

**МУЗЕЙ РУДНИХ ФОРМАЦІЙ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
РУДНІ ФОРМАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ КОРИСНИХ
КОПАЛИН**

**М. Павлунь, О. Гайовський, Л. Сливко, С. Ціхонь,
О. Шваєвський, Т. Рева**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, 79005 Львів, Україна
e-mail: ogayovskyi@gmail.com*

У статті подано інформацію про історію музею рудних формацій геологічного факультету. Описані головні експозиції музею. На прикладі окремих зразків охарактеризовано головні рудні формації металевих корисних копалин.

Ключові слова: рудна формація, штуф, колекція, родовище.

ВСТУП

Музей рудних формацій геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка (ЛНУ імені Івана Франка) – винятковий з науково-методичного та навчально-дидактичного погляду, адже подібної змістовної добірки генотипних штуфів (взірців) руд різноманітних рудних формацій немає ні в країнах пострадянського простору, ні в Європі, вірогідно, нема й у геологічних інституціях Америки та Африки. Чому рудних формацій? Та тому, що зібрані штуфи руд відображають природну множину родовищ корисних копалин зі статистично стійкими мінерало-геохімічними парагенезисами, однотипними рисами дискретного стадійно-зонального їхнього розвитку в дуже близьких геолого-структурних умовах залягання (поширення) [2]. Це по суті найвищий рівень узагальнення структурно-речовинного змісту поняття рудної формації як засобу прогнозування вірогідних місць поширення родовищ корисних копалин [3].

Музей рудних формацій відкритий для широкого кола відвідувачів. З одного боку, він є навчальним, адже тут наявні систематизовані колекції руд і картографічні матеріали, необхідні для вивчення курсів “Геологія родовищ корисних копалин”, “Структури рудних полів”, “Корисні копалини України”, “Ендогенні рудні формації”, “Металогенія”, “Економічна геологія” та ін. З іншого боку, експонати дають змогу геологам і природознавцям, які працюють у різних куточках світу, ознайомитися з основними геолого-генетичними і рудно-формаційними типами зруденіння, мінеральними асоціаціями руд та генотипними родовищами металевих і неметалевих корисних копалин. Екскурсанти в музеї можуть дізнатися, що таке руди, який у них вигляд, які їхні головні фізичні і хімічні властивості, чим вони можуть бути корисними для людини і як та коли виникли, у

яких геотектонічних структурах земної кори поширені. Це надважливий пізнавальний та естетичний аспект, особливо для шкільної молоді.

Маючи такий музей та винятковий навчальний кам'яний матеріал, студенти геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка на лабораторних заняттях виконують зворотне завдання щодо теоретичних частин указаних вище лекційних курсів: проаналізувавши текстурно-структурні особливості рудних штупів і речовинний склад мінерального парагенезису, вони визначають тип рудної формації, відповідні геолого-структурні умови поширення зруденіння, попередньо оцінюють масштабність проявів родовищ та їхню найвірогіднішу геотектонічну позицію (платформа, щит, зона тектоно-магматичної активізації, геосинкліналь, вулканічний пояс тощо).

Відтак, музей рудних формацій за профілем є природничим та має наукове, навчальне і загальноосвітнє значення. У музеї систематично відбуваються численні екскурсії шанувальників природознавства, особливо вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл, гімназій, коледжів, а також студентів і випускників природничих факультетів різних ВНЗ України. Тут наявний найрізноманітніший кам'яний і картографічний матеріал, цікавий і корисний для будь-якого природо- і краєзнавця, геолога, мінералога, петрографа тощо.

КОРОТКІ ІСТОРИЧНІ ВІДОМОСТІ

Музей рудних формацій організовано 1984 р. при кафедрі геології корисних копалин геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка з ініціативи завідувача кафедри (тоді методів пошуків і розвідки родовищ корисних копалин) професора Є. Лазька. Він структурно належав до навчальної лабораторії методів вивчення родовищ, проте офіційно



Фото. 1. Музей рудних формацій коридорної частини кафедри геології корисних копалин.

зареєстрований як самостійний підрозділ у статусі громадського музею ЛНУ імені Івана Франка лише 2007 р. (наказ № 132 від 30 серпня 2007 р.). Експонатами є різноманітні руди, що характеризують головні типи рудних формацій і значну кількість конкретних родовищ колишнього СРСР, країн пострадянського простору, Африки, Америки, Азії, зібраних співробітниками геологічного факультету і його випускниками та відповідної кафедри. Із початку заснування кафедри геології корисних копалин 1955 р. їх регулярно формували і поповнювали особистими колекціями рудних штупів М. Головченко, Д. Горжевський, Ю. Дорошенко,

В. Кирилюк, В. Козеренко, Л. Колтун, В. Корнілов, В. Куземко, Є. Лазько, А. Лисак, Ю. Ляхов, Б. Мерліч, Н. Мязь, М. Павлунь, А. Пізнюр, І. Попівняк, А. Сіворонов, Г. Яценко та ін.

Усього в музеї налічується понад 5 000 експонатів, які виставлені у дев'ятнадцятох скляних вітринах та зберігаються в одинадцятьох закритих шафах: у відкритій (демонс-

траційній) систематичній і навчальній експозиції близько 1 200 штуків, у закритих (монографічних) тематичних фондах – понад 3 000, які використовують у науково-навчальному процесі та дидактичній роботі. У 2008 р. вартість музейних одиниць переоцінено відповідно до сучасного рівня світових цін, під час якої на баланс університету поставлено 1 707 експонатів.

СТИСЛИЙ ОПИС ВІДДІЛІВ МУЗЕЮ

Музей площею 65 кв. м знаходиться у коридорній частині кафедри геології корисних копалин геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка (фото 1). Уздовж коридору



Фото 2. Відділ рудних формацій металевих корисних копалин.

музею сформовано два експозиційні відділи з окремими монографічними колекціями і систематичними добірками, а також наявні унікальні закриті фонди, які у разі втрати поновити неможливо:

1) відділ рудних формацій металевих (рудних) корисних копалин – чорних (і легувальних), кольорових, благородних, рідкісних (і розсіяних) та рідкісноземельних металів центральних і східних областей України, Карелії, Уралу, Великого Кавказу і Закавказзя, Середньої Азії, Східного Сибіру, Забайкалля, Далекого Сходу, Зім-бабве тощо (фото 2);

2) відділ рудних формацій неметалевої (або нерудної) мінеральної сировини – родовищ корисних копалин західних і північних областей України, Паміру, Східного Забайкалля, Курильських островів тощо (фото 3).

У музеї рудних формацій наявні дві відкриті монографічні експозиції. “Золоторудна експозиція”, зібрана професором Ю. Ляховим, яка містить нині рідкісні штуфи золотомісних руд родовищ Східного Забайкалля (Балейське, Дарасунське, Ключівське, Тасеївське й ін.), Східного Сибіру (Сухий Лог), Закавказзя (Зодське) тощо. “П’єзооптичнокварцова експозиція”, сформована професором А. Пізнюром, яка охоплює кварцову кристалосировину пегматитових родовищ Волині (Володарсько-Волинська група), а також гідротермальних родовищ Приполярного Уралу (Пелінгічей, Піраміда, Додо, Пуйва) і Паміру (Одуді).

Дуже ефективна систематична добірка, присвячена текстурам і структурам руд. Тут підібрано колекцію текстур і структур руд, утворених у різних умовах – від глибинних магм і гідротерм до сформованих внаслідок процесів седиментогенезу та звітрювання.

Наявні три великі шафи зі штуфами руд навчальної колекції, відповідно, текстур і структур руд, їхнього мінерального складу родовищ різних генетичних типів (магматичного, пегматитового, гідротермального, метаморфогенного, осадового тощо) та металевих і неметалевих корисних копалин.

По-своєму унікальні і цікаві матеріали, наявні в закритих фондах. Вони містять частково дублікати демонстраційних штуфів руд, а частково – неопрацьовані колекції, зібрані різними дослідниками. Співробітники музею останніми роками розпочали роботу з перегляду закритих музейних колекцій, комп'ютеризації каталогів, створення бази даних, працюють над модернізацією музею [1].

ВІДДІЛ РУДНИХ ФОРМАЦІЙ МЕТАЛЕВИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Уздовж довгої північної (лівої) стінки музею виставлено скляні вітрини відділу рудних формацій металевих корисних копалин. В його окремих вітринах наявні експонати родовищ заліза, мангану, ванадію, хрому, титану, нікелю і кобальту, вольфраму, молібдену, міді, свинцю, цинку, срібла, олова, ртуті і сурми, бісмуту, які належать до різних геолого-генетичних типів родовищ і рудних формацій. Лише дві вітрини присвячені різноманітній мінеральній сировині, яку вивчають студенти і співробітники кафедри геології корисних копалин, і п'єзооптичній сировині. У найвіддаленішій вітрині вздовж південної (правої) стінки музею експоновані унікальні й рідкісні кам'яні матеріали з геології родовищ золота Східного Сибіру, Східного Забайкалля, Закавказзя й України (монографічна золоторудна експозиція професора Ю. Ляхова).



Фото 3. Відділ рудних формацій неметалевих корисних копалин.

Експозиція № 1 (перша скляна вітрина вздовж довгої північної стінки), характеризує різноманітні штуфи руд, які вивчають студенти і співробітники кафедри геології корисних копалин. Зокрема, на її полицях експоновано ртутні (кіноварні) і ртутно-сурм'яні (кіновар-антимонітові) руди Південно-Ферганського поясу (родовища Хайдаркан у Киргизстані, ртутно-миш'якові (кіновар-аурипігмент-реальгарові) руди з родовища Кончоч у Таджикистані) з колекції В. Куземка, антимоніт-карбонат-кварцові руди брекчієподібної текстури з родовища Кадам-

джай і власне сурм'яні руди у вигляді радіально-променистих агрегатів антимоніту з родовища Чонкой у Киргизстані з колекції М. Богданової, сурм'яні (ділянка Сурм'яна Гірка) і колчеданно-поліметалеві руди з родовища Ітака у Східному Забайкаллі з колекції С. Куценка. Цікавими є галеніт-сфалеритова з піритом і халькопіритом (у зальбанді) жила в гранітоїдах з родовища Садон на Північному Кавказі з колекції К. Поздеева, геденбергіт-воластонітовий скарн з родовища Тетюхи в Примор'ї з колекції Т. Рєви, багата гематит-магнетитова руда з родовищ Криворізького залізорудного басейну, казахстанська азурит-малахітова руда з колекції В. Ковалевського та ін.

Привертають увагу вольфраміт-кварцова жила з грейзеном з родовища Глазковське в Примор'ї з колекції Е. Шиловської, а також штуфи вольфрам-молібденових руд з ко-

лекції музею: друзоподібні виділення берилу і флюориту в грейзені, кварцова жила з вольфрамітом, піритом, молібденітом і флюоритом з родовища Акчатау, прожилкові виділення берилу з накладеною пірит-молібденітовою мінералізацією у грейзені з родовища Коунрад, крупнолускуваті розетки молібденіту в кварцовій жилі серед калішпатизованого граніту з родовища Східний Коунрад у Центральному Казахстані, розеткові і прожилково-вкраплені виділення молібденіту і халькопіриту в калішпатизованому граніті і тектоногенно-смугаста молібденіт-кварцова руда з родовища Жирекен у Східному Забайкаллі, крупнозерниста арсенопірит-шеслітова руда масивної текстури з родовища Лермонтовське в Примор'ї.

Важливе місце в експозиції посідають руди золота. На її полицях наявні штуфи убогосульфідних кварц-карбонатних золото-срібних руд вулканогенного походження з родовища Кочбулак у Східному Узбекистані з колекції О. Литвиновича, золотоносної кварцової жили з вкрапленнями сульфідів Fe, Pb, Zn і Cu та пошарово-прожилково-вкрапленого золото-сульфідно-кварцового зруденіння в графітізованих сланцях з родовища Вернинське, а також пошарово-вкраплених виділень і метакрист золотоносного піриту в графітізованих сланцях з родовища Сухий Лог у Бодайбинському рудному

районі Іркутської області Росії з колекції В. Єхіванова, золотоносної кварц-сфалерит-галенітової жили з родовища Ітака в Східному Забайкаллі з колекції О. Павлюка, золотоносної кварцової жили з вкрапленнями сульфосолей та кварцової жили з вкрапленнями сульфідів Pb, Zn і телуридів Au з родовища Ювілейне в Іркутській області Росії з колекції А. Ніколенка, золотоносної пірит-арсенопірит-кварц-карбонатної жили з родовища Дарасун і післяпродуктивної антимоніт-халцедонової мінералізації з родовища Балейське в Східному Забай-

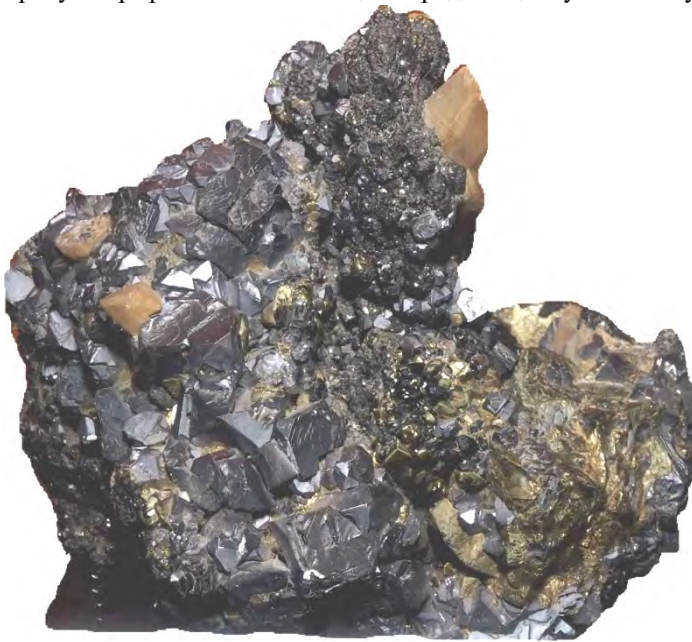


Фото 4. Друза кристалів галеніту, марматиту, халькопіриту і кальциту (родовище Тетюхи, Примор'я).

каллі з колекції музею, смугастої пірит-халько-піритової та масивної пірит-піротин-халько-піритової золотоносної руди з родовища Лебедине в Центральному Алдані з колекції В. Краснощока.

Особливо унікальними в цій вітрині є взірці коматіїту зі структурами "спініфекс" зеленокам'яного поясу Барбертон у ПАР з колекції Є. Сливко, залізо-марганцеві конкреції з колекції Ю. Неверова (1980 р., Філіппінське море, глибина 3200 м, науково-

дослідне судно “Пегас”), залізна руда смугастої текстури (джеспіліт) з чергуванням кварцових і магнетит-мартитових смуг з родовища Мванезі і штуф з видимим золотом у жильному кварці з родовища Елант у Зімбабве, розсіяні виділення темних кристалів танталіту в кварцитоподібному агрегаті гальки з родовища Баква на півночі Зімбабве, друза кристалів галеніту, марматит (чорний залізистий сфалерит), халькопіриту і кальциту, а також кристали ільваїту $\text{CaFe}_2^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O}, \text{OH})$ із зони скарнів свинцево-цинкового родовища Тетюхи в Примор’ї з колекції О. Баклюкова (фото 4), а також масивна пірит-халькопіритова руда із одного з найбільших за запасами золота родовища Ойю-Толгой у Південній Гобі в Монголії з колекції М. Павлуна.



Фото 5. Друза кристалів кварцу (родовище Пелікан, Полярний Урал).

З неметалевих корисних копалин цієї експозиції виділяють друзи кристалів кварцу, подекуди на серицитизованому сланці з родовищ Пелікан і Новоліубимівське на Полярному Уралі (фото 5), двоголовий псевдогексагонально-дипірамідальний кристал кварцу з волинських пегматитів з колекції Є. Сливко, кварц-польовошпатовий пегматит графічної структури з фрагментами друзової структури і крупний уламок чорного кварцу – моріону з Володарсько-Волинської групи родовищ на Волині з колекції І. Наумка, жовтові фосфорити з $\text{K}_1\text{-2al-sm}$ відкладів Волино-Подільської плити (Середнє Придністров’я, с. Незвись-

ко, Тернопільська обл.), масивна дрібнозерниста сильвінова руда та взірці з прожилком синього галіту у галіт-глинистій масивній породі з Калуського родовища на Івано-Франківщині, друзоподібні скупчення і ритмічно-смугасті метасоматичні виділення самородної сірки в мергелі з Роздільського родовища на Прикарпатті.

Надзвичайно цікавими і нині рідкісними є штуфи експлозивних кімберлітових

брекчій з автолітами й ксенолітами вмісних порід родовища Верхньомунське в Якутії з колекції М. Спринського (фото 6), а також взірці з магнетитом у гідротермально змінених кімберлітах родовища Айхал з колекції В. Ковалевського.

В експозиціях № 2–6 експоновано рудні формації чорних (Fe, Mn, Cr) і легуючих (Ti, V, а також Ni, Co, W, Mo) металів. Чорні метали використовують у чорній металур-



Фото 6. Експлозивна кімберлітова брекчія з ксенолітами вмісних порід (Верхньомунське родовище, Якутія).

гії для виробництва чавуну і сталі. Легуючі метали – це спеціально штучно введені в сталь метали для покращення її механічних, фізичних і хімічних властивостей (міцність, пружність, в'язкість, твердість, теплопровідність, жароміцність, жаротривкість, зносостійкість, ковкість, штампування тощо); сталь з такими попередньо заданими властивостями стає технологічно якіснішою.

Експозиції № 2 і 3 містять колекції ендегенних й екзогенних руд родовищ заліза, яке є “хлібом” важкої промисловості, з яких попутно вилучають Ti, V, подекуди Co.

Експозиція № 2 охоплює багато штуфів руд родовищ власне магматичного (пізньомагматичного) та контактово-метасоматичного (скарнового) походження. Особливо помітними є взірці середньо- і густовкраплених (шлірових) ванадієносних титаномагнетитових руд серед піроксенітів і габро-піроксенітів (родовище Качканарське на Північному Уралі), а також густовкраплених і суцільних масивних руд серед габро і габро-амфіболітів (родовища Кусінське на Південному Уралі та Первоуральське на Середньому Уралі). За рудноформаційною належністю вони належать до титаномагнетитової формації, за генезисом – власне магматичні (пізньомагматичні), а за мінеральним складом – титаномагнетитові із кульсонітом, ільменітом, іноді рутилом, містять сульфіді Cu, Pb, Zn, з якими часто асоціює супутня мінералізація Pd, Pt і Au.

Пізнавальними є штуфи томасівських апатит-магнетитових руд родовищ Балтійського щита (Ковдор на Кольському п-ві) з високим вмістом Fe (55–70 %), особливо P (2–4 % і більше). Вони представлені суцільними магнетитовими рудами із вкрапленнями апатиту, флогопіту, кальциту, олівіну, інколи нефеліну серед лужних порід сієнітового складу, які часто-густо просторово і генетично асоціюють з унікальними багатозонними карбонатитовими комплексами.

Вагому групу становить багата колекція рудних штуфів гранат-піроксенових, епідот-піроксенових, піроксен-скаполітових, епідот-скаполітових магнетитових скарнів (деколи з гематитом у вигляді залізного блиску, залізної слюдки і мушкетовітом) родовищ Високогірське, Гороблагодатське (Середній Урал), Магнітогорське (Південний Урал), Соколівське, Сарбайське, Качарське (Північний Казахстан). Як бачимо з експозиції, часто характерною особливістю цих руд є гідротермально-накладені сульфіді Fe, Co, Cu, подекуди Pb і Zn у вигляді актинолітових, кальцитових, кварцових прожилків з кобальтпіритом, марказитом, глаукотом, данаїтом, халькопіритом, іноді галенітом, сфалеритом, через що руди містять підвищений вміст As і S (до 3 %). Крім того, на полицях є і промислово цінні високоякісні суцільні мартитові руди, які природно очищені від сірки, оскільки виникли у верхніх горизонтах контактово-метасоматичних родовищ унаслідок високого парціального тиску кисню і відтак похідного окиснення сульфідів.



Фото 7. “Табачна” бурозалізнякава руда органічно-олітової текстури (Камиш-Бурунське родовище, Керченський півострів).

Особливістю експозиції є й штупи “українських” титанових руд поки єдиного підготовленого до розробки Стремигородського родовища в Житомирській області. Руди дрібнозернисті ільменітові, іноді апатит-ільменітові в габро, габро-норитах, габро-анортозитах, які просторово і генетично пов’язані з багатофазовим Коростенським плутоном.

Експозиція № 3 містить рудні штупи родовищ заліза в корах звітрювання, гідротермального, хемогенно-осадового й метаморфогенного походження. Родовища гідротермального походження представлені високотемпературними магномаг-нетитовими (вулканогенно-гідротермальні) і середньотемпературними сидеритовими (телетермальні) штупами руд. Екзотичними й напрочуд рідкісними є штупи суттєво магнезіоферитових (магномагнетит з вмістом до 5–8 % MgO) руд, які поширені лише в середній течії р. Ангари на півдні Сибірської платформи (родовище Коршунівське). За структурно-речовинними ознаками, це експлозивні брекчії з уламками метасоматично-змінених карбонатно-теригенних і вулканогенних вмісних порід, що цементовані магномагнетитом. Відтак, найпоширеніші штупи руд брекчієвої, брекчієподібно-вкрапленої, вкрапленої, сітчасто-прожилкової, іноді оолітової, шкаралупчастої і масивної текстур.

Інший тип руд представлений штупами суцільного сидериту FeCO_3 в карбонатних породах (родовище Абайське в Південному Казахстані). У зоні окиснення залишкової кори звітрювання (вище рівня ґрунтових вод) по первинних сидеритових рудах розвинуті потужні бурозалізнякові шляпи, експоновані взірці руд яких складені лімонітом з високим вмістом Fe (40–60 %) і незначним P і S – це найцінніша частина запасів їхніх

родовищ (Задбані в Сирії, Бакальське на Південному Уралі).

Наявні й поодинокі взірці інфільтраційної кори звітрювання брунькоподібної, кавернозної, ніздрювато-брунькоподібної текстури гетит-лімонітового й гематитового (червона скляна голова) складу з родовища Кишкенесор у Південному Казахстані.

Особливе місце серед усіх інших посідають штупи бурих залізняків родовищ України хемогенно-осадового походження. Серед них експозиція містить поодинокі оолітові і



Фото 8. Смугастиий магнетит-гематитовий кварцит (Білозерське родовище, Західне Приазов'я).

бобово-оолітові стяжіння континентального (озерно-болотного) походження, рудопрояви яких відомі, головню, на Поліссі. Також широко поширені на півдні України прибережно-морські бурозалізнякові руди (родовища Камиш-Бурунське, Ельтиген-Ортельське, Киз-Аульське Керченського залізорудного басейну), руди оолітової (“ікряні”), землисто-оолітової, землистої (“табачні”, “коричневі”), органічно-оолітової, органічної текстури (фото 7), на глинистому, піщано-глинистому або сидерит-хлоритовому цементі, гідроgetитового і гідроgetит-сидерит-лентохлоритового складу, часто з гематитом, піролюзитом, псиломеланом, віванітом, баритом, глау-

конітом, морською фауною та їхніми відбитками (з колекції Я. Косовського). Вміст заліза в рудах 20–50 %. Характерні постійні домішки легувальних металів – Mn (декілька %), іноді V (до 0,1 %), а також шкідливих домішок – P (до 1,5 % і більше), S (до 0,6 %) і As (до 0,15 %).

Найчисленнішу колекцію цієї експозиції становлять залізисті кварцити і джеспіліти Криворізького залізорудного басейну, а також Білозерського району в Західному Приазов'ї (фото 8), які належать до смугастої залізорудної (або джеспілітової) формації. Світові родовища представлені докембрійськими метаморфізованими товщами тонкосмугастих залізистих кварцитів. Вони складені перешаруванням тонких (міліметри, перші сантиметри) рудних і нерудних (кременистих) прошарків. Рудні прошарки – магнетит, гематит (залізний блиск, залізна слюдка), нерудні – кварц, хлорит, серицит, амфіболи, піроксени, гранат, егірин, тальк. Руди порівняно бідні (20–40 % Fe) і потребують збагачення. Типові домішки Ge (до 27 г/т), іноді Au, Ni. Єдиним поки експонатом золотомісної залізної руди з вмістом 52 % FeO і 0,2–0,5 % Au є магнетит-гематит-мартитова руда родовища Мванезі в Зімбабве із колекції О. Баклюкова (фото 9).

За походженням – це первинно морські біохімічно-осадкові відклади (первинний матеріал, з якого вони виникли – синьо-зелені водорості) кременисто-залізистого складу, під дією високої температури і тиску згодом метаморфізовані в докембрії в умовах зелено-сланцевої–амфіболітової фації.

Разом із залізистими кварцитами експоновані штуфи багатих “мартенівських” гематитових,



Фото 9. Золотоносна магнетит-гематит-мартитова руда (родовище Мванезі, Зімбабве).

магнетитових, магнетит-гематитових суцільних руд сланцюватої і пльохастої текстури, з високим вмістом заліза (50–70 % Fe) і незначним – шкідливих домішок (S, P – соті %). Такі руди високоякісні і не потребують збагачення. Багаті руди серед стратифікованих товщ залізистих кварцитів є епігенетичними і виникли за участю високотемпературних гідротермальних розчинів глибинного або ювенільного походження, які циркулювали на тектонічно сприятливих ділянках. Вони призводили до вибіркової перекристалізації залізистих компонентів і винесення кремнезему, нагромаджуючи залізо як перевідкладений матеріал.

Незначну кількість штуфів високоякісних гематитових (мартитових, залізно-слюдкових) руд пов'язано з процесами тривалого давнього звітрювання внаслідок вилугування кварцу і розкладання силікатів залізистих кварцитів, а також окиснення багатих руд. За віком утворення руди таких родовищ формувалися в найдавніший мегацикл – в архей і, найбільші за масштабами, у нижньому протерозої.

Експозиція № 4 ілюструє руди марганцю – вірного супутника заліза і хрому – нержавіючого металу. Найпоширенішими на її полицях через особливе значення є прибережно-морські осадові марганцеві руди родовищ Нікопольського марганцеворудного басейну (Дніпропетровська і Запорізька області в Україні) та родовища Чіатурі в Західній Грузії. Експонати представлені багатими оксидними (піролюзит-псиломелан-манганітовими) і порівняно бідними карбонатними (родохрозитовими) рудами. Лише подекуди помітні примазки вмісних піщанистих, піщано-глинистих і карбонатних відкладів (мономіктові кварцові, поліміктові польовошпат-кварцові з глауконітом піски і пісковики, монтморилонітові й вапнисті глини та мергелі). Руди оолітової, кавернозно-овоїдної, конкреційної (від перших до десятків см), землистої будови.

Поодинокі експонати марганцевих руд з родовища Полуночного на Північному Уралі представлені латеритними марганцевими шляпами залишкових кір звітрювання. Руди складені так званими вадами – сажистими пухкими або масивними щільними окисненими піролюзит-псиломелан-вернадитовими ($MnO_2 \times H_2O$) гіпергенними рудами. Вони утворилися по марганцевмісних осадово-карбонатних (вапняки, доломіти) і первинних метаморфізованих (гондити, джеспіліти) або магматичних (кодурити Індії, дуніти Уралу) силікатних породах, а також марганцевих скупченнях (які часто не мають промислового значення) інших генетичних типів (наприклад, штуф гідрооксидів мангану на родохрозиті з родовища Саянзак у Кузнецькому Алатау) в умовах теплого, вологого тропічного клімату.

Унікальними і відтак надзвичайно цінними є експонати принципово нового типу марганцеворудних скупчень морського (вулканогенно-осадового) походження формації океанічних залізо-марганцевих конкрецій. Розміри конкрецій до 3–7 см, складені вони, головню вернадитом і гідрогетитом (з колекції Ю. Неверова, 1980 р., Філіппінське море, глибина 3200 м, науково-дослідне судно “Пегас”). Скупчення конкрецій приурочені до давніх та сучасних теригенно-вулканогенних відкладів (лави андезитів і кератофірів, туфи, туфіти, яшми, вапняки, доломіти) пелагічних областей океанів і залягають в глибоководних (до 8 000 м) червоних глинах і радіолярієвих мулах екваторіальної частини Тихого, Індійського, Атлантичного океанів. Концентрація конкрецій на видобувних ділянках 10–20 кг/м². Джерелом Mn для них були підводні вулканічні ексталяції, гідротерми донних базальтів або знесення з континенту. Середній вміст марганцю в рудах 20 %, заліза –15 %. Руди комплексні на Co (0,1–0,5 %), Ni (> 1 %), Cu, Au, Ag, Ba, V, Mo, Zn (адсорбовані на вернадиті).

Запаси унікальні – сотні млрд т, що в сотні разів перевищує сумарні запаси марганцю всіх родовищ Землі, утім дуже складні гірничотехнічні умови їхнього промислового використання. Конкреції формуються безперервно донині, тому запаси цих руд щорічно зростають на 10 млн т.

Окрему полицю посідають штуфи власне морських (вулканогенно-осадових) залізо-оксидних (головню, гематитових, магнетит-гематитових з манганосидеритом) й слабкометаморфізованих марганець-оксидних (брауніт-гаусманітових з якобситом) руд (так званий атасуйський тип) з родовищ Західний Каражал і Джезди в Центральному Казахстані. Залізні руди масивні, шаруваті з прошарками вмісних вулканогенно-осадових порід (туфи, туфіти, трахітові і ліпаритові лави, альбітофіри, вапняки, яшмоїди, аргіліти), містять S (важкі ізотопи), Ba, Ge, що не притаманно для власне осадового процесу. Джерелом заліза для них були значно віддалені від берега придонні підводно-вулканічні ексталяції. Безводні марганцеві руди щільні, кристалічно-зернисті, у вигляді конгломе-

рато-брекчій з брауніт-гаусманітовим цементом та уламками вмісних червоних яшм, скременілих вапняків, темно-сірих графітовмісних глинистих сланців. Вміст марганцю в рудах 18–30 %, містять Fe (якобсит, гематит), W, а в тонкошаруватих строкатих вмісних породах – Pb, Zn і підвищені вмісти Ba, As. Є ще й експонати багатих змішаних брауніт-піролюзитових, псиломелан-брауніт-гаусманітових брекчієподібних руд з вмістом 50–70 % Mn, що виникли неподалік поверхні в лінійних корах звітрювання внаслідок окиснення первинних руд.

Привертають увагу цікаві експонати хромітових руд з родовища Донського (Кемпірсайське рудне поле, Південний Урал), які мають власне магматичне походження. Руди від дрібно- до середньо- і крупнозернистих, головню, масивної і густовкрапленої, зрідка нодулярної (вузлуватої), шліроподібної (о. Сахалін), смугасто-вкрапленої текстури. Вони складені хромшпінелідами (магнохромітом, хромпикотитом, алюмохромітом), зрідка з іншими хромовмісними мінералами – уваровітом $\text{Ca}_3\text{Cr}_2^{3+}[\text{SiO}_4]_3$, фукситом (мусковіт з вмістом до 6 % Cr_2O_3), хромовим хлоритом, хромдіопсидом, хромвезувіаном, хромтурмаліном, а також прожилками карбонатів (анкерит, брейнерит, кальцит). Такі руди не потребують збагачення, тому є промислово найціннішими. Деякі взірці валунчастих руд з Саранівського родовища (Середній Урал) демонструють елювіальні та елювіально-делювіальні розсипи, що виникли під час звітрювання й ерозії корінних магматичних родовищ в ультраосновних масивах і представлені розвалами уламків дунітів і перидотитів з хромшпінелідами.



Фото 10. Крупнокристалічний вольфраміт у центральній частині кварцової жили (родовище Караоба, Центральний Казахстан).

Експозиція № 5

демонструє руди вольфраму – швидкоріжучого металу і молібдену – металу броні. Вольфрам і молібден геохімічно належать до рідкісних (низькі кларки порядку 10^{-4} % і менше), а галузево – до чорних і легованих металів, адже 95 % цих металів споживає саме чорна металургія. Колекція штуфів Лермонтовського родовища

(Примор'я) з формації молібдено-носних шеелітових скарнів. За мінеральним складом експозиція містить два типи зруденіння: 1) власне шеелітові гранат-піроксенові скарни, в яких ідіоморфний шееліт рівномірно розсіяний у скарнах або ж збагачує окремі ділянки (часто в асоціації з кварцом) у вигляді гнізд і прожилків; 2) кварц-молібденітові, сульфідно-кварцові, масивні сульфідні або власне молібденітові січні жили (сфалерит, галеніт, халькопірит, арсенопірит, піротин, пірит), у яких молібденіт та інші метасома-

тичні виділення сульфідів є пізнішими, накладеними на шеелітові скарни і на прилеглі до скарнів бічні породи.

Численна і захоплива колекція взірців молібденіт-вольфрамітової формації, родовища якої належать до високотемпературних (540–400°C) пневматолітово-гідротермальних (грейзенових) утворень великих глибин (до 5–7 км). Вони широко відомі в азіатській частині Тихоокеанського рудного поясу, Центральній Азії (родовища Караоба, Акчатау, Східний Коунрад, Північний Коунрад у Центральному Казахстані) та Забайкаллі (родовище Бом-Горхон). Руди представлені кварцовими жилами (фото 10), головню в зальбандах із крупнозернистими призматичними кристалами вольфраміт-гюбнериту, розеткоподібними виділеннями молібденіту, вісмутином, каситеритом, арсенопіритом і також високотемпературною асоціацією флюориту, берилу, топазу, турмаліну, подекуди шееліту серед кварц-слюдистих (мусковітових), слюдистих (мусковітових, жильбертитових), кварцових, кварц-топазових грейзенів та грейзенізованих гранітів. Відтак, такі родовища комплексні рідкіснометалеві (W, Mo, Li, Be, Sn, Bi, As), акумулюють 60 % світових запасів W і дуже важливі для його видобутку. Зокрема, цінним є експонат козаліт ($\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$)-гюбнерит-пірит-кварцової асоціації (Бом-Горхон у Центральному Забайкаллі) як потенційне джерело видобутку Bi.

Експозиція рудних штуфів родовища Жирекен у Східному Забайкаллі особлива тим, що з ними пов'язані найкрупніші промислові концентрації Mo у всьому світі (понад 90 % запасів) і є основним джерелом його видобутку (~ 95 %). Вони належать до середньотемпературних гідротермальних родовищ помірних глибин (1,5–3 км) і розкривають монометалевий власне молібденовий жильно-штокверковий тип родовищ (молібденова формація), які широко поширені в Канадських і Північноамериканських Кордильєрах – у них знаходиться близько 60 % запасів Mo. Колекції взірців представлені прожилковими і прожилково-вкрапленими молібденовими і молібден-мідними рудами серед вторинних кварцитів – гідротермально-метасоматичних порід, що утворилися під час окварцювання гранітоїдів. Мінеральний склад руд: рудні – молібденіт, пірит, халькопірит, борніт, магнетит, вольфраміт, галеніт, сфалерит; нерудні – кварц масивний. Вони утворюють гідротермально накладене, головню, дрібне вкраплення у вторинних кварцитах. У рудах (молібденіті) є Re.

Такі родовища мають важливе значення для видобутку Mo, Re і Cu (до 60 % видобутку), другорядне для W (5 % – незначні за запасами). Вміст Mo в рудах незначний – 0,01–0,1 %, Cu – 0,5–1 %, однак родовища дуже крупні.

Штокверкові родовища характеризуються величезними запасами (сотні тис. т Mo і млн т Cu), можливістю відробки багатьох з них відкритим (кар'єрним) способом, високим коефіцієнтом вилучення металу, комплексністю руд (Mo, Cu, Re, W, Bi, Au, Ag, Pb, Zn та ін.) – усе це забезпечує низьку собівартість видобутку й робить ці родовища найрентабельнішими для експлуатації нині та в майбутньому.

Експозиція № 6 закономірно продовжує “молібденову” тему, а також містить експонати руд міді, нікелю і кобальту. Штуфи мідно-молібденового прожилково-вкрапленого і вкрапленого типу руд (мідно-молібден-порфірова формація) належать до середньотемпературних (350–250 °C) гідротермальних родовищ помірних глибин і представлені на вітрині мідним і молібден-мідним штокверковим типом зруденінням у вторинних кварцитах з родовища Каджаран (Памбак-Зангезурський рудний пояс, Вірменія). Головні рудні мінерали наявних у музеї експонатів мають стійкий мінеральний склад: халькопірит і молібденіт, утім у різних співвідношеннях – від переважання халь-

копіриту до домінування молібденіту з переходами від мідних через мідно-молібденові до молібденових руд; другорядні – пірит, борніт, магнетит. Вони утворюють рівномірне розсіяне дрібне вкраплення у вторинних кварцитах, а також становлять мережу сульфідно-кварцових прожилків, які перетинаються. Характерні особливості таких родовищ: 1) зруденілими є величезні маси породи з дуже крупними запасами (млн т); 2) можливість розробки родовищ відкритим способом механізованими кар'єрами; 3) витриманий на значній глибини середній вміст міді – від 0,3–0,8 – у первинних рудах до 1–1,5 % – в окиснених, молібдену – 0,005–0,05 %; 4) більшість молібден-мідних родовищ мають порівняно низький вміст Cu і Mo, руди бідні, однак дуже економічно важливі, бо є комплексними – з другорядних домішок вилучають Re, Au, Ag, Se, Te, Bi.

Наявна невелика колекція власне мідних руд з контактово-метасоматичних (скарнових) родовищ Гумешевське на Середньому Уралі і Саякське в Центральному Казахстані. Головні рудні мінерали: халькопірит, борніт, а також малахіт, азурит і куприт (у зоні окиснення); другорядні – піротин, пірит, молібденіт, інколи магнетит, гематит (залізна слюдка) і лімоніт (у зоні окиснення); нерудні – піроксени (саліт, геденбергіт), гранати (андрадит), актиноліт, епідот, хлорит, карбонати, кварц. Вміст міді в рудах високий (1–10 %), утім нерівномірний – у вигляді жил і дрібних прожилків, гнізд і лінз, розсіяних у скарнах. Це накладено-скарновий тип мідного зруденіння (мідно-скарнова формація), утворений метасоматичним шляхом унаслідок заміщення силікатних, а на родовищі Саякське магнетитовмісних скарнів, тобто на які в апоскарновий гідротермальний (500–200 °C) етап були накладені сульфіди.

Особливо численною із порівняно великими за розмірами взірцями є колекція сульфідних мідно-нікелевих руд Кольського півострова, зокрема, Печензької (Каула, Жданівське) і Мончегорської (Ніттис, Кумужья) груп родовищ, а також північно-західної окраїни Сибірської платформи (Норильська група). Усе розмаїття наявних штупів можна розділити на: 1) шлірові, бідні смугасто-вкраплені і прожилково-вкраплені руди; 2) багаті масивні, дрібно- і середньозернисті густовкраплені і брекчієві (які цементують уламки материнських та бічних порід) руди. Їхній мінеральний склад доволі витриманий: головні рудні мінерали – нікелістий піротин, кобальтистий пентландит, халькопірит, подекуди кубаніт CuFe_2S_3 і борніт; другорядні – магнетит, пірит. Деякі взірці мідно-нікелевих руд разом з вмісними основними й ультраосновними породами (габро, норити, габро-діабази, долерити, перидотити, піроксеніти). Надзвичайно цінними є експонати з прожилково-вкрапленим і вкрапленим халькопірит-пентландитовим зруденінням у, відповідно, серпентинізованому перидотиті і середньозернистому олівіновому піроксеніті з маловідомих родовищ Котсельваара і Ньюд'явур Печензького рудного району.

За генезисом усі ці родовища належать до власне магматичного (ліквацийного) типу, сульфідно-мідно-нікелевої з платиноїдами формації. Вміст Ni у них від 0,5 до 5 %, у середньому 1–3 %, Cu – від 1 до 20 %. Співвідношення Ni:Cu в рудах різне: на одних родовищах 2:1, на інших – 1:2; Co:Ni у рудах від 1:20 до 1:40. Більшість руд містить у достатній для вилучення кількості Ni, Cu, Co, платиноїди, Au, Ag, Se і Te.

Нікелеві руди представлені в експозиції доволі багатою колекцією з родовища Черемшанське – одного з численних промислових об'єктів видобутку залишкових силікатних родовищ кобальтвмісних нікелевих (гарнієрит-нонтронітових) кір звітрювання Середнього Уралу. Такі руди виникли внаслідок латеритного звітрювання серпентинізованих ультраосновних порід – багатих магнієм дунітів і перидотитів в умовах тропічного

клімату. Серед зібраних матеріалів вітрина містить штуфи руд усіх трьох зон повного профілю латеритної кори звітрювання: 1) верхня зона залістистих латеритів представлена штуфами пухких, порошковато-кавернозних вохристих гідрооксидів заліза (лімоніт), подекуди з бурим нонтронітом, опалом, халцедоном та збереженими реліктовими структурами ультрабазитів; 2) середня зона гарнієрит-асболанових руд у вигляді пластичних, грудкуватих, пухких і порівняно легких експонатів, що складені гідросилікатами нікелю зеленкуватого забарвлення: світло-зелений гарнієрит, зеленкувато-голубий реддинськіт, нікельвмісні хлорити, феригалуазит $(Al, Fe)_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4H_2O$ та частково у вигляді кірок і дендритів на площинах окремої гідрооксидів кобальту (чорний асболан); 3) нижня магнезитова (керолітова) зона охоплює цікаві експонати гідросилікатів і карбонатів магнію – нікелістого кероліту $(Mg, Ni)_4[Si_4O_{10}](OH)_4 \cdot 4H_2O$ і прихованокристалічного магнезиту.

Серед великого різноманіття комплексних сульфідно-арсенідних руд, які є важливими для видобутку Co, на вітринах цієї експозиції зібрано штуфи руд з родовища Хову-Акси в Туві. Воно належить до середньонизькотемпературних гідротермальних родовищ нікель-кобальтової формації. Руди представлені сформованими в приповерхневих умовах кварц-карбонатними



Фото 11. Хвилеприбійні знаки в пісковіку, що фіксовані борнітовими і халькопіритовими прошарками (родовище Удоканське, Північне. Забайкалля).

жилами і жилоподібними тілами, зруденілими брекчіями з дрібними вкрапленнями і неправильними коломорфними, а подекуди ниркоподібними виділеннями сульфоарсенідів Ni і Co. За мінеральним складом наявних на вітринах експонатів руд – це багатий шмальтин-хлоантит-нікелін-аргентитовий (миш'як-кобальтовий) тип зруденіння з рамельсбергітом і сафлоритом, а із зони окиснення – з зеленим анабергітом і рожевим еритрином (по тріщинах). Карбонати представлені кальцитом і доломітом, подекуди анкеритом і родохрозитом.

У експозиціях № 7–11 експоновані рудні формації кольорових металів, зокрема, важких (Cu, Pb, Zn, Sn), легких (Al) і так званих малих (Hg, Sb, As) через їхні низькі кларки. Ці метали використовують у кольоровій металургії для виплавки різних сплавів,

особливістю яких є висока антикорозійна стійкість та довговічність зі збереженням важливих якостей.

Експозиція № 7 важлива і цінна тим, що у ній зібрано руди міді – третього за стратегічним значенням металу після заліза й алюмінію. На її вітрині знаходиться кам'яний матеріал, який характеризує помірноглибинне середньо-низькотемпературне Джезказганське родовище в Центральному Казахстані і, вірогідно, осадове (біохімічно-осадове) Удоканське родовище в Північному Прибайкаллі. Вони однотипні за геологічними умовами утворення й мінеральним складом руд та належать до формації мідистих пісковиків і сланців.

Штуфи руд Удоканського родовища представлені мідистими пісковиками – типовими осадовими утвореннями седиментогенного характеру, навіть з добре вираженими хвилеприбійними знаками на поодиноких взірцях, що фіксовані прошарками різного мінерального складу (фото 11). Вони утворилися винятково в морських мілководних умовах сірководневої фації за значної ролі мікроорганізмів – анаеробних бактерій. Як бачимо з вітрини, міденосні породи представлені пошаровим чергуванням строкатих пісковиків з багатоярусним вкрапленням, дрібним розпиленням (десяті долі мм) і стяжіннями сульфідів – рештками “зруднених бактерій”. Так як осадження міді відбувалося в умовах відновного середовища, то зруднені прошарки штафів мають сіро-зелене забарвлення (окиснені сульфід міді). Натомість зруднення відсутнє в шарах бурого забарвлення, яке було відкладене в окиснювальній обстановці, коли мідь залишалася в розчині, а випадали гідрооксиди заліза (наприклад, пірит перетворений на лімоніт).

Мінеральний склад руд витриманий: халькозин, борніт, халькопірит, іноді магнетит, піротин, пірит. Вони не заміщують карбонатний цемент пісковиків, а є продуктом взаємодії морської води, що містить мідь, з анаеробними бактеріями сапропелевого мулу на дні мілководного моря. У зоні окиснення у вигляді плівок і примазок по тріщинах і в кавернах розвинуті малахіт, азурит, хризосола, ковелін. Ці руди комплексні, крім Cu, з руд вилучають Zn, Pb, Ag, Au, V, Mo, Ni, Pt, Pd, Re, Co, Bi, однак зруднення убоге (1,5 % Cu).

Колекція руд з Джезказганського родовища охоплює багаті вкраплені і прожилково-вкраплені халькопірит-халькозин-борнітові руди, приурочені до строкатих шаруватих карбонатно-піщано-сланцевих порід – це пористі і тріщинуваті сірі пісковики з карбонатним цементом (по якому розвивалися сульфід міді), алевроліти, аргіліти, доломіти, вапняки. У зоні окиснення розвинуті малахіт, азурит, куприт, хризосола, ковелін. На відміну від руд удоканського типу бачимо, що з ними тісно просторово асоціюють мідносульфідно-кварцові і кальцитові прожилки з піритом, сфалеритом, галенітом, лінеїтом, молібденітом тощо. Вміст міді – 4–6 % і більше, руди подекуди комплексні з промисловим вилученням Co і U (Мідний пояс Центральної Африки), Zn (~ 0,5 %), Pb (~ 1 %).

Ще одну важливу і численну колекційну групу становлять взірці малоглибинного (до 1,5 км) середньотемпературного гідротермального типу родовищ мідно-колчеданної формації. Серед них кількісно переважають руди з родовищ Гайське, Сібайське і Карабашське на Південному Уралі та Дегтярське й Пишмінське – на Середньому, менше – із родовищ Ніколаєвське і Тішинське в Рудному Алтаї, а також Алавердинського у Вірменії.

Притаманна і відмінна від інших особливість цих експонатів полягає в тому, що їхні руди суцільні масивні (порцеляноподібні), дрібно-середньозернисті й тільки зрідка густовкраплені і прожилково-вкраплені, поширені коломорфні текстури руд, а також

повнокристалічні багаті руди смугастої, плямистої і брекчієвої текстур. Мінеральний склад руд: головні (80–90 %) – пірит, марказит і мельниковіт (коломорфна відміна піриту-марказиту), халькопірит, піротин; другорядні (15–20 %) – борніт, сфалерит, галеніт, самородне золото, бляклі руди; нерудні (2–5 %) – барит, кварц, карбонати, гіпс. Залежно від кількісного співвідношення цих мінералів руди на родовищах колчеданно-поліметалеві, мідно-колчеданні, сірчано-колчеданні. Поодинокі уламки вмісних порід представлені метасоматитами кварц-серицит-хлоритового, серицит-кварц-альбітового складу, які розвивалися, як і саме зруденіння, метасоматичним шляхом у сприятливих для заміщення вулканітах (порфіритах, дацити, ліпарити, брекчії кератофірів і спілітів, туфи), вапняках та інших проникних породах. За генезисом це типові ексгальційно-осадкові утворення, що виникли в придонній частині трогових зон у зв'язку з підводними вулканічними ексгальціями сірчаних сполук металів на ранніх етапах розвитку геосинкліналей.

Мідно-колчеданні руди комплексні, з них, крім Cu, вилучають Zn, Au, Ag, As й елементи-домішки – Cd, Se, Te, Ge, Tl, Ga, Co. Пірит, який кількісно переважає в рудах, є сировиною для сірчаноокислотного виробництва. У Японії з них вилучають ще й гіпс і барит. Вартість цих домішок іноді перевищує вартість міді. Вміст Cu – 1,5 %, Zn – 2 %.

Дуже цінними серед “мідної” колекції є поодинокі штуфи “української” міді з волинських рудопроїв. Вони представлені доволі крупним вкрапленням (5–7 мм) самородної міді в мигдаликах платобазальтів берестовецької світи нижнього венду. Такі родовища є низькотемпературними гідротермальними помірних глибин і належать до екзотичної формації самородної міді.

Експозиція № 8 цілком присвячена рудам двох нерозлучних друзів – свинцю і цинку. Вітрина відображає будову й речовинний склад руд родовищ різних генетичних типів і рудних формацій. Зокрема, свинцево-цинкові штуфи руд з родовищ Алтин-Топкан (Південний Тянь-Шань, Таджикистан) і Тетюхи (Сіхоте-Алінь, Примор'я) визначають галеніт-сфалеритову скарнову формацію. Зруденіння вкраплене, розвинуте вздовж тріщин, деінде суцільне масивне, приурочене до гранат-піроксенових і воластонітових скарнів і є накладено-скарнового типу, тобто ці скарни метасоматично заміщені пізнішими сульфідами Pb і Zn. Мінеральний склад руд: рудні – галеніт, високотемпературний залізистий сфалерит – марматит, зрідка халькопірит, піротин, арсенопірит, пірит, іноді гематит (залізний блиск); нерудні – діопсид, геденбергіт (снопоподібний), воластоніт, андрадит, аксиніт, епідот та ін. Руди комплексні на Pb, Zn, Cu, Bi, Ag (домішка в галеніті), Cd і In (домішки в сфалериті). Геохімічне кількісне співвідношення Pb:Zn = 1:1.

Найважливіша колекція штуфів свинцево-цинкових руд середньотемпературних гідротермальних родовищ, які мають найбільше промислове значення. Вони охоплюють:

1. Поліметалеву метасоматичну формацію в карбонатних породах, зокрема, Приаргунського поліметалевого поясу (Горний Зерентуй, Благодатське, Ново-Благодатське, Кадаїнське Нерчинської групи родовищ у Східному Забайкаллі), родовищ Горівське на заході Єнісей-ського кряжу та Акжал у Центральному Казахстані. Для них притаманні масивні, гніздоподібні, брекчієві й особливо смугасто-вкраплені, прожилково-вкраплені «бурундучні» текстури руд із метасоматичними виділеннями дрібнозернистого галеніту, сфалериту, піриту, інколи арсенопіриту, піротину, сульфосолей (бляклі руди, буланжерит, зрідка прустит, піраргірит). З жильних мінералів є кварц, кальцит, доломіт, анкерит. Вмісні карбонатні породи гідротермально змінені – доломітизовані й окварцьовані.

З цих руд видобувають Pb+Zn (1:1), Ag, Cd. У зв'язку з цим цікавим і цінним є взірєць сфалериту з буланжеритом у карбонатній породі з родовища Горний Зерентуй у Східному Забайкаллі.

Особливе місце посідають штуфи галеніт-бурнонітової, джемсоніт-галенітової руди й взірєць з буланжерит-галенітовим прожилком у карбонатних породах з родовища Богутин рудного району Пшибрам у Чехії, а також дуже рідкісний експонат масивної шватцитової руди із вкрапленням халькопїриту з родовища Рудняки Спїшсько-Імерського рудогір'я в Словаччині. Як відомо, шватцит $(\text{Hg}, \text{Cu})_3\text{SbS}_3$ – це блякла руда (тетраедрит) з вмістом до 13–17 % Hg, яка також є промисловим мінералом на ртуть.

2. Колчеданно-полїметалева формація у вулканогенних породах з родовищ Зирянівське і Рїдер-Сокїльне в Рудному Алтаї. Вони представлені метасоматичними скупченнями суцїльних і вкраплених сульфїдних руд крупнозернистої структури. Мінеральний склад таких руд доволї складний: рудні – галенїт, сфалерит, пїрит, халькопїрит, самородні Au і Ag, телуриди Au і Ag, сульфїди і сульфосоли Ag і Sb; жильні – кварц, карбонати (доломїт, кальцит), барит. Релїкти вмісних вулканогенно-осадових порїд брекчїйованї і метасоматично змїненї – окварцїзованї, серицитизованї, доломїтизованї і хлоритизованї, перетворенї в кварц-карбонат-хлорит-серицитовї метасоматити.

Їхні родовища комплексні на Pb+Zn (1:5), Cu, Au, Ag та елементи-домїшки (Cd, In, Ge, Ga, Se, Te), іноді Co, Ni. З газоподїбних продуктів металургїйної переробки вилучають також As, S, Bi, Sb (загалом до 17 металїв).

3. Галенїт-сфалеритова жильна формація з родовищ Холст і Архон Садонської групи на Великому Кавказї (Гірська Осетїя), Зодське на Малому Кавказї (Вірменїя), а також Ново-Широкинське в Східному Забайкаллі. Рудні штуфи здебільшого представленї прожилками з вкрапленими й масивними рудами серед брекчїйованих та гїдротермально змїнених (хлоритизованих, березитизованих, серицитизованих) силїкатних порїд (гранїтоїдїв, вулканїтів, пїсковикїв). На вітринї можна побачити експонати таких рудоутворювальних мінеральних асоцїацїй:

- а) допродуктивної кварц-пїрит-пїротин-арсенопїритової високотемпературної;
- б) основної продуктивної кварц-сфалерит-галенїтової середньотемпературної;
- в) післяпродуктивної кварц-кальцитової з гїпсом і баритом низькотемпературної.

Родовища цїєї формацїї численні, руди багатї і комплексні на Pb, Zn, Au, Ag, Bi, Cd.

Характерним є цікавий взірєць у вигляді кварцової жили з телуровїсмутином Bi_2Te_3 з родовища Зодське у Вірменїї.

Одноосїбну колекцїйну групу становлять руди галенїт-сфалеритової метаморфїзованої формацїї, представленї Холоднинським родовищем у Північному Прибайкаллі. Як бачимо з вітрини, сульфїди свинцю і цинку метасоматично замїщують вмісні метаморфїчні породи, розвиваючись по багатих на CaO і MgO силїкатах – кварц-біотит-гранатових, діопсид-гранат-плагїоклаз-кварцових і кварц-графїт-карбонатних кристалосланцях, діопсидових гнейсах. Зруденїння масивне, вкраплене, дрібно- і середньозернистої структури, гнейсоподїбно-смугастої, подекуди завилькуватої текстури. Мінеральному складу руд притаманний залїзистий тренд: рудні – високотемпературний сфалерит (марматит), галенїт, пїрит, пїротин, магнетит, халькопїрит, борнїт; нерудні – андрадит, турмалїн (шерл), графїт, кварц. Такї родовища мають метаморфогенно-гїдротермальне походження і є глибинними високотемпературними.

Заслугує на увагу також поки один-єдиний експонат надзвичайно цікавого стратиформного родовища Сардана в Якутії, що представлений нечіткосмугастою сфалеритовою рудою з вкрапленнями галеніту та кальцит-доломітовими прожилками в карбонатних породах. Це родовище належить до свинцево-цинкової рифової формації з розряду екзотичних, яку вирізняє з галеніт-сфалеритової стратиформної формації у карбонатних породах (так званий “сардинський тип”). За походженням це осадово-гідротермальне, середньо-низькотемпературне телетермальне родовище, що залягає серед осадових, головню, карбонатних порід (вапняків, доломітів), і формує своєрідні рудні тіла у вигляді великих “паляниць”.

Експозиція № 9 охоплює руди сурми і ртуті. Усі вони належать до промислово найважливіших низькотемпературних гідротермальних родовищ, мінерали яких відклалися внаслідок змішування рудовмісних ювенільних (магматогенних) розчинів із вадозними (поверхневими), збагаченими киснем водами. Експозиція містить два типи руд, які виникли на різних глибинах: 1) сформовані на помірних глибинах, де прямий зв'язок зруденіння з магматизмом не виявлено. Такі руди є найважливішим джерелом Sb і Hg у

світі; 2) сформовані в умовах малих глибин (приповерхневі), що пов'язані з вулканічною діяльністю і термальними джерелами. Ці руди мають другорядне значення.

Перша група рудних штуфів належить до різних рудних формацій залежно від кількісного співвідношення Sb і Hg, тобто за переважанням у рудах одного з головних мінералів, наявності інших супутніх компонентів (Au, Ag, As, W, флюорит, барит та ін.) та характером гідротермальних змін вмісних порід. Відтак, за мінеральним складом руд експозиція охоплює три рудні формації:

Фото 12. Променисті виділення кристалів антимоніту в кварці (родовище Джижикрут, Таджикистан).



а) сурм'яна формація, представлена штуфами кварц-антимонітових жил з родовищ Кадамджай і Терек (Киргизстан), головним мінералом руд яких є метасоматичні виділення радіально-променистого антимоніту в асоціації з кварцом, кальцитом, іноді флюоритом, баритом, піритом, галенітом (фото 12);

б) ртутно-сурм'яна формація (з миш'яком і флюоритом) представлена експонатами кварц-карбонат-антимонітових жил з кіновар'ю, флюоритом, реальгаром As₂S₃ й аурипігментом As₂S₃ з родовищ Хайдаркан (ділянка Мідна гора), Чаувай (ділянки Толубай-

Киштау і Туяк-Сай), Тереккан, Алиш і Карагатирської групи рудопроявів (Киргизстан), Джижикрут (Таджикистан);

в) ртутна формація представлена кварц-кальцит-кіноварними, інколи з антимонітом, рудами з родовищ Микитівське (Донбас) і Чонкой (Киргизстан), а також рідкісним самороднортутним зруденінням з родовища Зардобука (Киргизстан).

Як бачимо з вітрини, ртутно-сурм'яне зруденіння поширене в пористих, подріблених і тріщинуватих породах-колекторах – вапняках, пісковиках, кварцитах, іноді вилугуваних серпентинітах серед пластичних і слабопроникних відкладів-екранів (глинистих сланців, мергелів). За механізмом утворення це або метасоматичні руди заміщення пористих порід, або жили виповнення тріщин, які січуть вмісні породи. Проявлені навколорудні зміни вмісних порід представлені окварцюванням, аргілізацією, флюоритизацією, кальцитизацією, піритизацією, іноді лиственітизацією. У зв'язку з передрудним низькотемпературним метасоматозом вапняки перетворені в джаспероїди, глинисті сланці – в аргілізити, а серпентиніти – у лиственіти (кварц-карбонатні породи). Структурно-текстурні різновиди руд зумовлені відкладанням мінералів у відкритих пустотах і тріщинах та метасоматичним заміщенням кіновар'ю й антимонітом карбонатного цементу пісковиків. Руди тонко- і дрібнозернисті, інколи крупнозернисті вкраплені, брекчієво-цементацийні, зрідка прожилково-вкраплені, комплексні на Hg, Sb, As, Te, Au, Ag, W, Cu, Pb, Zn.

Другий тип дрібнозернистих рівномірно вкраплених червоних кіноварних руд представлений родовищами Боркут на Закарпатті в пісковиках і глинистих сланцях у зоні тектонічного контакту з кварцовим діорит-порфіром та Пламеним на Чукотці. Загалом вони поширені в областях молодого альпійського і сучасного вулканізму й просторово приурочені до вулканітів середнього-кислого складу. З ними часто асоціюють кіновар-антимоніт-ферберитові (ртутно-сурм'яно-вольфрамові) родовища.

Експозиція № 10 знайомить відвідувачів з “металом консервної банки” – оловом – так його характеризував академік О. Є. Ферсман у своєму нарисі “Занимательная геохимия” (1959). Вітрина містить олов'яні руди контактово-метасоматичного, високотемпературного (грейзенового) і середньотемпературного гідротермального походження, а також оловоносні розсипища, головню, Тихоокеанського рудного поясу і Середньої Азії.

Цікавими з погляду комплексності руд є взірці з родовищ Майхура в Таджикистані і Ветвисте Тетюхінського рудного району в Примор'ї, які належать до другорядної за промисловим значенням формації оловоносних скарнів. Дрібні зерна каситериту розвинуті в гранат-піроксенових, піроксен-гранатових і воластонітових скарнах та всюди супроводжуються поодинокими вкрапленнями крупнозернистого шееліту з гніздо- і жиллоподібними виділеннями сульфідів (сфалериту, галеніту, халькопіриту, піротину), які накладені на скарни у вигляді сульфідно-кварцових жил і прожилків. Руди таких родовищ важко збагачувані, з середнім вмістом 0,5–2 % Sn, проте комплексні на Sn, W, Pb, Zn, Cu, Bi, Au, Fe тощо. Крім каситериту, олово зафіксовано як домішку (до 1 %) у гросулярі, везувіані та ін.

Значну колекцію штуфів олов'яної експозиції посідають руди високотемпературного гідротермального (грейзенового) походження з родовищ Правоурмійське в Приамур'ї, Тигрине в Примор'ї, Одиноке і Полярне в Якутії, Тризубець і Піраміда на Памірі, які належать до каситерит-кварцової формації. Експонати представлені кварц-топазовими, каситерит-кварцовими грейзенами, грейзенізованими граніт-порфірами і ліпаритовими туфами з літєвими слюдами (цинвальдит), флюоритом, турмаліном і кварцовими

прожилками з гюбнеритом, берилом, топазом, арсенопіритом та ін. Ідіоморфні кристали тонко- і дрібнозернистого каситериту розподілені в грейзенах нерівномірно – його поодинокі вкраплення й гнізда наявні як у грейзенах, так і в жильному кварці. Ці руди легкозбагачувані, комплексні на Sn, W, Mo, Bi, Li, Ta, Nb, вміст олова високий – 0,5–1 %.

Ще одна група рудних штوفів характеризує каситерит-сульфідно-силікатну формацію, яка охоплює помірно- і малоглибинні середньотемпературні гідротермальні родовища як суттєво силікатні, так звані родовища залізного ряду, так і власне сульфідні родовища свинцево-цинково-срібного ряду, хоча найпоширеніші змішаного типу. Серед них вітрина охоплює руди з родовищ Примор'я (Ліфудзин, Сінйське, Встречне, Янтарне, Тернисте), Далекого Сходу (Хінганське), Валунчасти в Прикам'ї, а також Учкошкон і Сарибулак Сариджазського рудного району в Киргизстані (Південний Тянь-Шань). Олов'яні руди із цих родовищ належать до залізного і свинцево-цинково-срібного ряду та представлені метасоматичним прожилково-вкрапленим зруденінням у вигляді тонкорозсіяного каситериту у вмісних породах, каситерит-кварцовими, кварц-карбонатними, флюорит- і турмалін-кварцовими жилами, дрібним вкрапленням каситериту в зальбандах та мінералізованими експлозивними брекчіями з уламками вмісних пісковиків, глинистих сланців і ефузивних порід кислого складу. Серед мінералів руд головними є каситерит, пірит, халькопірит, піротин, галеніт. Другорядне значення мають арсенопірит, сфалерит, аргентит, різноманітні сульфостанати, самородні золото і срібло та ін. Руди брекчіювані, смугасті.

Однією з найголовніших особливостей руд є широко розвинуті метасоматичні перетворення, яких зазнали вмісні осадові й ефузивні породи. Унаслідок цього виникли характерні метасоматити з розсіяною олов'яною й олово-поліметалевою мінералізацією. Мінеральний склад метасоматитів різноманітний та охоплює, крім широко поширених кварцу, серициту і залізного хлориту, також залістий турмалін (шерл), андрадит, геденбергіт, данбурит, флюорит, епідот, актиноліт, адуляр, флюорит, аксиніт, карбонати, коалініт і сульфідні, зазвичай пірит і піротин. Найтипівішими гідротермальними змінами є турмалінізація, хлоритизація, окварцювання, серицитизація, проплітізація, алунітизація. Родовища цих руд комплексні на Sn, Ag, Pb, Zn, Cu, вміст олова доволі високий – 1–1,5 %, проте розподіл зруденіння нерівномірний, кущовий, а сульфосолі Ag, Pb, Zn, Cu, Sn важкозбагачувані.

Єдиний експонат розсипного каситериту Примор'я характеризує промислово найцінніші алювіальні (долинні) родовища формації рідкіснометалевих розсипищ, на яку припадає основна частина (75 %) світового видобутку олова. За порівняно незначних капіталовкладень ці об'єкти можна швидко залучити в експлуатацію й забезпечити отримання найдешевших і високоякісних (часто комплексних з Ta, Nb, Li) концентратів. Фізичні властивості каситериту – підвищена твердість, значна питома вага, а також його стійкість проти агентів хімічного звітрювання забезпечують його збереження під час перенесення й концентрацію в нижніх так званих приплотикових частинах пухких відкладів. Їхнім джерелом є зруйновані корінні родовища пегматит-грейзенової рідкіснометалевої формації. Характерною особливістю рудної формації, що відрізняє її від інших формацій розсипних родовищ, є близькість розсипних родовищ до корінних джерел, через що часто її називають формацією “ближнього зносу”.

Експозиція № 11 демонструє однотипний за текстурно-структурними особливостями та мінеральним складом чимало руд “крилатого металу” – алюмінію, які займають

лише її дві полиці, а решта присвячено неметалам – стронцію і барію. Наявні експонати представлені найважливішою для видобутку алюмінію рудою – бокситами. Боксити – це тонкодисперсні породи, які складаються з діаспору HAlO_2 , беміту $\text{AlO}[\text{OH}]$ і гібситу $\text{Al}(\text{OH})_3$ з незначною кількістю оксидів і гідрооксидів Fe і Mn, кварцу, лейкоксену, лептохлоритів, каолініту, карбонатів Ca і Mg. Тільки декілька рудних штуфів у вигляді дистенових (кіанітових), силіманітових та андалузитових гнейсів і кристалосланців характеризують метаморфогенні (метаморфічні) родовища другорядної за промисловим значенням високоглиноземистої формації Кольського півострова, Паміру, Іркутської області Росії (Мамське родовище мусковіту).

Ознайомлення з такого типу алюмінієвими рудами розпочнемо з українських родовищ Смілянське і Високопільське (кар'єр Родовицький) в Середньому Придніпров'ї. Вони належать до залишкових родовищ кір латеритного звітрювання формації латеритних бокситів. Латерити – це залишкові продукти хімічного звітрювання алюмосилікатних гірських порід основного, середнього й кислого складу (як магматичних, так і метаморфічних), які утворилися в умовах поперемінно-вологого з сухими сезонами тропічного і субтропічного клімату та рівнинного або слабкогорбистого рельєфу внаслідок тривалої промивки порід теплою дощовою водою, виносу з них лугів і кремнезему та нагромадження глинозему. Найвисокоякісніші боксити з високим вмістом Al_2O_3 , низьким – SiO_2 , а також значним кремнієвим модулем ($\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$) утворюються за допомогою



Фото 13. Боксит кам'янистий: а – оолітовий; б – брекчієподібний (кар'єр Родовицький, родовище Високопільське, Середнє Придніпров'я).

малокварцових основних і лужних порід. Забарвлення штуфів українських бокситів світло-рожеве, буре або червонувато-коричневе, текстури кам'яністі, брекчієві, оолітові, бобовоподібні, кавернозні (фото 13). За мінеральним складом вони, головню, гібситові, за часом утворення – мезозойські.

Решта експонатів бокситових алюмінієвих руд мають осадове (перевідкладене) походження, що виникли внаслідок розмиву, перенесення і відкладання латеритних продуктів звітрювання у водних басейнах. Серед них вітрина містить штуфи руд з родовищ, сформованих у геосинклінальних прогинах та в платформах областях, які відрізняються місцем акумуляції, особливостями геологічної будови та ін.

Рудні штуфи із рудопрояву Басман-Кермен у Гірському Криму, родовищ Боксонське в Східних Саянах, Тотинське, Соколівське та інші Північно-Уральської групи на східному схилі Північного Уралу характеризують формацію геосинклінальних бокситів. Вони представлені декількома різновидами бокситових руд: а) високоякісними бурочервоними, збагаченими гідрооксидами заліза, пухкими бокситами; б) бурими яшмоподібними з тонкою горизонтальною шаруватістю; в) низькоякісними щільними (кам'янистими) строкатими (сірувато-зеленими і чорними) бокситами, які містять у своєму складі лептохлорити, глинисті мінерали і мають низькі значення кремнієвого модулю. Високоякісні боксити складені моногідратами Al (діаспор-бемітові) і є промислово найціннішими з високим вмістом Al_2O_3 – 50–65 %, низьким SiO_2 0,5–5 % та високим кремнієвим модулем ($\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = 9\text{--}12$ і більше). За текстурними особливостями серед

червоних бокситів можна виділити з уламковою (брекчієподібною), дрібнобобовою, бобово-оолітовою, землистою текстурою і подекуди з рослинними рештками. Такі бокситові руди формувалися в прибережно-морських умовах та пов'язані з карбонатними фаціями мілкого моря. Унікальним і вельми рідкісним експонатом є чорний кам'янистий боксит з родовища Каобанг у Північному В'єтнамі.

Бокситові руди платформних родовищ Тихвінської групи в Ленінградській області й Порожнинського Приангарської групи в Красноярському краї Росії, Бала-Терсакканського в Західному Казахстані й Партизанського в Примор'ї належать до вугленосно-бокситової формації. До її складу входять не лише боксити, а й родовища бурого вугілля та вогнетривких і тугоплавких глин, які зазвичай асоціюють з ними. Боксити пухкі і глиноподібні, землистої і оолітової текстури, від світло-сірого й білого до червоно-бурого забарвлення. За мінеральним складом вони тригідратні (гібситові) з каолінітом, оксидами і гідрооксидами заліза (тонкодисперсний гематит, гідрогематит і гідрогетит), кальцитом. Вони відкладалися в річкових, озерно-болотних і лагунних басейнах, тому їхні руди пов'язані з континентальними відкладами озерно-болотних фацій (піски, глини, бобові залізні руди і вугленосні відклади).

Експозиція № 12 знайомить еккурсантів з рідкісними металами. Геологи до рідкісних металів здебільшого відносять 36 хімічних елементів Періодичної системи Д. І. Менделєєва – Li, Rb, Cs, Be, Sr, Cd, Sc, Ga, Y, In, Tl, Ge, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Bi, Se, Te, Re, La і лантанойди (Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Лантанойди разом із La виділено в окрему групу рідкісних земель (TR). Промисловість ці метали розпочала широко освоювати тільки в 1950–1960 рр. після Другої світової війни, хоча для деяких з них області обмеженого використання були відомі й раніше. Більшість із них відкрито лише наприкінці XVIII ст., а такі як Re, Ga, Hf, Ge, Sc, виявлені за передбаченням Д. І. Менделєєва, уже після створення Періодичної системи. Більшість дослідників дотримуються думки, що цю групу об'єднує, головню, новизна практичного застосування в промислових масштабах. Інші критерії, як-от незначний вміст рідкісних металів у земній корі, відносна рідкість їхніх промислових мінералів і родовищ, складність виділення металів у технологічному процесі, об'єм використання – помалу втрачають свою універсальність по мірі їхнього вивчення та освоєння, залишаючись правильними лише для деяких з них. Відтак, термін “рідкісні метали” поступово втрачає своє пряме змістове значення, проте продовжує широко використовуватися в спеціалізованій літературі. Головно, рідкісні метали – це матеріали високих технологій і вітаміни промисловості.

Сучасні дослідження відкривають усе нові властивості рідкісних металів та сучасні можливості їхнього промислового використання.

Вітрина містить комплексні руди родовищ Li, Be, Sn, Ta, Nb, Zr, Ce, Cs.

Експонати із родовищ Кольського півострова, Південного Уралу (Ільменські гори) та Східного Приазов'я представлені лужними і нефеліновими сієнітами, ійолітами, ур-титамі, маріуполітами і пов'язаними з ними сієніт-пегматитами з розсіяним вкрапленням рідкіснометалевим – рідкісноземельним зруденінням. Експонати руд охоплюють таке різноманіття цінних мінералів: евдіаліт $(\text{Na}, \text{Ca})_6\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}, \text{Cl})$, астрофіліт $(\text{K}_2, \text{Na}_2, \text{Ca})(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{OH}, \text{F})_2$, циркон $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$, пірохлор $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Ce}, \text{Th})_2(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})$, лопарит $(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca}, \text{Th})(\text{Nb}, \text{Ti})\text{O}_3$, мікроліт $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Th}, \text{TR})_2(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{F})$, ринколіт $(\text{Ca}, \text{Na})_6(\text{Ti}, \text{Ce})_3[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{F}, \text{OH})_4$ та його прихованокристалічна відміна – ловчорит. Наявний ще “уральський” еклогіт з ідіоморфними вкрапленнями гранату, що містить ізоморфні домішки Y і TR. Окремі штуфи з родовищ Уралу містять ортит $(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{Th})_2(\text{Al}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3[\text{Si}_3\text{O}_{12}](\text{O}, \text{OH})$, іксіоліт $(\text{Ta}, \text{Nb}, \text{Sn}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})_2\text{O}_4$ і монтебразит $\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{OH})$, які тонкорозсіяні в міаскітах й амазонітових граніт-порфірах.

Частина руд пов'язана з рідкіснометалевими гранітними пегматитами родовища Калба Калба-Наримського гранітоїдного масиву в Східному Казахстані, Мурунського лужного масиву на південно-західній окраїні Алданського щита (р. Даван) та Хібіногорського лужного масиву на Кольському півострові. Ця колекція характеризує блокову зону пегматитів “чистої лінії”. Зруденіння представлене такими промислово цінними мінералами, як каситерит SnO_2 , сподумен $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, евкрипит $\text{LiAl}[\text{SiO}_4]$, лепідоліт $\text{K}(\text{Li}, \text{Al})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$, берил $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, евідиміт $\text{NaBe}[\text{Si}_3\text{O}_7](\text{OH})$, полуцит $\text{Cs}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \times \text{H}_2\text{O}$, танталіт $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Ta}_2\text{O}_6$, водженіт (Sn-танталіт), турмалін (шерл). Їхні кристали зазвичай крупні, ідіоморфні, приурочені до зальбандів кварцових відособлень і ділянок альбітизації і грейзенізації кварц-польовошпатових пегматитів. Утворення цих мінералів пов'язане з процесами метасоматозу в гранітних пегматитах із розвитком кварц-жильбертитових, жильбертит-альбітових, сподумен-альбітових асоціацій. Ці родовища належать до формації рідкіснометалевих пегматитів.

Поодинокі штуфи руд польовошпат-берил-кварцової і молібденіт-вольфраміт-берил-кварцової асоціацій серед грейзенізованих гранітів з родовищ Акчатау, Караоба, Джанет у Центральному Казахстані, а також мусковіт-берил-кварцової асоціації та топаз-кварцового грейзену з кристалами берилу по тріщинах із родовищ Спокойненське і Шерловогорське в Східному Забайкаллі належать, вірогідно, до екзотичної вольфраміт-



Фото 14. Фестончасто-витягнуті тонкосмугасті виділення золотоносного кварцу II-генерації, що пересічені прожилком післяпродуктивного дрібнотичкуватого кварцу III-генерації (родовище Тасеївське, Східне Забайкалля).

, до неї треба віднести також захоплива колекційна група середньо- і дрібнозернисті, гоподібних виділень бериліс- $\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2$ і лейкофану $(\text{Na}, \text{Ca})_2\text{Si}_2\text{O}_7$ рит-кальцитових прожилків з

Чи не найпривабливішу колекційну групу експозиції становлять рідкіснометалеві руди Центрального Приазов'я, які виділено у формацію берилієносних лужних (польовошпатових) метасоматитів. Промислові концентрації Be пов'язані, головню, з рідкісним мінералом – гентгельвіном $\text{Zn}_4[(\text{BeSiO}_4)_3]\text{S}$. Гентгельвінові руди характеризуються високою якістю за вмістом Be і добре збагачувані, відтак за цими показниками перевершують усі відомі промислові типи руд берилію. Колекція містить крупні гніздоподібні виділення безбарвного прозорого гентгельвіну, подекуди з міларитом $\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]$, фенакітом, флюоритом, каситеритом і галенітом у гнейсоподібно-смугастих кварц-польовошпатових, альбіт-калішпатових (мікроклін, амазоніт) лужних метасоматитах, які генетично пов'язані із рідкіснометалевими гранітами і пегматитами.

Експозиції № 13 і 14

завершують ознайомлення з групою металевих корисних копалин і викликають чи не найбільше зацікавлення серед відвідувачів, адже вони ілюструють класичні (генотипні) золоторудні родовища. Левову частку кам'яного матеріалу зібрав під час експедиційних науково-дослідних робіт професор Ю. В. Ляхов, який є одним з найкращих знавців золоторудних родовищ різних генетичних типів і рудних формацій.



Фото 15. Пошарово-прожилкові виділення кварц-піритового складу з крупними метакристами у вузлах-потовщеннях (родовище Сухий Лог, Східний Сибір).

Експозиція № 13 ілюструє особливості геологічної будови і речовинного складу Балеїського та Тасеївського золоторудних родовищ у Східному Забайкаллі. Це типові низькотемпературні гідротермальні родовища золото-адуляр-кварцової (“юної золото-сріб-ної”) формації.

Балеїське золоторудне поле з Балеїським та Тасеївським родовищами знаходиться в межах області завершеної складчастості, активізованої в пізній крейді. Родовища локалізовані в межах грабену ранньокрейдового віку, обмеженого розломами. Фундаментом грабену є палеозойські гранітоїди, які в південній і західній частині перекриті вулканогенними породами. Середній вміст золота на цих родовищах 5–7 г/т, на багатих ділянках – до 12 г/т, підраховано запаси – близько 5 млн унцій металу (унція – 31,35 г).

Рудні штуфи Балеїського родовища представлені здебільшого карбонат-кварцовою і кварцовою золотоносними асоціаціями, які ілюструють різні типи руд. Типовими для цього родовища є тонкосмугасті агрегати дрібнозернистого золотоносного кварцу. Чимало експонатів характеризує температуру та стадійність формування продуктивної мінералізації. На прикладі карбонат-кварцової золотоносної асоціації визначено температуру її формування – 290–225 °С.

Руди Тасеївського родовища мають, головню, тонкосмугасту текстуру з дрібнозернистими виділеннями золотоносного кварцу (фото 14). Окремі взірці ілюструють фрагменти жил симетрично-смугастої будови, ділянки штокверкового зруденіння і зони брекчіювання.

Нижня полиця золоторудної експозиції відображає речовинний склад родовища золота Сухий Лог в Іркутській області Росії, яке містить близько 2,7 тис. т золота. Родовище унікальне з огляду на локалізацію зруденіння, яке наявне у вигляді золото-сульфідної асоціації у вуглефікованих товщах (чорних глинистих сланцях). Для руд



Фото 16. Смуриста будова золотоносної жили, що складена мінералами кварц-піритової (I), кварц-арсенопіритової (II), сфалерит-галенітової (III) та кварц-сульфоантимонітової (IV) асоціацій (родовище Дарасун, Східне Забайкалля).

цього родовища характерні пошарово-прожилкові виділення золото-кварц-сульфідної мінералізації так званої чорносланцевої формації (фото 15).

Тут також представлено штуфи з золоторудних родовищ Ірокінда (Північна Бурятія) та Ітака (Східне Забайкалля) у Росії.

Експозиція № 14 ілюструє особливості речовинного складу Дарасунського золоторудного родовища (Південно-Західне Забайкалля). Родовище є складовою Дарасунського

рудного поясу – зони пізньоярсько-крейдової тектономагматичної активізації палеозойської складчастої області – та є типовим представником золото-кварцової формації середніх глибин з середнім вмістом золота до 11,3 г/т, запаси – 3,2 млн унцій металу.

Взірці руд з цього родовища мають, головню, кварц-сульфідний склад, зокрема, характерні кварц-пірит-арсенопірит, арсенопірит-анкерит-кварц, кварц-сульфоантимоніт, сфалерит-галеніт, кварц-турмалін, бляклорудні мінеральні асоціації (фото 16). Представлені штуфи блискуче відтворюють головню симетричну смугасто-крустифікаційну будову жил. Заслуговує на уваги великий фрагмент золотоносної жили № 3 із горизонту 435 м завдовжки близько 1 м, яка складена кварц-піритовою, кварц-арсенопіритовою, арсенопірит-карбонатною мінеральними асоціаціями стадії формування ранніх сульфідів. На нижній полиці експозиції наявні чудові зразки брекчіюваних гідротермально-змінених порід, які зцементовані золото-кварц-сульфідною асоціацією.

Тут також знаходяться взірці із золоторудного родовища Майське (Середнє Побужжя, Україна), яке є представником метаморфогенно-гідротермального генетичного класу зруденіння. За матеріалами досліджень учених геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка, зокрема, професорів О. Б. Боброва, Ю. В. Ляхова, М. М. Павлуна, А. О. Сіворонова, родовище зачислено до нового і раніше невідомого рудно-формаційного типу – біотит-кварц-олігоклазових метасоматитів.

Музей рудних формацій повсякчас перебуває в стані “реорганізації” з пошуку нових шляхів для розвитку й удосконалення навчальної, дидактичної, науково-дослідної та просвітницько-екскурсійної діяльності. Головними завданнями музею на найближче десятиліття – повна інвентаризація музейних фондів, їхнє збереження як національної спадщини, поповнення колекції рудними штуфами з новітніх і нетрадиційних для України родовищ самородної міді, самородного золота, хромітових і поліметалевих руд, руд рідкісних і рідкісноземельних металів, алмазної сировини, створення електронного каталогу взірців, збір інформації про науковців, які свого часу долучилися до створення музею рудних формацій. Кожен рік музейні експозиції поповнюються все новими неординарними взірцями. Уся ця системна праця в музеї в інтегрованому вигляді – це збереження фондів як унікальної науково-культурної спадщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закриті фонди музею рудних формацій – цінність та унікальність експозицій / М. Павлунь, Л. Сливко, О. Гайовський [та ін.] // Фундаментальне значення і прикладна роль геологічної освіти і науки: Міжнар. наук. конф., присвячена 70-річчю геол. ф-ту Львів. нац. ун-ту імені Івана Франка: матеріали. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – С. 167–170.
2. Лазько С. М. Ендогенні рудні формації / Є.М. Лазько. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 121 с.
3. Павлунь М. Музей рудних формацій – важлива наукова і навчально-дидактична складова якісної підготовки фахівців-геологів / М. Павлунь // Мінералогія: сьогодення і майбуття : 8 наук. читання імені акад. Є. Лазаренка [присвячено 150-річчю заснування каф. мінералогії у Львів. ун-ті] : матеріали. – Львів–Чинадієве : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – С. 179–181.

Стаття: надійшла до редакції 18.10.2017
прийнята до друку 27.12.2017

MUSEUM OF EARTH FORMATIONS OF GEOLOGICAL FACULTY IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV EVERY FORMATICS OF METAL USEFUL COPALINE

**M. Pavlun, O. Gayovsky, L. Sliwko, S. Tsikhon
O. Shvaevsky, T. Reva**

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevsky Str., 4, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: ogayovskyi@gmail.com*

The article contains information on the history of the museum of ore formations of the Geological Faculty. The main exhibits of the museum are described. The example of individual samples describes the main ore formations of metallic minerals.

Key words: ore formation, ore, collection, deposit.