

Металогенічні особливості срібної мінералізації на регіональному рівні визначаються спеціалізацією окремих геологічних формацій та геолого-формаційних комплексів, представлених як безпосередньо метаморфізованими вулканогенно-осадовими товщами (інгуло-інгулецька, тетерівської серії), так і магматичними відмінами та метасоматично зміненими різновидами (осницький, пержанський комплекс). Іноді рудовміщувальними можуть бути навіть ультраметаморфічно змінені породи – грануліти, з підвищеними концентраціями срібла в зонах поширення діафторезу.

У багатьох випадках прояви срібної мінералізації просторово суміщуються з покладами руд урану, рідкісних металів, поліметалів та золота. Але завдяки своїм геохімічним властивостям срібло проявляє тенденцію до активної міграції разом із халькофільними елементами з формуванням проявів накладеної епігенетичної мінералізації та накопиченням на пізніх стадіях гідротермального мінералоутворення. Присутність накладеної срібної мінералізації в комплексних рудах значною мірою підвищує економічну значущість останніх та збільшує перспективність багатьох об'єктів, які ще розвідуються, або навіть знаходяться на стадії експлуатації.

1. Проявления серебряной минерализации в западной части Кировоградского блока (Украинский щит) / С.М. Бондаренко, Б.Н. Иванов, В.А. Семка та ін. // Мінералог. журн. – 2002. – Вип. 22, № 1. – С. 20–26.
2. Гринченко А.В., Бондаренко С.Н., Семка В.А., Паталаха М.Е. Минералогические особенности формирования руд золота в докембрии

западной части Украинского щита // Problems of Ore Deposits and maximizing the Prospecting efficiency: Intern. Confer. – Tashkent, 2003. – Р. 367–369. 3. Гринченко О.В., Бондаренко С.М., Иванов Б.М., Семка В.О., Рябокин В.С. Особливості локалізації та речовинний склад золоторудної мінералізації в екзоконтакті Липнязького масиву // Тектоника, мінералогія, мінеральні ресурси: Сб. науч. работ ИГОС. – 2005. – Вип. 11, Т. 1. – С. 151–161. 4. Гринченко А.В., Бондаренко С.Н., Семка В.А. Хромитовые руды докембрийского "офиолитового" пояса (Украинский щит) // Металлогения древних и современных океанов: Матер. науч. школы. – Масс, 2005. – Т. 1. – С. 126–131. 5. Иванов Б.Н., Лисенко В.В. Об одной геологической особенности золоторудных проявлений западной части Кировоградского блока // Научные основы прогнозирования, поисков та оцінки родовищ золота: Матеріали міжнар. конф. – Л., 1999. – С. 54–54. 6. Кравченко В.М., Пікареня Д.С. Срібло в Белозерський зеленокам'яній структурі Українського щита // Проблеми геол. науки та освіти в Україні: Матеріали наук. конф. – Л., 1995. – С. 231–232. 7. Пікареня Д.С., Кравченко В.М. Серебряная минерализация на Северозападном Белозерском месторождении железных руд // Благородные и редкие металлы ("БРМ-97"): Сб. инф. матер. II-й междунар. конф. – Донецк, 1997. 8. Сидоров А.А., Константинов М.М. Серебро (геология, минералогия, генезис, закономерности размещения рудных месторождений). – М., 1989. 9. Семка В.О., Бондаренко С.М., Паталаха М.Э., Ващенко В.П. Геолого-структурні фактори локалізації благородно-металічної мінералізації в Кочерівській тектонічній зоні (Північно-Західний район Українського щита) // Мінералог. журн. – 2005. – Т. 27, № 3. – С. 79–89. 10. Труцько Ф.В. Ультраметаморфізм і сульфидне орудення в переділах Українського щита // Метаморфізм Українського щита і його обрамлення. – К., 1978. – С. 143–145. 11. Нечаев С.В., Бондаренко С.Н., Семка В.А., Бондаренко І.М. Золоторудная минерализация Среднего Побужья // Докл. АН Украины. – 1992. – № 3. – С. 67–69. 12. Bondarenko S., Grinchenko O., Semka V. Gold-telluride associations in the Lower Paleozoic Sauljak deposit, Ukrainian Carpathians // Journal of Geochemistry, Mineralogy and Petrology. – Sofia, 2005. – V. 43. – P. 85–87.

Надійшла до редакції 19.05.06

УДК 552.321.5.(477)

О. Митрохин, канд. геол. наук, Т. Митрохіна, інж. II кат.

ТИТАНОНОСНІ ГАБРОЇДИ ФЕДОРІВСЬКОГО АПАТИТ-ІЛЬМЕНІТОВОГО РОДОВИЩА

Досліджено руди Федорівського родовища, приуроченого до однойменного тіла титаносисних олівінових габро в межах Володарськ-Волинського масиву коростенського комплексу. Встановлено, що мінеральний склад рудних габроїдів є типовим для базитів анортозит-рапаківігранітної формації. Характерними особливостями є помірна основність плагіоклазів An_{41-47} , підвищена залізистість олівінів Fe_{46-52} та клінопіроксенів $Wo_{36-40}En_{30-35}Fs_{26-32}$, а також значний вміст ільменіту, титаномангнетиту та апатиту, що в багатьох випадках досягає промислових концентрацій. Встановлюється ритмічне зміння вмісту TiO_2 , Fe_2O_3 , V_2O_5 , MnO та Cr_2O_3 у співіснуючих ільменітах та титаномангнетитах в залежності від глибини. Середньовзвážений хімічний склад Федорівського тіла відповідає сублужному олівіновому феробазальту, збагаченому на Ti та P . Тектонічна позиція, особливості геологічної будови та речовинного складу дозволяють віднести Федорівське тіло до класу розширених базитових інтрузій, генетично пов'язаних із протерозойськими габро-анортозитовими масивами автономного типу.

The ores of Fedorivka deposit occurring in a Ti-rich olivine gabbro intrusion within Volodarsk-Volynsky massif of Korosten complex have been investigated. It has been established that mineral composition of the ore gabbro is typical for basic rocks of anorthosit-rapakivi granite association. Distinctive features are intermediate plagioclases An_{41-47} , ferrous olivines Fe_{46-52} and augites $Wo_{36-40}En_{30-35}Fs_{26-32}$ as well as high contents of ilmenites, Ti-magnetites and apatites. It has been determined a rhythmic changing of TiO_2 , Fe_2O_3 , V_2O_5 , MnO and Cr_2O_3 contents in the coexisting ilmenites and magnetites depending on depth. The average weighted chemical composition of Fedorivka intrusion corresponds to subalkaline olivine ferobasalt enriched in Ti and P. Geology, mineralogy and petrography of Fedorivka intrusion allow to refer it to layered basic intrusion with genetic relation to Proterozoic massif type anorthositites.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Родовища ільменіту та титаномангнетиту в протерозойських анортозитах автономного типу становлять приблизно 30 % світових запасів титанових руд [7]. На Українському щиті комплексні фосфор-титанові руди ендегенного походження розвідані в габро-анортозитових масивах коростенського та курсько-новомиргородського комплексів [4–5; 8]. Це переважно бідні та середньо-вкраплені руди з вмістом Fe-Ti окисно-рудних мінералів 5–20 %. Інколи зустрічаються густо-вкраплені та суцільні руди. За речовинним складом розрізняють: апатит-ільменітові руди у трокотітах, апатит-ільменіт-титаномангнетитові руди в перидотитах та піроксенітах, апатит-ільменітові та ільменітові руди в габро-норитах [5]. Своєрідний тип являють титаносисні габроїди Федорівського родовища. Незважаючи на більш ніж 30-річну історію дослідження цього цікавого родовища, у науковій літературі відсутні будь-які дані про петрографію рудоносних порід і речовинний склад його руд. Ра-

зом з тим, Федорівське родовище є типовим представником корінних апатит-ільменітових родовищ, що залягають у розширених інтрузіях титаносисних габроїдів коростенського комплексу, і може бути еталоном при вивченні рудних тіл цього типу.

Формулювання мети. Метою проведених досліджень було дати мінералого-петрографічну характеристику титаносисних габроїдів Федорівського родовища. Фактичним матеріалом для написання статті є керн свердловин, пробурених Житомирською геолого-розвідувальною експедицією (далі ГРЕ) під час детальної розвідки Федорівського апатит-ільменітового родовища у 1985–1999 рр. Робота присвячується пам'яті начальника титанової партії Житомирської ГРЕ С. Швайберова.

Геологічна будова Федорівського апатит-ільменітового родовища. Федорівське родовище приурочене до однойменного тіла титаносисних олівінових габро в південно-західній частині Володарськ-Волинського

масиву – найбільшого з габро-анортозитових масивів Коростенського плутону. Федорівське тіло (ФТ) має видовжену в північно-східному напрямі коритоподібну форму з горизонтальними розмірами 300 x 3500 м. Максимальна вертикальна потужність тіла становить 300 м. Тектонічні порушення субширотного простягання поділяють ФТ на три блоки: південно-західний, центральний та північно-східний. Блоки зміщені один щодо одного по вертикалі з амплітудою зміщення 60–70 м. Південно-західний блок, де сконцентровані найбагатші руди, підкинутий відносно центрального та північно-східного блоків. Бурінням встановлена первинна розшарованість ФТ. Так, у розрізі найкраще вивченого південно-західного блока, залежно від кількісного переважання певних петрографічних відмін габроїдів, виокремлюються три горизонти: верхній, середній та нижній.

Верхній горизонт потужністю 70–100 м розкритий свердловинами у східній частині південно-західного блоку. Горизонт складений дрібно-середньозернистим рудним олівіновим габро, однорідним за складом та структурно-текстурними особливостями. Перехід у підстильне олівінове мелагабро середнього горизонту поступовий, супроводжується збільшенням вмісту мафічних та Fe-Ti окиснорудних мінералів, а також зменшенням зернистості. У межах перехідної зони у мезократовому габро місцями з'являються розпливчасті смужкуваті виокремлення мелагабро потужністю 20–30 см, які підкреслюють нечітку директивну текстуру. Межа верхнього та середнього горизонтів проводиться умовно і характеризується заляганням від горизонтального та похилого з кутами падіння 10–15° до крутого – з кутами 60–70°.

Середній горизонт підстеляє рудні олівінові габро верхнього горизонту на глибинах більш ніж 100 м, а також розкритий свердловинами у приповерхневій центральній частині південно-західного блоку. Горизонт складений дрібно-середньозернистим, інколи порфіровидним, рудним олівіновим мелагабро, з підпорядкованими ділянками мезократового складу. Орієнтація мегакристів плагіоклазу місцями зумовлює директивну текстуру. У розрізі середнього горизонту також спостерігаються ділянки смугастої будови з чергуванням прошарків, відмінних за вмістом кольорових мінералів. Директивність мегакристів плагіоклазу, а також смугастість мають кути падіння 40–65°. Потужність середнього горизонту достатньо мінлива – від 32–50 м до 130–140 м. Перехід до олівінових габро нижнього горизонту може бути як поступовим, так і різким, зі зменшенням вмісту мафічних та Fe-Ti окиснорудних мінералів при

сту мафічних та Fe-Ti окиснорудних мінералів при збільшенні вмісту та зернистості плагіоклазу, аж до появи порфіроподібних лейкократових відмін.

Нижній горизонт підстеляє олівінове мелагабро середнього горизонту на глибині, а також розкритий свердловинами у приповерхневій частині на південному та західному флангах ФТ. Потужність нижнього горизонту змінюється у діапазоні 50–250 м. Горизонт представлений пачкою олівінових габроїдів від лейкократових до мезо- та меланократових, що чергуються, плавно переходячи одна в одну. Габроїди нижнього горизонту вкрай невитримані за структурою: від дрібно-середньозернистих, подібних олівіновим габро верхнього горизонту до дрібно-середньозернистих порфіроподібних або середньо-крупнозернистих нерівномірно-зернистих.

Вміщуючі породи для ФТ представлені крупно-гігантозернистими анортозитами, габро-анортозитами та лейкогабро. Контакти із вміщувальними породами різкі інтрузивні із включеннями анортозитів у олівінових габро. Падіння контактів центриклінальне під кутами 40–70°. В окремих свердловинах фіксується кутове неузгодження в заляганнях директивності габроїдів нижнього горизонту відносно площини контакту з підстильними анортозитами. Згідно з одиничними вимірами орієнтації площин течії, анортозитові породи цього району характеризуються похилим падінням у західному напрямі [3].

Мінералого-петрографічна характеристика титаноносних габроїдів. Кількісний мінеральний склад титаноносних габроїдів Федорівського родовища відповідає олівіновому габро. Головні породоутворювальні мінерали представлені середнім плагіоклазом (21–70 %), олівіном (5–37 %) та авгітом (7–33 %). Характерною особливістю олівінових габро Федорівського родовища є підвищені концентрації ільменіту, титаномagnetиту та апатиту, які, у багатьох випадках, мають породоутворювальні значення. Рудні різновиди габроїдів пропонується виділяти при вмісті Fe-Ti окиснорудних мінералів більш ніж 10 %. Звичайно сумарний вміст ільменіту та титаномagnetиту в рудних різновидах коливається в межах 10–19 %, а вміст апатиту може сягати 5–12 %. Кольоровий індекс М, який являє суму мафічних силікатів та Fe-Ti окиснорудних мінералів, змінюється в діапазоні 30–71%, що дозволяє виділяти лейкократові ($M < 35$ %), мезократові ($M = 35$ –65 %) та меланократові ($M > 65$ %) відміни габроїдів. Найбільш розповсюджені рудні олівінові габро мезократового складу. Менш поширені рудні олівінові мелагабро (рис. 1).

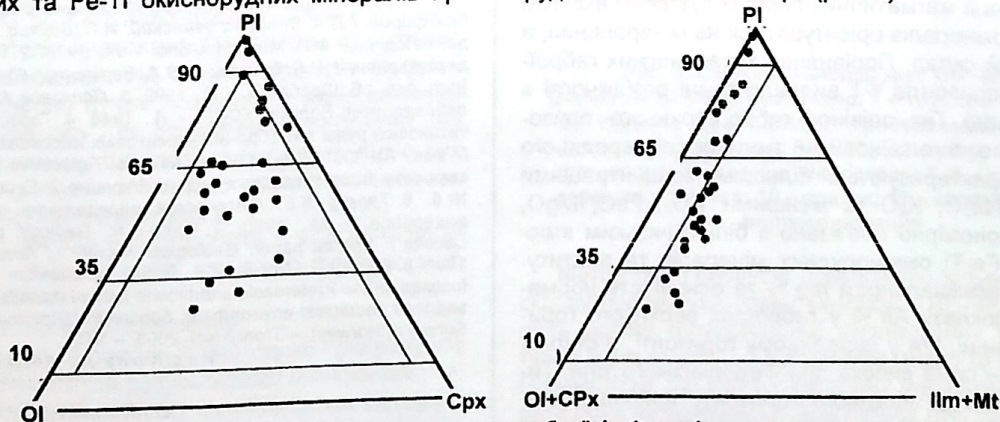


Рис. 1. Мінеральний склад титаноносних габроїдів Федорівського родовища. Кількісний вміст головних породоутворювальних мінералів – плагіоклазу (PI), олівіну (OI), клинопіроксену (CPx), ільменіту (Ilm) та титаномagnetиту (Mt), визначений у 28 прозорах петрографічних шліфах на інтеграційному столику Андіна

Хімічний склад головних породоутворювальних мінералів з титаносних габроїдів Федорівського родовища в цілому є типовим для базитів анортозит-рапаківігранітної формації [1]. Властивими є помірна основність плагіоклазів, а також підвищена залізистість олівінів і піроксенів. Склад плагіоклазів, визначений на федорівському столику, коливається в діапазоні An_{41-47} . При цьому найбільш поширені андезини An_{43-45} . Основність нормативного плагіоклазу, яка отримана при перерахунках валових хімічних аналізів габроїдів на нормативно-молекулярний склад за методом Hurl, попадає в діапазон, установлений кристалооптичними методами. Склад олівінів, визначений за кутом оптичних осей $2V = -73(-76)^\circ$, відповідає гіалосидериту та гортоноліту Fa_{46-52} . Авгіти, судячи по виміряних оптичних характеристиках: $Nm = 1,705 \pm 0,003$, $2V = +46-(+48)^\circ$, $c:Ng = +38-(+40)^\circ$, на діаграмі Хеса [6] мають склад перехідний до фероавгітів, приблизно $Wo_{36-40}En_{30-35}Fs_{26-32}$. Хімічний склад монофракцій титаномагнетитів з габроїдів ФТ характеризується значеннями $NTi = 0,193-0,746$. Вміст гематитової складової в монофракціях ільменітів змінюється в діапазоні $xHem = 0,001-0,064$. При цьому встановлюється ритмічне зміння параметрів NTi та $xHem$, а також вмісту V_2O_5 , MnO та Cr_2O_3 у співіснуючих титаномагнетитах та ільменітах залежно від глибини залягання. Останнє свідчить про наявність прихованої розшарованості, яка ускладнює макро- та мегарозшарованість титаносних габроїдів.

Середній хімічний склад титаносних габроїдів Федорівського родовища визначається особливостями їх мінерального складу, а також складом головних породоутворювальних мінералів. Відповідно до існуючої класифікації, за вмістом кремнезему та лугів, переважна більшість титаносних габроїдів формально має належати до ультраосновних порід сублужного ряду. Підвищені концентрації несилікатних мінералів – ільменіту, титаномагнетиту та апатиту, обумовлюють незвичайно малий вміст SiO_2 та Al_2O_3 за рахунок високого вмісту TiO_2 , FeO та P_2O_5 . Підвищена натрова лужність та замалий, як для габро, вміст вапна, пов'язані з помірною основністю плагіоклазу. Різке переважання FeO над MgO , а також FeO над Fe_2O_3 визначається високими концентраціями $Fe-Ti$ окиснорудних мінералів та, в рівній мірі, підвищеною залізистістю мафічних силікатів. Визначаючи класифікаційне положення та найменування титаносних габроїдів ФТ, ми керувались Петрографічним кодексом України [2]. Останній рекомендує для класифікації магматичних порід із суттєвим вмістом несилікатних мінералів орієнтуватися на мінеральний, а не на хімічний склад. Порівняння титаносних габроїдів з різних горизонтів ФТ виявило певні розбіжності в хімічному складі. Так, олівінові габро верхнього горизонту, порівняно з олівіновими мелагабро середнього горизонту, характеризуються більшими концентраціями SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O та меншими TiO_2 , FeO , MgO , P_2O_5 , що закономірно пов'язано з більш низьким вмістом олівіну, $Fe-Ti$ окиснорудних мінералів та апатиту. Коефіцієнт магnezіальності $mg\%$ та основність нормативного плагіоклазу $An\%$ у габроїдах верхнього горизонту дещо вищі, ніж у середньому горизонті, а ступінь окиснення F – сама висока для Федорівського тіла. Титаносні габроїди нижнього горизонту найбільш мінливі за хімічним складом. Тут розрізняються олівінові габро мезократового та меланократового складу. Мезо-

кратові габроїди нижнього горизонту, на відміну від аналогічних порід верхнього горизонту, менш основні за рахунок більшого вмісту плагіоклазу. У них менше TiO_2 та P_2O_5 за рахунок більш малих концентрацій $Fe-Ti$ окиснорудних мінералів та апатиту. Коефіцієнт магnezіальності $mg\%$ у габроїдах нижнього горизонту самий високий для Федорівського тіла, що пов'язано із суттєвою во-піроксеновою спеціалізацією їх мафічних мінералів. При цьому основність нормативного плагіоклазу в мезократових габроїдах нижнього та верхнього горизонтів практично однакова. Олівінові мелагабро нижнього горизонту, на відміну від своїх аналогів у середньому горизонті, дещо менш основні, за рахунок переважання піроксену, а не олівіну, у складі мафічних мінералів. Для мелагабро нижнього горизонту характерною є найменша ступінь окиснення F та різке переважання нормативного ільменіту у складі $Fe-Ti$ окиснорудних мінералів. Середньовзвážений хімічний склад Федорівського тіла, визначений із врахуванням відносних об'ємів трьох виділених горизонтів, відповідає сублужному олівіновому феробазальту, збагаченому на Ti та P .

Висновки. Особливості геологічної будови та речовинного складу Федорівського родовища дозволяють зробити ряд висновків стосовно його формаційної належності та генезису. Федорівське родовище є типовим представником ендегенних покладів апатит-ільменітових руд, пов'язаних з пізніми інтрузіями титаносних габроїдів у межах крупних габро-анортозитових масивів коростенського комплексу. Мінеральний склад і склад головних породоутворювальних мінералів титаносних олівінових габро є типовим для базитів анортозит-рапаківігранітної формації. Середньовзвážений хімічний склад Федорівського тіла відповідає сублужному олівіновому феробазальту, збагаченому на Ti та P . Тісний просторовий зв'язок, близький геологічний вік, наявність проміжних відмін у ряду анортозит – габро-анортозит – лейкогабро – габро – мелагабро, а також успадкування особливостей мінерального й хімічного складу вказують на комагматичність титаносних габроїдів Федорівського родовища та анортозитових порід Володарськ-Волинського масиву. Федорівське тіло титаносних олівінових габро має всі особливості розшарованих базитових інтрузій, що формуються внаслідок камерної диференціації вихідних базальтових розплавів. Додаткових досліджень потребує детальне вивчення макро- та крипторозшарованості Федорівського тіла.

1. Анортозит-рапакивігранітна формація Восточно-Европейской платформы / Д.А. Великославинский, А.П. Биркис, О.А. Богатиков и др. / Под ред. Ф.П. Митрофанова. – Л., 1978.
2. Петрографічний кодекс України / Р.Я. Бєлєвцев, В.А. Великанов, Ю.Л. Гасанов та ін. / Відп. ред. І.Б. Щербак. – К., 1999.
3. Полканов А.А. Плутон габро-лабрадоритов Волини УССР. – Л., 1948.
4. Тарасенко В.С. Богатые титановые руды в габро-анортозитовых массивах Украинского щита // Изв. АН СССР. – 1990. – № 8.
5. Тарасенко В.С. Минерально-сырьевая база титановых руд на Украине // Геол. журн. – 1992. – № 5.
6. Трегер В.Е. Оптическое определение породобразующих минералов. – М., 1980.
7. Force E.R. Geology of Titanium-Mineral Deposits // Special paper. Geological Society of America – Vol. 259 – 1991.
8. Gursky D., Nechaev S., Bobrov A. Titanium deposits in Ukraine focused on the Proterozoic anorthosite-hosted massifs // Ilmenite deposits and their geological environment. Special Publication of NGU (Geological Survey of Norway) – Trondheim, 2003. – № 9.

Надійшла до редколегії 30.03.06