

DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.291805>

УДК 553.4:622.3(477)

E-mail:

alla_vas@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2560-660X>

ПОКЛАДИ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ У МЕЖАХ КАПІТАНІВСЬКОГО МАСИВУ (ПОБУЗЬКИЙ РУДНИЙ РАЙОН)

DEPOSITS OF CRITICAL MINERAL RAW MATERIALS WITHIN THE BOUNDARIES OF THE KAPITANIVSKY MASSIVE (POBUZKY ORE DISTRICT)

А. П. Василенко
Alla P. Vasylenko

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str.,
Kyiv, Ukraine 01601

У процесі виконання досліджень було проведено аналіз рудоносності Капітанівського дуніт-гарцбургітового масиву. Вивчений об'єкт класифікується як комплексне родовище критичної мінеральної сировини. Визначено, що крім уже відомого кобальт-нікелевого зруденіння у площових корах вивітрювання та покладів хромітових руд у корінних породах, важливою складовою є хром-нікель-кобальтові руди у лінійних корах вивітрювання, магнезіальні руди в аподунітових і апоперидотитових серпентинітах та наявність елементів групи платини. Обґрунтовано магматичний, метаморфічний, гідротермальний та гіпергенний етапи рудоутворення. Подальше комплексне вивчення всіх типів руд дуніт-гарцбургітових і габро-перидотитових масивів дасть змогу значно розширити перспективи Побузького рудного району на наявність покладів критичної сировини: нікелю, кобальту, магнію, платини та ін.

Keywords: критична сировина, кобальт-нікелеві та магнезіальні руди, Капітанівське родовище.

Ключові слова: critical raw materials, cobalt-nickel and magnezium ores, Kapitanivske deposit.

In the course of the study, the ore content of the Kapitanivsky dunite-harzburgite massif was analyzed. The studied object is classified as a complex deposit of critical mineral raw materials. It is determined that, in addition to the already known cobalt-nickel mineralization in the area weathering crusts and chromite ore deposits in the bedrock, an important component is chromium-nickel-cobalt ores in linear weathering crusts, magnezian ores in apodunite and apoperidotite serpentinites and the presence of platinum group elements. The magmatic, metamorphic, hydrothermal and hypergene stages of ore formation are substantiated. Further comprehensive study of all types of ores of dunite-harzburgite and gabbro-peridotite massifs will significantly expand the prospects of the Pobuzhsky ore district for the presence of deposits of critical raw materials: nickel, cobalt, magnezium, platinum, etc.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Цитування: Василенко А. П. Поклади критичної мінеральної сировини у межах Капітанівського масиву (Побузький рудний район). Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2025. Том 18. Вип. 1. С. 3–13. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.291805>.

Citation: Vasylenko A. P., 2025. Deposits of critical mineral raw materials within the boundaries of the Kapitanivsky Massive (Pobuzky Ore District). Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 18. Iss. 1. Pp. 3–13. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.291805>.

ВСТУП

До критичної належить мінеральна сировина, яка має конкретне, специфічне застосування у промисловості (в тому числі у високотехнологічних і стратегічних галузях) і для якої на сучасному рівні розвитку технологій не існує заміни, а в її постачанні домінують один або кілька виробників. Інакше кажучи, ці корисні копалини є економічно важливими, а стабільність їх постачання характеризується високим ступенем ризику (Шехунова, 2023).

Стратегія щодо критичної мінеральної сировини (critical mineral strategy) у розвинених країнах світу є основою урядової політики й плану дій для сектору критичних корисних копалин. Деякі країни, наприклад члени Європейського Союзу, розробляють спільну стратегію й затверджують спільні переліки критичних корисних копалин. За даними на 2025 рік цей перелік включає 34 елементи (наприклад, Шехунова, 2023).

СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Якщо проаналізувати дані Державного балансу запасів корисних копалин і наявних їх проявів в Україні та порівняти ці дані з переліком критичної сировини для Європейського Союзу (наприклад, Шехунова, 2023 та ін.), то можна стверджувати про наявність певного ресурсного потенціалу нашої держави, що дає змогу налагодити видобуток і постачання переважної більшості визначених елементів. Особливої уваги заслуговують поклади кольорових металів, зокрема кобальту і нікелю в корах вивітрювання серпентинізованих ультрамафітів Побузького рудного району та Середньопридніпровського мегаблока УЩ. Ці елементи (разом з літієм, міддю і рідкісноземельними елементами) мають важливе значення для розробки акумуляторів для електромобілів, а також виробництва сонячних батарей та вітряків, які дуже важливі у зв'язку з переходом на «чисту енергію».

У межах Побузького рудного району знаходяться шість родовищ комплексних гіпергенних кобальт-нікелевих руд (Капітанівське, Тернуватське, Деренюхинське, Липовеньківське, Грушківське та Західнолащівське), які відповідають однойменним масивам. Ці родовища силікатного нікелю за запасами належать до великих, а їх руди за вмістом нікелю — до бідних. Що стосується окремо кобальту, то його балансові запаси в комплексних рудах становлять 9,85 тис. т, позабалансові — 8 тис. т. Від 2001 по 2011 р. ТОВ

«Побузький феронікелевий комбінат» розробляв ділянки «Західна» та «Шкільна» Липовеньківського родовища. Кобальт із сирової руди вилучався разом з нікелем у вигляді феронікелю. Проте з феронікелю не вилучався і за наявної технології весь втрачався — розсіювався у виплавленій сталі, сплавах, а також залишався у техногенних відходах (Рудько, Бала, 2021).

В останні роки деякі з вище названих родовищ, розглядали як об'єкти магnezіальних руд в аподунітових серпентинітах, що є важливим джерелом виготовлення металевого магнію та вогнетривів (Лепігов, Василенко, 2002; Яцун, 2007; Бочевар, 2011). Під час розвідувальних робіт у межах Капітанівського та Тернуватського масивів також були встановлені елементи групи платини (Фомін, Каневський, 1974; Поповченко, Горностаєв, 2001; Корнієнко, 2007).

МЕТА РОБОТИ

Провести аналіз рудоносності Капітанівського дуніт-гарцбургітового масиву. Обґрунтувати та підтвердити етапи рудоутворення. На прикладі Капітанівського родовища визначити перспективи Побузького рудного району на наявність комплексних покладів критичної сировини.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для вирішення поставлених завдань використовувались такі методи: комплексне геологічне, петрографічне і мінералогічне вивчення Капітанівського дуніт-гарцбургітового масиву та пов'язаної з ним мінералізації (документація керна свердловин, побудова геологічної карти та геологічного розрізу, мінералого-петрографічних досліджень порід, зокрема у шліфах).

ХАРАКТЕРИСТИКА РУДОНОСНОСТІ КАПІТАНІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Побузький рудний район розміщується в межах Голованівського тектонічного блока, який є складовою частиною Дністровсько-Бузького мегаблоку Українського щита (за Тектонічна..., 2007) (рис. 1).

Геологічна будова Побузького рудного району є триярусною, тобто характеризується наявністю четвертинного покривного і складчастого комплексів. Складчастий комплекс представлений асоціацією метаморфічних, ультраметаморфічних, магматичних і метасоматичних утворень докембрійського кристалічного фундаменту. На більшій частині поверхні фундаменту розвинута кора вивітрювання. Осадовий чохол району ут-

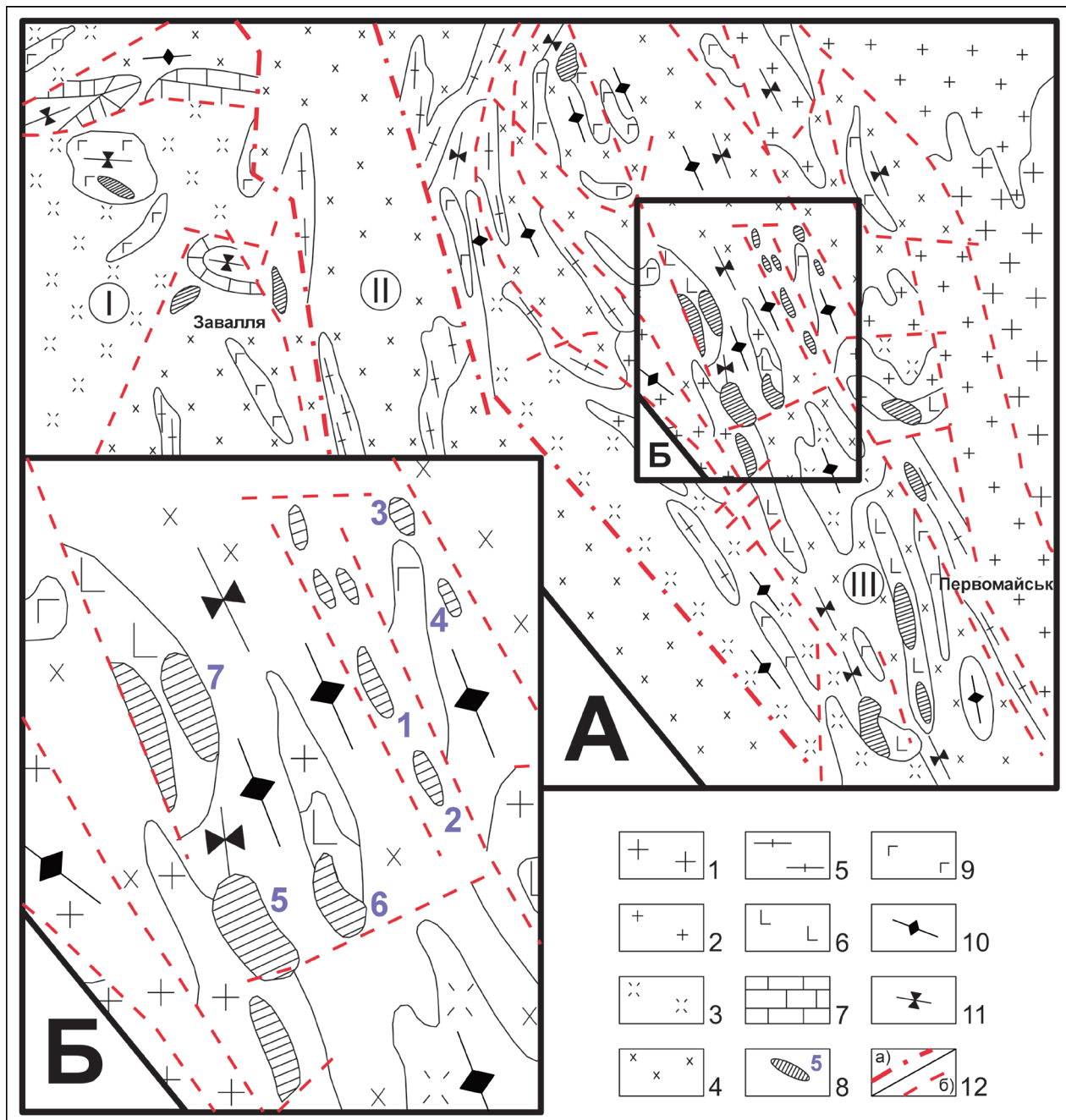


Рис. 1. Схематична геологоструктурна карта докембрію Побузького рудного району (з використанням матеріалів О. Б. Фоміна, 1979).

Умовні позначення: 1 – граніти кіровоградсько-житомирського комплексу; 2 – апліто-пегматоїдні граніти; 3 – чарнокіти; 4 – мігматити подільського комплексу; 5 – гнейси бузької серії; 6 – основні породи габро-перидотитової формації; 7 – кальцифіри бузької серії; 8 – ультраосновні породи габро-перидотитової та дуніт – гарцбургітової формації; 9 – кристалосланці бузької серії; 10 – вісі антиклінальних структур; 11 – вісі синклінальних структур; 12 – тектонічні порушення: а – розділяють регіональні структури (I–Хашувато-Завалівський синклінорій; II–Синицівська структура; III – Первомайсько-Голованівський синклінорій); б – локальні розломи; дуніт-гарцбургітові масиви: 1 – Капітанівський; 2 – Заводський; 3 – Пушківський; 4 – Первомайський; габро-перидотитові масиви: 5 – Тернуватський; 6 – Деренюхінський; 7 – Демов'ярський.

Fig. 1. Schematic geological and structural map of the Precambrian of the Pobuzsky ore region (using materials from Fomin O. B., 1979).

Symbol: 1 – granites of the Kirovohrad-Zhytomyr complex; 2 – aplite-pegmatoid granites; 3 – charnockites; 4 – migmatites of the Podilsky complex; 5 – gneisses of the Buzky series; 6 – basic rocks of the gabbro-peridotite formation; 7 – calcifirites of the Buzky series; 8 – ultrabasic rocks of the gabbro-peridotite and dunite – garnetiferous formation; 9 – crystalline schists of the Buzky series; 10 – axes of anticlinal structures; 11 – axes of synclinal structures; 12 – tectonic disturbances: a – divide regional structures (I–Khashuvato-Zavalyivsky syncline; II–Synyivsky structure; III – Prymayskyo-Holovanivsky syncline); b – local faults; dunite-garnetiferous masses: 1 – Kapitanivsky; 2 – Zavodsky; 3 – Pushkivsky; 4 – Prymaysky; gabbro-peridotite masses: 5 – Ternuvatky; 6 – Derenyukhinsky; 7 – Demov'arsky.

formation; 7 – calcifers of the Buzky series; 8 – ultrabasic rocks of the gabbro-peridotite and dunite-harzburgite formations; 9 – crystal schists of the Buzky series; 10 – axes of anticlinal structures; 11 – axes of synclinal structures; 12 – tectonic faults: a) separate regional structures (I – Khaschuvato-Zavalivsky synclinorium; II – Synytsivsky structure; III – Pervomaisko-Holovanivsky synclinorium); b) local faults; dunite-harzburgite massifs: 1 – Kapitanivsky; 2 – Zavodsky; 3 – Pushkivsky; 4 – Pervomaisky; gabbro-peridotite massifs: 5 – Ternuvatsky; 6 – Derenyukhinsky; 7 – Demovyarsky.

ворений відкладами палеогенової, неогенової і четвертинної систем.

Капітанівське родовище знаходиться в центральній частині Побузького рудного району і відповідає однойменному масиву, який розміщується на східній околиці с. Капітанка (Голованівський район, Кіровоградська обл.). Загальна протяжність родовища – 2400 м, ширина – від 40 до 250 м (в середньому – 120 м).

За падінням масив простежений на глибину до 600 м. Він умовно розділений на Північну, Центральну і Південну ділянки. Масив має в плані подовжено-ліноподібну, пластовидну, майже прямолінійну форму, згідну із вмісними породами – біотит-силіманітовими гнейсами, кальцифірами, мігматитами, пегматоїдними гранітами нижнього протерозою. Основні та ультраосновні породи неоархею масиву представлені породами габро-перидотитової та дуніт-гарцбургітової (гіпербазитової) формацій.

Капітанівський масив є фрагментом ритмічно розшарованого силу порід дуніт-гарцбургітової формації (Лепігов, Василенко, 1996). Найкраще це видно при вивченні Центральної ділянки масиву де простежуються два макроритми (потужність до 150 м). Нижня частина розрізу кожного ритму представлена переважно світло-зеленими аподунітовими серпентинітами, а верхня – темно-сірими піроксеновмісними серпентинітами (апогарцбургітами) і піроксенітами Верхня крайова зона складена піроксенітами, амфіболітами, польовошпатовими породами з підпорядкованими прошарками серпентинітів. На всій площі масиву розвинута лінійно-площинна кора вивітрювання. Її максимальна потужність приурочена до аподунітових різновидів (рис. 2, 3).

«Кишені» лінійної кори вивітрювання з'єднуються за простяганням у ровоподібну зону, яка утворює єдиний рудний поклад, що простежується вздовж південно-східного борту Центральної ділянки Капітанівського масиву. Довжина рудного покладу – 515 м, ширина – в межах 20–70 м, глибина кишень досягає 210 м. Мінерали, що вміщують нікель і кобальт, – нонтроніт, ферогалуазит, джеферизит, гідрогетит, охри. Спостерігається:

вкрапленість хромшпінелідів (хромпікотиту), а також інтервали до 20 м рихлих хромітів.

Розподіл рудоносних порід у «кишенях» нерівномірний. Руди комплексні хромнікелеві. Середній вміст основних компонентів, %: нікель – 0,82; кобальт – 0,05; хром – 9,53.

Найбільш поширені серед різновидів порід Капітанівського масиву аподунітові серпентиніти (табл. 1.). За зовнішнім виглядом вони різноманітні, мають зеленувате з різними відтінками забарвлення, рідко плямисті і характеризуються наявністю серпентинітових структур – листоподібною, петельчастою, сітчастою, волокнистою та іншими, так і реліктових – пан- і гіпідіоморфнозернистою. Мінеральний склад порід: релікти олівіну і піроксенів, шпінель, серпентин (антигорит, хризотил, лзардит, серпофіт, бастит), актиноліт, хлорит, тальк, флогопіт, карбонати і брусит. Особливістю серпентинітів є наявність амфіболу (актиноліту), вміст якого досягає 10%. Рудні мінерали представлені хромітом, магнетитом, піритом, піротином, халькопіритом, пентландитом, мілеритом і герсдорфітом.

Подальші дослідження рудоносності Капітанівського масиву (Лепігов, Василенко, 1996; Сьомка та ін., 2006; Бочевар, 2011), а також проведення серії робіт Правобережною експедицією (Українська геологічна компанія) на пошуки хромітових руд і золота показало, що це – промисловий об'єкт з декількома видами корисних копалин, які відрізняються один від одного за практичним застосуванням в економіці, тобто дане родовище є комплексним. Поклади нікель-кобальтових і хром-нікелевих руд примикають по латералі до прояву золота в корі вивітрювання, а на глибині простежуються хромітові та магнезійні руди в серпентинітах і золото в скарнах (Лепігов, Василенко, 2001; 2006).

Магнезійні руди, поряд з нікелем і кобальтом, також належать до переліку критичної сировини. Руди представлені аподунітовими серпентинітами, що формують рудні тіла завдовжки 415–780 м. Потужність шару аподунітових серпентинітів на Центральної та Північній ділянках масиву – 35–52 м. Середній вміст MgO у різних частинах масиву коливається в межах 40,18–31,04% (табл. 1).

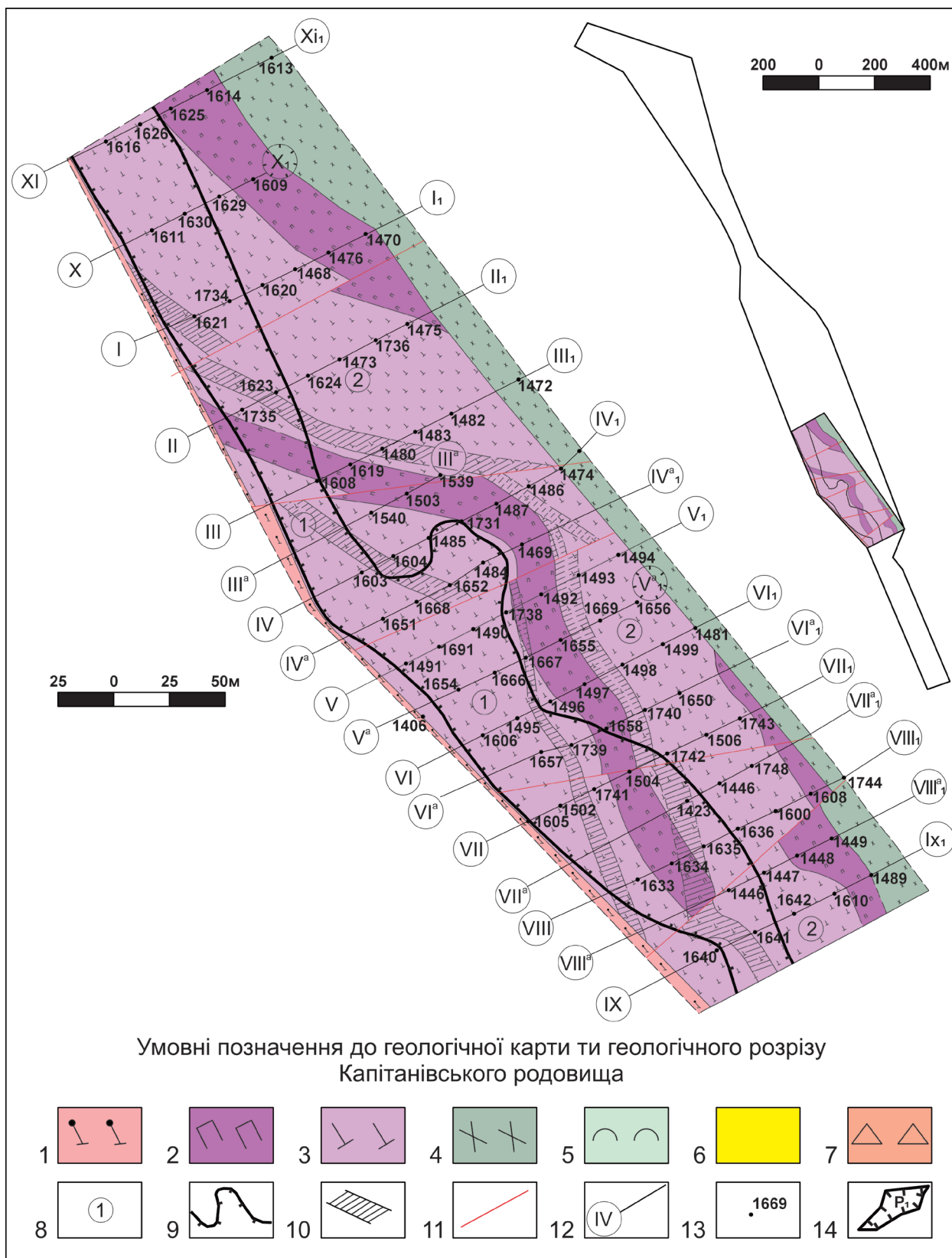


Рис. 2. Геологічна карта Капітанівського масиву (Центральна ділянка), з використанням матеріалів Г. Д. Лепігов (1995)

Умовні позначення: 1 — кордієрит-силіманіт-біотитові гнейси (вміщуючі породи); 2 — піроксеновмісні серпентиніти, піроксеніти (апогарцбургітові шари); 3 — серпентиніти з лінками хромітів (аподунітові шари); 4 — породи верхньої крайової зони (піроксеніти, амфіболіти, польвошпатові породи); 5 — кора вивітрювання

кристалічних порід (тільки для розрізу); 6 — породи осадової товщі (тільки для розрізу); 7 — зона дезінтеграції корінних порід (тільки для розрізу); 8 — номери ритмів розшарованої серії; 9 — границя зони розповсюдження лінійної кори вивітрювання; 10 — рудні тіла хромітових руд в корінних породах; 11 — розривні порушення; 12 — лінії геологічних розрізів; 13 — свердловини, пробурені в різні роки під час проведення пошукових і розвідувальних робіт на силікатні нікель-кобальтові та хромітові руди; 14 — контур підрахунку перспективних ресурсів (категорія P_1) комплексних Cr x Ni x Co руд в лінійних корах вивітрювання (тільки для розрізу).

Fig. 2. Geological map of the Kapitanivsky massif (Central section), based on materials from G. D. Lepigov (1995). Symbol (to the map and geological section): 1 — cordierite-sillimanite-biotite gneisses (host rocks); 2 — pyroxene-containing serpentinites, pyroxenites (apoharzburgite layers); 3 — serpentinites with chromite lenses (apodunit layers); 4 — rocks of the upper marginal zone (pyroxenites, amphibolites, feldspar rocks); 5 — weathering crust of crystalline rocks (only for section); 6 — rocks of the sedimentary layer (only for section); 7 — disintegration zone of bedrock rocks (only for section); 8 — rhythm numbers of the layered series; 9 — boundary of the linear weathering crust distribution zone; 10 — ore bodies of chromite ores in bedrock; 11 — discontinuous faults; 12 — lines of geological sections; 13 — wells drilled in different years during prospecting and exploration work for silicate nickel-cobalt and chromite ores; 14 — contour of calculation of prospective resources (category P_1) of complex Cr x Ni x Co ores in linear weathering crusts (only for section).

Вміст інших компонентів: CaO — 0,6–3,75%, Fe_2O_3 + FeO — 7,74–10,54, Al_2O_3 — 1,21–2,76%, NiO — 0,18–0,33%, Cr_2O_3 — 1,61–2,52%.

Магнієві руди містять низку мінералів гідротермальної стадії, зокрема самородне золото і платиноїди. Концентрації золота в окремих інтервалах серпентинітів Північнокапітанівської ділянки масиву досягають 7 г/т (максимум встановлений у штуфній пробі — 75 г/т). У серпентинітах постійно наявні дрібні лінзи і прошарки хромітитів (у середньому 10% від загальної маси породи) (Лепігов, Василенко, 1996).

У ході детальної розвідки хромітових руд на Капітанівському масиві паралельно проводилися роботи щодо вивчення його платиноносності. Було відібрано близько 1500 проб із 18 свердловин. У результаті цих досліджень виявлено майже 200 аномалій платини з вмістом 0,02–1,00 і паладію 0,01–1,76 г/т. Найчастіше аномалії тяжіють до хромітових руд, рідше — до зон скарнування та гранатових метасоматитів, що підстилають ультрабазити (Корнієнко, 2007).

Тематичними дослідженнями співробітників Дніпропетровської гірничої академії в пробах Капітанського і Липовеньківського родовищ за допомогою методів електронної мікроскопії і мікрозондового аналізу виявлено мікроскопічні виділення самородної платини, залістистої платини, ізофероплатини, іридосміну та неідентифіковані кристалічні фази елементів платинової групи, а також паладістого золота, андуоїту, ірарситу, лауриту, руарситу, спериліту, стибіопаладиніту (Поповченко, Горностаєв, 2001). Серед указаних мінералів більш поширеними є мінерали Ru, Ir, Os, рідше Rh, ніж мінерали Pt і Pd. Ці всі мінера-

ли виявлені у ділянках хромітової мінералізації, найчастіше саме у хромітах.

На жаль, на сьогодні в Україні відсутня лабораторна база для подальшого якісного вивчення платинового зруденіння та інших металів платинової групи.

Завдяки аналізу речовинного складу, структурно-текстурних особливостей зруденіння, взаємовідношень між рудними мінералами визначено магматичний, метаморфічний, гідротермальний та гіпергенний етапи рудоутворення, які послідовно змінювали один одного.

На **магматичному етапі** формувались хромітові руди і платиноїди. Рудні тіла мають лінзо- і жиліподібну форми. Їх довжина сягає 1200 м, потужність — 18,5 м, вони згідно залягають із вмісними породами.

Подальші **метаморфічні зміни** привели до серпентинізації базит-ультрабазитів і формування магнієвих руд. Вони представлені серпентиною та Fe-Cr шпінель-магнетитовою мінеральними асоціаціями. Магнієві руди масивів представлені рудними тілами видовженої лінзоподібної форми завдовжки від 100 до 1000 м і більше, потужністю від 20–60 до 600 м, які складені аподунітовими серпентинітами. Залягання руд із вмісними породами згідне. Пошуковими свердловинами серпентиніти простежені на глибину до 300–700 м. Мінеральний склад магнієвих руд: хризотил (переважає), лїзардит, серпофіт, бастит, шпінель, карбонати. Рудні мінерали постійно наявні в серпентинітах і представлені магнетитом, хромшпінелідами, сульфїдами, самородним золотом, платиноїдами. За результатами статистичних

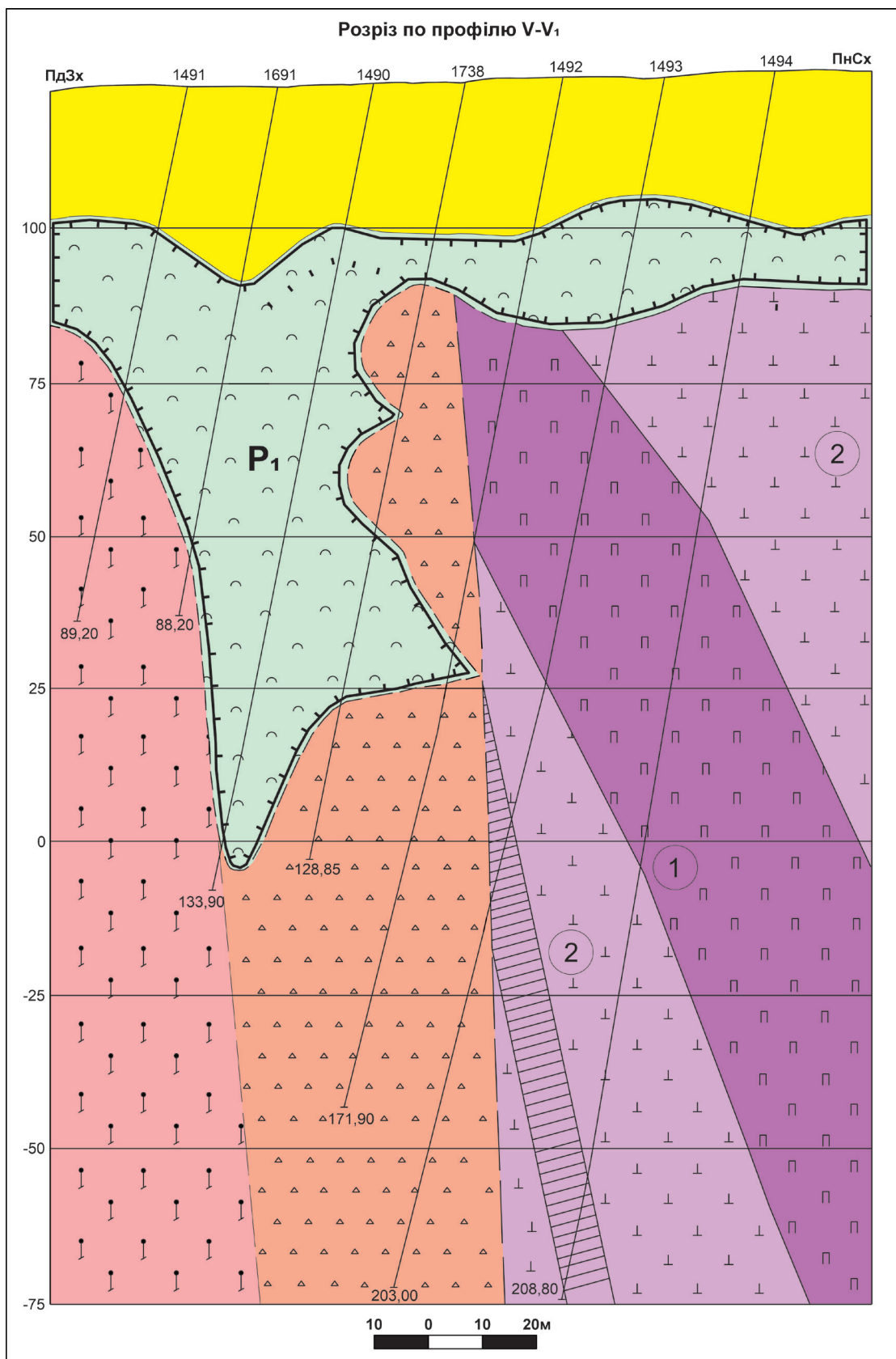


Рис. 3. Геологічний розріз по лінії V–V₁ (умовні позначення див. на рис. 2), з використанням матеріалів Г. Д. Лепігов, 1995.

Fig. 3. Geological section along the line V–V₁ based on materials from G. D. Lepigov (1995) (see Fig. 2 for symbols).

Таблиця 1. Хімічний склад аподунітових серпентинітів Капітанівського ультрабазитового масиву, %, за масою (за даними ДП «Українська геологічна компанія»).

Table 1. Chemical composition of apodunite serpentinites of the Kapitanivka ultrabasic massif, wt. % (according to the data of the Ukrainian Geological Company).

Оксид	Номер свердловини																
	1473	1475	1602	1624	1735	1744	1745	1745	1745	1745	1745	1745	1745	1745	1602	1602	1699
	110,2	158,9	202,2	110,2	71,2	251,2	235,2	240,2	240,2	77,2	203,2	203,4	65-67	170,5	174,2		
SiO ₃	31,56	32,75	35,91	33,9	34,16	37,2	39,11	34,38	34,45	33,59	33,93	33,93	36,19	35,55			
Al ₂ O ₄	1,19	1,62	1,05	1,35	3,87	1,74	4,1	3,88	3,39	1,86	1,96	1,96	1,88	1,77			
Fe ₂ O ₄	5,72	8,3	4,7	4,87	2,78	2,82	3,8	6,48	5,97	7,37	7,29	7,29	5,01	4,85			
FeO	1,62	2,3	2,42	1,96	2,68	4,63	4,82	3,18	3,43	4,03	4,23	4,23	3,58	3,64			
TiO ₃	—	—	—	0,14	0,1	—	—	—	—	—	0,09	0,09	—	—			
MnO	0,08	0,1	0,12	0,11	0,15	0,15	0,2	0,1	0,12	0,15	0,08	0,08	0,08	0,18			
CaO	0,6	1,21	3,01	3,4	4,07	1,12	3,54	1,37	1,02	0,81	0,44	0,44	2,18	0,71			
MgO	40,18	35,35	35,19	35,84	33,47	36,27	31,04	33,71	33,79	35,29	36,31	36,31	35,15	37,18			
P ₂ O ₆	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	—	—	—	—	—			
SO ₄	0,48	0,36	0,6	0,51	0,78	—	—	0,49	0,59	—	—	—	—	—			
K ₂ O+Na ₂ O	0,23	0,07	0,15	0,1	0,18	0,12	—	0,05	0,34	0,47	1,09	1,09	0,3	0,41			
Cr ₂ O ₄	1,6	2,11	1,29	2,24	2,28	0,4	0,59	2,27	2	0,62	0,4	0,4	0,93	1,44			
NiO	0,28	—	0,29	0,04	0,26	0,18	0,2	0,26	0,18	0,3	0,3	0,3	0,23	0,21			
CoO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01			
H ₂ O	1,22	1,69	0,84	0,75	0,63	1,03	1,3	1,12	1,74	1,84	1,47	1,47	1,67	1,63			
Впл	15,22	14,11	14,39	14,77	14,56	14,32	11,29	12,69	12,95	13,66	12,41	12,41	12,78	12,43			
Сума	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			

Глибина, м

розрахунків середній вміст MgO Капітанівського масиву становить 34,64%.

Під час **гідротермального етапу** в базит-ультрабазитових масивах Капітанівського масиву утворювалась сульфідна мінералізація, представлена арсенопірит-герсдорфітовою, пірит-мілеритовою і віоларит-марказитовою мінеральною асоціаціями. Вони спорадично простежуються в хромітових рудах. Вкраплена, рідше прожилково-вкраплена сульфідна мінералізація поширена зазвичай в серпентинітах, перидотитах і піроксенітах. Потужність сульфідних зон змінюється від 0,7 до 10 м. Сульфіди масивів — переважно піротин, рідше трапляються пірит і халькопірит, мілерит, пентландит, сфалерит, молібденіт, віоларит, галеніт, хізлевудит, арсенопірит, герсдорфіт, маухерит, нікелін. Вміст сульфідів у породах змінюється від 1–5 до 10%.

Заключний етап розвитку досліджуваних масивів — **гіпергенний**, проявився переважно в їх верхній частині під впливом екзогенних чинників з утворенням силікатних нікель-кобальтових руд. Під час цього етапу сформувались асоціації тонкодисперсних мінералів (нонtronіт, гарнієрит, ферігалуазит, нікелеві хлорити, нікельвмісні охри і псиломелани). Руди силікатного нікелю та кобальту утворюють лінзо- і кишенеподібні тіла завдовжки 500–600 м, потужністю 5–20 м. Їх головним породоутворювальним мінералом є нонtronіт, а крім нього наявні бейделіт, монтморилоніт, хлорити (пенін і клінохлор), джеферезит, вермикуліт, чи гідроксиди та реліктові хризотил, антигорит, магнетит, хроміт.

За даними Держбалансу станом на 01.01.2024 запаси кобальтово-нікельових силікатних руд Капітанівського родовища складають за категоріями В + С₁ – 1574,0 тис. т (у тому числі кобальту — 577,0 т); позабалансові запаси — 1494,0 тис. т (у тому числі кобальту — 342,0 т).

Перспективні ресурси категорії Р₁ комплексних хром-нікель-кобальтових руд у лінійних корах вивітрювання становлять 2462,0 тис. т (у тому числі кобальту 1230,0 т). Перспективні ресурси категорії Р₁ магnezійних руд в аподунітових серпентинітах становлять 113286,0 тис. т (Наукова рада з прогнозування, протокол № 2 від 20.03.1996).

У центральній частині Побузького рудного району знаходиться також **Тернуватський масив**. У корі вивітрювання Північної та Центральної ділянок у 1956 р. були розвідані руди силікатного нікелю (середній вміст нікелю — 0,91%, кобаль-

ту — 0,046%). За запасами об'єкт відповідає середньому родовищу.

Пізніше у слабосерпентинізованих дунітах цього масиву були виявлені прояви платини та паладію. Елементи платинової групи (ЕПГ) розміщуються тут у формі ізоморфної домішки в олівіні і хромшпінелідах, а в разі серпентинізації частково переходить у кристалічну ґратку серпентину. Деяка частина ЕПГ після вивільнення може перебувати в іонно-адсорбованому стані. Це дає можливість відкриття грамових концентрацій ЕПГ у самородній формі (Каневський, Фомін, Древін, 1968; Фомін, Каневський, 1974).

Крім силікатних нікель-кобальтових руд високомагnezіальні серпентиніти Тернуватського родовища розглядалися як сировина для виготовлення форстеритових вогнетривів та як комплексні руди для вилучення металевого магнію із супутніми нікелем. Перспективні ресурси магnezіальних руд категорії Р₂ оцінено до глибини 100 м, вони становлять 390 млн т (Лепігов, Василенко, 2002; Яцун, 2007).

Подібні високомагnezіальні серпентиніти залягають також у межах **Деренюхинського серпентинітового масиву**. Площа масиву відповідає однойменному родовищу силікатних нікель-кобальтових руд і розміщується за 15 км на схід від Тернуватського масиву. Порівняння результатів хімічного аналізу підтвердило подібність складу серпентинітів цих двох масивів (Фомін, 1979). Запаси магnezіальних руд у північній частині Деренюхинського масиву підраховано за категорією С₁ і становлять 24 млн т (до глибини 100 м) (Лепігов, Василенко, 2002).

ВИСНОВКИ

У 2021 р. Україна та Європейський Союз уклали меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі та відповідну дорожню карту заходів (наприклад, Шехунова, 2023). Меморандум передбачає об'єднані зусилля обох сторін у розвитку зеленої енергетики, нарощування українського виробництва «мінералів майбутнього», збільшення експорту мінеральної сировини. Очікується, що до 2030 р. попит на деякі види критичних корисних копалин (кобальт, нікель, платина, магній та ін.) в Європі зросте у 3 рази.

Проведений аналіз рудоносності Капітанівського масиву засвідчив, що даний об'єкт уперше класифікується як комплексне родовище критичної мінеральної сировини. Для нього характерно кілька видів покладів корисних ко-

палин, які різко відрізняються один від одного за практичним застосуванням в економіці. Крім уже відомого кобальт-нікелевого зруденіння в площових корах вивітрювання та хромітових руд у корінних породах його важливою складовою є хром-нікель-кобальтові руди в лінійних корах вивітрювання, магнезійні руди в аподунітових та апоперидотитових серпентинітах, а також наявність елементів групи платини.

Виконаний аналіз речовинного складу, структурно-текстурних особливостей порід з зруденінням, взаємовідношень між рудними мінералами дало змогу визначити магматичний, метаморфічний, гідротермальний та гіпергенний етапи рудоутворення, які послідовно змінювали один одного. Кожному з цих етапів відповідає певний набір мінеральних асоціацій, які формують послідовність утворення тих чи інших рудних покладів.

Короткий аналіз рудоносності Тернуватського та Деренюхинського родовищ засвідчує, що їх також можна розглядати як комплексні. Вони по-

требують подальшого довивчення, як і решта промислових об'єктів гіпергенних кобальт-нікелевих руд Побузького рудного району, які знаходяться на обліку Держбалансу України. Виділення комплексних родовищ критичної сировини приведе до суттєвого перегляду контурів багатьох рудних об'єктів, ліпшого розуміння закономірностей поширення рудних концентрацій. Разом з тим виникає необхідність по-новому розглянути низку питань з освоєння родовищ: технології переробки руд, екології, економіки.

В останні роки кількість розкритих свердловинами серпентинітових масивів у межах Побузького рудного району значно зросла. Тому подальше вивчення всіх типів руд дасть змогу значно розширити перспективи даної території на наявність покладів критичної сировини: нікелю, кобальту, магнію, платини та ін., а також поглибити співпрацю з Європейським Союзом на рівні розробки спільних проєктів щодо їх промислового оцінювання.

REFERENCES

- Bochevar R. O., 2009. Geological and economic assessment of complex ores of the Kapitanivske ore field: PhD thesis for the degree of Candidate of Geological Sciences: speciality 04.00.19. Kyiv. 20 p. (In Ukrainian).
- Fomin A. B. 1979. Geochemistry of ultrabasites of the southwestern part of the Ukrainian Shield. 228 p. (In Russian).
- Kanevskiy A. Ya., Fomin A. B., Drevin A. Ya. 1968. The first discovery of dunite in the Middle Pobuzhye area. Soviet Geology. No 5. P. 155–163. (In Russian).
- Kornienko P. K. 2007. Exploration of the southern part of Kapitanivske chrome ore deposit and prospecting works in other areas. Report of State enterprise «Ukrainian geological company». (In Ukrainian).
- Lepigov G. D. 1995. Forecast assessment of chromites of the Pobuzhzhia ore district (based on the re-evaluation of reserves of the Kapitanivske deposit). Kyiv: State Geological Enterprise «Sevukrheolohiya». (In Russian).
- Lepigov G. D., Vasylenko A. P. 1996. Kapitanivske deposit of nickel and chromite ores. Mineral resources of Ukraine. No 4. P. 22–23. (In Ukrainian).
- Lepigov G. D., Vasylenko A. P. 2001. Forecast of chromite deposits of the Pobuzky ore district. Mineral resources of Ukraine. No 3. P. 18–19. (In Ukrainian).
- Lepigov G. D., Vasylenko A. P. 2002. Tarnavatske deposit of nickel ores. Mineral resources of Ukraine. No 2. P. 16–17. (In Ukrainian).
- Бочевар Р. О. Геолого-економічна оцінка комплексних руд Капітанівського рудного поля: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.19. К., 2012. 20 с.
- Фомин А. Б. Геохимия ультрабазитов юго-западной части Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1979. 228 с.
- Каневский А. Я., Фомин А. Б., Древин А. Я. Первая находка дунита в районе Среднего Побужья. Советская геология. 1968. № 5. С. 155–163.
- Корнієнко П. К. Розвідка Південної частини Капітанівського родовища хромових руд та пошукові роботи на інших ділянках. Київ: Звіт «Державне підприємство “Українська геологічна компанія”», 2007.
- Лепігов Г. Д. Прогнозна оцінка хромітов Побужського рудного району (на базі переоценки запасов Капітанівського месторождения). К., ГПП «Севукргеология», 1995.
- Лепігов Г. Д., Василенко А. П. Капітанівське родовище нікелевих і хромітових руд. Мінеральні ресурси України. 1996. № 4. С. 22–23.
- Лепігов Г. Д., Василенко А. П. Прогноз хромітових родовищ Побузького рудного району. Мінеральні ресурси України. 2001. № 3. С. 18–19.
- Лепігов Г. Д., Василенко А. П. Тарнаватське родовище нікелевих руд. Мінеральні ресурси України. 2002. № 2. С. 16–17.

Lepigov G. D., Vasylenko A. P. 2006. Complex ore deposits (to the methodology of estimation of prospective and inferred resources). *Geologist of Ukraine*. No 4. P. 16–18. (In Ukrainian).

Popovchenko S., Gornostaev S. 2001. Platinum minerals in chromite ores of Pobuzhzhya. *Mineralogical Collection of Lviv University*. Iss. 1. No 51. P. 130–136. (In Ukrainian).

Rudko H., Bala H. 2021. Critical mineral raw materials and their prospects in Ukrainian. *Mineral resources of Ukraine*. No 2. P. 3–14. (In Ukrainian)

Semka V. O., Bondarenko S. M., Pavliuk V. M., Kornienko P. K. 2006. Gold-bearing skarns of the Kapitanivske ore field (Dniester-Bug region of the Ukrainian Shield). *Mineralogical Journal*. No 2. P. 94–107. (In Ukrainian).

Shekhunova S. B. 2023. Critical and strategic mineral raw materials for economic security and post-war development of Ukraine. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*. No 5. P. 25–30. (In Ukrainian).

Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1,000,000. 2007. Explanatory note. Ministry of Environmental Protection of Ukraine, State Geological Service. *Ukrainian State Geological Research Institute*. 132 p. (In Ukrainian).

Yatsun V. K. 2007. Comprehensive geological assessment of the territory of the Ukrainian Shield for magnesia raw materials for refractories. Report on research work. Dnipropetrovs'k: *Ukrainian State Geological Research Institute*. (In Ukrainian).

Лепігов Г. Д., Василенко А. П. Комплексні рудні родовища (до методики оцінки перспективних та прогнозних ресурсів). *Геолог України*. 2006. № 4. С. 16–18.

Поповченко С., Горностаєв С. Мінерали платиноїдів у хромітових рудах Побужжя. *Мінералогічний збірник Львів. ун-ту*. 2001. Вип. 1. № 51. С. 130–136.

Рудько Г. І., Бала Г. Р. Критична мінеральна сировина та її перспективи в Україні. *Мінеральні ресурси України*. 2021. № 2. С. 3–14.

Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Павлюк В. М., Корнієнко П. К. Золотоносні скарни Капітанівського рудного поля (Дністровсько-Бузький район Українського щита). *Мінералогічний журнал*. 2006. № 2. С. 94–107.

Шехунова С. Б. Критична та стратегічна мінеральна сировина для економічної безпеки та повоєнного розвитку України. *Вісник НАН України*. 2023. № 5. С. 25–30.

Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Пояснювальна записка. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба. Український державний геологорозвідувальний інститут. Київ: Український державний геологорозвідувальний інститут, 2007. 132 с.

Яцун В. К. Комплексна геологічна оцінка території Українського щита на магнезійну сировину для вогнетривів. Звіт з науково-дослідної роботи. Дніпропетровськ: Український державний геологорозвідувальний інститут, 2007.

Manuscript received March 16, 2025;
revision accepted May 26, 2025.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна