

В.М.Іванов, канд. геол. наук,
М.А.Козар,
Д.С.Гурський

УДК 553.463:551.71/72

ВОЛЬФРАМОВА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ В ОБЛАСТЯХ ДОКЕМБРІЙСЬКО-РАНЬОФАНЕРОЗОЙСЬКОЇ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ

Розглянуто особливості прояву тектоно-магматичної активізації та пов'язаної з нею вольфрамової мінералізації на Східноєвропейській, Південно-Американській, Африканській, Австралійській та Індостанській платформах. Охарактеризовано основні генетичні і мінеральні типи вольфрамових руд та деякі найбільш відомі родовища, що локалізовані в межах згаданих кратонів. Звернено увагу на деякі принципи особливості давнього вольфрамового зруденіння та певну перспективність активізованих областей Українського щита на цей метал.

Peculiarities of tectonomagmatic activation displaying and tungsten mineralization associated with that one in the East European, South American, Australian and Indian Platforms are examined. General genetic and mineral types of tungsten ores and certain well-known deposits, which are localized at named cratons are characterized. Attention to some principal features of ancient tungsten mineralization and prospects of the Ukrainian Shield activated districts to this metal is paid.

До теперішнього часу, як відомо, склалася думка про те, що 1800-1600 млн років тому, після завершення карельського ендеогенного циклу утворилися давні платформи, хоча в межах Африканської й Південно-Американської платформ нестійка протогоосинклінальна стадія (за В.В.Белоусовим) завершилася лише наприкінці протерозою. У віковому інтервалі 1,9-1,6 ($\pm 0,1$) млрд років на всіх докембрійських материках мали місце інтенсивні глибові дислокації, що супроводжувалися могутнім диференційованим магматизмом і, таким чином, почалася тектоно-магматична активізація (ТМА), яка має також назву про-тоактивізації й протоидива [2]. Якщо не враховувати деякої кількості шеєліту, присутнього на золоторудних родовищах архейських зеленокам'яних поясів, саме з проявом ТМА, що мала глобальний розвиток у періоди 2,0-1,4; 1,4-1,1 і 1,1-0,65 млрд років, і пов'язано вольфрамове зруденіння давніх кратонів – Східноєвропейської, Південно-Американської, Африканської, Австралійської та Індостанської платформ.

У межах Східноєвропейського кратону, майже на всій площі якого формування континентальної кори, на думку В.Е.Хаїна (1990), власне кажучи, завершилося в пізньосвекофенську епоху діастрофізму (див. таблицю), родовища і рудопрояви вольфраму відомі на Балтійському і поки в меншій кількості на Українському щитах (БЩ і УЩ відповідно).

Вольфрамове рудоутворення на території БЩ (В.І.Іващенко, [4]) відбувалося у свекофенську (2150-1750 млн років), найбільш продуктивну, ранньорифейську (1650-1450 млн років), середньорифейську (1400-1000 млн років) і ранньопалеозойську (600-500 млн років) металогенічні епохи. За наявними даними (Р.А.Хазов, А.І.Гордукалов, В.І.Іващенко, В.В.Архангельська, Л.В.Григор'єва, А.М.Ларін, L.-G.Ohlsson, R.Freitsch, R.H.Hellingswerf, B.Ohlander, K.Billstrom та ін.) провідним типом вольфрамового зруденіння в регіоні є скарново-шеєлітовий. Переважне поширення має зруденіння даного типу, яке пов'язано з пізньоорогеним гранітоїдним магматизмом – Латвасюрське родовище, Комунаровський, Менсунварський, Йокірантський, Кір'явалахтинський

і Якимський рудопрояви в Північно-Західному Приладожжі (Росія), Іксцеберг із запасами 4,5–6,0 тис. т WO_3 і Сандудден, на якому промислове значення має також флюорит, у провінції Бергслеген (Центральна Швеція), зона Фінлі та поклад Маалвік у районі Біндал (Північна

Норвегія). З цією ж стадією асоціюють кварц-вольфрамітові жили родовищ Баггеторп, Ростбергет і Тіфорс у Швеції, вольфрамові руди в багатих на турмалін брекчіях родовища Юлоярві у Фінляндії, шеелітоносні кварцити ділянок Кварцитовий і Путролампи в Приладожжі.

Таблиця. Геохронологія протерозою

Загальна стратиграфічна шкала (Л.І.Салоп,1982)					Східно-Європейська платформа (Е.В. Бібікова та ін., 1989)					
Еон	Група (ера)	Підгрупа (субера) і "комплекс"	Вікові границі, млн. років	Діастрофічні цикли та їх вікові інтервали, млн. років	Загальні підрозділи			Вік границь, млн років		
Фанерозой (?)		Еокембрій (венд. s.str.) "комплекс"	570							
			650							
Протерозой	Епіпротозой (катангій, аделаїдів)	Верхній епіпротозой	780	Катанзький, 680-650	Протерозой	Верхній	Венд	Верхній	620 ± 15	
		Нижній епіпротозой	1000	Луфіланський, 780 (±)				Нижній		
	Неопротозой (байкалій)	Термінальний неопротозой	1200	Гренвільський, 1100-1000			Верхній	Ріфей	Верхній	650 ± 20
		Верхній неопротозой	1300	Авзянський, 1250-1200					Середній	
		Середній неопротозой	1600	Кібарський, 1400-1300		Нижній			1350 ± 20	
		Нижній неопротозой	1900	Виборзький, 1750-1600						
	Мезопротозой (карелій)	Верхній мезопротозой	2200	Карельський, 2000-1900		Нижній		PR ₁ ¹ (карелій)		1970 ± 20
		Середній мезопротозой		Ладозький, 2200 (±)						

Ранньорифейський час характеризувався укоріненням анорогенних гранітів рапаків Салмінського (з віком 1650-1450 млн років, за деякими даними – більше ніж 1720 млн років) і Улялезького (1670-1430 млн років) масивів, що продукували шеелітове зруденіння в скарнах (Салмінський рудопрояв) і слюдисто-альбіт-кварцових грейзенах (рудопрояв хутора Григор'єва).

У Середньорифейську металогенічну епоху формувалися молібденіт-ферберитові руди в графітвмісних сланцях родовища Єредален у Північній Норвегії, вік яких становить від 1,48 до 1,0 млрд років.

На півночі Норвегії відома скарново-шеелітова мінералізація ранньопалеозойського віку.

Одним із прикладів зруденіння БЦ можна навести родовище Іксцеберг, на якому щорічно видобувалося 450–500 т WO_3 з трьох скарноворудних тіл. Два з них утворюють крила синклінальної полого падаючої складки, у той час як третє знаходиться на деякому віддаленні. Мінералізація, що міститься у скарнірованих лептитах, поширена нерівномірно, а шееліт повсюдно супроводжується флюоритом, який видобувається попутно. Найбагатші руди зосереджені в окварцованих і флюоритизованих піроксен-гранатових скарнах на контакті їх зі слюдистими сланцями. З рудних мінералів присутні також магнетит, халькопірит, вісмутин, самородний вісмут, вольфраміт, пірит, молібденіт.

На УЩ, у межах якого субплатформний етап, як і на БЩ, почався із середнього протерозою (Я.Н.Белєвцев, І.С.Усенко, В.М.Скобелєв, А.М.Комаров, Г.І.Каляєв, Е.М.Шеремет та ін.), також присутня вольфрамова мінералізація, яка досить виразно асоційована з ТМА. До такої, мабуть, відносяться прояви, що знаходяться в екзоконтактах Коростенського і Корсунь-Шевченківського масивів рапаків, у межах Пержанського рудного вузла й у північній частині Жовтневого розлому. Можна припустити, що найбільш раннім за часом утворення, що корелюється з вольфрамовою мінералізацією, локалізованою над куполом Салмінського масиву, є Кочерівський рудопрояв, який просторово тяжіє до Кочерівського і Забіло-чівського гранітних масивів (скарново-шеелітовий), Се-

лицанський (шеелітвмісні скарни, амфіболіти і кристалосланці) і Добровеличківський (метасоматично змінені шеелітоносні гнейси), що знаходяться в зоні екзоконтакту Корсунь-Шевченківського масиву рапаків. Із завершальною верхньопротерозойською металогенічною епохою (за Г.І.Каляєвим, 1984) пов'язана каситерит-вольфрамітова мінералізація Західного рудорояву, що приурочена до грейзенізованих граніт-порфірів і вміщуючих їх пержанських біотитових гранітів (датування від 1550 до 1350 млн років), розсічених Убортьєвським розломом. І, нарешті, до палеозойського етапу ТМА (на погляд В.В.Васильченка, не опубліковано) відноситься молібден-вольфрамова мінералізація Кальміуської площі (ділянки Кічиксу, Кирилівська, Вербова), яка за даними буріння свердловин зосереджена в інтенсивно окварцованих, мусковітизованих, альбітизованих, карбонатизованих, вміщуючих прожилки різного складу, гранітоїдах Анадольського і Кальміуського масивів.

Остаточна консолідація і перехід до платформного етапу розвитку Бразильського щита, що складається з архейських ядер і складчастих поясів, які утворилися при завершенні алгоманського (середньопротерозойського) і асинтського (байкальського) складкоутворення (за Штілле), відбулися наприкінці ріфею [5]. Вольфрамове зруденіння у вигляді декількох сотень проявів і десятків дрібних родовищ знаходиться в північно-східному і південно-західному обрамленні щита, в обрамленні масивів С'єрра-Пампа і Північно-Патагонського, а також серед комплексу осадків нижньопротерозойського віку [3]. Як вважає В.К.Денисенко, тут воно пов'язано з інтрузивним комплексом орогенного магматизму віком 520-480 млн років. На погляд Л.Баумана [1], у Східній і Західній Бразилії перматитові, грейзенові й жильні родовища вольфраму були продуковані пізньопротерозойським гранітоїдним магматизмом.

Основні давні родовища і рудопрояви вольфраму (усього близько 300) локалізовані в північно-східній частині Бразилії – на плато Борборема, де вони простежуються двома смугами північно-східного простягання і пов'язані з дрібнозернистими скарноподібними порода-

ми – тактитами (Гірська енциклопедія. 1984, т.1, с.269). Рудні тіла мають лінзоподібну, рідше неправильну форму, потужність до декількох метрів і довжину до декількох кілометрів. У 80-ті рр. минулого сторіччя загальні запаси 85 родовищ, найбільшими з яких є Кішаба, Мальяда-ду-Анжику, Мальяда-Лімпа, Марю, Боду, Кафука, Боніту, оцінювалися більш ніж у 70 тис. т WO_3 . Річний видобуток, головним чином шеелітового концентрату, що здійснювався відкритим (Кішаба, Боніту) і підземним способами, становив більше 2 тис. т. Найчастіше в опублікованій літературі згадується родовище Марю – шість горизонтів шеелітоносних тактитів потужністю 0,5-4,0 м, довжиною до 100 м, що містять 0,3-2,5 % триоксиду вольфраму, серед мармурів і біотитових гнейсів протерозойського віку. Шееліт у руді супроводжують молібденіт, пірит, сфалерит, халькопірит. У районі відмічаються також пегматитові тіла, що січуться прожилками, які вміщують шееліт з підпорядкованою кількістю вольфраміту.

У південно-західному обрамленні щита знаходиться ряд скарнових і грейзенових родовищ: Ін'янхарія, Інханджара, Утуруво, Енкрузінхала та ін.

У межах Пампінського масиву в Аргентині В.С.Столлом (W.C.Stoll, 1965) виокремлюється вольфрам-олово-вісмутова провінція, головні родовища якої генетично пов'язані з кислими інтрузіями докембрійського віку. До найвідоміших з них відноситься Лос-Кондорес, представлене кварцовими жилами з вольфрамітом, шеелітом, вісмутином, піритом і халькопіритом потужністю 0,7–1,5 м, довжиною до 700 м, що залягають у філітових і слюдистих сланцях протерозойського віку і вміщують у собі в середньому 0,9 % WO_3 і 0,08 % вісмуту. Крім цього родовища, у провінції також знаходяться й дрібніші об'єкти подібного типу, що вміщуються як давніми кристалічними сланцями, так і прориваючими їх, можливо рудогенеруючими гранітами.

На території Африканської платформи В.К.Денисенко виділяє наступні вольфрамоносні провінції: Східно-Африканську, яка відноситься, як і Східно-Бразильська, до геосинклінально-складчастих областей лінійно-зональної будови; Центрально-Африканську (Центрально-Африканський щит і Південно-Африканська вольфрамоносна зона) і Нігерійську – провінції областей щитів і платформ.

Перша з названих провінцій приурочена до пізньо-протерозойсько-ранньопалеозойської складчастої системи і характеризується дворовим проявом орогенного магматизму, що мав місце 580-530 і 470-430 млн років тому і супроводжувався олово-вольфрамовою, молібден-вольфрамовою і берилій-олово-вольфрамовою жильно-грейзеновою і штокверковою мінералізацією в Ель-Добе, Абу-Марве, Абу-Каріфе, Абу-Хаамаде, Фатірі, Гебель-Маграбії, Заргет-Наама, Каш-Амере в Єгипті; Абу-Даббабе, Нувейбі, Голці, Ель-Муелхе в Судані; Бір-Тавіле і Байд-ель-Джимале в Саудівській Аравії.

На Центрально-Африканському щиті, головним чином на території Руанди й Уганди, вольфрамова мінералізація присутня в трьох протерозойських складчастих системах – Кібалі-Бугандійській, Рузизі-Убендійській і Кібара-Бурундійській (родовища Кіфурве, Бумбого, Кітва, Бугарана, Руїза, Бугамбіра, Мутолере, Ндеза, Кгаве, Етаєти, Луньдлу, Накасете, Кіасампаво, Кієри-ма, Бахаті, Калімаланга, Пунія, Каліма та ін.). У межах двох перших систем, більш ранніх за часом утворення, переважно розвинута золото-шеелітова мінералізація в зеленокам'янозмінених вулканітах основного складу, у той час як у Кібаро-Бурундійській системі переважає грейзеново-жильна олово-вольфрамова мінералізація, асоційована з двома комплексами гранітоїдів (1100 і 875 млн років). В Уганді розміщені ряд стратиформних родовищ (Ньямуліло, Кірва, Рухіва та ін.), на яких гори-

занти рифейських графітизованих сланців і кварцитів потужністю від 20 до 200 м і довжиною до 1 км і більше вміщують ферберіт-кварцові прожилки, приурочені до площин нашарування порід, а також вкрапленість і нодулі фербериту в тріщинах кліважу. Запаси перших двох родовищ становлять відповідно 6,0 і 4,5 тис. т триоксиду вольфраму.

Прояви вольфрамової мінералізації в Південно-Африканській зоні належать до ПАР (шеелітоносні кварцові жили на родовищах Ліпурт, Ройберг, Ньюпорт; ферберітвмісні поклади і жили в метаморфітах гранулітової фації, асоційовані із син- і пізньоорогенними гранітами віку 1 млрд років, на родовищах Набабіп, Наррап, Кліпхуг, Твідаль, Бісіс) і Зімбабве (жильне родовище Бірдмор; горизонти шеелітоносних скарнованих порід, пов'язаних з гранітами віком 650-450 млн р. у Гуюло, Філабусі, Форт Вікторія, Шееліт-Кінг; кварц-турмалинові породи, що містять вольфраміт і шееліт).

Для Нігерійської провінції, представленої протяжним поясом північно-східного простягання, характерним є зв'язок вольфрамового зруденіння з кільцевими інтрузіями гранітоїдів різних за складом і віком (головним чином фанерозойськими). Тут, на щиті Ахаггар, знаходяться кварц-каситеріт-вольфрамітові грейзеново-жильні родовища Алжиру – провідної за запасами вольфраму держави в Африці. Передбачається, що джерелом рудної мінералізації родовищ Нахда із запасами WO_3 17 тис. т, Тін-Амзі, Тін-Анзі, Башир, Ель-Карусса слугували післяскладчасті лужні граніти Таурірт з віком 650-500 млн років. У південній частині масиву Лепеха, що є південно-східним відгалуженням Ахаггара, присутні декілька ділянок з каситерит-вольфраміт-колумбітовою жильно-грейзеновою мінералізацією (Таррауаджи, Едрар Ель Меккі, Адрар Гіссат).

На Австралійській платформі основна маса олово-вольфрамових об'єктів, мінералізація яких пов'язана з гранітоїдами протодива середньопротерозойського і ранньофанерозойського віку, зосереджена в центральній і північній частинах материка. Провідна роль належить кварц-вольфрамітовим жильним родовищам складчастих зон Уоррамунга (Хетчес Лемент і Ваучоп), Пайн Лемент (Вольфрам Хілл) і блоку Аранта (Маунт Дорін). Відомі також тіла рудоносних грейзенів, що розвиваються по дайкам гранітів і пегматитів (Маунт-Фінніс), а також локалізовані в масивах гранітоїдів, що проривають піщано-сланцеві товщі нижнього протерозою (Маранбой, Ералба) [2, 7].

На родовищі Хетчес Лемент, охарактеризованому в деяких публікаціях [6, 7 та ін.], до глибини більше 100 м простежено 50 жил середньої потужності 30 см (до 1,5 м) і довжиною за простяганням до 150 м, що січуть грауваки, пісковики, кварцити з прошарками алевролітів і сланців. При середньому вмісті WO_3 у жилах до 1,5 % зустрічаються також істотно збагачені ділянки (до 3,5 %). Крім вольфраміту і шееліту, у рудах відмічається каситерит, молібденіт, мінерали вісмуту і міді. У 5 км на південь від родовища відслонюється велике тіло польовошпатових порфірів, прорваних гранітами, датованими в 1480 і 1440 млн р. Починаючи з 1919 р., на об'єкті видобувалося до 100 т і більше (максимум 241 т у 1941 р.) вольфрамового концентрату щорічно.

Родовище Ваучоп, що періодично відпрацьовувалося з 1917 р., складається з 15 кварц-вольфрамітових жил потужністю до 50 см і довжиною до 1 км, згідних з нашаруванням пологозалягаючих пісковиків, кварцитів і глинистих сланців. Найближчий вихід на поверхню гранітів масиву Девілз-Марблез знаходиться в 3,5 км на північний захід від цих жил.

Декілька дрібних вольфраморудних об'єктів, що тяжіють до гранітоїдів протерозойсько-ранньопалео-

зойського віку змінного складу (від аляскітів до кварцових монцонітів і від діоритів до гранодіоритів), відомі в межах Індостанської платформи. На найбільш вивченому з них родовищі Дегана в штаті Раджастан поряд з десятками кварцовими жилами, що січуть філіти протерозойського віку і мають потужність 0,5-0,6 м і довжину до 300 м, з яких у різні роки видобувалося до 100 кг вольфраміту на добу, спостерігаються також 4 штокверкові шеелітоносні тіла, що залягають у гранітах. До числа другорядних рудних мінералів відносяться халькопірит, пірит, молібденіт і вісмутин. У цьому ж штаті відоме також грейзеново-жильно-шокверкове родовище Реват-Хілл.

У районі Нагпур-Бхандара присутні просторово асоційовані з тантал-ніобій-оловяною мінералізацією кварц-вольфраміт-шеелітові жили серед сланців, кварцитів, гнейсів, а також аплітів і пегматитів, прорваних гранітною інтрузією віком 0,9-0,98 млрд років (Агаргаон) і шеелітвмісні стратиформні поклади в метавулканітах.

Крім зазначених регіонів, вольфрамова мінералізація виявлена в районі Алмара-Чамолі (штат Прадеш), де вона локалізована в пачці змінених гнейсів, сланців, амфіболітів, кальцифірів і пісковиків потужністю 400-500 м, у межах якої оконтурюються шеелітоносні рудні тіла довжиною до 750 м, що містять 0,6 % триокису вольфраму на 1,5 м потужності, а також у районі Буругбанда (штат Східна Гата), де відмічається вкрапленість вольфраміту, іноді з підпорядкованим шеелітом, у графітових гнейсах і сланцях і горизонтах кварц-польовошпатового складу.

На завершення, розуміючи під ТМА "процес підвищеної інтенсивності тектонічних рухів і магматизму, що звичайно проявляється після періоду відносного тектонічного спокою" (Гірська енциклопедія. 1984, т. 1, с.81), можна зупинитися на декількох принципових моментах.

Починаючи з нижнього неопроterozoю, за Л.І.Салопом, протоактивізація тією чи іншою мірою виявилася на всіх давніх кратонах землі, при цьому практично на всіх із них (мабуть, лише за винятком Канадського щита) присутня асоційована з нею вольфрамова мінералі-

зація, що знаходиться переважно в обрамленні щитів і масивів та їхніх активізованих ділянках.

Протягом докембрію і раннього палеозою на тлі мінливих геологічних умов (від орогенних до платформних), не завжди синхронних у різних регіонах, і складі магматичних утворень (із загальною тенденцією до підвищення лужності гранітоїдів) ТМА виявлялася неодноразово, нерідко в межах раніше активізованих структур, що призвело до широкого розвитку процесів телескопування і, тим самим істотно ускладнило виявлення рудогенеруючих і рудолокалізуючих факторів.

Порівняння вольфрамових об'єктів фанерозойського віку, які на даний час є головними початальниками цього металу, з описаним зруденінням показує ідентичність спектра генетичних і мінеральних типів.

Звертає на себе увагу достатньо широке представництво в докембрії й ранньому палеозої стратифікованих покладів шеелітоносних скарнів і скарноподібних порід, утворених по субстрату дуже різного складу, амфіболітів, графітвмісних та інших порід. Цей факт, очевидно, заслуговує на особливу увагу.

Наявність зон ТМА на УЦ з урахуванням специфіки її прояву в межах інших кратонів дає надію на виявлення тут промислового вольфрамового зруденіння, що дозволило б Україні стати незалежною від складної ситуації, яка створилася останнім часом у світовий вольфрамодобувній галузі.

1. Бауман Л., Тишендорф Г. Введение в металлогению – минералогия / Под ред. В.И.Смирнова. – М., 1979.
2. Григорьева Л.В. Докембрийская тектоно-магматическая активизация (геология и металлогения). – М., 1986.
3. Денисенко В.К. Месторождения вольфрама. – М., 1978.
4. Иващенко В.И. Металлогенические эпохи, генезис и минералогические особенности вольфрамового оруденения Балтийского щита // Металлогения Карелии. – 1982. – С.78-92.
5. Колотухина С.Е., Григорьева Л.А., Клаповская Л.И. и др. Геология месторождений редких элементов Южной Америки. – М., 1968.
6. Колотухина С.Е., Клаповская Л.И., Рожанец А.В. Геология и экономика месторождений редких элементов Австралии. – М., 1974.
7. Рундквист Д.В., Денисенко В.К. Оловянные и вольфрамовые месторождения Австралии (геология и закономерности размещения). Проблемы геологии и полезных ископаемых на XXV сессии Междунар. геол. конгресса. – М., 1979. – С.213-239.