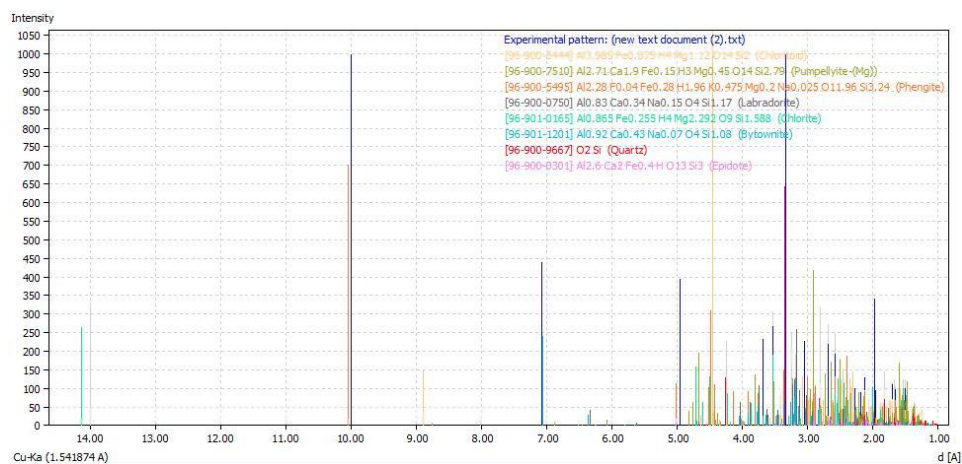


Рис. 13. Дифрактограма метабазальту з рахівсько-чивчинського комплексу, Å.

Температурно-фаціальні умови формування пумпелітовмісних парагенезисів у метабазитах рахівсько-чивчинського комплексу. Для визначення температури мінералоутворення вторинних мінералів ми використали двопольовошпатовий і хлоритовий геотермометри.

Оскільки в породах є плагіоклази (від альбіту до бітовніту) і лужний польовий шпат, то можна обчислити температуру мінералоутворення за двопольовошпатовим геотермометром. За даними різних авторів, вона становить 265 [13] і 310 °C [14], середнє значення – 288 °C.

Хлоритовий геотермометр уперше запропонували M. Cathelineau & D. Nieva [9], які виявили позитивну кореляцію між кількістю Al у четверній координації й температурою утворення мінералу. P. Kranidiotis & W. H. Maclean [17] дійшли висновку, що у хлориті кількість Al у четверній координації зростає зі збільшенням значення Fe/(Fe+Mg), і припустили, що кількість Fe і Mg залежить від температури. На цій підставі вони запропонували таку формулу:

$$T, \text{ }^{\circ}\text{C} = 212 \{ \text{Al}^{\text{IV}} + 0,35[\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})] \} + 18.$$

Отже, температура мінералоутворення, обчислена за хлоритовим геотермометром, коливається від 171 до 318 $^{\circ}\text{C}$, середнє значення становить 245 $^{\circ}\text{C}$.

На підставі одержаних значень температури можна визначити належність порід до певних фацій метаморфізму: на *PT*-діаграмі метаморфічних фацій [21] metabазальти дослідженого магматичного комплексу потрапляють у поле преніт-пумпелітової субфації (рис. 14). Відсутність чітких асоціацій пумпеліт-актинолітової субфації свідчить про те, що тиск у системі мінералоутворення не перевищував 3 кб, або 300 МПа. Домінування преніту над пумпелітом є доказом того, що флюїди були багаті на воду. Проте, зазвичай, за даними [18], пумпеліт домінує, і рідини, збагачені CO_2 , призводять до утворення кальциту замість преніту, як це відбулося в нашому випадку.

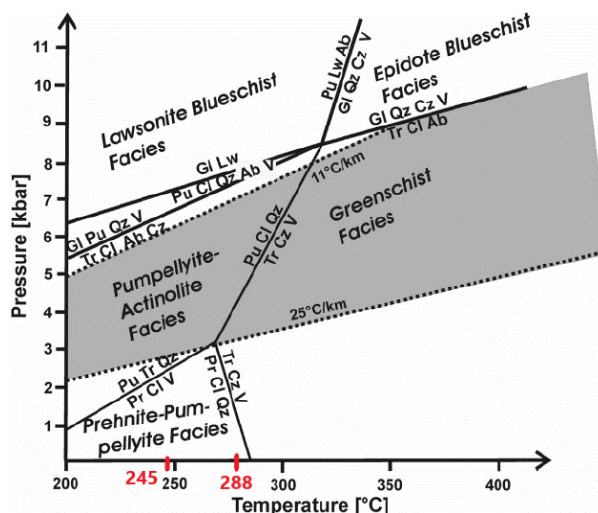


Рис. 14. Петрогенетична діаграма низькотемпературних фацій метаморфізму [21].

Мінерали: Lw – лавсоніт, Gl – глаукофан, Cl – клінохлор, Pu – Mg-пумпеліт, Cz – кліноцоїзит, Tr – тремоліт, Qz – кварц, Ab – альбіт, V – рідина H_2O , Pr – преніт. Сіра ділянка – поле метаморфічних градієнтів між 11 і 25 $^{\circ}\text{C}/\text{км}$.

Вторинні перетворення в мезозойських вулканічних породах Українських Карпат ми пов'язуємо з процесами метаморфізму низького ступеня. Автори праці [10] пов'язали подібні зміни у вулканітах і грауваках Нової Зеландії з метаморфізмом за умов цеолітової та преніт-пумпелітової фацій і зазначили, що їх можна вивчати так само, як і інші метаморфічні породи [10, 11]. Учені виділили в metabазальтах преніт-пумпелітової фації дві типові мінеральні асоціації: 1) преніт + кальцит + хлорит + кварц + альбіт; 2) преніт + пумпеліт + хлорит + кварц + альбіт. Перехід від цеолітової до преніт-пумпелітової фації відбувається за 250 $^{\circ}\text{C}$ на глибині 3–13 км. У

літературі є достатньо даних про те, що мінерали низьких ступенів метаморфізму можуть утворюватися за різних умов і в різних гірських породах: у зонах субдукції, на дні океану, в острівних дугах, у гнейсових комплексах, метадолеритах тощо.

Висновки. Комплексні дослідження вторинних мінералів із магматичних порід мезозойського рахівсько-чивчинського комплексу засвідчили таке. Типовою для них є порфірова структура і мигдалекам'яна текстура. Головні мінерали – це польові шпати, хлорити, пумпеліт, карбонати, кварц, мусковіт. Мигдалини зазвичай виповнені кварц-пумпеліт-хлорит-карбонатним агрегатом.

Серед польових шпатів наявні плагіоклази декількох генерацій (від альбіту до бітовніту), а серед хлоритів – септе- і дисептехлорити. Пумпеліт представлений двома морфологічними відмінами: 1) дрібними зернами, які утворилися внаслідок заміщення плагіоклазу з формуванням у ньому псевдоморфоз разом з хлоритом, мусковітом, альбітом, карбонатами; 2) дещо більшими кристалами в мигдалинах разом з хлоритом і альбітом. За хімічним складом мінерал належить до Al-пумпеліту.

За двома мінералогічними геотермометрами визначено температуру мінералоутворення в процесі формування парагенезисів вторинних мінералів у метабазальтах: за двопольовошпатовим геотермометром – від 265 до 310 °С, за хлоритовим – від 171 до 318 °С. На *PT*-діаграмі для метаморфічних фацій фігуративні точки мінеральних парагенезисів рахівсько-чивчинського комплексу містяться в полі преніт-пумпелітової фації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Габінет, М. П., Рипун, М. Б. (1977). Нові дані про верхньоеоценовий основний вулканізм у Радянських Карпатах. *Доп. АН УРСР. Сер. Б*, 9, 777–780.
2. Кульчицька, Г., Черниш, Д. (укл.). (2019). Словник українських назв мінеральних видів. *Затиски Укр. мінерал. т-ва*, 16, 7–446.
3. Кульчицька, Г., Черниш, Д., Сетая, Л. (2022). *Українська номенклатура мінералів*. Київ: Академперіодика.
4. Лазаренко, С. К., Винар, О. М. (1975). *Мінералогічний словник*. Київ: Наук. думка.
5. Матковський, О. (гол. ред.). (2011). *Мінерали Українських Карпат. Силікати*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.
6. Медведєв, А. П., Варичев, О. С. (2000). *Пра-Карпати (конструкція і деструкція)*. Львів: [б. в.].
7. Павлюк, М. І., Ляшкевич, З. М., Медведєв, А. П. (2013). Українські Карпати в структурі Карпат (магматизм і геодинаміка). *Геодинаміка*, 14 (1), 45–60. <https://doi.org/10.23939/jgd2013.01.045>
8. Третяк, К. Р., Максимчук, В. Ю., Кутас, Р. І. (заг. ред.). (2015). *Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій*. Львів: Вид-во Львівської політехніки.
9. Cathelineau, M., & Nieva, D. (1985). Chlorite solid solution geothermometer: the Los Azufres (Mexico) geothermal system. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 91 (3), 235–244.
10. Coombs, D. S., Ellis, A. J., Fyfe, W. S., & Taylor, A. M. (1959). The zeolite facies, with comments on the interpretation of hydrothermal syntheses. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 17, 53–107. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(59\)90079-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(59)90079-1)

11. Coombs, D. S., Nakamura, Y., & Vuagnat, M. (1976). Pumpellyite-actinolite facies schists of the Taveyanne formation near Loech, Valais, Switzerland. *J. of Petrology*, 17, 440–471. <https://doi.org/10.1093/petrology/17.4.440>
12. Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman J. (2013). *An introduction to the rock-forming minerals*. 3rd Ed. Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. <https://doi.org/10.1180/DHZ>
13. Green, N. L., & Usdansky, S. I. (1984). Mineral chemistry and crystallization conditions of Alabama tin belt granitoids. *Geol. Soc. of America. Abstracts with Programs*, 16, 142.
14. Green, N. L., & Usdansky, S. I. (1986). Ternary feldspar mixing relations and thermobarometry. *Amer. Min.*, 71, 1100-8.
15. Heneralova, L., Stepanov, V., Bilyk, N., & Slyvko, Ye. (2019). Serpentine as the indicators of geodynamic conditions of Mesozoic peridotites metamorphic transformations in the Marmarosh rocky zone (Inner Ukrainian Carpatians). *Geodynamics*, 2 (27), 39–47. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.02.039>
16. Hey, M. H. (1954). A new review of the chlorites. *Mineral. Mag.*, 224, 277–292.
17. Kranidiotis, P., & Maclean, W. H. (1987). Systematics of chlorite alteration at the Phelps Dodge massive sulfide deposit, Matagami, Quebec. *Econ. Geol.*, 82 (7), 1898–1911.
18. Liou, J. G., Maruyama, S., & Cho, M. (1987). Very low-grade metamorphism of volcanic and volcanoclastic rocks – mineral assemblages and mineral facies. In M. Frey (Ed.). *Low temperature metamorphism*. London: Blackie and Son, 59–113.
19. Palache, C., & Vassar, H. E. (1925). Some minerals of the Keweenaw copper deposits: pumpellyite, a new mineral; sericite; saponite. *Amer. Mineral.*, 10, 412–428.
20. Trzcieski, W. E., & Birkett, T. C. (1982). Compositional variations of pumpellyite along the western margin of the Quebec Appalachians. *Canadian Mineralogist*, 20, 203–209.
21. Willner, A. P., Sepulveda, F. A., Herve, F., Massonne, H.-J., & Sudo, M. (2009). Conditions and timing of pumpellyite–actinolite-facies metamorphism in the Early Mesozoic frontal accretionary prism of the Madre de Dios Archipelago (latitude 50°20' S; Southern Chile). *J. of Petrology*, 50 (11), 2127–2155. DOI: 10.1093/petrology/egp071

REFERENCES

1. Habinet, M. P., & Rypun, M. B. (1977). New data on the Upper Eocene basic volcanism in the Soviet Carpathians. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Series B*, 9, 777–780. (in Ukrainian)
2. Kultchytska, H., & Chernysh, D. (Compilers). (2019). Dictionary of Ukrainian names of mineral species. *Proceedings of the Ukrainian Mineralogical Society*, 16, 7–446. (in Ukrainian)
3. Kultchytska, H., Chernysh, D., & Sietaia, L. (2022). *Ukrainian nomenclature of minerals*. Kyiv: Akadempriodyka. (in Ukrainian)
4. Lazarenko, Ye. K., & Vynar, O. M. (1975). *Mineralogical dictionary*. Kyiv: Naukova dumka. (in Ukrainian)
5. Matkovskiy, O. (Ed. in Chief). (2011). *Minerals of the Ukrainian Carpathians, Silicates*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv. (in Ukrainian)
6. Medvediev, A. P., & Varychev, O. S. (2000), *Proto-Carpathians (construction and de-struction)*. Lviv. (in Ukrainian)

7. Pavliuk, M. I., Liashkevych, Z. M., & Medvediev, A. P. (2013). Ukrainian Carpathians in the structure of Carpathians (magmatism and geodynamics). *Geodynamics*, 14 (1), 45–60. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.23939/jgd2013.01.045>
8. Tretiak, K. R., Maksymchuk, V. Yu., & Kutas, P. I. (General Ed.). (2015). *Modern geodynamics and geophysical fields of the Carpathians and adjacent territories*. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House.
9. Cathelineau, M., & Nieva, D. (1985). Chlorite solid solution geothermometer: the Los Azufres (Mexico) geothermal system. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 91 (3), 235–244.
10. Coombs, D. S., Ellis, A. J., Fyfe, W. S., & Taylor, A. M. (1959). The zeolite facies, with comments on the interpretation of hydrothermal syntheses. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 17, 53–107. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(59\)90079-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(59)90079-1)
11. Coombs, D. S., Nakamura, Y., & Vuagnat, M. (1976). Pumpellyite-actinolite facies schists of the Taveyanne formation near Loech, Valais, Switzerland. *J. of Petrology*, 17, 440–471. <https://doi.org/10.1093/petrology/17.4.440>
12. Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman J. (2013). *An introduction to the rock-forming minerals*. 3rd Ed. Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. <https://doi.org/10.1180/DHZ>
13. Green, N. L., & Usdansky, S. I. (1984). Mineral chemistry and crystallization conditions of Alabama tin belt granitoids. *Geol. Soc. of America. Abstracts with Programs*, 16, 142.
14. Green, N. L., & Usdansky, S. I. (1986). Ternary feldspar mixing relations and thermobarometry. *Amer. Min.*, 71, 1100–8.
15. Heneralova, L., Stepanov, V., Bilyk, N., & Slyvko, Ye. (2019). Serpentes as the indicators of geodynamic conditions of Mesozoic peridotites metamorphic transformations in the Marmarosh rocky zone (Inner Ukrainian Carpatians). *Geodynamics*, 2 (27), 39–47. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.02.039>
16. Hey, M. H. (1954). A new review of the chlorites. *Mineral. Mag.*, 224, 277–292.
17. Kranidiotis, P., & Maclean, W. H. (1987). Systematics of chlorite alteration at the Phelps Dodge massive sulfide deposit, Matagami, Quebec. *Econ. Geol.*, 82 (7), 1898–1911.
18. Liou, J. G., Maruyama, S., & Cho, M. (1987). Very low-grade metamorphism of volcanic and volcanoclastic rocks – mineral assemblages and mineral facies. In M. Frey (Ed.). *Low temperature metamorphism*. London: Blackie and Son, 59–113.
19. Palache, C., & Vassar, H. E. (1925). Some minerals of the Keweenaw copper deposits: pumpellyite, a new mineral; sericite; saponite. *Amer. Mineral.*, 10, 412–428.
20. Trzcienski, W. E., & Birkett, T. C. (1982). Compositional variations of pumpellyite along the western margin of the Quebec Appalachians. *Canadian Mineralogist*, 20, 203–209.
21. Willner, A. P., Sepulveda, F. A., Herve, F., Massonne, H.-J., & Sudo, M. (2009). Conditions and timing of pumpellyite–actinolite-facies metamorphism in the Early Mesozoic frontal accretionary prism of the Madre de Dios Archipelago (latitude 50°20' S; Southern Chile). *J. of Petrology*, 50 (11), 2127–2155. DOI: 10.1093/petrology/egp071

Стаття: надійшла до редакції 15.06.2023
прийнята до друку 12.12.2023

**Iryna Poberezhska¹, Nataliia Bilyk², Yevheniia Slyvko³,
Svitlana Voitovych⁴, Yanina Mihunova⁵**

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005*

¹iryna.poberezhska@lnu.edu.ua; ²nataliya.bilyk@lnu.edu.ua;

³emslivko@i.ua; ⁴svitlana.voitovych@lnu.edu.ua; ⁵yanina.mihunova@lnu.edu.ua

POST-MAGMATIC ALTERATIONS IN THE BASIC VOLCANITES OF THE RAKHIVSKO-CHYVCHYNSKYI COMPLEX

We studied the post-magmatic alterations in the basic volcanites of the Rakhivsko-Chyvchynskyi complex (MZ), which are exposed in the basin of the Kamiany Stream (right tributary of the Tisza River) in the Ukrainian Carpathians. The rocks gravitate towards the thrust zone of the Maramureş Massif on the flysch rocks of the Rakhiv Zone. Metabasalts predominate among the studied volcanites – greenish-grey, greenish-purple massive or breccia-like rocks with a porphyritic texture, amygdaloidal structure and spheroidal parting.

According to the results of petrographic, microprobe and X-ray studies, it was determined that the main minerals of metabasalts are feldspars, chlorites, pumpellyite, carbonates, quartz, muscovite; titanite, titanomagnetite, goethite, rutile, chrome spinellides, mixed-layer formations, and apatite also occur. Amygdules in rocks are mainly filled with quartz-pumpellyite-chlorite-carbonate aggregate. Microliths or laths of plagioclase with a composition from albite to bitovnite prevail among the feldspars.

Pumpellyite, according to the results of microanalytical studies, is represented by Al-pumpellyite. There are two morphological variations of it: (1) small grains formed as a result of the replacement of plagioclase with the formation of pseudomorphoses in it together with chlorite, muscovite, albite, and carbonates; (2) slightly larger crystals in amygdules together with chlorite and albite. Among the chlorites, pycnochlorite, diabantite, brunsvigite and ripidolite were identified.

With the help of mineralogical geothermometers, the temperature of mineralization during the formation of paragenesis of secondary minerals in metabasalts was calculated: according to the two-feldspar geothermometer – 310–265 °C, according to chlorite one – 318–171 °C. On the *PT*-diagram for metamorphic facies, the mineral paragenesis of the Rakhivsko-Chyvchynskyi complex falls into the field of prehnite-pumpellyite facies.

Key words: metabasalts, post-magmatic alterations, feldspars, pumpellyite, chlorite, mineralogical geothermometer, Rakhivsko-Chyvchynskyi magmatic complex, Ukrainian Carpathians.

УДК 549:001.32(477)

Орест Матковський¹, Євгенія Сливко², Ірина Побережська³

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005*

¹*mineral@lnu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0001-7632-6080>*

²*emslivko@i.ua; <https://orcid.org/0000-0002-2731-0602>*

³*iryna.poberezhska@lnu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5020-8326>*

ДВНАДЦЯТИ НАУКОВІ ЧИТАННЯ ІМЕНІ АКАДЕМІКА ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА

Наведено інформацію про Дванадцять наукових читання імені академіка Євгена Лазаренка на тему “Мінералогія України: сучасний стан і перспективи”. Читання відбулися 14 грудня 2022 р. на геологічному факультеті Львівського національного університету імені Івана Франка. До початку читань опубліковано збірник матеріалів, який містить 27 праць з різних напрямів мінералогічної науки.

Ключові слова: наукові читання, академік Євген Лазаренко, мінералогія, Львівський національний університет імені Івана Франка.

DOI: doi.org/10.30970/min.73.05

Наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка започатковано у Львові у грудні 1997 р. відповідно до ухвали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня народження вченого (Львів, 1992). Уже відбулося 11 читань: сім – у Львові, три – у Києві, одні – в Одесі. Їхній внесок у розвиток мінералогії висвітлено у спеціальній публікації на сторінках “Мінералогічного збірника” за 2021 р. та монографії “Вшанування пам’яті академіка Євгена Лазаренка” (Матковський, Сливко, 2022) [2, 3]. Читання проводили періодично, найчастіше кожні два роки, останні відбулися у вересні 2018 р. Основним місцем проведення був спортивно-оздоровчий табір “Карпати” Львівського національного університету імені Івана Франка. Чарівна природа Закарпаття приваблювала численних учасників читань, до того ж захід завжди супроводжувався надзвичайно цікавими екскурсіями на різноманітні відслонення.

Дванадцять наукових читання імені академіка Євгена Лазаренка планували провести 2020 року, потім 2021, однак на заваді стала пандемія. У 2022 р. умови ще більше ускладнились через воєнні дії РФ проти України. Та на зло всім ворогам було вирішено провести ці читання на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка і присвятити їх 110-річчю Євгена Костянтиновича, яке припадало на 26 грудня 2022 р. То ж Дванадцять наукових читання імені акад. Євгена Лазаренка на тему “Мінералогія України: сучасний стан і перспективи” запланували на 14–15 грудня 2022 р. Очікували на три засідання у змішаному пленарно-дистанційному форматі, на яких передбачалося

заслухати й обговорити 21 усну і дев'ять стендових доповідей. На жаль, через воєнний стан, зокрема, періодичне знеструмлення факультету, вдалося провести тільки одне пленарне засідання 14 грудня, у якому взяло участь понад 50 осіб. Урешті-решт “очні” й “дистанційні” учасники читань заслухали п'ять доповідей, ознайомилися з однією стендовою доповіддю та виступили з обговореннями.

Засідання вступним словом відкрив заступник голови оргкомітету читань, декан геологічного факультету, проф. М. Павлуць. Привітання виголосив голова оргкомітету, проректор з наукової роботи ЛНУ імені Івана Франка, акад. Р. Гладішевський. Доповідачі наголосили на тому, що XII читання присвячені 110-річчю від дня народження акад. Є. Лазаренка, який 25 років працював у Львівському університеті, з них 12 був ректором, що надзвичайним є його внесок в українське національне відродження та розвиток науки й освіти в університеті.



Виступ проф. О. Матковського.



Привітання акад. Р. Гладішевського.

Перша доповідь, яку виголосив проф. *О. Матковський*, стосувалася презентації книги “Вшанування пам’яті академіка Євгена Лазаренка” (автори *О. Матковський*, *Є. Сливко*), яка щойно вийшла в ЛНУ імені Івана Франка [3]. Книгу присвячено 110-річчю від дня народження акад. Євгена Лазаренка, 150-річчю Наукового товариства імені Шевченка та 170-річчю Мінералогічного музею імені академіка Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка. Книга містить передмову, п’ять розділів, післямову, літературу і фотоальбом. У передмові зазначено, що в життєвій і творчій біографії вченого можна виділити чотири періоди: харківсько-воронезький (університетський), уральський (академічний), львівський (університетсько-академічний) і київський (академічний).

У першому розділі наведено стислий огляд життєвого і творчого шляху Є. Лазаренка, його науково-педагогічної, організаторської і громадсько-політичної діяльності, яка найактивніше виявилась у Львові та Києві. У цей час з’явилися два потужні мінералогічні центри – львівський на геологічному факультеті Львівського університету імені Івана Франка і київський в Інституті геохімії і фізики мінералів АН УРСР, почало працювати Українське мінералогічне товариство, зародилася і поступово формувалася нині всесвітньовідома наукова мінералогічна школа академіка Євгена Лазаренка. Це був “золотий вік” мінералогії в Україні. У другому розділі висвітлено найвагоміші фахові здобутки Є. Лазаренка, такі, як підготовка фахівців-мінералогів, заснування першого періодичного фахового видання “Мінералогічний збірник”, відродження й розвиток Мінералогічного музею, підготовка і видання десяти фундаментальних монографічних зведень з регіональної й генетичної мінералогії,

шести видань підручника “Курс мінералогії” і знаменитого тримовного “Мінералогічного словника”.



Учасники XII наукових читань імені акад. Євгена Лазаренка.

У третьому розділі схарактеризовано презентації книги “Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогади, фотоальбом” (автори нарису й упорядники О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин; Львів, 2005), які відбулися у Львові й Києві, та круглі столи пам’яті Є. Лазаренка, пов’язані з відзначенням у грудні 2011 р. 350-річчя Львівського університету. Четвертий розділ присвячено столітньому ювілею Євгена Костянтиновича. Опубліковано книгу “Євген Лазаренко – видатна постать ХХ століття” (автори доповідей і упорядники О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин; Львів, 2012), яка містить тексти доповідей, оголошених на круглому столі 2011 р., 30 спогадів про Є. Лазаренка геологів, філологів, фізиків, поетів, співаків. У Геологічному музеї Національного науково-природничого музею НАН України проведено наукову конференцію “Такий різний світ мінералогії” (квітень, 2012), під час якої відкрито вітрину “Академік Лазаренко Євген Костянтинович”; на базі спортивно-оздоровчого табору “Карпати” ЛНУ імені Івана Франка відбулися Сьомі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка на тему “Розвиток ідей академіка Євгена Лазаренка в сучасній мінералогії” (вересень, 2012); урочисті академії, присвячені столітньому ювілею вченого, проведено в ЛНУ імені Івана Франка (24.12.2012) та ІГМР імені М. П. Семененка НАН України (26.12.2012).

У п’ятому розділі презентованої книги проаналізовано вшанування пам’яті Є. Лазаренка в українській мінералогічній науці: офіційно затверджено наукову мінералогічну школу Євгена Лазаренка; проведено 12 наукових читань його імені; ім’я Лазаренка мають мінералогічний музей у ЛНУ імені Івана Франка, новий мінерал,

викопна фауна, унікальний кристал берилу, вулиця у Львові; на фасадах головного корпусу університету та ІГМР імені М. П. Семененка НАН України в Києві встановлено барельєфи і меморіальні дошки.

Книга починається і завершується чудовими висловами із двох спогадів про Євгена Костянтиновича. Перший належить філологу за фахом, професору кафедри української літератури імені акад. М. Возняка А. Скоцю. Він починається такими словами: “Бережімо про нього пам’ять. Добру пам’ять. Довго бережімо. Він того заслужив... Він житиме в науковому слові, у своїх наукових працях і житиме вічно, бо він творив науку істинну, глибоку, фундаментальну, університетську, справді академічну, а тому вічну”. Післямова книги завершується висловом біолога й еколога за фахом, академіка М. Голубця. І ці слова як ніколи актуальні сьогодні – у важкі часи, коли український народ зі зброєю в руках відстоює свою свободу і незалежність. Михайло Андрійович закликав українське суспільство “очиститися від інертності, переляку, пасивності, спокійної споглядальності й стати на громадську стежину, протоптувану цим славним ученим, педагогом і громадським діячем, щоби брати на себе відповідальність ... за будівництво національної держави... Академік Є. Лазаренко йшов на двобій із жорстокою україно-ненависницькою системою... Унікальність академіка Є. Лазаренка заслуговує не лише на те, аби про нього згадувати під час ювілейних дат і в біографічних нарисах. Його діяльність, позиція й поведінка мають стати зразком для сучасних інтелектуалів, працівників освіти, науки, культури, політики й державного будівництва”.

Доповідь, яку оголосив проф. *В. Павлишин*, присвячена презентації книги “Історія мінералогії в Україні. З 90-х років ХХ ст. донині” (автори В. Павлишин, О. Матковський, С. Довгий, 2022). Ця праця є логічним продовженням книги “Історія мінералогії в Україні: від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст.” (2019), яка містить такі перші п’ять розділів: Віхи та періодизація історії мінералогії (до ХІІІ ст.); Зародження мінералогії (ХVІІІ ст.); Становлення та розвиток мінералогії (ХІХ ст.–1940-ві роки); Золотий вік мінералогії в Україні (1940–1990 роки). Презентована книга, відповідно, містить передмову, три розділи (шостий–восьмий), висновки, літературу, додаток (“Словник мінералів України”) та іменний покажчик. Шостий розділ присвячено мінералогічним науковим школам, серед яких першою і найпотужнішою є регіонально-мінералогічна наукова школа академіка Євгена Лазаренка, яка зародилася й розвивалася, головню, у ЛНУ імені Івана Франка та ІГМР імені М. П. Семененка НАН України. Учні й вихованці цієї школи є авторами низки фундаментальних монографічних зведень з регіональної та генетичної мінералогії, навчальних, навчально-методичних, довідково-бібліографічних видань, словників тощо. Друга наукова школа – термобарогеохімічна професора Миколи Єрмакова – теж зародилася у Львівському університеті, а згодом інтенсивно розвивалася в ІГГК та ІГМР НАН України. Її діяльність висвітлено в монографії “Термобарогеохімія в Україні” (Матковський, Наумко, Павлунь, Сливко, 2021). Третя наукова школа – кристалохімічна академіка О. С. Поваренних – теж бере початок з Львівського університету, однак формувалася й інтенсивно розвивалася вона в ІГМР. Поряд із нею активно розвивалася четверта мінералогічна наукова школа – фізики мінералів професорів Івана Матяша, Олексія Платонова і Аркадія Таращана. Діяльність і внесок у розвиток сучасної мінералогії цих двох наукових шкіл досить детально схарактеризовано у двох книгах: “Здобутки мінералогії в Україні (до 100-річчя геологічної служби України і Національної академії наук України)” (Павлишин, Матковський, Довгий, 2018) та

“Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України: 50 років” (відп. ред. В. Павлишин, 2019).

Сьомий розділ презентованої книги – найбільший за обсягом (понад 300 сторінок), він присвячений сучасному етапу розвитку мінералогії і зародженню наномінералогії. У розділі є сім підрозділів. У першому під назвою “Регіональна мінералогія” схарактеризовано чотири напрями: спеціальний мінералогічний, мінералого-геохімічний, вивчення окремих мінералів та їхнього типоморфізму, хронологія відкриття мінералів у надрах України. У другому підрозділі висвітлено систематичну мінералогію, а решту підрозділів присвячено таким напрямам: генетична мінералогія, кристалохімія мінералів, фізика мінералів, мінералогічна кристалографія, експериментальна та фізико-хімічна мінералогія, біомінералогія, космічна мінералогія, наномінералогія, прикладна мінералогія, музейна справа (описано мінералогічні музеї й мінералогічні пам’ятки природи України).



З доповідями виступають доктори геол.-мін. наук В. Павлишин та Г. Кульчицька.

У розділі 8 “Шляхи розвитку та доля мінералогії України в кризових умовах” акцентовано увагу на розвитку всіх фундаментальних і прикладних напрямів сучасної мінералогії, зокрема, розглянуто проблеми створення рідкіснометалевої, золоторудної, камінебарвної, міднорудної і кварцової галузей, а також необхідність піднесення мінералогії на рівень державних завдань. Завершується книга дуже важливим додатком – словником мінералів України, у якому виділено затверджені назви видів мінералів і наведено кристалохімічні формули затверджених видів.

Президент Українського мінералогічного товариства Г. Кульчицька виголосила доповідь “Академік Євген Лазаренко – творець мови мінералогії” (автори Г. Кульчицька, Д. Черниш, Л. Сетая). У ній проаналізовано професійні мови, мінералогічні тлумачні словники, синоніми й діалекти мови мінералогів, сучасну базу даних мінералів України. Ганна Олександрівна згадала слова мінералога Євгена Лазаренка: “Мінералогічна номенклатура – мова мінералів. Мова може бути хорошим засобом спілкування тільки за умови її значного поширення і однакового змістовного значення тих самих слів” та поета Максима Рильського: “Не бійтесь заглядати у словники: це чистий яр, а не суще провалля, збирайте, як розумний садівник”.

У доповіді зазначено, що мінеральний світ не стоїть на місці. За два роки, що минули з часу опублікування в “Записках УМТ” “Словника українських назв мінеральних видів” (укладачі Г. Кульчицька, Д. Черниш, 2019), він поповнився на понад дві сотні мінеральних видів: на кінець 2021 р. їхня кількість сягнула 5 780. Отже, слід постійно поновлювати дані про мінеральний вид, що найліпше робити з використанням

вебресурсів. Для цього УМТ разом з ІГМР за спонсорської допомоги доньки Є. Лазаренка Євгенії започаткувало вебсайт “Мінералогічна енциклопедія України”, куди заносять усі зміни в царстві мінералів. На підставі доопрацьованого “Словника...” і доповнень про нові зареєстровані протягом 2019–2021 рр. види, структуру мінералів та належність до великих груп підготовлено й видано монографію “Українська номенклатура мінералів” (Кульчицька, Черниш, Сетая, 2022), яку Г. Кульчицька презентувала учасникам Дванадцятих наукових читань імені акад. Є. Лазаренка. Безумовно, ця книга стане термінологічною опорою для українських мінералогів та інших фахівців у царіці наук про Землю. Вона містить відомості про назву мінералу, його кристалохімічну формулу, сингонію, рік затвердження комісією Міжнародної мінералогічної асоціації, походження назви та іншу інформацію.

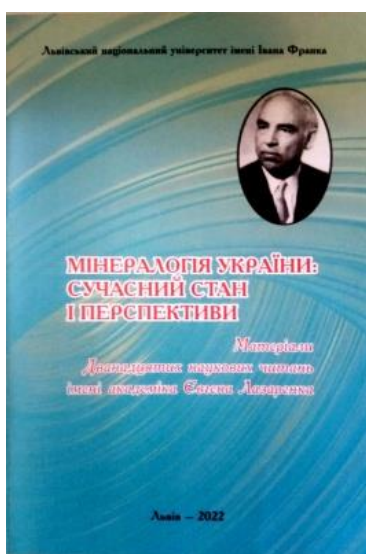
Четверте повідомлення було присвячене внеску Є. Лазаренка у вивчення мінералогії вивержених комплексів Західної Волині (автори Н. Бацевич, І. Наумко, Ю. Федоришин). Доповідачка *Н. Бацевич* зазначила про важливість матеріалів першого монографічного зведення з мінералогії і петрографії вивержених комплексів Західної Волині, які стали підґрунтям подальших досліджень. Автори вивчали термобарогеохімію й петрохімію вулканітів трапової формації та флюїдний режим формування пов'язаного з нею мідного зруденіння і запропонували нову флюїдно-ліквіційну гіпотезу походження цього зруденіння.

Онлайн-довідь *М. Ковальчука* стосувалася нещодавно відкритого (27.09.2022) геологічного музею на факультеті природничо-географічної освіти та екології Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова в Києві. Музей створено з ініціативи декана факультету Г. Турчинової, завідувачки кафедри географії В. Шабельської й автора доповіді. У 18 вітринах експонується 490 взірців мінералів і гірських порід з різних куточків світу. До поповнення колекції активно долучилися Геологічний музей і коледж КНУ імені Тараса Шевченка, геологічний відділ Національного науково-природничого музею НАН України та Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат, а також окремі геологи, науковці й педагоги – К. Деревська, В. Нестеровський, В. Сукач та ін.

Під кінець цього повідомлення в аудиторії зникло світло, тому вирішили почати обговорення доповідей, опублікованих матеріалів і на цьому завершити читання. В обговоренні взяли участь А. Бучинська, В. Дяків, Г. Кульчицька, О. Матковський, І. Наумко, В. Павлишин. Завідувачка Мінералогічного музею *А. Бучинська* стисло виклала матеріал доповіді “Графіт із колекції Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка” (автори О. Цільмак, А. Бучинська, К. Бурбан, Т. Дворжак). Зазначено, що за музейними взірцями можна вивчати історію досліджень, властивості й походження мінералів, їхній видобуток та використання, географію поширення родовищ. Зокрема, у фондах музею зберігаються колекції графіту і графітовмісних порід з родовищ України (Завалівське, Бурштинське) і світу (Шрі-Ланка, Мадагаскар, Китай, Австрія, Норвегія, Канада та ін.). За 170 років існування музею в ньому нагромадилась величезна кількість різноманітних взірців і не менше архівних матеріалів. Отже, працівники музею продовжуватимуть “занурюватись у це інформаційно-мінералогічне море”.

В. Дяків у своєму виступі торкнувся важливих заходів щодо соляної галузі, які провадять в Україні у зв'язку з воєнним станом. Агресія РФ проти України по суті знищила “Артемсіль” – державне підприємство в Бахмуті й Соледарі на Донеччині. Це було одне з найбільших подібних підприємств у світі та найпотужніше солевидобувне

підприємство Європи, яке забезпечувало потреби в харчовій і технічній солі не тільки України, а й низки країн Європи. Тому нині працюють над відновленням солевидобутку, виробництвом харчової й технічної солі з родовищ Карпатського регіону. Для цього фахівці Стебницького ГХП “Полімінерал”, Наукового центру інституту “Гірхімпром” та геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка розробляють варіанти отримання високоякісних солей різного хімічного складу для різноманітних потреб зі Стебницького, Калуш-Голинського, Тереблянського, Солотвинського та інших родовищ.



До початку ХІІ читань опубліковано збірник матеріалів [1], у якому містяться всі доповіді, оголошені на засіданні, а також численні повідомлення, тематика яких досить різноманітна: регіональна, космічна, генетична, прикладна мінералогія та ін. Зокрема, регіонально-мінералогічне спрямування мають повідомлення, присвячені К-Ва мінералізації в габроїдах Хайдарканського рудного поля (Південний Тянь-Шань) (автори Н. Білик, І. Побережська, Л. Генералова, О. Гнилко, Б. Тербишалієва) та мінеральному складові чорносланцевих відкладів середньої юри фундаменту Передкарпатського прогину (Я. Яремчук, Н. Радковець, Ю. Колтун). Проблем космічної мінералогії стосуються праці про мінеральний склад включень у залізистих метеоритах (Н. Кичань), природу ниткоподібних кристалів у метеоритах (В. Семененко, С. Ширінбекова), особливості звітрювання Fe-Ni-металу і трюїліту хондрита NWA 024 (H₄) (С. Ширінбекова, Ю. Литвинен-

ко), мінералогічну характеристику тонкозернистої оболонки порфірової хондри у вуглистом хондриті Allende (CV₃) (К. Шкуренко). Генетичне спрямування мають праці про епігенетичні процеси як чинник впливу на стійкість гірничих масивів Північного залізородного району (В. Євтехов, С. Тіхлівець, Св. Тіхлівець), генетичну інформативність спектроскопічних параметрів зеленого і блакитного амазоніту (Т. Лупашко, А. Таращан, К. Ільченко, О. Гречановська), генетичні особливості золоторудних родовищ (М. Павлунь), сульфатні мінерали в зоні окиснення сульфідних руд Мужієвського золоторудного родовища (Є. Науменко, О. Гречановська, І. Луцьова, Ю. Литвиненко), аутигенний мінералогенез силіцитів нижнього кременистого горизонту менлітової світи (І. Попп, Ю. Гаєвська), особливості розподілу ільменіту й монациту в корі звітрювання та середньооценових континентальних утвореннях Філіопільсько-Брусилівської депресії (Подільський мегаблок Українського щита) (Л. Фігура, М. Ковальчук), розподіл розсипних мінералів у відкладах новопетрівської світи і північній частині Бузько-Росинського мегаблока (Ю. Крошко, М. Ковальчук), хімічний склад і мозаїчну структуру метаміктного циркону Пержанського родовища як індикатори процесів метасоматозу (В. Хоменко, К. Ільченко). Праці прикладного спрямування такі: *Мельничук В., Мельничук Г.* Мінерально-ресурсний потенціал Донецького і Придніпровського економічного районів як чинник військової агресії рф

проти України; Чернієнко Н., Павлишин В. Створення в Україні повнокровної рідкіснометалевої гірничорудної галузі – вагомий крок до поліпшення економіки країни; продемонстрована стендова доповідь Матрофайло М., Бучинська І., Побережський А. Буре вугілля на заході України: історія, сучасний стан і перспективи. П. Білоніжка навів спогади про акад. Лазаренка в повідомленні “Троянди і терни в житті Євгена Лазаренка”. Мінералогічній кристалографії в Україні присвячена доповідь В. Квасниці, у якій зазначено, що недостатність кристалографічного вивчення мінералів зумовлена загальним багаторічним кризовим станом мінералогії у країні, зокрема, кадровим вакуумом мінералогічних кристалографів та відсутністю сучасного обладнання для проведення кристаломорфологічних й анатомічних досліджень. Дуже цікавою є праця В. Павлишина, Н. Чернієнко та Л. Соломатіної генетично-кристалохімічного спрямування під назвою “Про що свідчить сучасна кристалохімічна формула гентгельвіну?”. У ній зроблено висновок, що гентгельвін Пержанського родовища – це еволюційно-революційний продукт складного процесу мінералоутворення: мінерагенетична система + глибинний флюїдний потік. Висока температура сприяла високій активності Zn^{2+} , яка завершилася кластеризацією структури. Кластер $[Zn_4S]^{6+}$ стабілізував Be-Si каркас (1:1) тетраєдрів – зародився гентгельвін.

Плакаємо надію, що наступні наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка відбудуться у звільненій незалежній Україні і прийматиме їх, як звичайно, чарівний Закарпатський край.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матковський, О. (відп. ред.) (2022). *Мінералогія України: сучасний стан і перспективи. Матеріали Дванадцятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка*. Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка.
2. Матковський, О., Сливко, Є. (2021). Наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка та їхній внесок у розвиток сучасної мінералогії. *Мінерал. зб., № 71*, 3–27.
3. Матковський, О., Сливко, Є. (2022). *Вшанування пам'яті академіка Євгена Лазаренка*. Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка.

REFERENCES

1. Matkovskiy, O. (Resp. Ed.) (2022). *Mineralogy of Ukraine: current state and prospects. Materials of the 12th Academician Yevhen Lazarenko's Scientific Readings*. Lviv: Publishing Centre of Ivan Franko National University of Lviv. (in Ukrainian)
2. Matkovskiy, O., & Slyvko, Ye. (2021). Academician Yevhen Lazarenko's Scientific Readings and their contribution to the development of modern mineralogy. *Mineralogical Review, 71*, 3–27. (in Ukrainian)
3. Matkovskiy, O., & Slyvko, Ye. (2022). *Honouring the memory of Academician Yevhen Lazarenko*. Lviv: Publishing Centre of Ivan Franko National University of Lviv. (in Ukrainian)

Стаття: надійшла до редакції 05.02.2023
прийнята до друку 12.12.2023

Orest Matkovskiy¹, Yevheniia Slyvko², Iryna Poberezhska³

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005*

¹*mineral@lnu.edu.ua*

²*emslivko@i.ua*

³*iryana.poberezhska@lnu.edu.ua*

ACADEMICIAN YEVHEN LAZARENKO'S TWELFTH SCIENTIFIC READINGS

Information on the Twelfth Scientific Readings named after Academician Yevhen Lazarenko on the topic “Mineralogy of Ukraine: current state and prospects” is provided. The Readings took place on December 14, 2022 at the Faculty of Geology of Ivan Franko National University of Lviv. They were timed to the 110th anniversary of the birth of the outstanding scientist. A collection of materials containing 27 papers from various areas of mineralogical science has been published before the Readings.

Three meetings were planned in a mixed plenary-distance format, at which 21 oral and nine poster presentations were expected to be heard and discussed. Unfortunately, due to the martial law, in particular, periodic blackouts of the Faculty, it was possible to hold only one plenary session, in which more than 50 people took part. In the end, the participants of the Readings listened to five reports, got acquainted with one poster report and made discussions.

We cherish the hope that the next Readings will take place in liberated, independent Ukraine and will be hosted, as usual, by the magical Transcarpathia region.

Key words: Scientific Readings, Academician Yevhen Lazarenko, mineralogy, Ivan Franko National University of Lviv.

ІСТОРІЯ НАУКИ

Ірина Побережська¹, Євгенія Сливко²

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005*

¹iryna.poberezhska@lnu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0001-5020-8326>

²emslivko@i.ua; <https://orcid.org/0000-0002-2731-0602>

ДО 95-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ОЛЕКСАНДРА ПАВЛОВИЧА БОБРІЄВИЧА

У грудні ми згадуємо довголітнього завідувача кафедри петрографії геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, професора Олександра Павловича Бобрієвича (1928–2005), якому 25 грудня 2023 р. виповнилося би 95 років.

Олександр Бобрієвич 1951 р. закінчив з відзнакою геологічний факультет Львівського університету і вступив в аспірантуру на кафедрі петрографії. Його науковим керівником був проф. В. Соколов. У 1955 р. О. Бобрієвич успішно захистив кандидатську дисертацію, присвячену геолого-петрографічній характеристиці вулканічних порід межиріччя Ужа й Латориці в Закарпатті. Водночас протягом 1951–1955 рр. він працював молодшим науковим співробітником Інституту геології корисних копалин АН УРСР (нині Інститут геології і геохімії горючих копалин).

У 1955 р. Олександра разом з іншими молодими науковцями й випускниками геологічного факультету – З. Бартошинським, В. Побережським, Г. Смирновим, О. Харківим та іншими за рекомендацією В. Соколова скерували в Якутію, де він очолив алмазну науково-дослідну партію Амакинської геологічної експедиції. Ця експедиція провадила роботи з комплексного вивчення щойно відкритих алмазних родовищ Якутії, наявність яких ще до Другої світової війни спрогнозував В. Соколов. Результати майже десятирічної кропіткої праці стали основою докторської дисертації О. Бобрієвича “Петрология кимберлитов Якутии”, яку він захистив 1961 р.

У 1964 р. учений повернувся в Україну, де очолив відділ алмазів і благородних металів в Інституті мінеральних ресурсів Міністерства геології України (м. Сімферополь). У цей період під керівництвом Олександра Павловича сформувалась активна “алмазна” група, ядро якої становили випускники геологічного факультету Г. Смирнов, М. Головка й О. Тарасюк. Так почалися широкомасштабні алмазорозшукові роботи, якими було охоплено майже всю територію України.

У 1974 р. О. Бобрієвич очолив кафедру петрографії геологічного факультету Львівського університету, якою керував до 1998 р. Завдяки великому досвіду науковця й виробничника він усебічно розкрив свою педагогічну майстерність: читав основні

курси (петрографія кристалічних порід, фізико-хімічні основи петрографії і мінералогії та ін.)



Олександр Бобрієвич –
випускник геологічного
факультету, 1951.

і запровадив новий спецкурс “Геологія алмазних родовищ”, за яким видав навчальний посібник, успішно провадив наукове керівництво аспірантами.

У науковому доробку вченого й педагога близько 200 наукових і методичних праць. Перші з них присвячені вивченню вулканічних порід Закарпаття. Їм передувала участь дослідника в роботі спеціального петрографічного загону, організованого у другій половині 1940-х років В. Соболевим. Загін провадив дослідження в Рахівському, Березівському та Вишківському районах, особливо в межах Вигорлат-Гутинського пасма. Результати цих досліджень узагальнені у відомій класичній монографії “Петрографія неогенових вулканіческих гіпабісальних порід Советських Карпат” (Соболев, Костюк, Бобрієвич и др., 1955). У цій праці, що не втратила свого значення донині, наведено досить детальну петрографічну, а

також петрохімічну й геологічну характеристику вулканічних порід Березівського горбогір’я (андезито-дацити, ріоліти та їхні туфи) і Вигорлат-Гутинського пасма (базальти, андезито-базальти, двопіроксенові, крупнопорфірові, гіперстеневі і піроксен-роговообманкові андезити, андезито-дацити, дацити, туфи андезито-базальтів і базальтів, ріоліти, ріолітові туфи). Окремі розділи присвячені гіпабісальним інтрузивним породам – гранодіорит-порфіритам і кварцовим діорит-порфіритам, інтрузивним двопіроксеновим і піроксен-амфіболовим андезитам та андезито-базальтам, безолівіновим долеритам та ін. Схарактеризовано різноманітні включення у вулканічних і гіпабісальних породах (гломеропорфірові скупчення, гомогенні включення, ксеноліти давніших магматичних і осадових порід та роговиків). Багато уваги приділено контактному метаморфізму і метасоматичним змінам. Наведено також зведену характеристику породоутворювальних та інших мінералів (плагіоклази, олівін, клінопіроксени, гіперстен, рогова обманка, біотит, гранат, кварц, триміт і кристобаліт, калішпат тощо).



Олександр Бобрієвич (другий ліворуч) з колегами та китайськими дослідниками.
Амакінська експедиція, Нюрба.

Олександр Павлович є співавтором низки класичних монографій, присвячених алмазній тематиці: “Алмазы Сибири” (1957), “Алмазные месторождения Якутии” (1959), “Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии” (1964) та ін. Ці праці свого часу були перекладені й видані у США, Великій Британії, Японії та інших країнах. Під керівництвом О. Бобрієвича було відкрито (1960) новий різновид еклогіту – гроспідит. Це коесит-кіанітовий еклогіт, який трапляється у вигляді ксенолітів у алмазonoсних кимберлітах і містить піроп-альмандин-гросуляровий гранат в асоціації з омфацитом.

Непереврені дослідження О. Бобрієвича пов'язані з вивченням алмазonoсності й металonoсності України. Ідеться про сімферопольський та другий львівський періоди творчої діяльності вченого. Під його керівництвом і за безпосередньою участю проведено широкомасштабні розшукові роботи, в основі яких був метод піропового картування, що відіграв провідну роль у відкритті кимберлітових трубок у Якутії. Поряд зі шліховим опробуванням алювію проводили дрібномасштабне опробування крупнозернистих відкладів. Ці роботи виконували разом з виробничими геологічними організаціями (Львівська геологорозвідувальна, комплексна геофізична, Приазовська геологорозвідувальна експедиції) і науково-дослідними установами Академії наук України (головно Інститут геохімії і фізики мінералів). За результатами робіт виявлено багато нових пунктів знахідок дрібних алмазів у басейнах рік Міус–Кринка, Дністер і Південний Буг та в їхньому межиріччі (балтська світа), на північному узбережжі Азовського моря й північно-західному узбережжі Чорного. Надзвичайно важливим було виявлення у розсипах дрібних алмазів кимберлітового типу, а також численних проявів супутника алмазу – піропу, важливого індикатора кимберлітового магматизму.

Сенсаційним стало визначення серед теригенних відкладів центральної частини Донецького басейну поряд з малохромистим піропом хромового піропу з умістом $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 4,88\text{--}6,27\%$, що є близьким до піропів з алмазonoсних кимберлітів Якутії та алмазoвмісних ксенолітів мантійного перидотиту. Ці знахідки, безумовно, стали важливим доказом прояву в цьому регіоні не тільки кимберлітів узагалі, а й їхньої алмазonoсної фації. Вони, на думку О. Бобрієвича з колегами (1977), мають принципове значення в розгляді реальності загальнотеоретичних передумов корінної алмазonoсності не тільки цього регіону, а й Східноєвропейської платформи загалом. На підставі виконаних до-

сліджень складено першу прогнозну карту можливої корінної та розсипної алмазності України, визначено перспективні площі на корінні й розсипні джерела алмазу, виявлено розсипні прояви алмазів і визначено подальші напрями геологорозвідувальних робіт. З'ясовано, що найперспективнішими є північна частина Волино-Подільської плити, північний захід і центр Українського щита (УЩ) та зона зчленування Приазовського масиву щита з Донбасом. Згодом прогноз підтверджено. У 1970-х роках в Україні відкрито перші чотири трубки, дві дайки кімберлітів і навіть виявлено кристали алмазу.

У цей період з'явилась публікація О. Бобрієвича та В. Грицика, присвячена золотоносності Чивчинських гір і Передкарпаття, у якій наведено цікаві дані щодо поширення в регіоні розсипного золота не тільки в сучасному алювії, а й у різновікових похованих розсипах, якими є соймільські конгломерати крейди і слобідські конгломерати міоцену.

Будучи завідувачем кафедри петрографії, Олександр Павлович і надалі тісно співпрацював зі своїми учнями й колегами з Інституту мінеральних ресурсів та геологами виробничих геологічних організацій, став фактично куратором алмазних досліджень в Україні. Результати праці опубліковані в низці статей і колективних монографій, виданих за редакцією акад. М. Семененка: "Рифейский вулканизм и металлоносность западной части Украинского щита" (1968), "Алмазность юго-западной окраины Русской платформы" (1970), "Платформенные структуры обрамления Украинского щита и их металлоносность" (1972), "Алмазность терригенных образований балтской свиты Украины" (1973), "Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления" (1975). У двох власне алмазних монографічних працях О. Бобрієвич є головним співавтором майже всіх розділів, а в трьох останніх – низки розділів, присвячених головно проблемам алмазності як окремих регіонів, так і України загалом.



Олександр Павлович з вірменським колегою. Амасія, Вірменія, 1971.



О. Бобрієвич на урочистому засіданні геологічного факультету на честь його 70-річчя. Ліворуч – В. Хмелівський. Львів, 1998.

Важливі публікації О. Бобрієвича з'явилися у спеціальному випуску 14 "Вісника Львівського університету. Серія геологічна" (1999), який був присвячений проблемам алмазонасності. Його підготували О. Бобрієвич, Г. Яценко та Є. Сливко. Тут вміщені три фундаментальні публікації за участю Олександра Павловича: "Наукове обґрунтування перспектив корінної та розсипної алмазонасності території України" (співавтор Г. Яценко); "Кімберліти України" (співавт. Г. Смирнов, О. Чашка, О. Тарасюк та ін.); "Деякі питання прогнозування алмазних родовищ на території України" (співавт.

О. Тарасюк, Т. Князев, О. Зарицький та ін.). У зазначених публікаціях уперше детально схарактеризовано кімберліти України. Автори ґрунтовно висвітлили петрохімічні особливості українських кімберлітів, зіставивши їх за хімічним складом з кімберлітами різних регіонів світу, а також детально проаналізували хімізм мінералів-індикаторів алмазонасних кімберлітів (піроп, пікроільменіт, хромшпінеліди, клінопіроксен, флогопіт). Надзвичайно важливими й цікавими є дані про хромистість піропу. За масовим вмістом Cr_2O_3 виділено мало- (до 5 %), середньо- (5–10) і високохромисті (понад 10 %) різновиди піропу. Зроблено важливий практичний висновок: перспективи потенційної алмазонасності кімберлітів трубки Новоласпінська стають більш переважними порівняно з трубкою Південна. Зазначено також, що великий інтерес становлять кімберлітопрояви ділянки Кухотська Воля на півночі Волині, які безпосередньо свідчать про наявність високоалмазних фацій кімберлітів.

У статті, присвяченій питанням прогнозування алмазних родовищ на території нашої країни, автори навели регіональні прогнозно-розшукові критерії та ознаки кімберлітопроявів в алмазонасних провінціях світу: Якутській, Архангельській, Південноафриканській, Західноавстралійській та Українській. Зазначено, що в межах УЩ найперспективнішими на алмазонасні кімберліти є Подільський та Побузький архони. Також є передумови для виявлення алмазів метаморфогенного генезису й алмазонасних лампроїтів, зокрема, у Покрово-Кириївському районі Приазов'я та Шепетівському на північному заході УЩ.

Активною була науково-організаційна діяльність О. Бобрієвича. Він багато років очолював уже згадувані великі колективи, був одним із організаторів і науковим керівником Галузевої науково-дослідної лабораторії вивчення речовинного складу

рудонесних формацій (створена 1979 р. у Львівському університеті з ініціативи Міністерства геології України) і курував у ній науковий напрям “Розробка магматичних і літолого-мінералогічних критеріїв розшуків корінної і розсипної алмазності”. У 1994 р. брав активну участь в організації на факультеті Інституту геології і мінералогії золота, кольорових металів і алмазів України. Також Олександр Павлович був заступником відповідального редактора “Мінералогічного збірника”, членом спеціалізованої вченої ради з захисту докторських і кандидатських дисертацій з геологічних спеціальностей Львівського університету, членом оргкомітету багатьох наукових форумів.

Наукова і педагогічна діяльність ученого високо оцінена геологічною громадськістю, а також на державному й міжнародному рівнях. Олександра Павловича обрано академіком Нью-Йоркської Академії наук, нагороджено медалями “За трудову доблесть” (1957), “За доблестный труд” (1970), В. І. Луцицького (1998), золотою медаллю Американського біографічного інституту (1998), іменною срібною медаллю “2000 найвидатніших людей XX століття” у номінації ІВС Кембриджу (Велика Британія, 1998).

До 95-річчя проф. О. Бобрієвича співробітники кафедри мінералогії, петрографії і геохімії імені професора Ореста Матковського підготували спеціальний банер з фотографіями, які ілюструють життєвий і творчий шлях Олександра Павловича.

ХРОНІКА

**Альбертина Бучинська, Оксана Цільмак, Тетяна Дворжак,
Катерина Бурбан**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
mineralogy.museum@lnu.edu.ua*

МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ДО 170-РІЧЧЯ СТВОРЕННЯ МІНЕРАЛОГІЧНОГО МУЗЕЮ У ЛЬВІВСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Мінералогічний музей у Львівському університеті створено у 1852–1853 рр. на базі мінералогічних колекцій кабінету природничої історії. Цей кабінет діяв з 1784 р. під керівництвом проф. Б. Аке, якого нині вважають першим геологом університету. Організатором мінералогічного музею був проф. Г. Лобажевський, і 1853 р. музей став першою структурною одиницею геологічного профілю у Львівському університеті. У 1864 р. відкрито кафедру мінералогії, з якою тісно пов'язана подальша історія музею. Її першим завідувачем і керівником музею став проф. Ф. Циркель – засновник мікроскопічного методу в мінералогії і петрографії, який домогся асигнування на придбання нових музейних колекцій. Пізніше музеєм і кафедрою мінералогії завідували Г. Шмідт (1868–1870), Ф. Крайтц (1870–1886), Ю. Медвецький (1887–1898), Е. Дуніковський (1899–1925), Ю. Токарський (1933–1939), К. Смуліковський (1939–1944). Завдяки старанням цих дослідників мінералогічний музей працював, розвивався і поповнювався.

Новий етап розвитку Мінералогічного музею Львівського університету розпочався 1944 р., і пов'язаний він з іменем Євгена Лазаренка, який тоді очолив кафедру мінералогії, а 1945 р. організував геологічний факультет, став його першим деканом, а пізніше – проректором і ректором (1951–1963) університету. Під керівництвом Є. Лазаренка колекція Мінералогічного музею значно поповнилася. Євген Костянтинович організував експедиційні виїзди в різні регіони (Урал, Забайкалля, Волинь, Карпати, Поділля та ін.) для збирання кам'яного матеріалу, а також обміни колекціями з музеями Чехословаччини, Канади, Китаю й інших країн. Він усіляко заохочував співробітників факультету і геологів-виробничників передавати (дарувати) музеєві цікаві взірці. І донині джерелами поповнення колекційного матеріалу є персональні зібрання науковців університету і працівників інших організацій геологічної галузі, передавання в дар цікавих і рідкісних взірців музеєві від любителів-колекціонерів, обмін зразками з іншими мінералогічними музеями світу.

Нині Мінералогічний музей імені академіка Євгена Лазаренка охоплює площу 330 м². У 88 експозиційних вітринах і шафах розміщено понад 14 тис. експонатів зі всіх

континентів світу, у тім числі Антарктиди. Колекції музею використовують викладачі факультету в освітньому процесі, співробітники музею проводять у ньому численні екскурсії для різних верств населення. Мінералогічний музей входить до переліку громадських музеїв Львова і є популярним місцем для туристів.



Пленарне засідання у Дзеркальній залі.

Тому цілком логічно, що до 170-річчя з часу заснування Мінералогічний музей і геологічний факультет ЛНУ імені Івана Франка оголосили про проведення у грудні 2023 р. міжнародної науково-практичної конференції “Геологічні музеї та колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі”. Тематика конференції охоплювала такі напрями: досвід

роботи геологічних музеїв; наукові дослідження на базі геологічних музеїв і колекцій; використання геологічних колекцій в освіті, музейна педагогіка; геологічні музеї, колекції та виставки як об'єкти геотуризму; історія колекцій та музеїв геологічного спрямування; дослідження історії видобутку й використання корисних копалин, археомінералогія.



Секційне засідання на геологічному факультеті.

Актуальність конференції підтверджує великий список учасників (96 осіб!), серед яких представники закладів вищої і середньої освіти, наукових установ, профільних музеїв, виробничих і громадських організацій з усієї України: Івано-Франківська, Чернівців, Кривого Рогу, Харкова, Сум, Одеси, з Волині й Житомирщини, із Києва та Львова. Взяли участь і колеги з інших країн – Іспанії, Польщі, Литви. Масовості учасників сприяв популярний нині формат проведення конференції – можливість очної та заочної участі (у тім числі онлайн-доповіді чи просто онлайн-під'єднання), постерна сесія.

Приємно, що до проведення конференції долучились й інші музеї ЛНУ імені Івана Франка. Це музеї геологічного факультету – Рудних формацій та Палеонтологічний, які стали офіційними партнерами конференції, Археологічний музей історичного факультету і Музей історії ЛНУ.

Урочисте відкриття конференції й перше пленарне засідання відбулися 6 грудня 2023 р. у Дзеркальній залі університету. З привітанням до учасників звернувся проректор з наукової роботи ЛНУ, академік НАН України, проф. Р. Гладишевський: “Приємно, що сьогоднішня конференція викликала широке зацікавлення, адже музеї – це підґрунтя для науки та освіти, а також джерело пізнання й естетичного задоволення. З розвитком сучасних технологій роль музеїв в освітньо-науковому процесі набирає все більшої ваги, а науковці знаходять у музейних фондах нові матеріали для подальших досліджень. Водночас і самі музеї стають все більш інтерактивними і навчальними. До

того ж тепер, у часи війни, працівники українських музеїв, ризикуючи життям, рятують безцінні колекції і мистецькі шедеври від варварства ворога”. Роман Євгенович вручив подяки ректора університету працівникам геологічного факультету, які зробили вагомий внесок у розвиток Мінералогічного музею. Учасників конференції привітали також депутатка Львівської обласної ради, завідувачка кафедри екології ЛНУ ім. Івана Франка З. Мамчур, в.о. декана геологічного факультету С. Ціхонь, завідувачка кафедри мінералогії, петрографії і геохімії імені професора Ореста Матковського І. Побережська.

Під час пленарного засідання були виголошені доповіді про історію, сьогодення і плани на майбутнє трьох музеїв геологічного факультету – Мінералогічного імені академіка Євгена Лазаренка (завідувачка А. Бучинська), Палеонтологічного (Я. Тузьяк) та Музею рудних формацій (Л. Сливко).





Геотуристична екскурсія учасників конференції на Дрогобицький солеварний завод.

Того ж дня учасники конференції мали змогу відвідати музеї, розташовані в головному корпусі університету. Зокрема, у Музеї історії Львівського університету гостей зустрічав його завідувач Ю. Гудима, а в Археологічному музеї історичного факультету – завідувач Я. Погоральський.

Надалі конференція відбувалася вже на геологічному факультеті. Заслухано й обговорено доповіді В. Яковлевої (ДУ “Музей коштовного і декоративного каміння”, Хорошів), К. Деревської (НУ “Кієво-Могилянська академія”), В. Гриценка (Національний науково-природничий музей НАН України, Київ), Ю. Зінька (ЛНУ Івана Франка), Г. Кравчук, В. Янко (Одеський національний університет імені І. І. Мечнікова), А. Побережського (Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів), А. Куц (Криворізький національний університет), В. Огара (ННІ “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка), Б. Рідуша (Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича), М. Рагуліної (Державний природознавчий музей НАН України, Львів), О. Крохмалю, М. Ковальчука, О. Ремезової, Т. Охолоїної, С. Стадніченко (Інститут геологічних наук НАН України, Київ), В. Казакова (Криворізький державний педагогічний університет), С. Спасьонової (Сумський державний педагогічний університет), Н. Романової (Денишівський ліцей імені Володимира Бондарчука), І. Скриль (Харківська обласна станція юних туристів). Закордонним досвідом ведення роботи геологічних музеїв поділилися Є. Рудніскайте (Геологічний музей Вільнюського університету), О. Деміна, А. Алексієне та інші представники Вільнюського природничого дослідницького центру, П. Вольневич (Музей Землі Познанського університету), П. Боровец (Музей скам’янілих дерев, Седліска), К. Квятковська з колегами (Музей Землі НАН Польщі, Варшава), Г. Лівенцева (GEO3BCN, Барселона). Усі доповіді викликали велике зацікавлення й супроводжувалися жвавим обговоренням.

До конференції видано збірник матеріалів, у якому опубліковано 63 повідомлення. У них висвітлено сучасний стан, проблеми та можливості розвитку геологічних музеїв в Україні та Європі. Матеріали конференції можуть бути цікаві як для фахівців, так і для широкого загалу.

Восьмого грудня відбулася екскурсія-мандрівка до давнього “соляного” міста Дрогобича, яку організував ще один партнер конференції – геотуристична спільнота Geoattractions/Геоатракції. Учасники екскурсії відвідали найстаріше промислове виробництво України – Дрогобицький солеварний завод, де гостей приймала технолог підприємства О. Бунда (до речі, випускниця нашого факультету).

Конференція “Геологічні музеї та колекції: їх роль в науці, освіті та туризмі” – це великий крок у напрямі розширення професійних і, сподіваємось, дружніх стосунків між представниками світової спільноти геологічних музеїв, можливість розвитку, налагодження нових партнерських зв’язків у справі популяризації геологічних знань, поповнення колекцій та експозицій, збереження й вивчення експонатів, геологічних об’єктів та вдосконалення методів роботи. Це перший подібний захід, та ми плануємо проводити такі конференції що два роки. Так ми зможемо спілкуватися, обмінюватись ідеями, задумами та досвідом їхнього втілення.