

2.2.9. ОЛОВО

Олово відоме людині з доісторичних часів. Згадки про олово знаходимо навіть у Біблії (П'ятикнижжя Мойсея), де воно називається «bedil»; у давньоіндійській літературі – «traru»; Гомер називає його «kassiteros», за стародавньою назвою Британських островів – Касситериди. Римляни за часів правління Юлія Цезаря називали олово білим свинцем (*plumbum album*) на відміну від чорного свинцю (*plumbum nigrum*). Сучасна назва олова «stannum» походить від саксонського «sta», що означає твердий. У більшості слов'янських мов під оловом розуміють метал свинець, який, очевидно, отримав назву за характерною, схожою на свиню, формою злитків, які, починаючи з XVIII століття, одержували на заводах Уралу.

Природне олово – це м'який сріблясто-білий метал, який на повітрі не окислюється і є стійким у холодній та гарячій воді. З галогенами при нагріванні утворює галогеніди, із сіркою – сульфідні. Олово є невід'ємною складовою багатьох сплавів (олов'янисті бронзи, олов'янистий бабіт та ін.).

Кларк олова в земній корі становить 0,0025 % (25 г/т). Його підвищені концентрації властиві для магматичних порід кислого складу, а в осадових комплексах олово утворює каситеритові розсипи.

Відомо понад 20 природних мінералів олова, але промислового значення мають тільки каситерит, станін, тиліт, франкейт, нордшельдін і циліндрит.

Такі властивості олова як легкоплавкість, м'якість, хімічна стійкість і здатність утворювати нетоксичні сплави сприяють широкому його застосуванню. Цей метал є основною складовою для виробництва білої жести та фольги, головні галузі використання яких є харчова, авіаційна, автомобільна, суднобудівельна і радіотехнічна промисловості, а також друкарська справа, виробництво фарб, гальванопластика, склоробне і текстильне виробництво. Особливо широке застосування знайшли такі сплави олова з іншими металами як бронза (сплав з міддю), латунь (сплав з міддю і цинком), бабіт (сплав з сурмою) та інші. Сплави з цинком використовують для ядерних реакторів, з титаном – для турбін, з ніобієм – для виготовлення надпровідників, зі свинцем – для виробництва різноманітних припоїв. Найчастіше олово використовують для

шого покриття металів; як відновлювач іонів металів; для очищення металургійних газів від парів ртуті; для деталей вимірювальних приладів; для виготовлення органічних труб, посуду, різних виробів тощо.

Отримують олово з олов'яних, олово-срібних, олово-вольфрамових і олово-поліметалічних руд. Багаті руди містять по 1-3 % олова, рядові – 1-0,4 %, а бідні – 0,4-0,1 %.

Олово вилучають відновною зонною плавкою з рудних концентратів, попередньо очищених випалюванням і вилуговуванням оловою кислотою, завдяки чому отримують чорне олово. З останнього вилучають домішки інших металів методом електролітичного рафінування і зонної плавки.

Україна не має власної оловорудної бази. Потреба промисловості країни в олові не перевищує 1 тис. т/рік і задовольняється за рахунок імпорту. Кілька десятків тон олова отримують щороку завдяки переробці брухту та відходів.

На території України промислових родовищ олова поки не виявлено, але наявність розсипищ каситериту в осадовому чохлаї Волинського та Приазовського мегаблоків Українського щита дозволяє прогнозувати корінне зруденіння в докембрійських комплексах регіону. Найперспективнішими в цьому аспекті є Пержанський район північно-західної частини щита і Кам'яномогильський та Катеринівський гранітоїдні масиви Приазов'я, а також метатити Шполянсько-Таншицького району західної частини Ішувського мегаблоку (рис. 20).

У Пержанському районі Волинського мегаблоку прояви олова пов'язані з рідкіснометалевими гранітами та метасоматитами, де потенційно перспективними на виявлення промислової мінералізації є корінні каситерит-вольфраміт-кварцові прояви Західний, Кар'єрний, Гірняцький, Спуди, Західнояструбецький, розташовані на периферії Пержанського родовища берилію, а також колумбіт-каситеритові розсипи і каситерит-колумбітові кори вивітрювання.

Корінна мінералізація пов'язана з гранітоїдами та метасоматичними утвореннями пізнього протерозою, а розсипи приурочені до пісків водно-льодовикової фації четвертинного віку та пісків верхньої частини розрізу палеогенової товщі.

Колумбіт і каситерит зустрічаються також у корах вивітрювання гранітів пержанського комплексу.

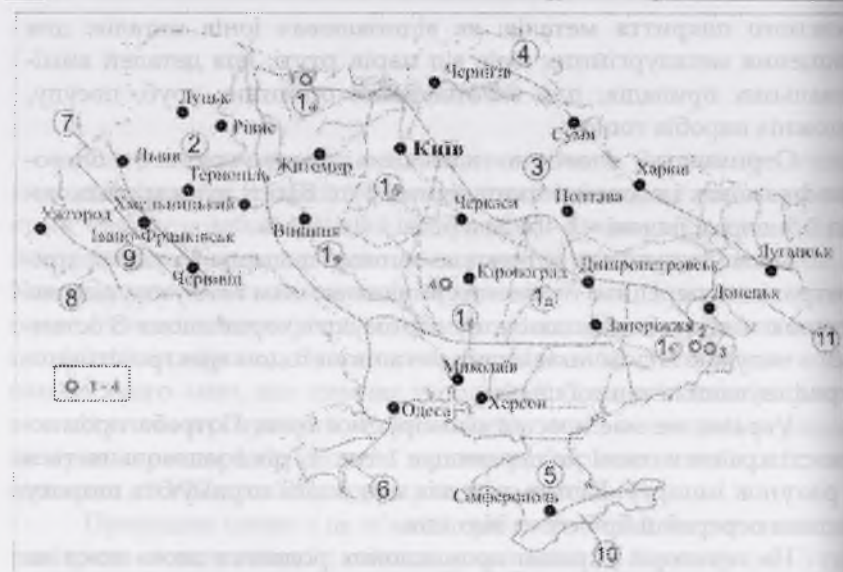


Рис. 20. Схема розташування рудопроаяів олова на території України

1 - рудопроаяи: 1 - Пержанська зона, 2 - Кам'яногильський, 3 - Катеринівський, 4 - Шполянсько-Ташлицька зона.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

У Приазовському районі, як це зазначалось вище, оловоносними є граніти Кам'яногильського і Катеринівського гранітних масивів протерозойського віку. Тут також виявлено декілька розсипів каситериту, приурочених до відкладів осадового чохла.

2.2.10. Ртуть

Ртуть відома людству з дуже давніх часів, про що свідчать знахідки в Єгипетських похованнях, споруджених за 1,5 тис. років до н. е., а також відомості про застосування ртуті в медицині Китаю ще за 3 тис. років до н. е. Спосіб отримання ртуті з кіноварі згадується в творах китайського хіміка Ко Хуана. Відомості про використання ртуті можна знайти і в творах стародавніх греків та римлян. Алхіміки вважали ртуть носієм металічних властивостей, обов'язковою складовою частиною всіх металів і називали цей рід-

кісний метал меркурієм на честь всюдисущого бога Меркурія, покровителя торговців та шахраїв.

У природному стані ртуть – це сріблясто-білий важкий метал, який за кімнатної температури набуває рідкого стану. Очевидно, звідси і латинська назва ртуті – *Hedrargyrum*, що в буквальному перекладі означає *вода і срібло*. Ртуть розчиняється в царській горіщі, азотній і гарячій концентрованій кислотах, не розчиняється в соляній кислоті і розбавленій сірчаній. Здатна розчиняти інші метали, особливо золото і срібло (амальгамація). Хімічно труть малоактивна. За кімнатної температури не окислюється, а при нагріванні до 300°C утворює оксид ртуті HgO.

Середній вміст ртуті в земній корі становить 0,00083 % (8,3 г/т). Максимальні кількості (0,001–0,02 % або 10–200 г/т) властиві для лужних порід, що дозволяє припускати її глибинне підкорове походження. Зазвичай ртуть переноситься гідротермальними магматичними розчинами у вигляді сульфідних комплексів і локалізується в сірчано-хлоридно-карбонатних утвореннях, які контролюють зони глибинних розломів.

Відомо понад 25 природних мінералів ртуті, серед яких головше промислове значення мають *кіновар*, *метацинабарит*, *самородна ртуть*, *лівінгстоніт*, *кордероїт*, *тиманіт* і *колорадоїт*.

Ртуть широко використовують у виготовленні термометрів, барометрів, ртутних ламп та інших приладів; як рідкий катод – у виробництві ідких лугів і хлору електролізом, як каталізатор – при синтезі оцтової кислоти; у металургії – для амальгамації золота та срібла. Гримуча ртуть знаходить практичне застосування як детонатор; кіновар – як природний пігмент; органічні сполуки – у сільському господарстві, а також як складова фарб для фарбування корпусів морських суден. Ртуть і її сполуки досить токсичні, що вимагає обережності при їх використанні.

Видобувається ртуть із ртутних руд – природних мінеральних утворень, які містять цей метал у таких концентраціях та сполуках, що забезпечує технологічну можливість і економічну доцільність їх промислового використання. Головним рудним мінералом таких руд є кіновар, а групу другорядних утворюють метацинабарит, самородна ртуть, лівінгстоніт, кордероїт, макдермініт, сульфосолі міді, сурми, миш'яку та сфалерит. Дуже багаті руди містять 5–10 % ртуті, багаті – близько 1 %, рядові – 0,2–0,3 %, бідні – 0,06–0,12 %.

Із монометалевих руд ртуть вилучають пірометалургічним способом - шляхом прямої возгонки в спеціальних печах. Комплексні ртутні руди попередньо збагачують для отримання комплексних або селективних концентратів із наступним вилученням ртуті пірометалургічним чи гідрометалургічним переділом. Збагачення ртутних руд може здійснюватись гравітаційним способом або флоатацією, а також за комбінованими схемами. У випадку, коли вміст ртуті не перевищує 1 %, її вилучення стає доцільним тільки за умови одночасного вилучення таких супутніх компонентів, як сурма, вольфрам, мідь та інших. Крім того, джерелом міді можуть бути кам'яне вугілля, нафта, газ, цементна та флюсова сировина.

Починаючи з другої половини ХІХ і протягом ХХ століття Україна була важливим ртутно-видобувним регіоном світу і найбільшим на теренах колишнього Радянського Союзу, оскільки в Донецькому басейні розташовані великі родовища Микитівського рудного поля. Родовища та прояви ртуті відомі також у межах Дніпровсько-Донецької западини, на Закарпатті, у Криму і в Добруджі (рис. 21).

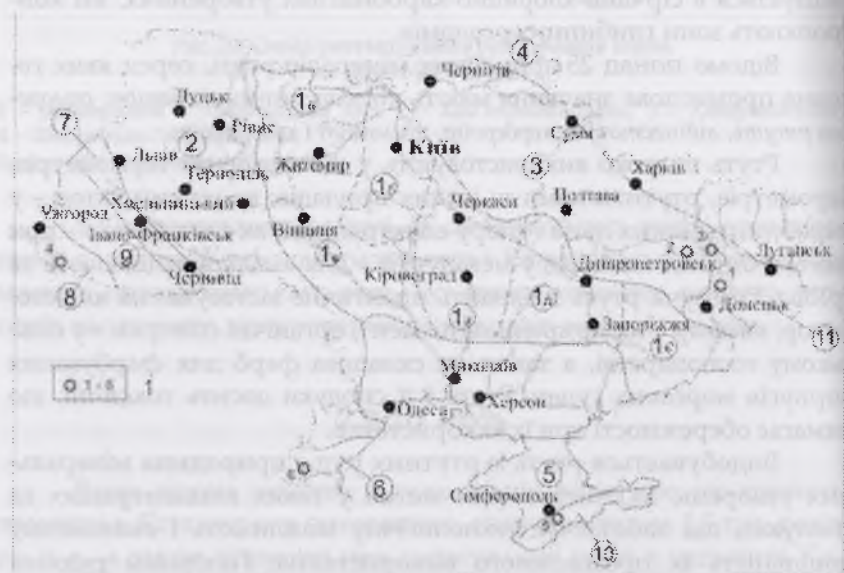


Рис. 21. Схема розташування родовищ у рудопроявах ртуті на території України

1 - ртутьонесні провінції і райони: 1 - Донецька ртутьонесна провінція, 2 - ртутьвмісні сульфідні і вуглїсті утворення Донецького басейну, 3 - Самаро-Торецький ртутьонесний район, 4 - Вишівське ртутне поле та інші прояви в Карпатах, 5 - прояви ртуті в Криму, 6 - прояви ртуті в Добруджі.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Загальні запаси ртутних руд в Україні оцінюють у 25 тис. т, з них підтверджено - 5 тис. т. Проте внаслідок несприятливої кон'юнктури на світовому ринку та інших обставин у 1995 році видобуток ртутних руд в Україні припинено.

Донецька ртутна провінція включає складчасту область Донбасу і південно-східну частину Дніпровсько-Донецької западини. Тут рудні об'єкти залягають серед теригенно-осадових відкладів середнього карбону, а також серед діапирових брекчій девонського віку, карбонатних порід нижнього карбону і теригенних відкладів верхньої пермі.

До найбільших ртутних родовищ Донбасу належать Микитівське і Костянтинівське.

Микитівське родовище виявлено в 1879 р. гірничим інженером Міненковим. За сто років його експлуатації (1885-1985) видобуто понад 32 млн. т. руди, з якої вилучено 33698 т металічної ртуті. Розташоване воно в центральній частині Донецької області в межах м. Горлівка. Загальні запаси ртуті на початок 1996 р. становили 10,7 тис. т, а підтверджені - 4,5 тис. т.

У будові родовища беруть участь аргіліти, алевроліти та пісковики середнього карбону, які чергуються з малопотужними пластами кам'яного вугілля та вапняків. Рудні тіла приурочені до кількох пластів кварцових пісковиків потужністю в перші десятки метрів. Руди характеризуються простим мінеральним складом. Головними рудними мінералами є кіновар, часто зустрічаються антимоніт, арсенопірит, пірит, зрідка - халькопірит, галеніт і сфалерит. Нерудні мінеральні асоціації представлені кварцом, дикітом і карбонатами. За вмістом ртуті руди родовища належать до бідних (0,0094 %). Рудна мінералізація характеризується гідротермальною природою.

Костянтинівське родовище приурочене до зони Горлівського (Центральнодонбаського) розлому і за будовою подібне до Микитівського. Руди мономінеральні з вмістом ртуті від 0,1 до 2,7 %.

У межах згаданого розлому знаходиться і *Докучаївський пров* ртуті, який виявлено в 1966 р. серед карбонатних порід карбонівського віку Східнодоломітового рудника. Тут рудна мінералізація локалізується в інтенсивно тріщинуватих і пористих, з численними карстовими порожнинами, доломітах і доломітизованих вапняках. Основними рудними мінералами є кіновар, рідко зустрічаються пірит, халькопірит, галеніт і сфалерит. Групу неруд-

них мінералів складають доломіт, кальцит, кварц, дикіт, флюорит, барит і бітуми.

Загальні запаси ртуті в Донецькому басейні після припинення у 1995 р. видобутку руди становили 24672 т, а підтверджені, тобто розвідані, – 4883 т, зокрема на Микитівському родовищі – 1017 і 4555 т відповідно, а Костянтинівському – 2 тис. т. Максимальну кількість ртуті (1260 т) на Микитівському комбінаті було отримано в 1975 р. Слід зазначити, що у 2001 р. світове виробництво ртуті становили близько 1400 т, тобто запаси Микитівського та інших родовищ Донбасу і потужності ртутного комбінату відповідали потребам світової промисловості. Однак скорочення попиту і падіння цін на ртуть, її шкідливість і небезпечність у використанні та зберіганні зумовлюють проблематичність як у нарощуванні запасів, так і розвитку ртутно-рудної сировинної бази загалом.

У *Дніпровсько-Донецькому регіоні* прояви ртуті приурочені до солянокупольних, нафто- і газоносних антиклінальних структур. Рудоносними тут є зазвичай туфогенні пісковики девонського віку, а також зони глибинних розломів.

Потенційно перспективним на виявлення промислової ртутної мінералізації є *Карпатський регіон*, де виявлено низку родовищ і проявів у Дубриницькому, Оленівському, Углянському, Вишківському районах і Закарпатті, пов'язаних з відкладами кайнозою. Особливої уваги заслуговує рудна мінералізація, приурочена до вулканогенних комплексів неогену Вигорлат-Гутинського пасма. Характерною особливістю родовищ цього району є їх комплексність. Тут виявлено кіновар-галеніт-сфалеритові, кіновар-реальгарові і кіновар-антимонітові руди з вмістом ртуті 0,4–0,645 %. Їх загальні запаси оцінюють у 229 т, а підтверджені становлять 134 т.

Ртутні прояви *Кримського регіону* практичного значення не мають. Локалізуються вони зазвичай у флішовій товщі таврійської серії, де приурочені до поперечних дайок діабазових порфіритів юрського віку. Підвищені вмісти труті характерні також і для району розвитку грязьового вулканізму на Керченському півострові.

У межах *Добруджі* ртутну мінералізацію виявлено серед доломітизованих вуглецевистих вапняків девонського віку, промислового значення вона не має.

2.2.11. СУРМА

Сурма відома людству з доісторичних часів. У стародавньому Вавилоні за 3 тис. років до н. е. з неї виготовляли посуд, а греки використовували найпоширеніший мінерал сурми антимоніт у якості фарби для фарбування брів і вій у чорний колір. Сурма в перекладі на українську мову означає «квітка». Так цей мінерал назвав німецький алхімік Василій Валентин за характерний вигляд кристків голчастих кристалів.

У природному стані сурма - це сріблясто-білий блискучий метал. Середній її вміст у земній корі становить 0,0005 % (5 г/т). Вважають, що сурма, як і ртуть, має глибинне підкорове походження і надходить у верхні горизонти земної кори по зонах глибинних розломів у складі газів, гідротерм та різноманітних флюїдів. Відомо до 75 природних мінералів сурми, але найважливішим з них є антимоніт. Промислове значення мають також бертєрит, гудмундіт, тетраедрит, джемсоніт, буланжерит, брукіт, надорит, валентиїніт, сенармонтин, сервантин, кермезит і стибіконіт.

Формуються родовища сурми на заключних стадіях розвитку геосинкліналей або в процесі тектоно-магматичної активізації платформ та областей завершальної складчастості. Тобто тоді, коли відбувається поновлення глибинних тектонічних розломів і формування наскрізних високопроникних зон у земній корі.

Найважливішою властивістю сурми, яка сприяє її широкому застосуванню в промисловості, є здатність утворювати сплави з багатьма металами, зокрема з лужними і лужно-земельними. Металічна сурма крихка і застосовується для отримання близько 200 сплавів підвищеної твердості з антикорозійними властивостями: твердого свинцю (гартблею), типографського металу, підшипникового металу (бабіту, що є сплавом сурми з оловом, свинцем і міддю), британського, або білого металу (сплав олова з сурмою і невеликою кількістю міді). Сполуки сурми широко використовують у гумотехнічній, лакофарбовій, медичній, піротехнічній промисловостях, у виробництві напівпровідників тощо.

Сурму отримують із сурм'яних, ртутно-сурм'яних і золото-сурм'яних руд, а також попутно із поліметалічних, олов'яних і вольфрамових руд шляхом безпосередньої металургійної обробки.

Схема обробки визначається вмістом руди в рудах і технологічними можливостями підприємства. Багаті руди містять 5 % сурми, рядові – 2-5 %, бідні – менше 2 %.

На теренах України рудопрояви сурми і комплексні сурм'яно-ртутні руди відомі в межах Донецького басейну, де приурочені до Микитівського ртутного рудного поля, але як об'єкти промислової розробки сурм'яних руд суттєвого значення не мають. Щоправда, ще в 1933 р. Ф. Абрамов та інші дослідники Донбасу зазначали, що на кожні 3 т ртуті, вилученої з руд Микитівського родовища, припадає 2 т сурми, яка потрапляє разом з відходами виробництва у відвали.

Єдиний прояв власне сурм'яних руд на території України – *Вирівський*. Він розташований у північно-західній частині Донбасу, де Головна антикліналь поєднується з Горлівською. Прояв репрезентований антимонітовою жилою яку виявив у 1957 р. геолог І. Сафошкін серед пісковиків карбонового віку. Жила мономінеральна, іноді в асоціації з антимонітом присутні кварц, дикіт, серицит, гідроксици заліза і сурм'яна вохра.

Запаси сурми на рудопрояві не підраховано, ресурси не оцінено.

2.2.12. Вісмут

Вісмут – це метал сріблясто-сірого кольору з рожевим відтінком, крихкий за кімнатної температури, а за температури 120–150°C набуває ковкості. Для нього характерна низька теплопровідність і високі діаманітні властивості. На повітрі окислюється слабо, розчиняється в кислотах і слабко – у концентрованих лугах.

Середній вміст вісмуту в земній корі становить 0,00017 % (1,7 г/т), найбільші його вмісти властиві для магматичних порід кислого складу. У природі відомо понад 100 мінералів вісмуту, промислове значення з яких мають *самородний вісмут, вісмутин, козаліт, айкініт, тетрадиміт, телуровісмутит, бісмїт і бісмутин*. У зоні гіпергенезу ці мінерали переходять у гідроксиди та карбонати.

Завдяки фізичним властивостям вісмут широко використовують у різних галузях народного господарства. У металургії – для отримання легкоплавких сплавів із свинцем, оловом, кадмієм, ви-

створення форм для литва, штампів; у фармацевтиці – виготовлення препаратів, підсушування і зменшення ваги; у хімічній промисловості – як каталізатор при виробництві синтетичного воюкна); в атомній енергетиці – як рідкий теплоносіє і охолоджувальний елемент; в електроніці – для виготовлення напівпровідників; у скляній та керамічній промисловості – для підвищення коефіцієнта заломлення та виробництва легкоплавкої емалі. Вісмут також застосовують для виготовлення термометрів і температурних запобіжників.

Вилучення вісмуту з руд є складним процесом. Спершу отримують концентрат, з якого вилучають чорний вісмут, який в подальшому перетворюють на чистий вісмут шляхом окислювального рафінування, сплавленням із сіркою, а також зонною кристалізацією в інертних газах.

Україна не володіє власною сировинною базою вісмуту. Потреби виробництва, які складають 8–8,5 т/рік, забезпечуються за рахунок імпорту металу з Казахстану.

На теренах України вісмуту встановлено у вигляді таких мінералів, як самородний вісмут, вісмутин, телуриди вісмуту і мальдоніт у золоторудних родовищах Українського щита, де в перспективі вісмут може видобуватись як супутній компонент; у рідкіснометалевих проявах Середнього Побужжя та Волині, де встановлено миш'яково-вісмутове і нікель-кобальт-вісмутове зрушення; молібденових проявах Суцано-Пержанської зони, а також у рудопроявах Східного Приазов'я.

Заяпитання для самоконтролю

1. Назвіть галузі народного господарства, де використовують алюміній.
2. Дайте загальну характеристику сировинної бази алюмінієвих руд України.
3. Назвіть галузі народного господарства, де використовують магній.
4. Охарактеризуйте стан мінерально-сировинної бази магнію в Україні.
5. У яких галузях виробництва використовують мідь та її сплави?
6. Дайте загальну характеристику мінерально-сировинної бази міді в Україні.
7. Назвіть галузі народного господарства, де використовують свинець і цинк.
8. Де на теренах України виявлено родовища свинцю і цинку?
9. Назвіть галузі народного господарства, де використовують нікель.
10. Де на території України розташовані родовища нікелю?
11. Назвіть галузі народного господарства, де використовують кобальт.
12. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу кобальту в Україні.
13. Назвіть галузі народного господарства, де використовують молібден.

14. Охарактеризуйте перспективи розвитку мінерально-сировинної бази України на молибден.
15. Для чого застосовується вольфрам?
16. Дайте загальну характеристику перспектив розвитку мінерально-сировинної бази вольфраму на Україні.
17. Назвіть галузі народного господарства, де використовують олово.
18. Охарактеризуйте сировинну базу олова України.
19. Назвіть основні родовища ртуті в Україні.
20. Охарактеризуйте перспективи розвитку сировинної бази сурми і вісмуту в Україні.

2.3. Благородні метали

Група благородних металів включає золото, срібло, платину і платиноїди.

2.3.1. Золото

Золото – це м'який яскраво-жовтий важкий метал. Його кларк у земній корі становить 0,0035 г/т. Найбільший вміст (0,03–0,1 г/т) характерний для порід основного та ультраосновного складу, що дозволяє припускати мантієне походження золота. У природі воно зустрічається зазвичай у вигляді *самородного золота*, а також твердих розчинів з різноманітними металами: сріблом (*електрум*), міддю (*купроаурид*), вісмутом (*бісмутаурид*), родієм (*рожит*), іридієм (*ірааурид*), платиною (*платинисте золото*). Відомі також телуриди золота (*калаверит* та *монтбрейт*), сульфід золота та срібла (*утенбогардит*) і золотовмісні телуриди та сульфіди.

Самородне золото входить до мінерального ряду золото – срібло зі змінною кількістю останнього, аж до золотистого срібла (кюстеліт) і чистого срібла. Характерною формою кристалів золота є октаедри, кубооктаедри, ромбічні додекаедри. Зустрічаються також тонкопластинчасті, волосоподібні, видовжені та дендрито-подібні форми. У природі переважають тонкодисперсні та дрібні частки золота розміром від 0,01 до 4 мм, іноді зустрічаються самородки золота вагою понад 1–5 грам. Найбільші самородки знайде-

но в Австралії – це «Плита Холтермана» вагою 93,3 кг, «Приємний незнайомец» – 59,7 кг, «Бажаний гість» – 68,1 кг.

Цінність золота визначається насамперед його роллю світового грошового еквівалента, що зумовлює стабільність національних валют. Унікальні фізико-хімічні властивості, до яких відносять пластичність та ковкість, виключна хімічна інертність, низький ступінь окислення, висока електропровідність, забезпечують широке використання золота в ювелірній галузі, електроніці, космічній та авіаційній промисловості, медицині тощо. У технічних галузях золото широко використовують у вигляді сплавів з іншими металами для виготовлення електричних контактів і деталей провідників.

Із золотовмісних гірських порід концентрати металу отримують шляхом застосування способів гравітаційного збагачення, а виділення золота – амальгамацією, яка передбачає розчинення металічною ртуттю з наступною відгонкою ртуті; хлоруванням, суть якого полягає в тому, що хлор пропускають через рудний концентрат і отриманий хлорид золота вимивають водою; вилуговування ціанідами, коли проводять обробку золотовмісних концентратів розчином NaCN , що спричиняє перехід золота в розчин, з якого метал виділяється під дією металічного цинку.

Україну можна віднести до золотодобувних країн. На її території виділено три золоторудні провінції: Український щит, де родовища та прояви золота локалізуються в метаморфізованих докембрійських комплексах, а також Карпатську і Донецьку складчасті області (рис. 22).

Головною золоторудною провінцією є *Український щит*, загальні ресурси якого оцінюють у 2400 т золота. На його території в Середньопридніпровському районі виявлено і розвідано такі родовища золота, як Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка в Середньому Придніпров'ї; Клишівське, Юр'ївське і Майське – на Кіровоградщині; Суразьке – в Приазов'ї, а також численні золоторудні прояви на Волині, Поділлі, Криворіжжі, у басейні р. Інгулець і Білоцерківському районі. Усі вони пов'язані з мезоархейськими зеленокам'яними комплексами і ділянками палеопротерозойської тектоно-магматичної активізації.

Родовища характеризуються промисловими запасами, але відсутність енергетично та економічно ошадних технологій збагачення золотовмісних руд і вилучення золота не дозволяє введення їх в експлуатацію.

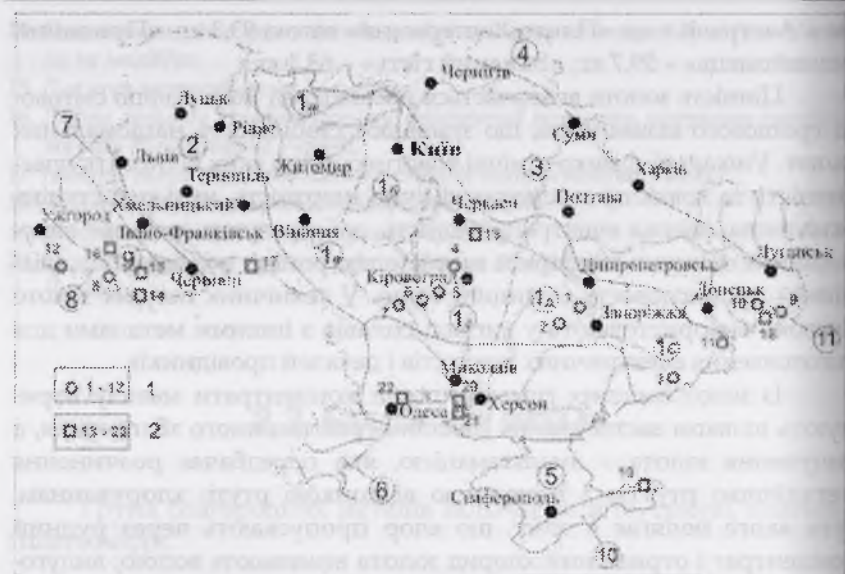


Рис. 22. Схема розташування родовищ і рудопрозяв золота на території України

1 – корінні родовища і рудопряви: 1 – Сергіївське і Балка Золота с Сурського золоторудного району, 2 – Балка Широка Чортомлицького району, 3 – Сурожське в Сорокинській зоні, 4 – Клинцівське і Юр'ївське, 5 – Липнязьке і Березівське рудні поля, 6 – Капітанське і Демов'ярське рудні поля, 7 – Майське Савранського рудного поля, 8 – Сауляк, 9 – Бобріківське, 10 – Михайлівський рудопрозяв, 11 – Докучайвський рудний район, 12 – Мужіївське і Берегівське родовища; 2 – золотоносні розсипи: 13 – на північно-східному схилі Українського щита, 14 – Чивчинський район, 15 – Яблунівський район, 16 – Верховинський район, 17 – Придністровський район, 18 – Бобріківська розсип, 19 – Керченський район, 20 – Придніпровська розсип, 21 – Тендрівська коса, 22 – Одеська затока.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Сергіївське родовище, що на Дніпропетровщині, розташоване в межах Солонянського рудного поля південної частини Сурської зеленокам'яної структури. Золоторудними є зони кварц-карбонат-амфіболових метасоматитів, приурочених до езоконтактів штоків і дайок кислого складу з метавулканогенно-осадовими відкладами конкської серії мезоархею. Золото пов'язане з кварц-карбонатними, кварц-карбонат-тремолітовими жилами і зонами інтенсивного обкварцювання, карбонатизації та сульфідизації метавулканітів, де його середній вміст становить 7–8 г/т.

Родовище Золота Балка знаходиться також у межах південної частини Сурської структури. Воно належить до золото-кварцового

жильного типу і пов'язано зі штокверком кварцових кератофірів. Рудні тіла представлені прожилково-вкрапленою сульфідною мінералізацією, репрезентованою асоціацією піриту, халькопіриту, шротину і сфалериту, в зонах обкварцювання метавулканітів. Вміст золота змінюється від 0,7 до 30,2 г/т.

Родовище Балка Широка розташоване в північно-східній частині Чортомлицької зеленокам'яної структури, що на Дніпропетровщині. Золота мінералізація локалізується в серії субпаралельних метасоматичних зон складених листвинітами з кварцовими і карбонат-кварцовими жилами та прожилками. Середній вміст золота в рудах становить 4–7 г/т.

Суразьке родовище приурочене до Сорокинської зеленокам'яної структури, що в Бердянському районі Запорізької області і знаходиться в 30 км північніше м. Бердянськ. Геологічний розріз структури складають metabазити, залізисто-кременисті породи, вапнякові скарни, метапеліти, кислі ефузиви осипенківської світи мезоархею, які містять сіли метаультрабазитів, кислих ефузивів, жили апліт-пегматоїдних гранітів і пегматитів.

Рудні зони представлені пластовими і стрічкоподібними тілами обкварцюваних і сульфідизованих метасоматитів у катаклазованих, брекчіюваних і обкварцюваних сланцях, амфіболітах, магнетитових кварцитах. Вміст золота в них коливається від 4 до 66 г/т.

Майське родовище знаходиться на півночі Миколаївської області і розташоване в південній частині Голованівської шовної зони, яка розділяє Дністровсько-Бузький та Інгульський мегаблоки. Золоторудна прожилково-вкраплена мінералізація локалізується серед інтенсивно катаклазованих, обкварцюваних, серицитизованих біотитових гнейсів, плагіогнейсів, амфіболітів дністровсько-бузької серії і гранітоїдів побузького комплексу архею. Вміст золота коливається від 1 до 70 г/т, місцями сягає 139 г/т.

Клинівське родовище, що на Кіровоградщині, приурочене до зони субмеридіонального Кіровоградського розлому в будові якої беруть участь біотитові, гранат-біотитові гнейси, діопсид-плагіоклаз-кварцові сланці чечеліївської світи інгуло-інгулецької серії палеопротерозою і тіла пегматоїдних гранітів новоукраїнського комплексу. Рудні тіла представлені зонами прожилково-вкрапленої, малосульфідної і золото-кварцової мінералізації, протяжністю від 2 до 6 км і шириною 70–100 м. Середній вміст золота в рудах складає 5,27 г/т.

Юр'ївське родовище розташоване в 17 км на південь від м. Кіровоград, де приурочене до східного екзоконтакту Новоукраїнського гранітного масиву з біотит-графітовими, біотитовими гнейсами чечелівської світи інгуло-інгулецької серії. Золоторудна мінералізація пов'язана з зоною скарнування та подрібнення гнейсових порід, у межах якої широко розвинені жили апліт-пегматоїдних гранітів. Руди належать до золото-кварцевого малосульфідного типу, його вміст коливається від десятих часток до 34,5 г/т.

У *Карпатській провінції* економічне значення мають Мужіївське і Берегівське родовища, приурочені до вулканічних утворень неогенового віку, які складають Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо, а також родовище Сауляк, яке локалізується серед метаморфічних порід Мармароського масиву.

Мужіївське родовище знаходиться в Берегівському районі Закарпатської області. Воно введено в експлуатацію у 1990 р. характеризується двоюрисною будовою. Нижній ярус репрезентований серією кварц-сульфідних жил з поліметалічною і супутньою золото-срібною мінералізацією. Вміст золота змінюється від 1 до 5 г/т. Верхній ярус (який експлуатується) представлений амебоподібним штокверком. Золоторудна мінералізація локалізується серед метасоматитів формації вторинних кварцитів та аргілізитів по туфах і брекчіях неогенових ріолітів. Його вміст змінюється від перших г/т до перших десятків г/т.

Берегівське родовище локалізоване в ігнімбритях і туфах ріолітів, що заповнюють вулканічну жерловину, де розвинені радіальні і кільцеві тектонічні порушення, що містять сульфідні, кварц-сульфідні, кварц-баритові, кварц-карбонатні і кварцові жили протяжністю 600–1300 м і прожилково-вкраплені зони. Середній вміст золота складає 5 г/т, а срібла – 15 г/т. Запаси родовища оцінюють у 18 т золота.

Родовище Сауляк розташоване на правому березі р. Тиса в басейні струмків Сауляк і Бреденець. Його було відкрито в 1974 р. Золоторудна мінералізація локалізована в зоні шар'яжно-насувних дислокацій на межі покривних споруд у відкладах рифейського віку. Золотоносними є кварц-карбонатні породи і кварц-серицит-хлоритові сланці. Вміст золота змінюється від 2 до 8 г/т.

У межах *Донецької провінції* золоторудні родовища зосереджені в складчастих вуглецево-теригенних товщах карбону. Перспективними з позиції промислового освоєння є золото-поліметалічне Бобриківське родовище, а також Михайлівський золото-піритовий рудопрояв.

Бобривське родовище приурочене до склепіння і прилягаючої південно-західної частини однойменної антикліналі, складеної аргілітами з підпорядкованим поширенням кварцитоподібних пісковиків. Золоторудне зруденіння на поверхні поширене на площі 17,5 тис. м² і в присьовій частині брахіантикліналі простежене на глибину понад 3 км. Рудна мінералізація локалізується в гідротермально-метасоматичних утвореннях. Промислові вмісти пов'язані з кварц-карбонат-галеніт-сульфосольними прожилками, де становлять 2–9 г/т. Прогнозні ресурси золота на родовищі оцінюють у 430 т.

Михайлівський рудопрояв розташований у північно-західній частині Ольховської антикліналі. Рудні тіла приурочені до березитизованих або аргілітизованих піритовмісних пісковиків, алевролітів і аргілітів, у яких вміст піриту змінюється від 1 до 45–50 %. Золото пов'язане з дрібнозернистим піритом, де його середній вміст становить 27 г/т.

Розсипні родовища на території України представлені палеорозсипами, розсипами сучасних континентальних відкладів і прибережно-морськими розсипами Чорного та Азовського морів.

Палеорозсипи відомі в нижньокрейдових відкладах (конгломерати, гравеліти, пісковики) північного схилу Українського щита. Золото тут яскраво-жовте, іноді з червонуватим відтінком, пілоподібне, дрібне (0,01–0,25 мм), у вигляді тонких лусок, пластинок, добре обкатане.

Вміст золота становить близько 1 г/т.

Із сучасних континентальних відкладів перспективними на виявлення розсипних родовищ золота є пролювіальні та аювіальні піски, супіски, гравій, галечники долин рік Лючка, Чорний і Білий Черемош у Карпатах, долини ріки Дністер в Передкарпатті, балки Скотова поблизу с. Бобриве в Нагольному краї Донбасу.

Прибережно-морські золотоносні відклади відомі на Керченському півострові, де виявлено Заморське, Темеське родовища, родовище в басейні р. Самара, Актанській низовині, районі Судакка, а також у північно-західній акваторії Чорного моря на ділянках Одеська затока, Тендровська і Придніпровська коси.

2.3.2. СРІБЛО

Срібло, як золото і мідь, відомі людині здавна. Ще в IV тисячолітті до н. е. злитки срібла виконували функцію грошових еквівалентів при торгівельних операціях. У багатьох країнах стародавньої Ойкумени були відомі ювелірні вироби із срібла. У III тисячолітті до н. е. вже існували срібні копальні, про що свідчать їх знахідки в Малій Азії. У Карпатах срібло видобувалося ще з VIII століття.

У природному стані срібло – це м'який білий метал з високою електро- і теплопровідністю. Він стійкий до окислення в природних умовах, а за підвищеної температури і тиску утворює оксид срібла Ag_2O . Навіть за високих температур не реагує з азотом і вуглецем, проте взаємодіє з парами сірки, утворюючи Ag_2S , і вільними галогенами. Срібло не реагує із соляною і розбавленою сірчаною кислотами, але вступає в реакцію з азотною і концентрованою сірчаною кислотами.

Срібло належить до одного з найбільш поширених у природі благородних металів. Його кларк у земній корі становить 0,5–0,7 г/т. Воно зазвичай концентрується в сульфідах, формує самостійні мінерали, може міститися в мусковіті, польових шпатах, солоній і прісній водах, а також в організмах. Відомо понад 50 мінералів срібла, до найважливіших з яких належать *самородне срібло, електрум, аргентит* (срібний блиск), *піраргірит* (темна червона руда), *прустит* (світла червона руда), *фрейбергит* (срібна блякла руда), *кераргірит* (срібна рогова руда), *стефаніт, полібазит, аргентоярузит, дискрозит, гесит і авіларит*.

Промислове значення мають такі мінерали-концентратори срібла, як високосрібні галеніти, бляклі руди, сульфіди та сульфосолі срібла, самородне срібло, сульфіди міді, низькопробне золото, халькопірит і телуриди.

Переважну частину срібла отримують попутно з комплексних срібловмісних руд. При переробці руд кольорових металів вилучають до 70 % світового виробництва цього металу, 10–15 % отримують при переробці золото-срібних родовищ, а з руд власне срібних родовищ – до 15–20 %.

Традиційно срібло використовують у ювелірній промисловості та для карбування монет і медалей. Окрім того, його застосо-

вують у виробництві кіно- і фотоматеріалів, в електронній та електротехнічній промисловості, при виготовленні медичних і побутових приладів, посуду, для покриття апаратів хімічної промисловості, дзеркал для знезабарвлення води. Колоїдне срібло в медицині використовують як антисептичний засіб у процесі лікування слизової оболонки, а також як аргірол, пропаргол і коларгол.

Як уже зазначалося, найбільшу кількість срібла отримують при переробці сульфідних руд поліметалів шляхом електролітичного рафінування. Із власне срібних руд срібло вилучають гравітаційним збагаченням, амальгамацією, пінною сепарацією, флоатацією. Концентрати срібла переробляють ціануванням за сорбційними технологіями або пірометалургійним способом. У результаті переробки чорних срібних злитків за допомогою електролітичного афінажу отримують срібний концентрат чистотою 99,9 %, який і переплавляють у комерційні злитки.

Дослідники висловлюють припущення, що людством вилучено з надр Землі близько 640 тис. т срібла, з них 550 тис. т використано для виготовлення ювелірних виробів, 40 тис. т - монет і медалей, а 45 тис. т - знаходяться у злитках.

В Україні в минулому столітті геологорозвідувальні роботи на пошуки родовищ срібла проводились обмежено і лише в останні роки виявлено значні ресурси цього металу як у формі власних руд срібла, так і у вигляді супутнього компонента в рудах золота і кольорових металів.

На теренах України виділяють три сріблоносні провінції, де відомі срібні і сріблоносні золото-поліметалічні та поліметалічні родовища: Карпатська, Донецька і Український щит, загальний ресурсний потенціал яких оцінюють у 7 тис. т срібла.

У межах *Карпатської провінції* розташоване срібне родовище Квасівське, сріблоносні золото-поліметалічні родовища Бітанське, Мужіївське та Берегівське і поліметалічне Грендеш.

Квасівське родовище приурочене до Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма. Рудна мінералізація локалізується в грубоуламкових вулканогенно-осадкових породах у вигляді прожилково-вкрапленого зруденіння, представленого асоціацією піриту, марканіту, галеніту, халькопіриту, піротину, сфалериту, бляклої руди, оксидів марганцю, срібла, золота і сурми. Вміст срібла в рудах становить від 20 до 400 г/т.

Руди родовища придатні для збагачення за флотаційно-ціанувальною і флотаційно-електрохімічною схемами, що дозволяє вилучати до 91–94 % срібла.

Біганське родовище розташоване в північно-західній частині Березівського нагір'я, за 20 км від Березівського родовища. Воно приурочене до туфів і піщано-сланцевих порід тортонсарматського віку, які прориваються сарматськими екструзивами ріолітів. Рудні тіла представлені жилами, складеними кварцом, баритом, каоліном, карбонатами з такими срібловмісними мінералами, як піраргірит, прустит, аргентит, галеніт, блякла руда, сфалерит, а також зустрічається срібло в самородному вигляді. Вміст срібла змінюється в діапазоні від 100 до 1000 г/т.

Березівське родовище за геологічною будовою близьке до Біганського, але тут основними рудними мінералами є прустит, полібазит, аргентит, електриум і самородне срібло. Середній вміст срібла в руді становить 20 г/т.

Мужіївське родовище експлуатується як золоторудний об'єкт. Золото-срібло-свинцево-цинкові руди поширені в північно-східній частині родовища, де вміст срібла коливається від 20 до 40 г/т, а загальні запаси металу перевищують 500 т.

Родовище Грендеш знаходиться у Вишівському районі Карпат, де приурочене до гідротермально-метасоматично змінених порід Мармароського масиву. Тут срібло пов'язане із зонами ртутно-поліметалічної мінералізації, де його вміст змінюється від 19,2 до 41,6 г/т.

У *Донбасі* практичний інтерес представляють срібне родовище Журавське, срібло-поліметалічне Єсаулинське і золото-поліметалічне Бобріківське.

Журавське родовище приурочене до інтенсивно дислокованих вуглистих алевролітів і пісковиків карбонового віку, які складають північну частину Нагольного кряжу. Рудні тіла репрезентовані прожилково-вкрапленими та жильними рудами анкерит-кварцового складу з сульфідною мінералізацією, а рудні мінерали представлені сфалеритом, галенітом, халькопіритом, тетраедритом, піраргіритом, аргентином, піритом, арсенопіритом, бурнонітом, буланжеритом, піротином і золотом. Срібло концентрується у вигляді емульсійної вкрапленості аргентиту в галеніті, а також міститься в сульфосолях. Його вміст в рудних тілах коливається від 35 до 1834 г/т.

Єсаулинське родовище знаходиться в північно-західній частині Нагольного кряжу, де приурочене до піщано-аргілітової товщі се-

реднього карбону. Зруденіння представлено сульфідами і кварц-анкеритовими жилами, а рудна мінералізація - асоціацією сфалериту, галеніту, халькопіриту, буланжериту, тетраедриту, бляклого руди, піриту і самородного золота. Середній вміст срібла в рудах становить 157 г/т.

У Бобринівському родовищі Нагольного кряжу срібло належить до супутніх елементів. Тут воно сконцентровано в таких мінералах як тетраедрит, галеніт і бурноніт, які є обов'язковою складовою золото-поліметалічних руд, де його вміст досягає 320 г/т, а прогнозовані ресурси оцінюють у 2500 т.

У межах металогенічної провінції *Українського щита* рудопрояви срібла пов'язані з зонами середньо-пізньопротерозойської та фанерозойської тектоно-магматичної активізації і практично не вивчені. Такі зони виявлено серед метаморфічних порід Чортмильської структури, порід екзоконтакту плагіоклаз-мікроклінових гранітів мокромосковського комплексу Середнього Придніпров'я, метасоматитах Пержанської зони і Качерівської структури Волинського мегаблоку, зонах Конкського й Оріхово-Павлоградського розломів східної частини щита. Срібло також є супутнім елементом усіх родовищ золота регіону.

Сьогодні в Україні підготовлено до освоєння три золото-срібні родовища (Мужіївське, Бобринівське і Клишківське), перші два з них експлуатуються. Крім того, існує велика кількість перспективних об'єктів, які можуть забезпечити суттєвий приріст ресурсів золота і срібла, сумарний ресурсний потенціал яких становить 3200 т.

2.3.3. ПЛАТИНА І ПЛАТИНОЇДИ

До металів платинової групи, або як їх ще називають платиноїдів, належать платина, паладій, осмій, іридій, рутеній і родій, а входять вони до групи благородних металів завдяки їх високій хімічній стійкості, тугоплавкості та привабливому зовнішньому вигляду.

Металічну *платину* в чистому вигляді вперше отримав англійський учений У. Волластон у 1803 р. На вигляд це срібно-білий метал, для якого характерні висока ковкість і тягучість, що дозволяє виготовляти з нього тонкі листи, має високу здатність до штампування. Платина стійка до більшості хімічних реагентів, крім царської горілки і бромів, слабо реагує з гарячою концентрованою

соляною і сірчаною кислотами. Середній її вміст у земній корі становить 0,005 г/т. Підвищені вмісти характерні для магматичних порід ультраосновного (2 г/т) і середнього (0,1 г/т) складу. В природі зустрічається у вигляді самородної платини, залізистої платини, фероплатини, ізофероплатини, тетрофероплатини, іридистої платини, паладистої платини, паладистої станоплатини, геверситу, холінгоартиту, а також сульфідів поліксену, спериліту і куприту.

Платину використовують у хімічній промисловості при виготовленні деталей приладів і апаратів, які контактують з агресивними речовинами або працюють за високих температур; хімічного посуду, каталізаторів для каталітичного риформінгу на нафтопереробних заводах; для покриття електродів; при виготовленні термометрів опору і термопар для виміру температур, що перевищують 1000°C; феромагнітних сплавів; фільтрів для очистки газів. Сполуки платини застосовують у скляній промисловості, для виготовлення постійних магнітів, у комп'ютерній техніці тощо.

Паладій, відкритий У. Волластоном одночасно з металічною платиною, має схожі з останньою фізичні та хімічні властивості. Його кларк у земній корі становить 0,013 г/т. У природних умовах утворює тверді розчини з платиною: паладисту платину, паладисту станоплатину, поліксен, фероплатину, іридисту платину; міститься у вигляді домішок у сульфідах силікатних ультраосновних та основних порід. Підвищені концентрації паладію характерні також для марганцевих руд і фосфоритів.

Паладій отримують з мінералів-концентраторів платинової групи. У сполуках з іншими металами його використовують для виготовлення ювелірних виробів, хімічної апаратури, протезування зубів, як каталізатор багатьох хімічних реакцій, в електроніці тощо.

Осмій відкрив англійський хімік С. Теннант у 1804 р. Він стійкий у царській горілці, але розчиняється в гарячій азотній кислоті; утворює комплексні сполуки з лугами. Металічний осмій та його сполуки легко окислюються. Кларк цього металу в земній корі становить 0,007 г/т. Концентрується він зазвичай у перидотитах, піроксенітах, дунітах, тобто магматичних породах ультраосновного складу. В природі зустрічається у вигляді самородного осмію, а його мінералами-носіями є осміїрид, нев'янскіт, сисертскіт, сарсит, ерліхманіт. Окрім того, може бути домішкою в платинових мінералах.

Осмій вилучають із платинових концентратів відгонкою OsO_4 , який уловлюють лужним розчином з подальшим осаджен-

ним осмію. Пізніше осмії відновлюють і отримують осмієвий порошок, який використовують як каталізатор для синтезу аміаку, гідратації органічних сполук, а також як легуючий додаток до надміцних сплавів.

Іридій також був відкритий С. Теннантом у тому ж 1804 році. Це срібно-білий, хімічно слабко активний метал, стійкий навіть у царській горілці. У вигляді тонкого порошку здатний адсорбувати сірку, галогени та інші метали. Його середній вміст у земній корі становить 0,003 г/т.

Іридій належить до типових елементів магматичних порід ультраосновного й основного складу. В природі зустрічається у вигляді сполук з іншими металами платинової групи, сіркою та мінніяком, а також як домішка в комплексних сульфідних мідно-нікелевих рудах.

Іридій видобувають із платинових і золотих розсипів у вигляді власних мінералів, концентратів металів платинової групи, а також із комплексних мідно-нікелевих руд після переробки анодних шлаків електролізу нікелю і міді. Сплави іридію з платиною використовують для виготовлення хімічного посуду, ювелірних виробів, хірургічних інструментів, нерозчинних анодів, у точних приладах, наприклад, як еталон метричної системи мір.

Родій відкрив англійський вчений У. Волластон у 1804 році. Цей метал характеризується стійкістю до хімічного впливу кислот, лугів і активних металів. Його кларк у земній корі становить 0,001 г/т. Власних мінералів немає, а в природі зустрічається у вигляді ізоморфних домішок у самородній платині та мінералах групи осмістого іридію, поширених у мідно-нікелевих рудах.

Родій видобувають із концентратів металів платинової групи. Використовують родій та його сплави для виготовлення електролітичних покриттів, термопар, електричних контактів, як каталізатор при отриманні деяких органічних і неорганічних сполук.

Рутеній відкрив у 1844 р. російський хімік К. Клаус. Характерною властивістю цього металу є висока хімічна стійкість. У кислотах, лугах і царській горілці щільний рутеній не розчиняється, а губчастий повільно реагує з концентрованою соляною кислотою. Цього кларк у земній корі становить 0,005 г/т. У природі існує лише один власний мінерал рутенію – це *лаурит*, але він утворює тверді розчини в мінералах платини, міститься також у сульфідних мідно-нікелевих рудах.

Рутеній видобувають із платинових руд шляхом возгонки легкої RuO_4 з її переведенням у розчин HCl із CH_3OH , а також осадженням комплексної солі рутенію. Металічний рутеній отримують термічним відновленням в атмосфері H_2 . Використовують його як каталізатор при отриманні деяких органічних сполук, також він додається до паладієвих і платинових сплавів для надання їм міцності. Платинорутенієві сплави використовують при виготовленні електричних контактів та деталей із підвищеною корозійною стійкістю.

Видобуток металів платинової групи здійснюється відкритим і підземним способами. Першим зазвичай розробляють розсіпні родовища, другим – корінні. При збагаченні металонесних пісків і дроблених корінних руд отримують платиновий концентрат із вмістом платинових мінералів 80–90 %, який підлягає афінажу. Вилучення металів платинової групи з комплексних сульфідних руд здійснюється флотацією з наступною багатостадійною гідрометалургійною, електрохімічною та хімічною переробкою.

Частину платини отримують шляхом гідрометалургійної переробки і відновленням воднем платинових концентратів при підвищених температурах.

Головними споживачами металів платинової групи є автомобільна, електронна і електротехнічна, хімічна та електрохімічна, скляна промисловості, ювелірна справа, стоматологія. Метали цієї групи використовуються також при виготовленні монет і злитків.

В Україні відсутня сировинна база металів платинової групи. Потреби країни задовольняються за рахунок імпорту з Росії, однак мафіт-ультрамафітові докембрійські комплекси Волинського, Дністровсько-Бузького, Середньопридніпровського, Приазовського мегаблоків Українського щита, рифейські трапи Волині і залізорудні формації протерозойського віку є потенційно перспективними об'єктами на виявлення промислових концентрацій платини і платиноїдів (рис. 23).

У межах *Волинської провінції*, яка займає територію одногоменного мегаблоку Українського щита, промисловий інтерес становлять рудопрояви, приурочені до Прутівського, Залізниківського, Кам'янського та інших інтрузивних масивів, складених основними та ультраосновними породами (перидотитами, піроксенітами, габро, норитами).

Ресурси металів платинової групи на *Прутівському рудопрові* оцінюють у 10,8 т, а вміст платини і паладію в породах становить до 0,15 г/т.

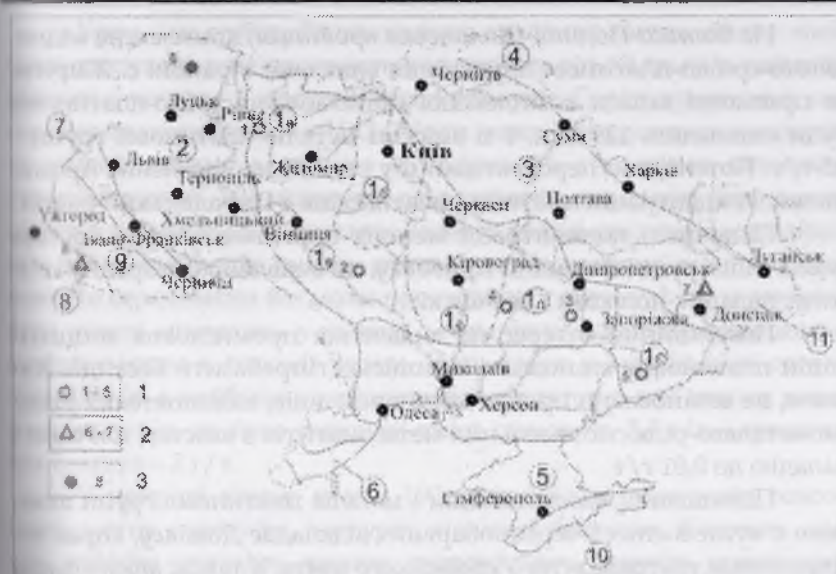


Рис. 23. Схема розташування проявів платиноїдів і потенційно перспективних інтродуційних комплексів виявлення платинової мінералізації на території України

1 - докембрійські мафіт-ультрамафітові комплекси: 1 - Волинська провінція, 2 - Дністрівсько-Бузька провінція, 3 - Середньопридніпровська провінція, 4 - Криворізька структура, 5 - Приазовська провінція; 2 - альїнотинні гіпербазити, вугленосні та червонобарвні відклади, фанерозойські метасоматицити; 6 - Карпатська провінція, 7 - Дніецька провінція; 3 - рифейська трапова формація; 8 - Волинська провінція.
Інші умовні позначення див. на рис. 6.

У Дністрівсько-Бузькій провінції (мегаблоці) підвищений вміст металів платинової групи встановлено в архейських інтрузіях Північнотарновацького масиву, складених асоціацією дунітів, перидотитів і серпентинітів; у хромітових рудах Капітанівського і Липовенького масивів, а також в ультрабазитах Жданівської інтрузії.

На території Середнього Придніпров'я (Середньопридніпровська провінція) рудопрояви платини та платиноїдів приурочені до ультрабазитових утворень Олександрійського, Варварівського, Сухохуторського масивів, гіпербазитових порід Чортомлицької, Сурської, Білозерської структур, дайок ультраосновного складу Девіадівської зони розломів і габроїдів Софійвської інтрузії.

У межах Приазовської провінції (мегаблоку) підвищений вміст платини і металів платинової групи характерний для ультрабазитів басейну ріки Обіточна, а також Сорокинського та Октябрського масивів.

На Волино-Поділлі (*Волинська провінція*) комплексне мідно-золото-срібло-платинове зруденіння виявлено в районі с. Жириччі, де прогнозні запаси комплексної мідно-золото-срібло-платинової руди становлять 125 млн. т зі вмістом металів платинової групи – 1,5 г/т. Потенційно перспективним у регіоні на виявлення промислових концентрацій платини і платиноїдів є Рафалівський район.

Підвищені концентрації металів платинової групи містять також залізородні формації *Кривбасу*, де виявлено самородну платину, паладій, поліксен і нев'янскіт.

Потенційний інтерес на виявлення промислових концентрацій платиноїдів становлять альпійські гіпребазити Бескидів *Карпат*, де встановлено прояви хромшпінелідів, калішпатових рідкіснометалево-рідкісноземельних метасоматитів з вмістом платини і паладію до 0,01 г/т.

Підвищений вміст платини і металів платинової групи виявлено у вугленосних і червонобарвних відкладає *Донбасу*, корах вивітрювання ультрабазитів Українського щита, а також алювіальних золотоносних розсипах Середньої Наддністрянщини і Побужжя.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке «благородні метали» і чому вони так називаються?
2. Дайте загальну характеристику мінерально-сировинної бази золота України.
3. Дайте характеристику мінерально-сировинної бази срібла України.
4. Які галузі народного господарства є споживачами платини і металів платинової групи?
5. Назвіть потенційно перспективні райони України на виявлення промислових концентрацій платини і металів платинової групи.

2.4. РАДІОАКТИВНІ МЕТАЛИ

До групи радіоактивних металів, які мають промислове значення, відносять *уран*.

Уран відкрив німецький учений М. Клапрот у 1789 р., а в 1841 р. французький хімік Пеліго вперше отримав металічний уран. Увага до цього елемента виникла після того, як у 1896 р. А. Бекерель виявив його радіоактивність, а в 1898 р. подружжя Кюрі вилучило з уранової смолки Яхимова радій.

Уран – це срібно-білий, хімічно активний метал, який у хімічних сполуках може проявляти валентність від +2 до +6, а найстійкішими є чотири- і шестивалентні сполуки. Серед природних оксидів найважливішими є U_3O_8 . Уран легко розчиняється в азотній та соляній кислотах, погано – у сірчаній, з деякими металами утворює сплави. Він належить до рухливих елементів, інтенсивно мігрує в нейтральних і лужних водах у формі простих і комплексних іонів, особливо в умовах окислення. На контакті із зонами відновного середовища він може переходити у тверду фазу й утворювати власні мінерали., у зв'язку з чим окисно-відновні процеси є вирішальними в геохімії урану. Його кларк у земній корі становить 2,5 г/т, а найбільші концентрації характерні для кислих вивержених порід, де його середній вміст становить 3,5 г/т, і вуглецевих сланців – 2 г/т.

У природі відомо понад 100 урановмісних мінералів, основними з яких є *уранініт, настуран, янтиніт, бекереліт, більєтит, скуніт, кофініт, уранофан, казоліт, ретзерфордит, шарпіт, ураноталіт, байлеїт, фогліт, шрекінгерит, йоганіт, уранопіліт, отеніт, торберніт, метацейнерит, цейнерит, ураноспініт, карнотит, туюмуніт, раувіт, умохіт, молураніт, ірієніт, бранерит, абсид, давидит, гатчетоліт, ельсвортит, фергюсоніт, циркеліт, малакон, ксенотим, монацит, ортит, заленіт, уран-халькозин, уран-лімоніт, уран-псиломелан* та багато інших.

Найважливішою властивістю урану є його радіоактивність, тобто здатність розпадатися з вивільненням значної енергії і послідовним утворенням радіоактивних елементів аж до стійких ізотопів радіогенного свинцю. При розпаді ^{238}U стійким є ізотоп ^{206}Pb , а при розпаді ^{235}U утворюється ізотоп ^{207}Pb . Ця властивість урану покладена в основу визначення абсолютного віку порід і мінералів. Період напіврозпаду ізотопу ^{235}U становить $8 - 7,1 \cdot 10^8$ років, а ізотопу ^{234}U – $2,5 \cdot 10^5$ років.

Використання урану пов'язане з його надзвичайними енергетичними можливостями, а саме здатністю при розщепленні виділяти гігантську енергію, що сприяє ефективному його застосуванню у військовій справі та енергетиці, насамперед як палива для ядерних реакторів атомних електростанцій. Уран добре відомий як паливо для дослідницьких ядерних реакторів і реакторів, якими обладнані морські судна (криголами, авіаносці, підводні човни). Він також може використовуватись у виробництві захисних біологічних екранів, скла та кераміки, спеціальних матеріалів у металургії та медицині.

Уран отримують із руд методом механічного збагачення та гідрометалургійної переробки з вилуговуванням розчинами сірчаної, азотної кислот або содовими розчинами. Крім традиційних, застосовують методи підземного вилуговування уранових руд, ніні розробляють технології вилучення урану з морської води.

Україна належить до провідних уранодобувних країн світу. Ресурси уранових руд, виявлених на теренах нашої країни, оцінюють у 366 тис. т. Усього на території України виявлено 21 уранове родовище (рис. 24), а виробництво уранового концентрату становить близько 500 т/рік.

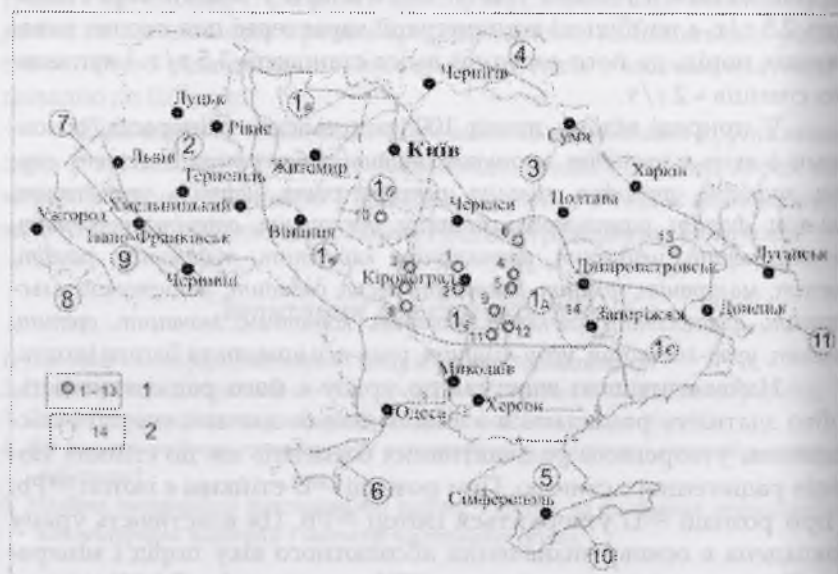


Рис. 24. Схема розташування рудопроаяв і родовищ урану на території України

1 - родовища і рудопроаяви. Родовища: 1 - Северинівське, 2 - Мічурінське, 3 - Ватутинське, 4 - Жовторіченське, 5 - Первомайське; рудопроаяви: 6 - Кременчуцький, 7 - Калинівський і Лозуватський, 8 - Південний, 9 - «Червоний шахтар», 10 - «Північна Берізка», 11 - Михайлівський, 12 - Анастасівський, 13 - Новосфастівський; 2 - ураноборудні райони: 14 - Дніпровський. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Головні запаси урану зосереджені на Кіровоградщині у Северинівському, Мічурінському, Компаніївському родовищах, приурочених до протерозойських гранітоїдних комплексів. Тільки в цьому регіоні запаси урану, за попередньою оцінкою, перевищують

100 тис. т, а ресурси становлять понад 200 тис. т. Родовища урану також виявлено на Черкащині (Ватутінське), Побужжі (Лозуватське, Південне, Калинівське), у Дніпропетровській області (Жовторіченське, Первомайське, Сурське) і Дніпровсько-Донецькому регіоні (Адамівське, Красноокопське, Берецьке).

За значними запасами урану і розвиненій інфраструктурі уранодобувної галузі Україна, як це зазначалось вище, належить до провідних уранодобувних країн світу, але порівняно низький вміст урану в рудах, витратний підземний спосіб видобутку загрожують втратою цих позицій. Разом з тим уран за техніко-економічними показниками конкурує з іншими енергоносіями і є потенційною сировиною для значного покращення паливно-енергетичного комплексу держави.

Запитання для самоконтролю

1. У яких галузях народного господарства і завдяки яким особливостям використовують уран?
2. Назвіть райони поширення родовищ урану на території України.

2.5. РІДКІСНІ ТА РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

Група рідкісних і рідкісноземельних металів включає берилій, літій, рубідій, германій, тантал, ніобій, цирконій, гафній, скандій і рідкісноземельні елементи.

2.5.1. БЕРИЛІЙ

Берилій у чистому вигляді – це метал світло-сірого кольору з високою корозійною стійкістю і високим модулем пружності. Його середній вміст у земній корі становить 2–5 г/т. Мінімальні значення властиві для основних гірських порід, а максимальні – для лужних. Понад 99,9 % металу міститься у вигляді ізоморфних домішок у різних мінералах і тільки частка відсотка концентрується у власних. У природі відомо 55 мінералів берилію, серед яких практичне

значення мають берилій, хризоберил, фенакіт, берtrandит, гентгельвін, гельвін, бариліт і гельберtrandит.

З бериллових руд найбагатшими є фенакіт-берtrandитові, гельберtrandитові, гентгельвінові і барилітові, на які припадає 75 % усіх світових запасів.

Завдяки незначній питомій вазі (1,84–1,85 г/см³), а також фізичним, механічним і термічним властивостям берилій використовується в електронній, авіакосмічній, військовій промисловості; як легуюча домішка при виготовленні окремих сортів сталі і для покриття виробів; як домішка до ракетного палива, а високочистий берилій слугує уповільнювачем і відбивачем нейтронів у атомних реакторах. Сплави берилію з міддю, цинком, свинцем застосовують для виробництва надлегких і негорючих матеріалів, високоміцні сплави з берилієм – для виготовлення корпусів надзвукових літаків, космічних ракет і підводних човнів. Спокуси берилію використовують у виробництві спеціальної кераміки та металокерамічних виробів, ріжучих інструментів для роботи в умовах високої температури. Берилієві мінерали, зокрема яскраво-зелений смарагд, зеленувато-блакитний аквамарин, рожевий вороб'євіт, жовті геліодор та хризоберил, традиційно використовують у ювелірній промисловості.

В Україні мінерально-сировинна база берилію представлена одним підготовленим до розробки Пержанським родовищем на північному заході Волинського мегаблоку Українського щита (Житомирська область). Потенційно перспективними на виявлення промислових концентрацій берилію є також гранітні пегматити західної частини Приазовського мегаблоку і зона зчленування Українського щита з Донбасом, де прояви берилієвої мінералізації виявлено серед метасоматичних утворень (рис. 25).

Пержанське родовище Волині приурочене до метасоматично змінених гранітоїдів палеопротерозойського віку, а промислові концентрації берилію пов'язані з гентгельвіном, який є породоутворюючим мінералом лужних метасоматитів. Рудні тіла локалізуються серед метасоматичних гранітів, альбіт-калішпатових, кварц-польовошпатових, слюдисто-кварц-польовошпатових метасоматитів, польовошпат-слюдяних грейзенів, альбітитів і зазвичай представлені кварц-гентгельвіновими жилами.

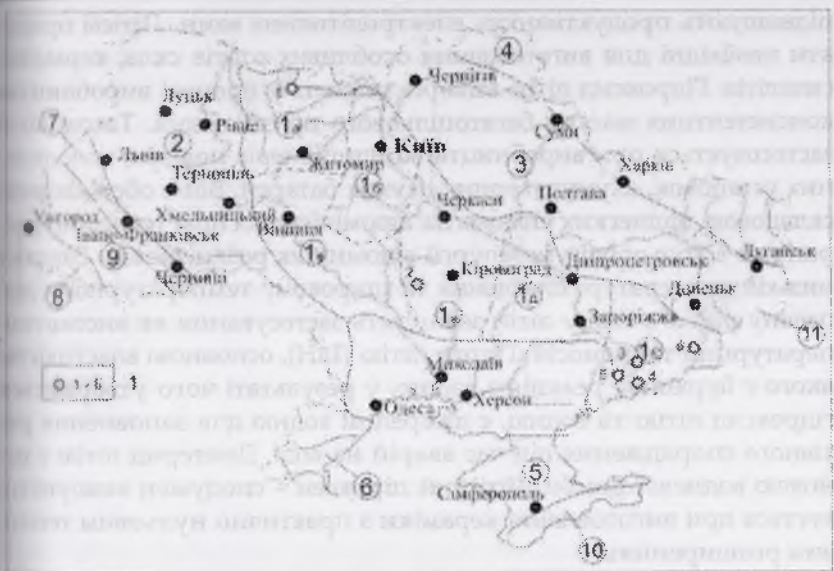


Рис. 25. Схема розташування родовищ і рудопроявів берилію на території України

1 – родовища і рудопрояви: 1 – Пержанське родовище, 2 – Петроостровсько-Полохівське рудне поле, 3 – Шевченківське родовище, 4 – родовище Балка Крута, 5 – Єлісейське рудне поле, 6 – рудопрояв Кам'яні Могили.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

2.5.2. Літій

Літій відкрив шведський хімік І. Арфведсон у 1817 р., досліджуючи мінерал петаліт. У перекладі з грецької мови літій означає *камінь*. Це сріблясто-білий метал, який у повітряній атмосфері швидко покривається темно-сірою плівкою оксиду Li_2O і нітриду Li_3N . Він легко ріжиться ножом, а за кімнатної температури поєднується з галогенами, розкладає воду з виділенням водню.

Кларк літійу в земній корі становить 22 г/т. Найбільше його в гранітах і найменше в породах ультраосновного складу. У природі нараховують близько 30 мінералів-носіїв літійу, але промислове значення мають лише *сподумен*, *петаліт* і *лепідоліт*.

У промисловості літій використовують зазвичай у формі карбонату літійу, гідроксиду літійу, мінеральних концентратів, солей, металу, бутіллітійу тощо. В алюмінієвій промисловості солі літійу

підвищують продуктивність електролітичних ванн. Літієві продукти необхідні для виготовлення особливих сортів скла, кераміки, ситалітів. Гідроксид літію використовують у процесі виробництва консистентних мастил багатощільового призначення. Також літій застосовується при виробництві кондиціонерів повітря, холодильних установок, акумуляторних і сухих батарей. Він є обов'язковою складовою надлегких сплавів на алюмінієвій основі (склерону, аерону), а в кольоровій металургії відомий як розкислювач. Завдяки низькій температурі плавлення та широкому температурному діапазону рідкого стану літій знаходить застосування як високотемпературний теплоносій. Гідрит літію (LiH), основною властивістю якого є бурхлива реакція з водою, у результаті чого утворюється гідроксид літію та водню, є джерелом водню для заповнення рятівного спорядження під час аварій на воді. Дейтерид літію є основою водневої бомби. Літієвий піроксен – сподумен використовується при виготовленні кераміки з практично нульовим тепловим розширенням.

У промислово розвинених країнах споживання літію становить 10–12 г/людину на рік. Відтак потреба України в літії приблизно 500–600 т/рік, що можна забезпечити за рахунок вітчизняних родовищ літію, розвідані запаси і ресурси яких дозволяють ще й сформуванню певний експортний потенціал.

Усі відомі родовища та прояви літію України пов'язані з рідкіснометалевими пегматитами, поширеними в межах західних частин Приазовського та Інгульського мегаблоків Українського щита, де перспективними щодо промислового освоєння є Шевченківське, Полохівське і Станкуватське родовища (рис. 26).

Шевченківське родовище розташоване у Великоновосілківському районі Донецької області, поблизу населеного пункту Шевченко (Приазовський мегаблок). У геолого-структурному відношенні воно приурочене до Шевченківської грабенподібної структури, вивпненої метавулканогенно-теригенними породами мезоархею, які містять численні жилоподібні тіла рідкіснометалевих пегматитів. Середня потужність останніх сягає 40 м, а протяжність – 600–700 м. Головним носієм літію на родовищі є кварц-альбіт-сподуменова мінеральна асоціація, якою складені внутрішні частини пегматитових тіл.

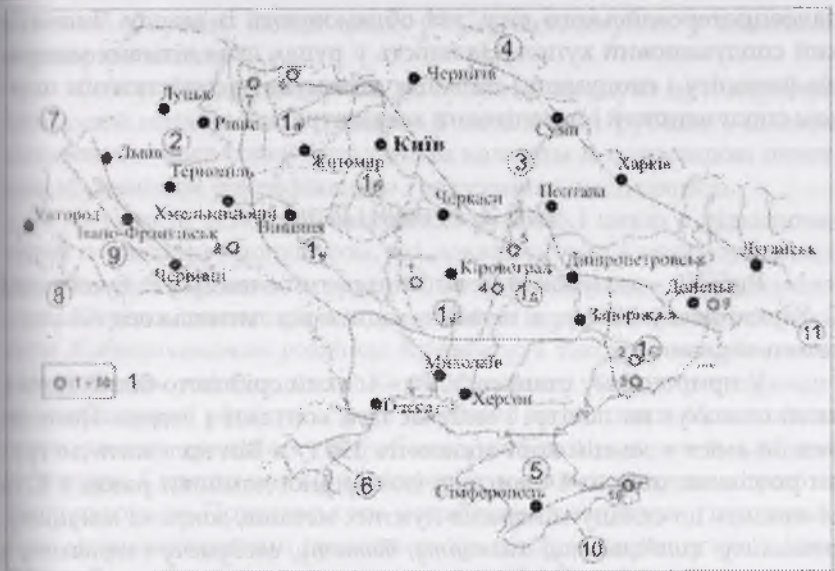


Рис. 26. Схема розташування родовищ і рудопроявів літію на території України

1 - рудні райони, родовища, рудопрояви: 1 - Шполянсько-Ташликський район, 2 - Шевченківське родовище, 3 - родовище Балка Крута, 4 - Жовторіченське родовище, 5 - Комендантівський рудопрояв, 6 - Пержанське родовище, 7 - Вербинський рудопрояв, 8 - Подільсько-Північнодніпровський рудний район, 9 - Донецький район, 10 - Керченсько-Таманський район.
Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Полохівське родовище Знаходиться в Маловисківському районі Кіровоградської області (західна частина Інгульського мегаблоку), на південний схід від смт. Смоліне. Тут рудна мінералізація пов'язана з петаліт- і сподуменвмісними пегматитами, які локалізуються серед метатеригенних відкладів інгуло-інгулецької серії та біотитових гранітів палеопротерозою. Літієвмісними на родовищі є петаліт і сподумен.

Із руд родовища петалітовий концентрат можна отримувати екологічно безпечним гравітаційним збагаченням. Такий концентрат можна використовувати як плавець у процесі виробництва кераміки та скла, а також з нього отримують хлорид літію, який слугує основною сировиною для карбонату літію.

Станкуватське родовище сподумен-петалітових руд розташоване в межах Добровеличківського району Кіровоградської області. Рудоносними є пегматитові жили, поширені серед амфіболітів

палеопротерозойського віку, які облямовують із заходу Липнязький сподуменовий купол. Наявність у рудах двох літєвих мінералів (петаліту і сподумену) дозволяє отримувати селективним шляхом сподуменовий і петалітовий концентрати.

2.5.3. РУБІДІЙ І ЦЕЗІЙ

Рубідій – це лужний метал, відкритий вченими Р. Бунзеном і Г. Кірхгофом у 1861 р, а назва походить від латинського *rubidus* – темно-червоний.

У природному стані рубідій – м'який сріблясто-білий метал, який спалахує на повітрі і вибухає при контакті з водою. Його середній вміст у земній корі становить 150 г/т. Він належить до групи розсіяних металів і у вигляді ізоморфної домішки разом з К та Лі входить до складу мінералів лужних металів, зокрема *полуциту*, *лепідоліту*, *цинвальдиту*, *амазоніту*, *біотиту*, *сподумену* і *карналіту* з яких і видобувається. Найбільші концентрації рубідію характерні для мінералів низькотемпературних пегматитових жил.

Рубідій зустрічається у вигляді суміші двох природних ізотопів – ^{85}Rb ^{87}Rb . Останній належить до радіоактивних із періодом напіврозпаду $5 \cdot 10^{10}$ років, що дозволяє використовувати його співвідношення із ^{87}Sr для визначення радіологічного віку гірських порід.

Цезій також належить до лужних металів. Його назва походить від латинського *caesius* – блакитний. У природному стані це метал із жовтогарячим відтінком, легкоплавкий, дуже м'який, як і рубідій, спалахує на повітрі, а з водою реагує вибухом. Його кларк у земній корі становить 37 г/т. Мінералами-носіями цезію є *сподумен*, *лепідоліт*, *цинвальдит*, *цезієвий астрофіліт*, *цезій-куплетскит*, *цезієвий біотит*, а також утворює власний мінерал – *полуцит*.

Рубідій і цезій використовують в електронно-оптичній промисловості, у вакуумних радіолампах, термістерах, лазерах, мазерах, люмінесцентних екранах, люмінесцентних трубках, при виготовленні катодів для фотоелементів, спеціальної кераміки, скла, емалі, як додаток до наповнення газорозрядних трубок. Солі рубідію застосовують як каталізатор в органічному синтезі.

Цезій використовують у МГД-генераторах, плазмових підсилювачах надвисоких частот, системах автоматичного контролю, керування та наведення ракет, системах дальнього зв'язку і проти-

ракетної оборони. Ізотоп цезію (^{133}Cs) застосовують у квантових стандартах частот.

Солі рубідію отримують як супутній продукт при виробництві солей літію, магнію і калію, а металічний рубідій – шляхом відновлення його солей металічним кальцієм із подальшою очисткою від домішок ректифікацією і вакуумною дистиляцією.

В Україні основним джерелом рубідію і цезію є рідкіснометалеві пегматити з полуцитом, які локалізуються в метаморфічних, ультраметаморфічних і гранітоїдних комплексах Українського щита. Серед відомих проявів потенційно перспективними є пегматити *Жовторіченського родовища Кривбасу*, а також *Станкуватського і Полохівського родовищ* що на Кіровоградщині. Крім того, підвищені концентрації рідкісних лугів виявлено на контакті Новомосковського масиву гранітів з ультрабазитами Конкської зеленокам'яної структури Середнього Придніпров'я; у малих інтрузіях гранітів Волинського та Приазовського мегаблоків; у змінених гідротермально-метасоматичними процесами гранітоїдах пержанського комплексу Волині, а також підземних водах Донбасу і ґрунтових водах Керченсько-Таманського району.

2.5.4. ГЕРМАНІЙ

Германій належить до групи розсіяних рідкісних елементів. Виявив його вперше у 1871 р. Д. Менделєєв як екацидиль, а відкрив у 1886 р. німецький хімік К. Вінклер. Це дуже твердий і крихкий срібно-білий метал, хімічно стійкий на повітрі за умов кімнатної температури, але при підвищенні її до 600–700°C швидко окислюється з утворенням двооксиду. Твердий германій не реагує з азотом і воднем, а рідкий хімічно активний за температури 1000°C. найважливішими властивостями германію є його напівпровідникові якості.

Кларк германію в земній корі становить 1,4 г/т. Найвищі концентрації цього елемента властиві для гідротермальних сульфідних утворень, як домішка він зустрічається в мінералах кремнію, заліза і цинку.

Германій – це типовий розсіяний елемент. Він формує обмежене коло власних мінералів, серед яких найбільш поширеними є *германіт, рен'єрит, аргіродит, штотит, ітоїт, флейшерит і канфільдит*.

Унікальні напівпровідникові властивості германію, як це зазначалось вище, сприяють широкому використанню його у сфері

радіоелектроніки. Значна кількість германію споживається в процесі виробництва волоконної оптики, де застосовують тетрахлорид германію, який отримують з оксиду або металічного германію. Крім того, він відомий як каталізатор у виробництві полімерів, виготовленні інфрачервоної оптики, електроніці та сонячній енергетиці. Сплави германію стійкі до кислих агресивних середовищ, вони забезпечують потреби у приладо- та машинобудуванні, а також металургії. Германій є основною складовою германій-оловотелурового сплаву, який використовується при виготовленні цифрових відеодисків (DVD). Він також застосовується у виробництві лінз цифрових фотоапаратів і об'єктивів, як люмінофор – флюорисцентних лампах. Крім сфери високих технологій, його використовують у металургії для виробництва різних сплавів з оловом, алюмінієм і магнієм.

В Україні джерелом германію є вугілля Донбасу і Львівсько-Волинського басейну, докембрійські залізні руди і руди поліметалічних та золото-поліметалічних родовищ, де він знаходиться як супутній компонент (рис. 27).

Запаси германію у вугіллі становлять понад 91 тис. т. Це дало можливість Україні за радянських часів бути єдиним виробником германію на теренах СРСР, отримуючи щорічно близько 4,5 т металу. Виробництво германію налагоджено на 13 коксохімічних заводах, сім з яких (Андріївський, Алчевський, Єнакієвський, Запорізький, Криворізький, Макіївський, Ясинуватський) продовжують виробляти від 1 до 3 т германію на рік. На цих заводах діють хімічні установки з попутного вилучення германію з вугілля.

Потреби України в германії оцінюють у межах 2 т на рік. Державним балансом враховано 7154224 тис. т вугілля 196 родовищ Донбасу з яких розробляють 87, і 7 у Львівсько-Волинському басейні (розробляють 1 родовище). Найкраще вивчено германієносне вугілля Донецького басейну, де запаси цього металу підраховані до глибини 1500–1800 м, а середній вміст германію становить 3,8–6,6 г/т. Германієносними є верстви вугілля нижнього, середнього і верхнього карбону, але найбільші концентрації цього металу властиві вугіллю середньокарбонового віку. Разом з германієм у вугіллі містяться галій, літій і берилій.

Окрім Донецького та Львівсько-Волинського басейнів, германій виявлено також у вугіллі *Дніпровського вугільного* і *Закарпатського (Малобіганське родовище) буровугільного басейнів*.

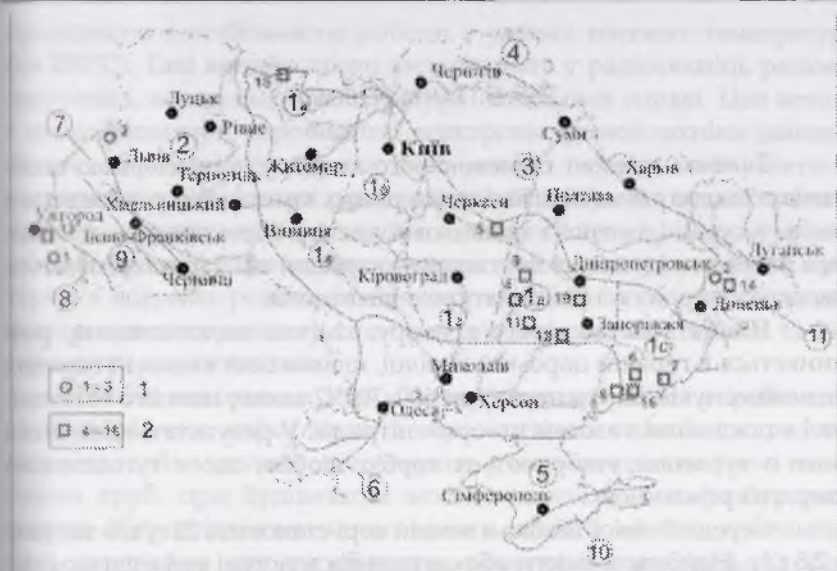


Рис. 27. Схема розташування родовищ і рудопроявів германію на території України

1 – германієвмісне вугілля: 1 – Закарпатський вугільний район, 2 – Львівсько-Волинський вугільний басейн, 3 – Донецький вугільний басейн; 2 – родовища та рудопрояви германію в докембрійських залізисто-кременистих утвореннях і комплексних поліметалічних та рідкіснометалевих рудах: 4 – Криворізький залізорудний басейн, 5 – Кременчуцький залізорудний район, 6 – Гуляйпільське залізорудне родовище, 7 – Маріупольське залізорудне родовище, 8 – Західно-Приазовський залізорудний район, 9 – рудопрояви Верхньодніпровської зеленокам'яної структури, 10 – рудопрояви Сурської зеленокам'яної структури, 11 – рудопрояви Чортомлицької зеленокам'яної структури, 12 – рудопрояви Білозерської зеленокам'яної структури, 13 – Закарпатський рудний район, 14 – Донецький рудний район, 16 – Західно-Приазовський рудний район.
Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Значні ресурси германію сконцентровані в докембрійських залізних рудах **Українського щита**. Це перш за все залізорудні родовища **Криворізького басейну**, де середній вміст германію становить 6–8 г/т, а також **Горішньо-Плавнинське родовище Кременчуцького залізорудного району**. Германій також встановлено в залізисто-кременистих породах зеленокам'яних структур **Середнього Придніпров'я** і залізних рудах родовищ **Приазовського мегаблоку** (Гуляйпільське, Маріупольське та ін.).

У незначних кількостях германій відзначається також на свинцево-цинкових родовищах і рудопроявах **Нагольного краю** (Донбас) та рудах золото-поліметалічного **Мужіївського родовища в Закарпатті**.

2.5.5. ТАНТАЛ І НІОБІЙ

Тантал - метал сірого-сірого кольору, характерною особливістю якого є висока стійкість до різних кислот. Він розчиняється лише в суміші азотної і плавикової кислот. При поєднанні з водою утворює гідриди, а з вуглецем - карбіди, які характеризуються високою твердістю і температурою плавлення.

Ніобій - метал сірого кольору, хімічно малоактивний, розчиняється в гарячій царській горілці, плавиковій кислоті і гарячих розчинах лугів. За температури 600-700°C зазнає повного окислення і в поєднанні з азотом утворює нітриди. У результаті поєднання його з вуглецем утворюються карбід ніобію, що є тугоплавкою твердою речовиною.

Середній вміст ніобію в земній корі становить 20 г/т, а танталу - 2,5 г/т. Найбільші вмісти обох елементів властиві нефеліновим сієнітам, а також іншим магматичним породам підвищеної лужності.

Тантал і ніобій дуже рідко утворюють монометалеві природні концентрати. Зазвичай вони асоціюють з оловом, рубідієм, цезієм, цирконієм, рідкісноземельними елементами, ураном, торієм і вольфрамом.

У природі тантал і ніобій зустрічаються тільки в п'ятивалентній формі у вигляді кислотних сполук. Відомо понад 50 власне танталових і ніобієвих мінералів, представлених простими і складними тантало-ніобатами. Промислове значення мають такі мінерали: *колумбіт-танталіт, гатчетоліт, маріньякіт, копіт, дисалмайт, лопарит, фергюсоніт, перовскіт, самарскіт і сімпсоніт*.

Окрім зазначених мінералів, практичне значення у виробництві танталу і ніобію мають ільменорутил, рутил (стріверит), а також приазовіт (урано-титановий тантало-ніобат, який зустрічається в рідкіснометалевих рудах Приазов'я). Слід також зазначити, що мінерали групи колумбіту, фергюсоніту і лопариту дуже стійкі в зоні гіпергенезу і нагромаджуються в розсипах.

Завдяки унікальним фізичним і хімічним властивостям тантал та ніобій, а також їх сплави і сполуки широко застосовуються у важливих галузях сучасної техніки.

Основною сферою використання танталу є виробництво мініатюрних конденсаторів, які характеризуються високою електро-

провідністю і стабільністю роботи в умовах високих температур (до 250°C). Такі конденсатори застосовують у радіотехніці, радіоелектроніці, аерокосмічній апаратурі і військовій справі. Цей метал є незамінним при виробництві електровакуумної техніки (анооди, деталі високотемпературних вакуумних печей), авіа-ракетно-космічної техніки (деталі реактивних двигунів), оборонній промисловості (корпуси глибоководних підводних човнів). Сплав танталу, вольфраму і гафнію використовується як конструкційний матеріал в ядерних реакторах. Завдяки абсолютній інертності щодо склянин живого організму з танталу виготовляють матеріали та інструменти для медицини.

Ніобій використовують у чорній металургії для виробництва нержавіючих жаростійких і корозієстійких сплавів та сталей. Леговані ніобієм сплави застосовують у виробництві нафто- і газопровідних труб, при будівництві мостів, морських і нафтобурових споруд. Жаростійкі сплави, що містять до 50 % ніобію, є незамінним матеріалом для виробництва реактивних двигунів. Карбід ніобію в суміші з карбідом танталу використовують для отримання надтвердих сплавів; сплави ніобію з титаном, оловом, алюмінієм і германієм – надпровідниковій техніці. Ніобій застосовують також у прискорювачах елементарних часток, ядерних томографах і магнітних сепараторах.

В Україні ресурсний потенціал танталу і ніобію є найвищим у Європі, проте видобуток тантало-ніобієвої сировини в країні не проводиться. Потенційно перспективними на виявлення промислових концентрацій цих металів є докембрійські породні комплекси *Приазовського мегаблоку* і північно-західної частини *Волинського мегаблоку Українського щита*, а основні запаси тантало-ніобієвої сировини зосереджені на Мазурівському і Новопавлівському родовищах (рис. 28).

Мазурівське родовище знаходиться в північно-східній частині Окшбрського масиву лужних і нефелінових сієнітів, що в Приазов'ї. Тут тантало-ніобієве зруденіння локалізується серед нефелінових сієнітів, пегматитів, альбітизованих нефелінових сієнітів і альбітитів.

Руди родовища комплексні пірохлор-цирконові. Разом з пірохлором і цирконами у великій кількості присутні ферсміт, колумбіт та ільменорутит. Вони легко збагачуються з отриманням чорного тантал-ніобієвого (пірохлорового) і цирконового концентрату із супутним вилученням товарного польвошпатового продукту.

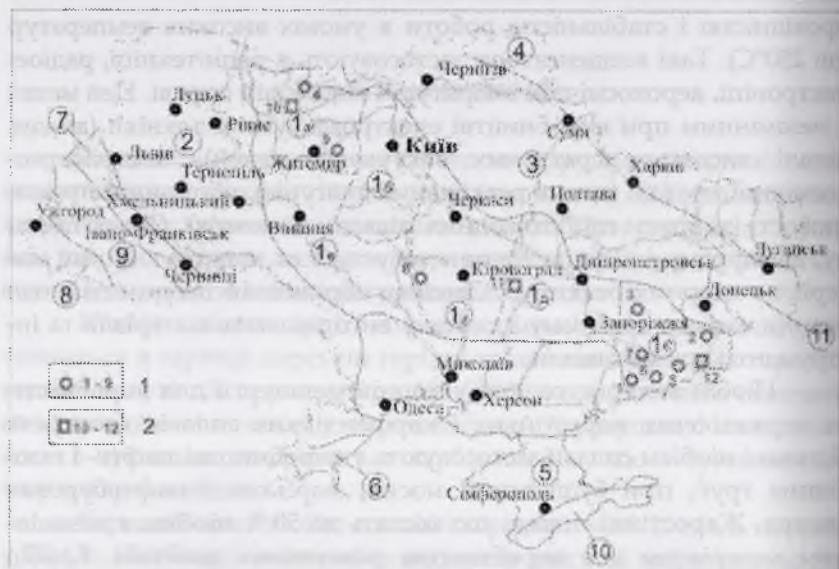


Рис. 28. Схема розташування родовищ і рудопросяв танталу і ніобію на території України

1 - рудні райони, родовища і рудопросяви: 1 - Новоуплатвське родовище, 2 - Мазурівське родовище, 3 - Малотерсянський рудопросяв, 4 - Пержанський рудний район, 5 - Кам'яномогильський рудопросяв, 6 - родовище Балка Крута, 7 - Шевченківське родовище, 8 - Шполянсько-Ташиликський рудний район, 9 - рудопросяви Кочерівської структури; 2 - родовища та рудопросяви кори вивітряння і розсити: 10 - Іршанське родовище, 11 - Малинівське родовище, 12 - Маріупольське родовище.
Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Прогнозні ресурси родовища у межах глибин, сприятливих для відкритої розробки, становлять 1-8 млн. т Nb_2O_5 і 30 тис. т Ta_2O_5 . На базі родовища може діяти гірничо-збагачувальний комбінат з продуктивністю переробки руди до 15 млн. т. Враховуючи можливість переробки чорних концентратів на Донецькому хіміко-металургійному заводі і отримання особливо високоякісних тантал-ніобієвих продуктів на Придніпровському хіміко-металургійному заводі, можна зробити висновок, що Україна здатна забезпечити потреби народного господарства власним танталом і ніобієм.

Новопавлівське рідкіснометально-апатитове родовище в Чернігівському районі Запорізької області приурочене до однойменного масиву карбонатитів, який знаходиться в західній частині Приазовського мегаблока. Тут тантал-ніобієве зруденіння приурочене до метасоматитів палеопротерозойського віку. Родовище комплек-

не, руди містять промислові концентрації фосфору, танталу, ніобію і фтору. Їх ресурси оцінюють у 384,7 млн. т. Родовище вивчене і підготовлене до розробки підземним способом.

Потенційно перспективними на виявлення промислових концентрацій танталу і ніобію є також метасоматити Суццано-Пержанської зони північно-східної частини Волинського мегаблока, пегматити Звенигородсько-Ганнівської зони, яка знаходиться на заході Інгульського мегаблока, і лужні граніти Приазов'я.

2.5.6. Цирконій і гафній

Цирконій – це сріблясто-білий метал, схожий на сталь, який добре піддається механічній обробці. Він був відкритий у 1789 р. членом Берлінської академії наук М. Клапротом, а назва походить від назви мінералу циркон. Металічний цирконій отримано тільки через 2,5 століття в 1925 р. нідерландськими дослідниками А. ван Аркелем і І. де Будом під час термічної дисоціації йодиту цирконію.

Гафній – сріблясто-білий метал, відкритий у 1923 р. угорським хіміком Д. Хевеши і голландським фізиком Д. Костером. Назва походить від латинської назви міста Копенгаген (*hafnia*), де працювали ці вчені. У природних умовах він зустрічається виключно як супутник цирконію.

Середній вміст цирконію в земній корі становить 1700 г/т, а гафнію 3 г/т. У природі відомо понад 30 мінералів цирконію, але практичне значення мають лише циркон і його різновиди – *баделейт* та *свділіт*. Гафній власних мінералів не утворює, він є хімічним аналогом цирконію та ізоморфно його заміщує. У зв'язку з цим практично весь гафній отримують шляхом очищення реакторного циркону.

Завдяки високій жаростійкості, низькому коефіцієнту теплового розширення, хімічній інертності цирконієві концентрати широко застосовуються в ливарному виробництві як формувальний матеріал.

Цирконієві вогнетриви успішно використовують у чорній металургії, забезпечуючи процес безперервного розливу сталі. Застосування цирконієвих вогнетривів у скляній промисловості дозволяє збільшити термін служби печей у три-чотири рази, а також підвищити температуру процесу до 1600°C. У керамічній промисловості цирконієві концентрати використовують для виготовлення поливи при виробництві облицювальної плитки, санітарно-

технічних виробів, фасадної кераміки тощо. Покриття внутрішньої поверхні технологічних трубопроводів цирконієвими емалями значно збільшує термін їх експлуатації. Цирконієві абразиви за своїми технологічними характеристиками значно перевищують корундові, що забезпечує швидкісне шліфування. У металургії цирконій та його сплави застосовують як домішки до нержавіючих, жаростійких спецсталей, що значно підвищує їх межу витривалості. Цирконій є добрим розкислювачем, кращим за якість, ніж марганець і титан.

Завдяки властивості поглинати гази при нагріванні порошковий цирконій застосовують для підтримання високого вакууму в приладах. На основі цирконію створено високоміцні керамічні конструкційні матеріали, з яких виготовляють основні деталі дизельних двигунів високої ефективності. Діоксид цирконію застосовують при виробництві п'єзоелектричних елементів, фільтрів, керамічних конденсаторів тощо.

Основна маса металічного цирконію споживається атомною енергетикою. Завдяки малому поперечному перерізу захоплення теплових нейтронів, високій температурі плавлення та антикорозійним властивостям цирконій є найкращим конструкційним матеріалом для виготовлення оболонок паливних елементів.

Головним споживачем гафнію є атомна енергетика, де він застосовується для виготовлення регулюючих стрижнів реакторів, які гальмують ядерні реакції і мають найтриваліший термін використання та високу стабільність властивостей. Крім того, гафній застосовують у радіотехніці, при виробництві рентгенівських і телевізійних трубок. Він є також складовою частиною тугоплавких і жаростійких сплавів для авіації, ракетних двигунів, газових турбін.

До 95 % світових ресурсів діоксиду цирконію зосереджено в розсіпних родовищах, а інші 5 % - у масивах лужно-ультраосновних порід і карбонатитів. Загалом вони складають до 100 млн. т. Дослідники висловлюють припущення, що до 400 млн. т може бути зосереджено в лужних і фельдшпатоїдних породах, цирконієвмісних бітумінозних пісковиках, золотоносних розсіпах, лужних ефузивах, які потребують вивчення.

Гафній, як це зазначалось вище, є супутнім елементом цирконію і власних родовищ не утворює. Запаси його визначають, виходячи із запасів цирконію у співвідношенні 1:50. Світова база оксиду гафнію становить приблизно 1 млн. т.

Україна володіє значними запасами цирконієвої сировини. На її території зосереджені як екзогенні, так і ендегенні родовища цирконію.

Екзогенні родовища (розсипні) приурочені до прибережно-морських, алювіальних, алювіально-делювіальних утворень, а також залишкової кори вивітрювання. Ендегенні, або корінні, пов'язані з інтрузивними масивами сієнітів, нефелінових сієнітів і маріуполітів Українського щита.

Із розсипних родовищ циркон видобувають разом з титановими мінералами, що робить їх рентабельними. Джерелом циркону та ільменіту для утворення розсипів були корінні родовища в масивах лужних і сублужних порід Українського щита. Головним чинником утворення розсипів, на думку багатьох учених, була денудація донеогенової кори вивітрювання докембрійських порід Українського щита. Нині Державним балансом по цирконію враховано запаси Малишевського, Тарасівського, Вовчанського, Воскресенського, Краснокутського, Злобицького родовищ, а запаси родовищ Мокро-Ялинської групи (рис. 29) віднесено до за балансових.

Малишевське родовище, або як його ще називають Самотканське, описано в підрозділі «Титан», у зв'язку з чим, щоб уникнути повторення, тут його характеристика опускається.

Вовчанське родовище розташоване поблизу залізничної станції Демурине в Дніпропетровській області. Родовище належить до групи розсипних. Промислові концентрації цирконію приурочені до прибережно-морських відкладів сарматського віку. Рудні піски характеризуються кварцовим складом, доброю відсортованістю і відсутністю глинистих речовин. Групу головних корисних мінералів складають ільменіт, рутил, лейкоксен, циркон, дістен, силіманіт, ставроліт і турмалін. Такий склад дозволяє відносити розсип до категорії комплексних.

Тарасівське родовище розташоване в Київській області, за 25 км на південь від залізничної станції Біла Церква, де приурочене до долини ріки Рось. Продуктивними є прибережно-морські і частково дельтові відклади, репрезентовані білими, зеленувато-сірими, дрібно- та грубозернистими пісками неогенового віку. Головними корисними мінералами є ільменіт, рутил і циркон. Крім того зустрічаються також монацит, ксенотим, каситерит, баделейт і целестин. Родовище є резервною базою Вільногірського гірничо-обогачувального комбінату.



Рис. 29. Схема розташування родовищ і рудопроявів цирконію та гафнію на території України

1 - корінні родовища та рудопрояви, пов'язані з докембрійськими породними комплексами: 1 - Азовське, 2 - Мазурівське, 3 - Калино-Шевченківське, 4 - Ястребецьке, 5 - Жовторіченське, 6 - Новопоплавське, 7 - Злобичське, 2 - розсинні родовища: 8 - Малишевське, 9 - Волчанське, 10 - Воскресенське, 11 - Краснокутське, 12 - Тарасівське, 13 - Зеленоярське, 14 - Мокро-Ялинське, 15 - Маріупольське.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Краснокутське родовище знаходиться в Харківській області, за 25 км на південний захід від залізничної станції Богодухів. Розсин утворений двома покладами у пісках неогенового віку. Головними мінералами є ільменіт, рутил, лейкоксен і циркон.

Зеленоярське родовище розташоване на території Київської області в басейні ріки Рось. Представлене воно трьома паралельними покладами лінзоподібної форми протяжністю до 13 км при ширині до 1 км. Рудоносними є піски неогену, а головні корисні мінерали – циркон, ільменіт, лейкоксен, силіманіт і ставроліт.

Мокро-Ялинська група титан-цирконієвих розсипів розташована у вірхів'ї р. Мокрі Яли Приазов'я, де приурочені до східної частини Конксько-Ялинської западини. Концентрації циркону та ільменіту локалізуються серед неогенових пісків.

Корінні родовища циркону промислово не розробляють. Проте за комплексним складом руд, які, окрім цирконію, містять

сафній, ніобій, тантал, ітрій, рідкісноземельні елементи, є потенційними об'єктами освоєння в найближчі роки. Приурочені такі родовища до докембрійських інтрузивних комплексів Українського щита. На особливу увагу серед них заслуговують Азовське, Яструбецьке та Мазурівське родовища.

Азовське родовище знаходиться в західній частині Володарського інтрузивного масиву Приазовського мегаблока щита. Географічно воно розташоване південно-західніше смт. Володарське. Рудна мінералізація локалізується серед сієнітів, габро-сієнітів, сублужних гранітів, вік укорінення яких становить 1,8 млрд. років. Зруденіла зона представлена дев'ятьма цирконій-рідкісноземельними рудними покладами протяжністю до 1,5 км. Рудна мінералізація репрезентована цирконом, бритолітом, бастнезитом і ортитом. Цирконій зазвичай зустрічається у вигляді кристалів рожевого кольору із фіолетовим, оранжевим або червоним відтінками розміром від 2-3 до 10-15 мм.

За природою родовище відноситься до магматичних і на поточний час знаходиться на стадії розвідки.

Яструбецьке родовище приурочене до однойменного сієнітового масиву мезопротерозойського віку, розташованому на крайньому північному заході Українського щита, у центральній частині Суцано-Пержанської тектонічної зони (Волинський мегаблок). Рудна мінералізація локалізується в ендоконтактовій зоні масиву, де утворює до 10 рудних тіл, головним рудним мінералом яких є циркон, присутні також рідкісноземельні мінерали, зокрема бастнезит, що дає можливість відносити родовище до категорії комплексних.

Як і Азовське родовище, Яструбецьке знаходиться на стадії вивчення.

Мазурівське родовище розташоване в межах Октябрського (Маріупольського) лужного масиву Приазовського мегаблока, неподалік смт. Донське Донецької області. Масив складений сублужними основними та ультраосновними породами, серед яких переважають габро, піроксеніти, перидотити, а також лужними і нефеліновими сієнітами, вік укорінення яких відповідає мезопротерозою. Рудні тіла приурочені до зон інтенсивної альбітизації інтрузивних порід. Основним рудним мінералом є циркон, який зустрічається у вигляді кристалів розміром від 0,1-0,7 см до 4 см.

З Мазурівським родовищем пов'язане зародження цирконієвої промисловості в Україні на початку 40-х років минулого століття.

2.5.7. СКАНДІЙ

Скандій – відкрив у 1879 році шведський хімік А. Нільсен у мінералах гадолініті та евксеніті зі Скандинавії, що й лягло в основу назви цього елемента. У відносно чистому вигляді (94–98 %) скандій був отриманий лише в 1937 році. Це сріблястий метал з характерним жовтим полиском. На повітрі покривається захисною плівкою Sc_2O_3 , що перешкоджає подальшому окисленню.

Середній вміст скандію в земній корі становить 16,6 г/т. Найменше цього елемента в лужних і ультраосновних породах (0,2–0,3 г/т), а найбільше – в основних (30–35 г/т). Зазвичай скандій розсіюється та ізоморфно заміщує в темнобарвних мінералах, таких, як піроксен, амфібол, біотит, двовалентне залізо і магній. У природі відомо лише п'ять власне скандієвих мінералів але промислове значення має тільки *тортвейтит*. У світі виявлено лише два невеликих родовища цього мінералу, який концентрується в гранітних пегматитах. Це родовище Івеланд у Норвегії, де за 50 років експлуатації видобуто 50 кг концентрату, та родовище Бефанамо на о. Мадагаскар. Зазвичай необхідний для промисловості скандій отримують попутно при переробці ільменітових концентратів, уран-ванадієвих руд, бокситів, фосфоритів тощо.

У промисловості скандій використовують дуже обмежено. Незначна його кількість йде на виробництво напівпровідників і каталізаторів. Добавка карбіду скандію до карбіду титану підвищує твердість цієї сполуки до твердості алмазу; в електронно-обчислювальній техніці застосовують скандієвмісні ферити та синтетичні гранати, останні також використовують у лазерах.

В Україні відомі рудні об'єкти, на яких скандій є супутнім компонентом у складі ванадій-рідкіснометалево-скандієвих (Жовторіченське та Первомайське родовища) та апатит-ільменітових (Стремигородське, Торчинське родовища) руд (рис. 30).

Жовторіченське родовище адміністративно розташоване в П'ятихатському районі Дніпропетровської області, де воно приурочене до однойменної структури, складеної метаморфізованими в умовах епідот-амфіболітової фації метаморфізму вулканогенно-осадовими утвореннями мезоархею. З кінця XIX століття це родовище експлуатувалося як залізорудне, а з 1951 до 1989 р. – як урановорудний об'єкт. Скандієві руди тут виявлено в 1976 р.

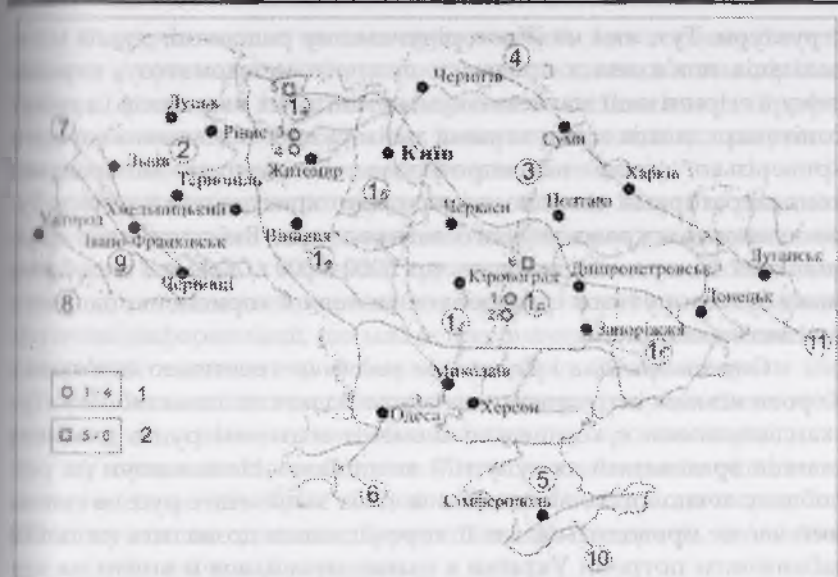


Рис. 30. Схема розташування родовищ і рудопроївів скандію на території України

1 - родовища і рудопроїви: 1 - Жовторіченське, 2 - Первомайське, 3 - Стригородське, 4 - Тернопільське, 5 - Іршанське, 6 - Малишівське.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Скандієносними на родовищі є мезопротерозойські натрієві метасоматити, які контролюють зони розривних порушень. Скандієві руди представлені двома природними різновидами. До першого належать уран-рідкісноземельні або, як їх ще традиційно називають на родовищі, малакон-анатитові руди, до другого – скандій-ванадієві.

Головні компоненти комплексних руд скандій і ванадій власних мінералів не утворюють, а концентруються в таких мінералах як егірин та лужні амфіболи. Перший репрезентований таблитчастими, розміром від 0,1 до 2-3 см, а також волокнистими агрегатами. Вміст скандію в егірині становить 0,08-0,10 %, а ванадію – 3-5 %.

Лужні амфіболи представлені тремолітом, актинолітом, рибекітом, глаукофаном, рудуситом і арфведсонітом з вмістом скандію до 0,10 %, а ванадію – від 0,14 до 2,35 %.

Первомайське родовище розташоване в Тернівському районі Дніпропетровської області і приурочене до однойменного родовища залізистих кварцитів, що в північній частині Криворізької

структури. Тут, як і на Жовторіченському родовищі, рудна мінералізація пов'язана з проявами лужного метасоматозу, вираженому в егіринізації магнетит-кумінгтонітових кварцитів і кумінгтонітових сланців продуктивної залізорудної саксаганаської світи криворізької серії палеопротерозо. Головними мінералами-концентраторами скандію є приховано кристалічний егірин буро-зеленого, яскраво-зеленого забарвлення. Вміст скандію в зазначених мінералах становить до 5000-6000 г/т. Його видобуток може бути попутним із розробкою основної корисної копалини – залізистих кварцитів.

Стремигородське і Торчинське родовища генетично пов'язані з Коростенським інтрузивним масивом Волинського мегаблока. Тут скандієносними є комплексні ільменіт-апатитові руди, для яких скандій врахований як супутній компонент. Незважаючи на розроблену технологію, вилучення його із зазначених руд на поточний час не проводиться, але її впровадження дозволить не тільки забезпечити потреби України в цьому металі, але й вийти на зовнішній ринок. На користь останнього свідчить залучення для отримання скандію ільменітових, рутил-циркон-ільменітових розсипних родовищ, приурочених до осадових відкладів кайнозойського чохла в центральній (Верхньодніпровська група) і північній (Іршанська група) частинах Українського щита, які охарактеризовані в розділах «Титан» і «Ванадій».

2.5.8. РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНІ МЕТАЛИ

До групи рідкісноземельних елементів (TR) зазвичай відносять 15 елементів лантанодів, яким у періодичній системі Д. Менделєєва відведено місця від 57 до 71 номера: лантан, церій, празеодим, неодим, прометій, самарій, європій, гадоліній, тербій, диспрозій, гольмій, ербій, тулій, ітербій, лютецій та подібний до них за властивостями ітрій, що знаходиться на 39 місці.

У вільному стані рідкісноземельні елементи – це типові метали, що легко окислюються на повітрі з утворенням стійких оксидів, розкладають воду з утворенням гідроксидів, які прожарюванням можна перетворити на оксиди, розчиняються у мінеральних кислотах, їх взаємодія з водою супроводжується виділенням водню, який вони також можуть поглинати.

Рідкісноземельні метали дуже активні, легко взаємодіють із киснем, а при нагріванні – з галогенами, воднем, азотом, сіркою, бромом, фосфором та іншими металами. Їх сплави мають пірофорні властивості, завдяки чому використовуються у трасуючих снарядах і кулях, запальничках, піротехніці тощо.

Кларк елементів цієї групи коливається від 20 до 7 г/т. Їх вміст у гірських породах і співвідношення між різними елементами, зокрема між ітрієвою і церієвою групами, є важливою геохімічною ознакою, яка допомагає встановити характер перебігу процесів магматичної диференціації, що має велике значення при вивченні петрологічних властивостей магматичних порід. Деякі елементи містять радіоактивні ізотопи, що дозволяє використовувати їх як геохронометри для встановлення абсолютного віку гірських порід.

У природі відомо близько 70 власних мінералів рідкісноземельних елементів. Крім того, вони також входять до складу ще 270 мінералів як домішки. Групу головних мінералів, що мають промислове значення складають:

- фосфати: *монацит, ксенотим, рабдофаніт, черчит, апатит*;
- карбонати: *бастнезит і паризит*;
- оксиди: *кнопіт, лопарит, пірохлор, фергюсоніт, самарскіт, евксеніт, пріорит, бранерит*;
- фториди: *ітрофлюорит та ітросинхізит*;
- силікати: *гадолініт, ортит, ітріаліт, евдіаліт*.

Залежно від складу елементів всі перераховані вище мінерали об'єднують у п'ять груп: *церієву*, яка включає бастнезит, паризит, монацит, кнопіт і евдіаліт; *гадолінієву*, до якої відносять самарскіт; *ітрієву*, яку репрезентують евксеніт, ксенотим та ітріаліт; *ітрій-ітербієву*, представлену фергюсонітом, і комплексну, яку складають ортит, пірохлор, гадолініт, апатит і сфен.

Використання рідкісноземельних елементів почалося наприкінці XIX століття, а досягло сьогоденного рівня у XX столітті. У суміші, яка називається мішметал, і окремими компонентами вони широко застосовуються в різних галузях промисловості як легуючі добавки до сталей і сплавів, як каталізатори при крекінгу нафти, для очищення відходів газів, для виготовлення надпотужних постійних магнітів, у виробництві вогнетривкого, оптичного скла та кераміки, електродів дугових ламп, при виготовленні напівпровідникових і лазерних матеріалів, високоміцної сталі, високотемпературних паливних елементів, сільськогосподарських добрив, у ядерній техніці.

Найширше рідкісноземельні елементи застосовують у ядерній техніці, чорній і кольоровій металургії, електротехніці та радіотехніці, хімічній і силікатній промисловості, медицині.

У ядерній техніці гадоліній, а також європій і самарій використовуються як поглиначі нейтронів у стрижнях ядерних реакторів, а також для виготовлення захисних оболонок підводних човнів і літаків з ядерними установками. Гадоліній, прометій, лантан, самарій, церій, тулій є невід'ємною складовою матеріалів, які регулюють процеси всередині ядерних реакторів, у ядерному паливі, при виготовленні конструкційних і захисних матеріалів, а також відбивачів нейтронів. Церій, лантан, гадоліній і самарій слугують добавками до керамічного покриття, вогнестійких матеріалів та скла. Солі лантану і церію застосовують під час отримання і розділення трансуранових елементів. Прометій використовують для виготовлення атомних мікробатарей, а тулій – як активатор люмінофорів, для дефектоскопії особливо тонких металічних виробів.

У чорній металургії рідкісноземельні метали використовують для легування сталі, як розкислювач, деграфітзатори, десульфатори і дегазатори, модифікатори, а також для отримання надміцного сірого чавуну та підвищення якості сталі і її структури.

У кольоровій металургії рідкісноземельні метали мають практичне застосування при легуванні різних сплавів кольорових металів, з яких виготовляють авіаційне та ракетне обладнання, газові труби, двигуни. Магнієві сплави з гадолінієм, ербієм і диспрозієм придатні для виготовлення постійних магнітів високої інтенсивності. Церій є складовою термостійких сплавів на мідній, кобальтовій та нікелевій основі, бронзових і алюмінієво-кремнієво-мідних сплавів. Із сплавів рідкісноземельних металів з міддю, сріблом і залізом виготовляють термопари. Рідкісноземельні метали відомі також як комплексні відновлювачі в металургійних реакціях, як розкислювачі для мідних і алюмінієвих сплавів, при нейтралізації шкідливого впливу свинцю та вісмуту в міді, бронзі та інших металах і сплавах.

В електротехніці, електроніці, радіотехніці рідкісні землі використовують у сполуках для покриття телевізійних ламп, виготовлення активного шару катодів стабілізаторів, електродів високотемпературних печей. Церій, празеодим і неодим застосовують у виробництві діелектричних матеріалів для електронних приладів, у процесі виготовлення катафорезних суспензій для електровакуумних приладів. Оксид ітрію застосовують для виготовлення ра-

діовакуумних ламп як присадку до анодів. Фториди церію містяться в електродугових лампах, прожекторах і кінопроекційних апаратах. Празеодим і неодим є невід'ємною складовою провідникових і контактних електротехнічних сплавів, а лантан – матеріалу для виготовлення газопоглиначів і скляних катодів.

У хімічній промисловості рідкісноземельні метали знаходять застосування як домішки до лаків і фарб, а також як люмінофори і активатори, каталізатори в органічних і неорганічних процесах, при виготовленні різних хімічних реактивів, для підвищення якості сталі. Сполуки церію застосовують як каталізатори при реакції дегідратації спирту, електрохімічному окисленні аніліну до хінону, а також для вилучення срібла з фотореагентів. Оксиди лантану і церію використовують у виробництві оцтової кислоти, а гідроксиди лантану – як емульсифікатор.

У силікатній промисловості рідкісні землі використовують у виробництві скла, керамічних виробів, абразивних матеріалів, полірувальних порошків, виготовлення оптичного скла і скла для атомної, військової та іншої техніки.

У медицині рідкісноземельні метали застосовують при виготовленні медикаментів для лікування різних пухлин, туберкульозу, прокази, екземи, подагри, ревматизму, шлункових захворювань, лікарських засобів проти морської хвороби і для бальзамування.

Рідкісні землі використовують також для дублення шкіри, виробництва тканин, як домішку до фосфатних добрив, засобів для знищення шкідників сільського господарства.

Рідкісноземельні елементи з руд вилучають шляхом різноманітних методів гідрометалургії, електролізу та металотермічного відновлення, а також за допомогою застосування методів іонообмінної хроматографії. Концентрати рідкісноземельних мінералів отримують завдяки комбінованій схемі збагачення руд, яка включає гравітаційні та флотаційні процеси, електросепарацію, магнітну сепарацію тощо. Подальша їх обробка з метою отримання тих чи інших елементів відбувається методом відокремленої кристалізації або осадження, іонного обміну, екстракції органічними речовинами, ректифікації, амальгамації тощо.

Використання рідкісних земель у різних галузях стало однією з невід'ємних складових економічного потенціалу промислово розвинених країн і призвело до стрімкого та стійкого зростання їх виробництва. Якщо в 1992 році виробляли в світі 56 тис. т рідкісних земель, у 2000 році ця цифра зросла до 81 тис. т.

Україна має значні ресурси рідкісних земель, хоча й не видобуває їх. У межах її території відомі родовища як традиційних типів, так і нетрадиційних, представлених багатими цирконієвими і рідкісноземельно-цирконієвими рудами безнефелінових сієнітів. До перших відносяться Новополтавське родовище, пов'язане з карбонатами тамі, і Октябрське – з лужними магматитами, а другі, прикладом яких можуть бути Азовське і Яструбецьке родовища, локалізуються серед безнефелінових сієнітів. У Приазов'ї виявлено Петрово-Гнутівське родовище багатих руд церієвої групи (рис. 31).

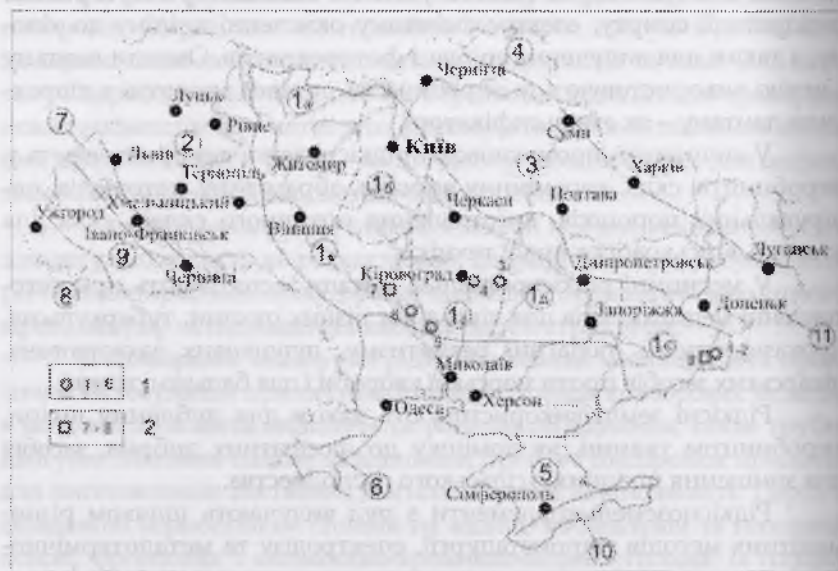


Рис. 31. Схема розташування родовищ і рудопроявів рідкісноземельних елементів на території України

1 – родовища і рудопрояви в корінних породах докембрійських комплексів: 1 – Азовське, 2 – Петрово-Гнутівське, 3 – Криворізька група родовищ, 4 – Кіровоградська група родовищ, 5 – родовище Балка Корабельна, 6 – Калинівський, Лозуватський і Південний рудопрояви; 2 – родовища, пов'язані з корама вивітряння: 7 – Хащуватське, 8 – Азовське. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Залежно від зв'язку з типами магматичних порід виділяють декілька видів рідкісноземельної мінералізації:

- цирконій-торій рідкісноземельна в гранітах, сієнітах і пегматитах (Миколаївське та Сабарівське родовища Придніпров'я, Яструбецьке на Поліссі і Успенський прояв у Приазов'ї);

- ітрій-рідкісноземельно-цирконієва в лужних сієнітах (Азовське, Анадольське, Петрово-Гнуптівське родовища Приазов'я);
- уран-торій-ітрій-рідкісноземельна в калієвих і натрієвих метасоматитах (Лозуватське, Калинівське, Південне на Кіровоградщині).

Руди зазначених родовищ належать до бідних, що утруднює їх залучення до експлуатації.

Крім ендегенної, на Волині, Побужжі та в Приазов'ї відомі прояви рідкісноземельної мінералізації, пов'язаної з кораами вивітрювання, а також монацитовмісними розсипами.

Запитання для самоконтролю

1. У яких галузях народного господарства використовується берилій?
2. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу берилію України.
3. Назвіть галузі використання літію.
4. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу літієвих руд України.
5. Назвіть родовища України з промисловими концентраціями рубідію і цезію.
6. Назвіть галузі промисловості, де використовують германій.
7. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу германію України.
8. Назвіть галузі промисловості, де використовують тантал і ніобій.
9. Охарактеризуйте ресурсний потенціал танталу і ніобію України.
10. Назвіть галузі промисловості, де використовують цирконій і гафній.
11. Дайте загальну характеристику мінерально-сировинної бази цирконію і гафнію України.
12. Назвіть головні родовища цирконію України.
13. Де на території України знаходяться об'єкти з промисловими концентраціями скандію?
14. Назвіть галузі промисловості, де використовують рідкісноземельні елементи.
15. Охарактеризуйте мінерально-сировинну базу рідкісноземельних елементів України.

3. НЕМЕТАЛЕВІ КОРИСНІ КОПАЛИНИ

Неметалеві корисні копалини відіграють важливу роль в житті людини, починаючи з доісторичних часів і донині. Відомо, що першим примітивним знаряддям праці слугувало необроблене каміння, за допомогою якого людина полювала, подрібнювала кістки тварин, загострювала кінці палиць тощо. У ранньокам'яну добу з кременю виготовляли скребки, наконечники стріл і списів, а в пізньокам'яну - поліровані та пробурвлені знаряддя праці і мисливства з обсидіану та амфіболіту. Навіть після освоєння виробництва металів (бронзова доба) роль неметалевої мінеральної сировини не зменшилась. Із каміння виготовляли жорна та ступи для перетирання зерна, воно широко використовувалось у монументальному виробництві, глина - для виготовлення посуду і як вогнетривкий матеріал при виплавці металів, а кольорове дорогоцінне каміння - для прикрас. Кам'яна сіль з незапам'ятних часів використовувалась як важливий харчовий продукт.

Починаючи з середніх віків і донині, неметалева мінеральна сировина широко використовується в сільському господарстві як добрива і харчові добавки, в хімічній промисловості, при виготовленні вогне- та кислототривких виробів, фільтруючих і ізоляційних матеріалів, в керамічній, металургійній, оптичній, паперовій, гумовій та харчовій промисловості. Якщо на початку XIX століття кількість неметалевих корисних копалин, які використовувались людиною, не перевищувала двох десятків, на початку XX століття вона вже сягала п'яти десятків, а сьогодні ця цифра становить 150.

На поточний час в Україні розробляється більше 2000 родовищ неметалевих корисних копалин. На їх базі створена потужна промисловість із видобутку та переробки нерудної сировини, яка відіграє суттєву роль в економіці нашої країни. До таких корисних

копалин можна віднести графіт, каоліни, вогнетривкі та бентонітові глини, кам'яну та калійні солі, сірку, апатит, фосфорити, кварцити, високоякісний пісок, вапняки, доломіти, декоративне, будівельне і шпильне каміння та інші. При цьому Україна в спроможності задовольнити потреби в цих видах сировини не тільки власну промисловість, але й всієї європейської частини Росії та інших сусідів.

Існує багато варіантів класифікації неметалевих корисних копалин: економіко-технологічна, генетична, регіонально-геологічна, хіміко-мінералогічна, мінералого-петрографічна, фізико-хімічна та інші. В основу викладеної нижче характеристики неметалевих корисних копалин покладена класифікація, розроблена фахівцями Державної геологічної служби України і Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) за якою всі неметалеві корисні копалини поділяються на такі групи: **гірничохімічна сировина**, яка включає *агрохімічну* (фосфоритові і апатитові родовища, сіль калійна, торф, сапропель, сапоніт) *хімічну* (сірка, сіль натрієва, давсоніт, бішофіт, карбонатна сировина, барит, йод і бром, бор, алуніт) *сировину і мінеральні пігменти* (глауконіт, руди чорних і кольорових металів, глини кольорові); **гірничотехнічна сировина** об'єднує *абразивні матеріали* (гранат, корунд), *електро- та радіотехнічну сировину* (графіт, пірофіліт, мусковіт, озокерит), *мінеральні сорбенти* (цеоліти, вермікуліт, палігорськіт, глауконіт), *сировина для фарфорово-фаянсової та скляної промисловості* (каолін, польвошпатована сировина, кварцовожильна сировина, кварцовий пісок, ріоліти), *сировина для кам'яного лиття* (амфіболіти, діабазити); **сировина для металургійної промисловості** включає *флюсову* (вапняки флюсові, доломіти, флюорит, ставроліт), *вогнетривку* (магнезит, дуніт і форстерит, серпентиніт, кварцити і кварцитоподібні пісковики, кварцові піски, силіманіт, дистен і андалузит, глини вогнетривкі) *сировину і сировину формувальну та для зрудкування рудних концентратів* (піски формувальні, бентоніт); **будівельна сировина** об'єднує *будівельне каміння, облицювальне каміння* (габро, лабрадорити, граїти, мармури), *шпильне каміння* (вапняки, доломіти, вулканічні туфи), *рване каміння, наповнювачі бетону* (піщано-гравійні суміші, галечник, перліт, аргіліт), *в'язучу сировину* (мергель, гіпс, ангідрит, діатоміти, спонголіти, трепели, опоки), *цегельно-черепичну сировину, каменебарвну та ювелірну сировину* (алмаз, буришин, гагат, топаз, берил, родоніт, мармуровий онікс). Окремо слід виділити **нетрадиційні види сировини**, до яких відносяться *бітуми* (озокерит, асфальт, керити та антраксоліт), *шунгіт, нефелінові породи і воластоніт*.