

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

Такі фізичні та хімічні властивості забезпечили нікелю промисловий попит. Сьогодні основна його частина використовується у виробництві сталей та сплавів.

Сплавами нікелю з хромом, молібденом, титаном, алюмінієм, берилієм, послуговуються для виготовлення жароміцних деталей реактивних двигунів. У поєднанні з кобальтом він утворює тверді й надтверді сплави, а з алюмінієм – легкі жароміцні. Зі сплавів нікелю та міді виготовляють різноманітні метали.

Нікель широко застосовують для нікелювання металевих виробів, що покращує їх зовнішній вигляд і запобігає корозії. Технічно чистий нікель з незначними домішками інших елементів використовують у хімічній промисловості, сульфат нікелю – в електропромисловості для виробництва залізо-нікелевих лужних акумуляторів, металічний нікель, сульфат нікелю – для виробництва хімікатів, реактивів і каталізаторів.

Кларк нікелю в земній корі становить 0,0058 %. Найвищі концентрації нікелю характерні для ультраосновних порід (середній вміст 0,12 %), що робить їх потенційно перспективними на виявлення промислових покладів. У породах кислого складу середній вміст нікелю становить 0,0008 %. Самородний нікель разом із залізом входить до складу метеоритів.

Промислові концентрації нікелю пов'язані з сульфідними мідно-нікелевими магматичними рудами і силікатними рудами кори вивітрювання.

Основними мінералами магматогенних сульфідно-мідно-нікелевих руд є *пентландит*, *халькопірит* і нікеленосний *піротин*. Інші рудні мінерали цього типу руд представляють *магнетит*, *пірит*, *кубаніт*, *ільменіт*, *хроміт*, *сфалерит* і *платинові* мінерали.

Силікатні нікелеві руди кори вивітрювання ультраосновних порід представлені такими мінералами як *гарнієрит*, *непуїт*, *ревдискіт*, *нонтроніт* та інші.

Первинні сульфідні мідно-нікелеві руди спершу піддають селективному збагаченню методом флотації, у результаті чого отримують мідно-нікелевий і піротиновий концентрат. У подальшому нікелевий концентрат разом з флюсами плавлять в електричних печах з метою відділення цинкової породи та вилучення нікелю в сульфідний розплав, який називають штейном і містить 10...15 % нікелю.

Разом з нікелем у штейн переходить частина заліза, кобальту, міді, практично повністю мідь та благородні метали. Залізо вилучають шляхом продувки рідкого штейну в конверторах, після чого одержують сплав заліза та нікелю – фанштейн, який повільно охолоджують, тонко подрібнюють і піддають флотації для поділу на мідь і нікель. Нікелевий концентрат палюють у киплячому шарі до отримання оксиду нікелю NiO. Відносну частку нікелю проводять в електричних дугових печах. Пізніше з чорного металу відливають аноди та піддають рафінуванню електролітичним способом, що дозволяє отримувати чистий нікель.

Із силікатних руд кори вивітрювання нікель також може бути сконцентрований у штейн шляхом введення в шихту флюсів – гіпсу або піриту. Штейн, який утворюється після плавлення, містить 16...20 % Ni і 16...18 % S та Fe. Технологія вилучення нікелю зі штейну аналогічна описаній вище, за винятком того, що стадія вилучення міді часто випадає.

Для вилучення нікелю з окиснених (силікатних) руд застосовують такі гідрометалургійні методи – аміачне вилуговування попередньо відновленої руди, сірчаноокислотне автоклавне вилуговування тощо.

В Україні власна мінерально-сировинна база нікелю представлена ендегенними родовищами силікатного нікелю кори вивітрювання, зосередженими в Середньому Придніпров'ї і Середньому Побужжі. Станом на 2011 р. Держбалансом враховано запаси по десяти родовищах (Дніпропетровська обл. – 4, Кіровоградська обл. – 4, Миколаївська обл. – 2), з яких ТзОВ "Побузький феронікелевий комбінат" розробляється лише Липовеньківське. Руди цих родовищ характеризуються низьким вмістом нікелю (0,38...1,24 %) вони придатні для виплавки феронікелю. Потреби промисловості України в нікелі, які складають близько 5 000 т/рік, задовольняються за рахунок імпорту з Росії та Норвегії.

На території України промислові ендегенні родовища нікелевих і залізонікелевих руд пов'язані з корою вивітрювання докембрійських (зазвичай архейських) ультраосновних порід. Вік кори вивітрювання, на думку більшості дослідників, юрсько-нижньокрейдовий. Родовища, як уже зазначалося, зосереджені на Побужжі та в межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита (рис. 3.17).

*Побузька група* включає шість родовищ: Пушкінське, Липовеньківське, Капітанівське, Деренюхинське, Грушківське і Тернуватське, розташовані на території Кіровоградської обл. Рудоносними є кори вивітрювання ультрабазитів, які вміщують рудні тіла протяжністю від 200 до 2 000 м при ширині 40...500 м і потужності 2,9...8,7 м. Середній вміст нікелю становить 0,38 %, але на окремих ділянках може сягати 5 %.

Головним мінералом нікелевих руд є нонтроніт, але, окрім нього, складовими є також бейделіт, монтморилоніт, хлорит, джеферизит і вермикуліт.

*Тернуватське родовище* силікатного нікелю розташоване на правому березі р. Південний Буг в центральній частині Голованівського блоку. Воно охоплює всю площу однойменного серпентинітового масиву, складеного дунітами, перидотитами, піроксенітами, серпентинітами та амфіболітами. Рудоносна кора вивітрювання, потужність якої складає 15 м, переважно нонтронітового складу, а середній вміст у ній нікелю становить 0,37 %. Запаси руди родовища оцінюють у 1,7 млн т, що дозволяє віднести його до категорії середніх.

*Дніпровська група родовищ* представлена чотирма об'єктами (Дев'ятківське, Червоне, Тернавське, Синельниківське), розташованими на території Дніпропетровської обл. в межах Середньопридніпровського мегаблоку

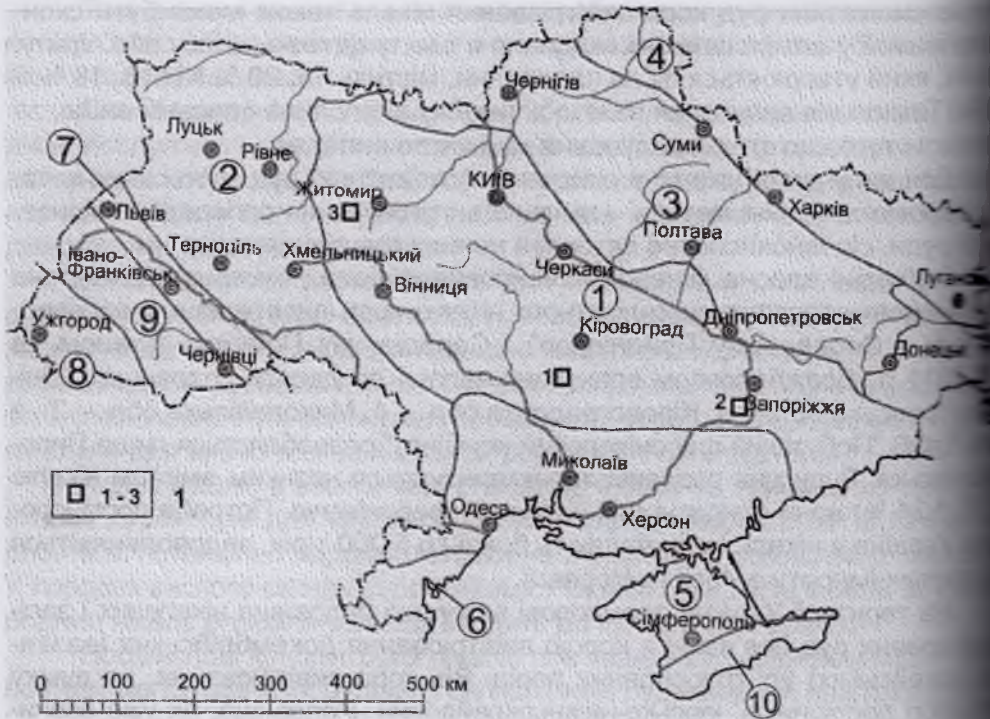


Рис. 3.17. Розташування родовищ і рудопроаяів нікелю

Умовні позначення: *Родовища і рудопроаяи*: 1 – Побузька група, 2 – Дніпровська група, 3 – Прутівське родовище.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Українського щита. Тут потенційно перспективними на промислові концентрати нікелю є кори вивітрювання ультрабазитів архейського віку з вмістом  $Ni\ 0,15...0,35\ \%$ . Затверджені запаси руди на родовищі становлять 10,3 мільйонів тонн.

Потенційно перспективним у регіоні є *Девладівське родовище* розташоване на території Софіївського району Дніпропетровської обл., де приурочене до однойменного масиву, складеного перитодитами і габротодитами. Рудоносною є нонtronітова кора вивітрювання цих порід з вмістом нікелю 1,06...1,24 %.

Перспективним на пошуки родовищ нікелю в межах Українського щита є також Волинський мегаблок, де виявлено *Прутівський рудопроая* приурочений до однойменного базит-ультрабазитового інтрузивного масиву ранньпротерозойського віку. За попередньою оцінкою тут можливе виявлення родовища із запасами нікелю 210 тис. т і кобальту 8 тис. т.

У майбутньому не виключено виявлення промислових концентратів нікелю в інтрузивних базит-ультрабазитових комплексах архею та протерозою.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Українського щита, які ще не підлягали детальному металогенічному вивченню.

**Кобальт.** Кобальт у чистому вигляді – це метал сріблястого кольору. Його властиві ковкість, тягучість і тугоплавкість. На повітрі він не окиснюється, не реагує з плавиковою кислотою, але повільно розчиняється в соляній, сірчаній та азотній кислотах.

У Стародавньому Єгипті, Вавилоні і Китаї оксид кобальту застосовувався людиною ще за V тис. р. до Р.Х. як барвник для фарбування скла і емалей у синій колір. Пізніше секрет його отримання був загублений і знову відкритий лише в XVI ст. Відбулося це в Західній Європі, коли гірники намагалися отримати метал при плавленні руд, які називали кобальтин. Під час їх плавлення виділявся отруйний дим, причиною якого був кобальтин, що містить миш'як, а метал отримати не вдавалося. Середньовічні рудокопи і металурги вважали, що така ситуація складається не без участі міфічних істот – кобольдів (від нім. *Kobold* – *домовик, гном*). Відомий мінералог того часу Агрікола описував кобальт як отруйний метал, що складається із суміші міді, срібла і вісмуту. Уперше металічний кобальт у чистому вигляді виділив шведський хімік Г. Брандт у 1735 р., а широке застосування в промисловості почалося тільки в XX ст. і пов'язане з відкриттям його легуючих властивостей для виготовлення надтвердих сплавів – стелітів, до складу яких, окрім кобальту, входять також вольфрам і молібден.

Кларк кобальту в земній корі становить 0,0018 %. Максимальні його вмісти (0,02 %) характерні для ультраосновних магматичних порід, мінімальні (0,0005 %) – для порід кислого складу. У природі відомо близько 30 мінералів кобальту, найпоширенішими серед яких є кобальтовмісний *велландит*, *лінеїт*, *кобальтин*, *глаукоdot*, *скутерудит*, *сафлорит*, *асболан*, *сфодерит*. Мінералами-носіями кобальту є також *пірит*, *піротин*, *халькопірит*.

Кобальт широко застосовують у металургії. Його сплави із залізом, нікелем, алюмінієм, міддю і платиною мають високу магнітну здатність і вважаються кращим металом для виготовлення постійних магнітів. Тугоплавкі сплави кобальту з хромом, молібденом, нікелем, вольфрамом і ніобом наділені значною механічною міцністю, яка зберігається за високих температур (720...730 °C), відтак ці сплави продуктивно використовуються в авіаційній промисловості.

Тверді і надтверді стеліти (сплави вольфраму із залізом, хромом, нікелем, молібденом та іншими металами) завдяки стійкості робочого інструменту проти стирання і корозії забезпечують потреби металообробної промисловості, а також приладобудування.

Значна кількість вольфрамових сполук знаходить застосування в керамічній, фарбовій, керамічній і скляній промисловості, а також у виготовленні

емальованих виробів, а сполуки кобальту використовують для чорнил.

Характерною рисою нікелю є тісний зв'язок із залізом, міддю, сріблом, вісмутом, золотом та ураном. З огляду на це, в випадків кобальт може видобуватися як супутній компонент. рентабельність його видобутку.

Як показує практика, зазвичай кобальт отримують шляхом чення з комплексних нікелевих і мідних руд. Завдяки тому, промислових руд містить кобальт як супутню домішку, переробка дуже складна та її спосіб залежить від складу руди.

При переробці кобальтовмісних руд на завершальній ють розчин хлоридів кобальту і нікелю, що містить домішки та вісмуту. Після хімічного видалення з розчину супутніх еться металічний (чорний) кобальт, з якого шляхом застосува лізних технологій отримують рафінований метал.

В Україні, як і в більшості країн світу, кобальт не утворює них родовищ, а міститься в нікелевих рудах і продуктах їх яких належать феронікель і нікелевий концентрат. Родовищні вмісних нікелевих руд представлені силікатними рудами кори ультраосновних порід Українського щита і зосереджені в нього Побужжя та Середнього Придніпров'я. Рудопрояви лено також на Волині і в зоні контакту Українського щита зі областю Донбасу (рис. 3.18).

В межах Волинського мегаблоку Українського щита кобальт в сульфідних мідно-нікелевих рудах приурочених до Прутського няківського та Юрівського масивів, складених габро, габро-перидотит й іншими базит-ультрабазитовими породами.

Потенційною на кобальт є мідно-нікелева мінералізація в ультраосновних та основних порід Середньопридніпровського виявлено цілу низку рудопроявів, перспективними серед яких є Баський, Алферівський, Вільнохутірський та Червонобалківський.

У Середньому Побужжі кобальтова мінералізація пов новими, піроксеновими, перидотитовими породами архею, дайки і невеликі масиви (Капітанівський, Деренюхинський та Голованівського блоку.

Загальні балансові запаси кобальту в Середньому Придні Побужжі враховані по десяти родовищах і становлять 9,74 тис. т, ньому вмісті металу в руді 0,045 %, а забалансові – 8,4 тис. т. кому феронікелевому комбінаті з нікелевих руд Липовеньківського вища кобальт не вилучається як самостійний елемент, а повністю ляється у феронікель разом з нікелем.

У межах поєднання Українського щита і складчастої області рудопрояви кобальту приурочені до Волноваської зони розломів

### 3.3. Сировина кольорової металургії

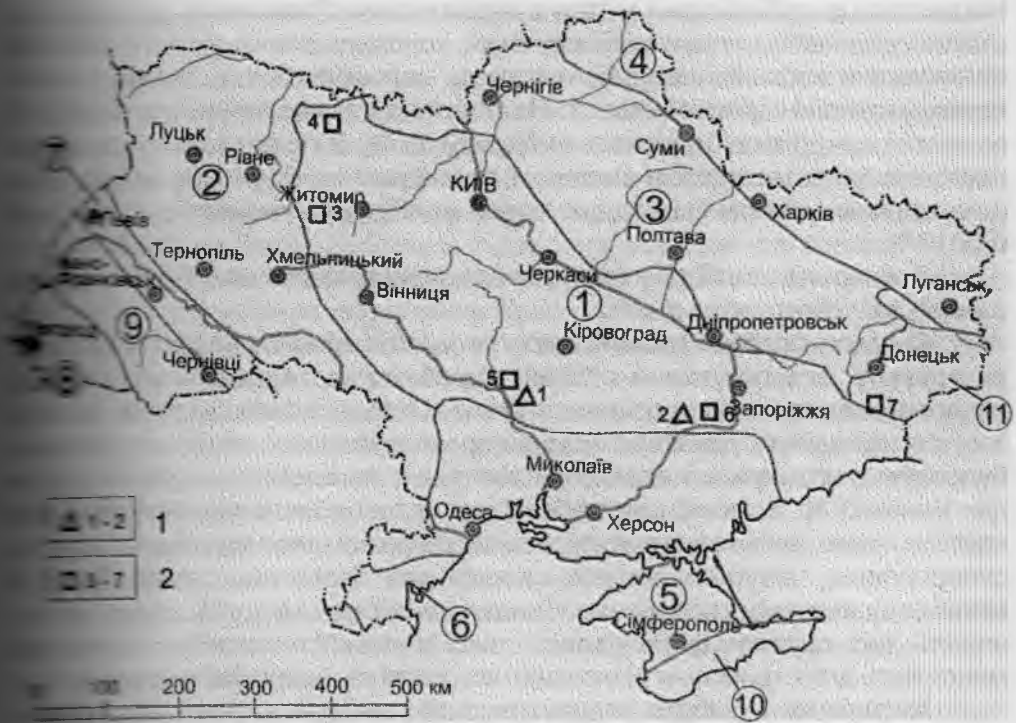


Рис. 3.18. Розташування родовищ і рудопроявів кобальту

Умовні позначення: 1 – кобальт-нікелеві родовища: 1 – Побузька група, 2 – Дніпровська група; 2 – сульфідні мідно-нікелеві родовища: 3 – Прутівка і Залізняка, 4 – Демов'ярське, 5 – Демов'ярське, 6 – Середньопридніпровська група; 7 – Миколаївське і Новоградське кобальт-марганцеві родовища.  
Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

...рудопрояв), яка розмежовує ці структурні елементи. На відстані 12 км на південному напрямку від Миколаївського рудопрояву, який розташований на лівому схилі р. Мокра Волноваха, знаходиться Новотроїцький рудопрояв кобальту і міді, який також приурочений до Волноваської зони розломів. Тут рудна мінералізація локалізується в контактні тектонічно і метасоматично змінених вапняків та базальтоїдів. Середній вміст кобальту в породах становить 1 %, а його мінералом-носієм є пірит, який утворює кристали розміром до 1 см.

Загалом перспективи України щодо виявлення промислових концентрацій кобальту слід пов'язувати з докембрійськими базит-ультрабазитовими комплексами Українського щита.

**Молибден.** Молибден відкрив у 1778 р. шведський хімік В. Шеєле, а в першому вигляді його вперше виділив у 1882 р. швейцарець Х'єльм.

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

На вигляд це срібно-сірий метал з характерним блакитним відтінком. Він стійкий у сірчаній і плавиковій кислотах, холодних розчинах лугів, але розчиняється в азотній і соляній кислотах, царській горілці, суміші розбавлених азотної й сірчаної кислот. На повітрі за температури понад 400 °C окиснюється до молібденового ангідриду  $\text{MoO}_3$ . У природних умовах досить часто зустрічається разом з оловом, вольфрамом, берилієм, міддю, свинцем, цинком, ураном і ванадієм. Кларк молібдену в земній корі становить 0,0017 %.

З мінералів молібдену практичне значення мають *молібденіт*, *молібденіт-шееліт*, *молібдит* і *вульфеніт*.

Сьогодні потреба промисловості в молібдені дуже висока. Його використовують для легування сталей, виробництва термостійких, твердих, кислототривких, антикорозійних сплавів. Останні мають широке застосування в авіаційній, ракетній, ядерній промисловостях, хімічному машинобудуванні, виготовленні електронагрівальних та електровакуумних приладів. Близько 80 % молібдену забезпечує потреби металургійної промисловості, а саме: виготовлення легованих нержавіючих надміцних сплавів, суперсплавів, чавунних зливок і валків для прокатних станів. До 10 % молібдену витрачається на виробництво молібден-металів, з яких виготовляють дріт, прутики, фольгу тощо і такої ж кількості потребує хімічна промисловість для отримання різноманітних солей та інших хімічних сполук.

Металічний молібден завдяки високій температурі плавлення і малому коефіцієнту розширення знаходить застосування в електричних лампах (підвіски вольфрамових ниток), при виготовленні радіоламп і рентгенівських трубок, дроту у високотемпературних електричних печах.

Молібдат амонію використовують у хімічних лабораторіях як реагент для визначення фосфору; молібдат натрію – у виробництві фарб і лаків, фарбуванні шовку, шерсті, хутра; оксид молібдену – як каталізатор у хімічній нафтовій промисловості; сполуки молібдену, що легко розчиняються, – добрива в сільському господарстві, а мономінеральний молібденіт є незамінним мастилом підшипників, які працюють в умовах високих температур.

Молібденові концентрати одержують шляхом механічного збагачення (флотації) молібденових руд або гідрометалургійною переробкою проміжних продуктів. Для обробки комплексних мідно-молібденових руд застосовують комплексну або селективну флотацію.

Родовища молібдену бувають власне молібденові і комплексні. Перша група включає родовища молібден-порфірового геолого-промислового типу, у яких зосереджено близько 31 % світових запасів молібдену; вони забезпечують приблизно 29 % загальносвітового видобутку. Друга група об'єднує мідно-молібденові родовища.

За розмірами розрізняють унікальні родовища із запасами понад 500 тис. т металу, дуже великі – 100...150 тис. т, великі – 50...100 тис. т, середні – 25...50 тис. т і дрібні, запаси яких становлять менше 25 тис. т.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Потреби України становлять близько 200 т молібдену на рік і покриваються вони за рахунок імпорту руди та концентратів з Таїланду, США, Китаю (2010 р.). Це зумовлено відсутністю в державі підготовлених до виробки і рентабельних родовищ. Разом з тим, Україна має передумови для створення власної мінерально-сировинної бази молібдену. У межах Українського щита відомо близько 100 проявів молібдену. Це Вирівський молібденітовий рудопрояв, флюорит-молібденове Вербинське родовище, Сергіївський молібден-шеєлітовий рудопрояв, молібден-поліметалічне зруденіння в метасоматитах Пержанського рудного вузла, Сергіївське кварц-молібденове зруденіння, зруденіння Балка Золота та інші (рис. 3.17).

На сьогодні практичний інтерес становить лише *Вербинське родовище* розташоване в Житомирській обл. за 50 км на захід від м. Коростеня. Відкрито воно в 1982 р. геологами Житомирської експедиції і нині його розроблення перебуває на пошуково-оцінювальній стадії. Вміщуючими рудні породи є гранітоїди і метавулканогенно-осадові відклади раннього протерозою. Прогнозовані ресурси молібдену до глибини 300 м оцінюють у 126 млн т. В асоціації з молібденом встановлено такі супутні компоненти як вісмут, срібло, реній, олово, поліметали і флюорит.

У межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита численними проявами молібденової мінералізації є Східноганнявський, Східнокарпатський та Солонянський (рис. 3.19).

*Східноганнявський прояв* розташований на схід від Ганнявського родовища залізистих кварцитів, яке знаходиться в північно-східній частині Кривошанської структури. За складом рудні прожилки мономінеральні або кварц-молібденітові з халькопіритом, арсенопіритом, піротином, піритом, магнетитом, сфалеритом та галенітом.

*Східносергіївський прояв* розташований на східному фланзі Сергіївського родовища золота, що в Дніпропетровській обл. До рудоносних належать кварцові жили з молібденовою і молібден-вольфрамовою мінералізацією, які локалізуються серед плагіогранітів мезоархею. Руди полімінеральні і окрім молібденіту, включають пірит, халькопірит, піротин, магнетит, телуриди вісмуту, срібла, сфалерит, шеєліт, галеніт і флюорит. Вміст молібдену в рудах коливається від 0,1 до 0,24 %, а перспективні ресурси підраховані до глибини 300 м, сягають 29 749,8 т металу.

*Солонянський прояв* розташований на східному борті балки Золотої (поблизу в. Сура), що на Дніпропетровщині. Рудоносними є вулcano-плутонічний комплекс створення мезоархею Сурської зеленокам'яної структури. Вміст молібдену в рудних тілах, де основним рудним мінералом є молібденіт, коливається від 0,05 до 1,18 %, а прогнозні ресурси металу в межах рудопрояву становлять 24,0 тис. т.

У Приказовському мегаблоці молібденіт встановлено в карбонатитах (Солонянський прояв), лужних породах (прояв Балка Мазурова) та гранітах (Східнокарпатський прояв).



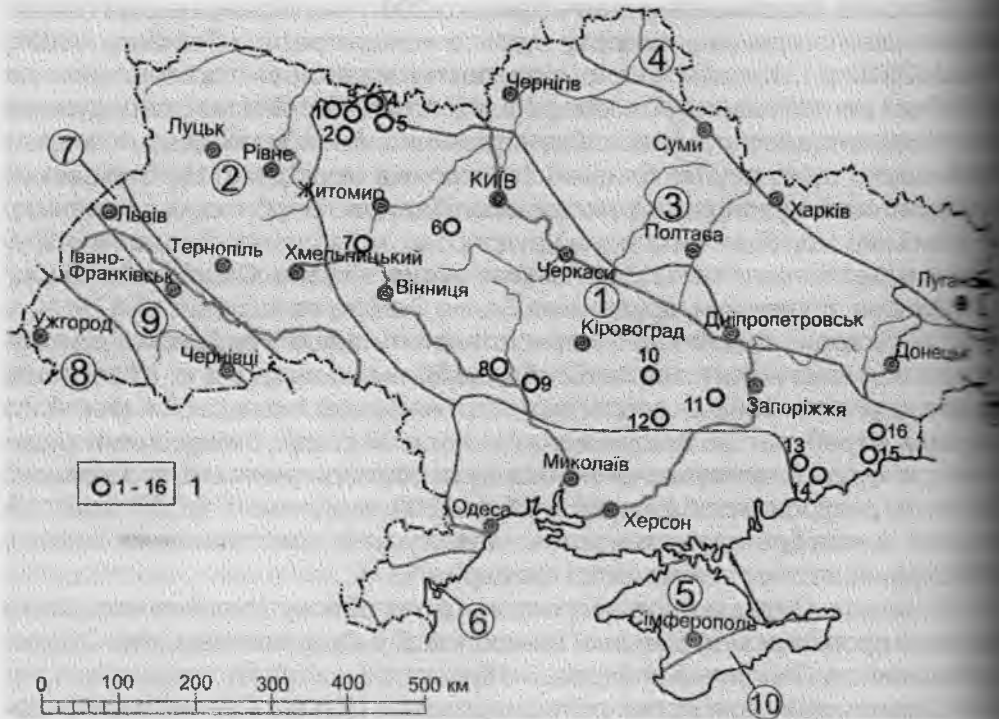


Рис. 3.19. Розташування рудопроаяів молібдену

Умовні позначення: **Рудопроаяи:** 1 – Вирівський; 2 – Вербинський; 3 – Ясський і Томашгородський; 4 – Пержанський; 5 – Коростенський; 6 – Ярошівський і Малобратославський; 8 – Липовеньківський; 9 – Майський; 10 – Кудашівський; 11 – Сергійський; 12 – Токівський; 13 – Чернігівський; 14 – Салтичанський і Обіточинський; 15 – Гушський; 16 – Октябрський і Дмитрівський.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

**Чернігівський прояв** знаходиться в межах однойменного інтрузивного масиву у східній частині Приазов'я. Рудна мінералізація представлена вкрапленнями молібденіту в сієнітах і карбонатитах. Сьогодні рудопроая знаходиться на попередній стадії вивчення.

**Прояв Балка Мазурова** приурочений до Октябрського масиву пегматитових порід, який знаходиться в центральній частині Приазовського металоблоку. Рудоносними є пегматитові жили і зони тріщинуватості сієніт-апатитів. Тут молібденіт утворює мономінеральні вкраплення, а також зустрічається в асоціації з халькопіритом, піритом, піротиним і сфалеритом. Середній вміст молібденіту в руді становить 0,018 %, а запаси руди перевищують 7,5 млн т, у якій сконцентровано 1 350 т металу.

**Дмитрівський прояв** знаходиться в гранітному кар'єрі поблизу Дмитрівка за кілька кілометрів на південний схід від смт. Волноваха

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Східній обл. Тут прояв приурочений до тектонічної зони в гранітах палеопротерозойського віку. Рудна мінералізація вкрапленого і прожилкового типу. Рудопрояв знаходиться на стадії вивчення.

Окрім зазначених проявів, молібденова мінералізація встановлена серед гранітів, діоритів, габро-діоритів ранньопротерозойського віку північно-західній частині Українського щита, а також Росинсько-Тікицького мегаблоку.

**Вольфрам.** Уперше вольфрам виділений у вигляді вольфрамового оксиду з мінералу шеєліту шведським хіміком Шеєле в 1781 р., а двома роками пізніше (1783 р.) іспанський хімік д'Елуар отримав оксид вольфраму  $WO_3$  з вольфраміту. Назва вольфрам – це переклад німецькою мови слів *lupi spuma*, що означає вовча піна, які використовував Агрікола, оскільки на тодішніх копальнях Саксонії домішки цього мінералу в рудних рудах ускладнювали отримання олова, зумовлюючи його перетворення в піну шлаків. Очевидно, щоб підкреслити первинне значення слова вольфрам російською його ще називають *волчец*.

Вольфрам – тугоплавкий і хімічно стійкий метал світло-сірого забарвлення. З киснем він починає взаємодіяти лише за температури  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . При низьких температурах він стійкий до соляної, сірчаної, азотної та інших кислот, але легко розчиняється в суміші азотної з фтором. Його кларк в земній корі становить  $0,0001\%$ . Підвищені вмісти вольфраму характерні для продуктів корової гранітної магми, перенасиченої глиноземом і летючими компонентами (фтором та бором). Основними мінералами-носіями вольфраму є *вольфраміт, шеєліт, штольцит, санмартиніт, феритунгстит, апатит*.

Фізичні та хімічні властивості вольфраму забезпечили його широке застосування, зокрема для виготовлення сталей, що характеризуються високою твердістю, тугоплавкістю, еластичністю та міцністю; карбідів, боратів, сплавів для електронної, електротехнічної, військової промисловості. Важливий матеріал з якого виготовляють нитки розжарювання електричних ламп, вольфрамівий дріт, електроди і контакти для електроніки та електротехніки. У хімічній промисловості вольфрам добре відомий як катализатор, неорганічний пігмент, високотемпературне мастило.

Основним джерелом вольфраму є вольфраміві, молібден-вольфраміві і олов'яно-вольфраміві руди. Зазвичай вміст  $WO_3$  в рудах становить  $0,1\%$  і тільки в багатих він перевищує  $1\%$ . Унікальні за запасами родовища вольфраму нараховують понад 250 тис. т  $WO_3$ , до великих належать родовища в Україні, запаси яких коливаються від 100 до 250 тис. т, середні родовища – це родовища із запасами 30...100 тис. т, а інші, у яких запаси менше 30 тис. т, визнають дрібними.

В Україні відсутня власна мінерально-сировинна база вольфраму. Потенційно перспективними на виявлення промислового вольфрамівого

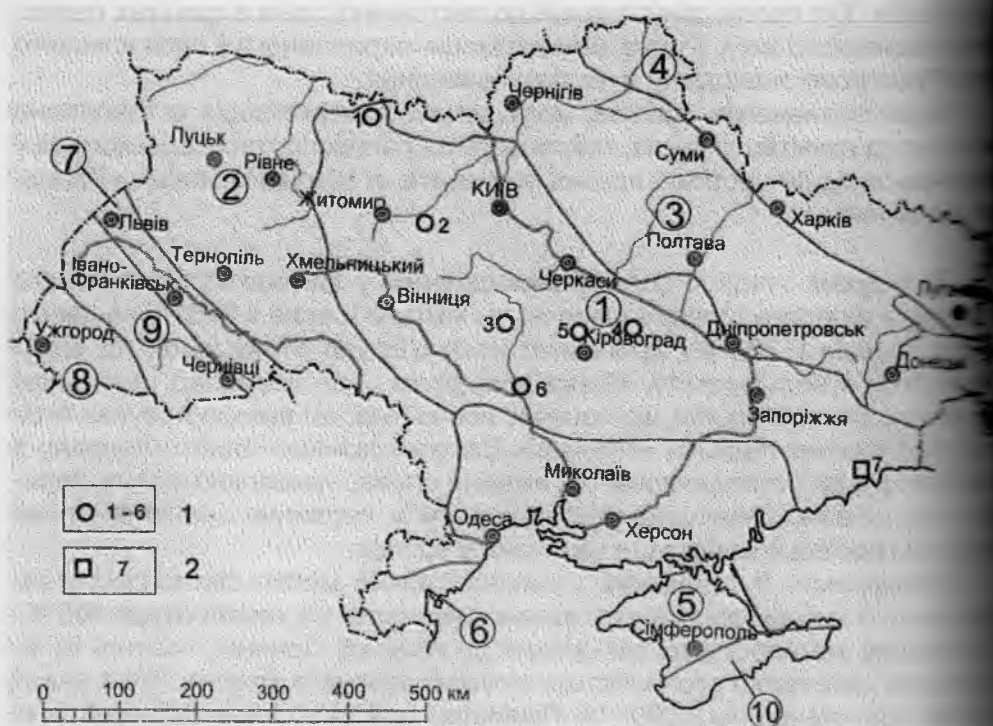


Рис. 3.20. Розташування родовищ і рудопроявів вольфраму

Умовні позначення: 1–6 – приурочені до докембрійських породних комплексів Пержанське рудне поле, 2 – Кочерівська група рудопроявів, 3 – Селищенський рудопрояв, 4 – Миколаївсько-Камчатська і Жовтянсько-Успенівська вольфрамоносні зони, 5 – Клишівський рудопрояв, 6 – Майський рудопрояв; 2 – розсипи; 7 – Мануїльська зона. Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

вого зруденіння є породні комплекси Українського щита. Сьогодні в Україні прояви вольфрамової мінералізації, пов'язані Пержанським, Коростенським, Корсунь-Новомиргородським, Кам'яномогильним інтрузивними комплексами (див. рис. 3.20).

Головними промисловими мінералами вольфраму є вольфраміт і вольфраміт-літ, останній часто утворює розсипи. Метал із вольфрамових концентратів отримують шляхом багатоетапного процесу, який включає хімічне виділення чистої вольфрамової кислоти або її солей, відновлення  $WO_3$  до металічного порошку і перетворення порошку на метал.

Промисловість України потребує до 500 т вольфраму на рік. Для виявлення одного-двох дрібних родовищ із запасами не менше 15 тис. т  $WO_3$  дало б змогу уникнути імпортного постачання металу з Росії, Узбекистану, Нідерландів, Китаю, Японії.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Прояви вольфрамової мінералізації, як це зазначалося вище, відомі в різних структурах Українського щита. У межах Волинського мегаблоку – Західний, Кочерівський, Глушковицький, Бесівський, Березова Гатка; Дністровсько-Бузькому – Придністровський; на Кіровоградщині – Головинський, Добровеличківський, Чутівський, Новобузький; у Середньому Придніпров'ї – Мотринський, Сурський; на Приазов'ї – Вербівський, Капланівський, Федорівський, Сорочинський, Монгуський, Кичиксу, Кирилівський. Перспективними на виявлення промислової молібден-ванадієвої мінералізації є Олександрівська та Ганнівська ділянки на Криворіжжі, а також Сербський, Сурозький, Східноюрівський, Майський та інші золоторудні родовища, пов'язані з зеленокам'яними комплексами регіону.

**Олово.** Олово відоме людині з доісторичних часів. Згадки про олово зустрічаємо навіть у Біблії (П'ятикнижжя Мойсея), де воно називається *tin*, у давньоіндійській літературі – *“trapu”*; 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 олово *“stanum”* походить від санскритського *“sta”*, що означає твердий. У більшості слов'янських мов під оловом розуміють метал свинець, який, очевидно, отримав назву за своєрідною (подібною до свині) формою кристалів, які починаючи з XVIII ст. одержували на заводах Уралу.

Природне олово – це м'який сріблясто-білий метал, який на повітрі окиснюється та є стійким у холодній та гарячій воді. З галогенами при окисненні утворює галогеніди, із сіркою – сульфіди. Олово є невід'ємною складовою багатьох сплавів (наприклад, олов'янисті бронзи, олов'янистий свинець).

Вміст олова в земній корі становить 0,0025 %. Підвищені концентрації олова характерні для магматичних порід кислого складу, а в осадових породах та осадочних комплексах воно утворює каситеритові розсипи.

Відомо понад 20 природних мінералів олова, але промислове значення мають тільки *каситерит, станін, тиліт, франкеїт, нордешельдін і андрит*. Промислові концентрації олова можуть бути супутнім компонентом у гранатах, піроксенах, боратах та інших мінералах. У корках видобування мінерали олова зазвичай утворюють розсипи каситериту. Поряд кристалічними формами існує також і колоїдна форма каситериту – “дерев'янисте олово” гроноподібної та ниркоподібної форми.

Важкі властивості олова як легкоплавкості, м'якості, хімічна стійкість і здатність утворювати нетоксичні сплави сприяють широкому його застосуванню. Цей метал є основною складовою для виробництва білої жерсті (фарби), головні галузі використання яких – харчова, авіаційна, автомобільна, кораблебудівельна і радіотехнічна промисловості, а також друкарська справа, виробництво фарб, гальванопластика, склоробне і текстильне

виробництво. Особливо широке застосування знайшли такі сплави з іншими металами як бронза (сплав з міддю), латунь (сплав з 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 приладів. Найчастіше олово використовують для захисного покриття металів (наприклад, біла жерсть); як відновлювач іонів металів; чорнові аноди при електролізі; для очищення металургійних газів від пари ртуті; для виготовлення вимірювальних приладів; органних труб, посуду, художніх виробів тощо.

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

Олово вилучають відновною зонною плавкою з рудних концентратів попередньо очищених випалюванням і вилужених соляною кислотою. З останнього вилучають домішки інших металів методами електролітичного рафінування і зонної плавлення.

Україна не має власної оловорудної бази. Потреба промисловості країни в олові не перевищує 1 тис. т/рік і задовольняється за рахунок імпорту з Росії, Індонезії, Китаю, Таїланду, Малайзії (277 т у 2010 р.). Кожен рік десятків тонн олова отримують щороку завдяки переробці брухту та відходів.

В Україні промислових родовищ олова поки не виявлено, але наявність розсіпів каситериту в осадовому чохлі Волинського та Приазовського мегаблоків Українського щита дозволяє прогнозувати корінне збагачення в докембрійських комплексах регіону. Найперспективнішими в цьому аспекті є Пержанський район північно-західної частини щита, Кам'яномогильський та Катеринівський гранітоїдні масиви Приазов'я, а також пегматити Шполянсько-Ташлицького району західної частини Інгульського мегаблоку (рис. 3.21).

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

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

Каситерит і колумбіт зустрічаються також у корах вивітрювання гранітів Пержанського комплексу.

### 3.3. Сировина кольорової металургії



Рис. 3.21. Розташування рудопроявів олова

Позначення: **Родовища і рудопрояви:** 1 – Пержанський район; 2 – Кам'яно-Катеринівський район; 3 – Катеринівський район; 4 – Шполянсько-Ташлицький район.

У Тернопільському районі, як це зазначалося вище, оловоносними є Кам'яномогильського і Катеринівського гранітних масивів протерозойського віку. Тут також виявлено декілька розсипів каситериту, приурочених до складів осадового чохла.

Ртуть відома людству з дуже давніх часів, про що свідчать знахідки в єгипетських похованнях, споруджених у I–II тис. р. до Р.Х., а також про застосування ртуті в медицині Китаю ще у III тис. р. Способ отримання ртуті з кіноварі згаданий у творах китайського вченого Чжана. Відомості про використання ртуті можна знайти і в творчості давніх греків та римлян. Алхіміки вважали ртуть носієм металічних властивостей, обов'язковою складовою частиною всіх металів і називали цю рідкоплавний метал меркурієм на честь всюдисущого бога Меркурія, покровителя торгівців та шахраїв.

У природному стані ртуть – це сріблясто-білий важкий метал, який при підвищенні температури набуває рідкого стану. Очевидно звідси і латин-

ська назва ртуті – *Hydrargyrum*, що в буквальному перекладі означає «срібло». Ртуть розчиняється в царській горілці, азотній і гарячій концентрованої сірчаній кислоті, не розчиняється в соляній кислоті і розбавленій сірчаній. Здатна розчинити інші метали, особливо золото і срібло (амальгамація). Хімічно ртуть мало активна. За кімнатної температури не окиснюється, а при нагріванні до 300 °С утворює оксид ртуті HgO.

Середній вміст ртуті в земній корі (кларк) становить 0,0001%. Максимальні кількості ртуті (0,001...0,02 %) характерні для лужних порід, що дозволяє припускати її глибинне підкорове походження. Зазвичай ртуть переноситься гідротермальними магматичними розчинами у вигляді хлоридно-сульфідних комплексів і локалізується в сірчано-хлоридно-карбонатних утвореннях, які контролюють зони глибинних розломів.

Відомо понад 25 природних мінералів ртуті, серед яких головне місце в промисловому значенні мають *кіновар*, *метацинабарит*, *самородна ртуть*, *лівінгстоніт*, *кордероїт*, *тиманіт* і *колорадоїт*.

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

Видобувають ртуть із ртутних руд, головним рудним мінералом є кіновар, а групу другорядних утворюють метацинабарит, самородна ртуть, лівінгстоніт, кордероїт та ін. Дуже багаті руди містять 5...10 % ртуті, бідні – близько 1 %, рядові – 0,2...0,3 %, бідні – 0,06...0,12 %.

Із монометалічних руд ртуть вилучають пірометалургічним способом – шляхом прямої возгонки в ретортних, шахтних й обертових печах. Комплексні ртутні руди попередньо збагачують для отримання концентратів або селективних концентратів із таким вилученням ртуті пірометалургічним або гідрометалургічним переділом. Збагачення ртутних руд здійснюється гравітаційним способом або флотацією, а також селективними схемами. У випадку, коли вміст ртуті не перевищує 1 %, вилучення стає доцільним тільки за умови одночасного вилучення цінних ртутних компонентів як сурма, вольфрам, мідь та інші. Крім того, до ртутних руд можуть бути кам'яне вугілля, нафта, газ, цементна та флюсована вапнина.

Завдяки високій токсичності виробництво і використання ртуті у світовому світі протягом останніх років зменшується. Сьогодні найбільш активними світовими виробниками ртуті є Іспанія, Алжир, Киргизія та Китай. Україна, починаючи з другої половини XIX ст. і протягом всього XX ст. Україна є важливим ртутно-видобувним регіоном світу і найбільшим на

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Сировинного Радянського Союзу, оскільки в Донецькому басейні розташовані великі родовища Микитівського рудного поля. Окрім того, родовища прояви ртуті відомі в межах Дніпровсько-Донецької западини, на Закарпатті, Криму і в Добруджі (рис. 3.22). Державним балансом враховано запаси 11 родовищ (сім родовищ в Донецькій обл., чотири – в Закарпатській обл.). Загальні запаси ртутних руд в Україні дорівнюють 25 тис. т, з яких підтверджено – 5 тис. т. Проте, внаслідок несприятливої кон'юнктури світового ринку та інших обставин в 1995 р. видобуток ртутних руд в Україні припинено.

*Донецька ртутна провінція* включає складчасту область Донбасу і південно-східну частину Дніпровсько-Донецької западини. Тут рудні об'єкти виявляють 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* виявлене у 1879 р. гірничим інженером Міхалевим. За сто років (1885–1985 рр.) його експлуатації видобуто понад 200 т руди, з якої вилучено 33 698 т металічної ртуті. Розташоване воно в центральній частині Донецької обл. в межах м. Горлівки. Загальні запаси руди 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 складним мінеральним складом. Головним рудним мінералом є кіновар, часто зустрічаються антимоніт, арсенопірит, пірит, зрідка – халькопірит, сфалерит і сфалерит. Нерудні мінеральні асоціації представлені кварцом, доломітом і карбонатами. За вмістом ртуті руди родовища належать до високих (0,0094 %). Рудна мінералізація характеризується гідротермальною природою.

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

У межах згаданого розлому знаходиться і *Докучаївський прояв* ртутної руди, який виявлено в 1966 р. серед карбонатних порід карбонівського віку доломітового рудника. Тут рудна мінералізація локалізується в інтенсивно тріщинуватих і пористих, з численними карстовими порожнинами в тріщинах та доломітизованих вапняках. Основним рудним мінералом є кіновар, рідко зустрічаються пірит, халькопірит, галеніт і сфалерит. Групу нерудних мінералів складають доломіт, кальцит, кварц, дикіт, флюорит, а також бітуми.



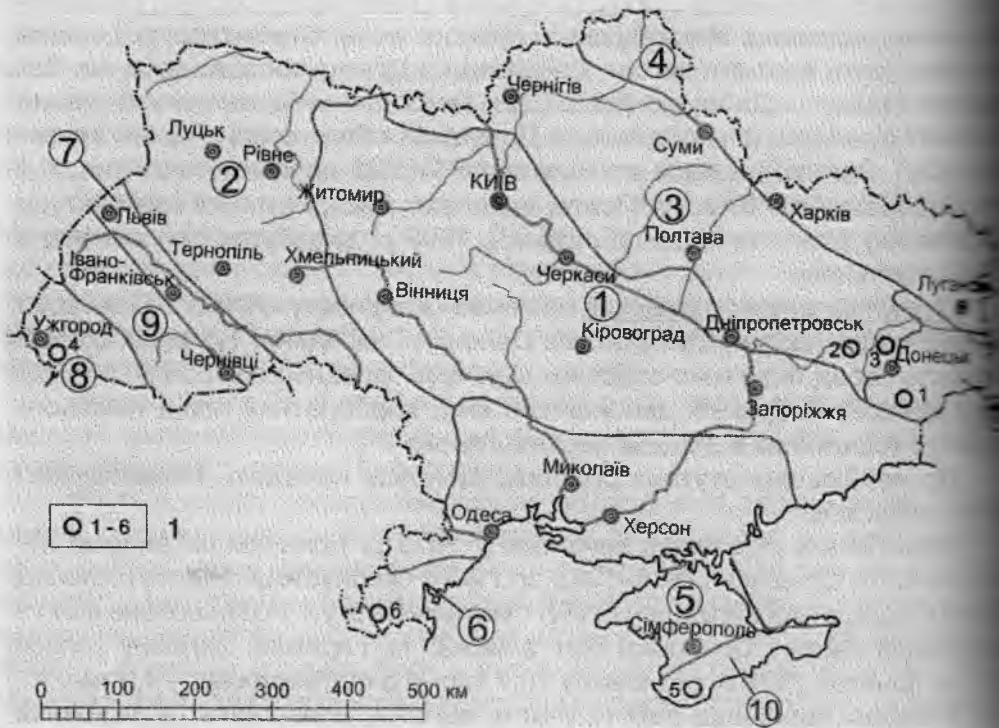


Рис. 3.22. Розташування родовищ і рудопросявів ртуті та сурми

Умовні позначення: **Родовища і рудопросяви:** 1 – Донецька рудоносна провінція і рудопросяви, пов'язані з сульфідами у вугільних утвореннях Донецького басейну; 2 – ртутно-бітумні рудопросяви в солянокупольних структурах Самаро-Торецького металогенічного району; 3 – Вишківське рудне поле та інші прояви в Карпатах; 4 – ртутьовмісні метасомати Гірського Криму; 5 – ртутьовмісні метасомати Добруджі.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Загальні запаси ртуті в Донецькому басейні після припинення в 1995 р. видобутку руди становили 24 672 т, а підтверджені – 4 883 т, зокрема на Микитівському родовищі – 10 717 т і 4 555 т відповідно, а Костянтинівському – 2 тис. т. Максимальну кількість ртуті (1 260 т) на Микитівському комбінаті отримано в 1975 р. Слід зазначити, що у 2001 р. світове виробництво ртуті становило близько 1 400 т, тобто запаси Микитівського та інших родовищ Донбасу і потужності ртутного комбінату відповідають потребам світової промисловості. Однак скорочення попиту і падіння цін на ртуть, її шкідливість і небезпечність у використанні та зберіганні зумовлюють проблематичність як нарощування запасів окремих родовищ, так і розвиток ртутно-рудної сировинної бази загалом.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

У Дніпровсько-Донецькому регіоні прояви ртуті приурочені до соляно-магматичних, нафто- і газоносних антиклінальних структур. Рудоносними тут є здебільшого 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 Сусмицькому, Оленівському, Углянському, Вишківському районах на Карпаті, пов'язаних з відкладами кайнозою. Особливої уваги заслуговує ртутна мінералізація, приурочена до вулканічних комплексів неогену Вигорівсько-Гутинського пасма. Характерною особливістю родовищ району є їхня комплексність. Тут виявлено кіновар-галеніт-сфалеритові, кіновар-реальга-літ-кіновар-антимонітові руди з вмістом ртуті 0,4...0,645. Їх загальні запаси становлять в 229 т, а підтверджені становлять 134 т.

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

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

**Сурма.** Сурма відома людству з доісторичних часів. У стародавньому Єгипті за III тис. р. до Р.Х. з неї виготовляли посуд, а греки використовували найпоширеніший мінерал сурми антимоніт ( $Sb_2S_3$ ) у косметиці для фарбування брів і вій у чорний колір. Своєю назвою, яка українською означає "квітка", цей мінерал завдячує німецькому алхіміку, відомому під прізвиськом Василій Валентин, за характерний вигляд зростків голчастих кристалів.

У природному стані сурма – це сріблясто-білий блискучий метал. Середній її вміст у земній корі становить 0,0005 %. Вважають, що сурма, здебільшого, має глибинне підкорове походження і надходить у верхні горизонти земної кори по зонах глибинних розломів у складі газів, гідротермальних рідин і денорманітних флюїдів. Відомо до 75 природних мінералів сурми, але найбільш важливим з них є **антимоніт**. Промислове значення мають також **сурьміт, гудмундит, тетраедрит, джемсоніт, буланжерит, бурноніт, надобурноніт, валентиніт та ін.**

Найважливішою властивістю сурми, яка й 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 (гартблеу), типографського металу, підшипникового металу (бабіту, що є сплавом сурми з оло-

вом, свинцем і міддю), британського або білого металу (сплав олова з оловою і невеликою кількістю міді). Сполуки сурми широко використовують у гумотехнічній, лакофарбовій, медичній, піротехнічній галузях промисловості, 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 безпосередньо металургійної обробки або збагаченням та подальшим металургійним переділом. Схема обробки визначається вмістом сурми в рудах і технологічними можливостями підприємства. Багаті руди містять понад 5 % сурми, рядові – 2...5 %, бідні – до 2 %.

В Україні рудопрояви сурми і комплексні сурм'яно-ртутні руди відомі в межах Донецького басейну, де приурочені до Микитівського ртутно-сурм'яного родовища, але як об'єкти промислової розробки сурм'яних руд суттєвого значення не мають. Щоправда, ще в 1932 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 в Україні, *Вирівський*, розташований у північно-західній частині Донбасу. Прояв репрезентований антимонітовою жилою серед пісковиків карбонового віку. Жила мономінеральна, іноді в асоціації з антимонітом зустрічаються кварц, дикіт, серицит, гідроксиди заліза і сурм'яна вохра. Запаси сурми на рудопрові не підраховано, ресурси не оцінено.

**Вісмут.** Вісмут – це метал сріблясто-сірого забарвлення з рожевим відтінком, крихкий за кімнатної температури, а за температури 120...150 °С набуває ковкості. Для нього характерна низька теплопровідність і високі діамагнітні властивості. На повітрі слабо окиснюється, розчиняється в кислотах і слабо – у концентрованих лугах.

Середній вміст вісмуту в земній корі становить 0,00017 %, найбільший його вміст характерний для магматичних порід кислого складу. У природі відомо понад 100 мінералів вісмуту, промислове значення з яких мають *самородний вісмут, вісмутин, козаліт, айкініт, тетрадиміт, телуровісмут, бісміт і бісмутит*. У зоні гіпергенезу ці мінерали переходять у гідроксиди та карбонати.

Завдяки фізичним властивостям вісмут широко використовують у різних галузях народного господарства. В металургії – для отримання легкоплавких сплавів із свинцем, оловом, кадмієм; виготовлення форм для лиття, штампів; у фармацевтиці – виготовлення препаратів для зменшення ваги і підсушування; у хімічній промисловості – як каталізатор при виробництві синтетичного волокна; в атомній енергетиці – як рідкий теплоносій та охолоджувальний елемент; в електроніці – для виготовлення напівпровідників; у скляній та керамічній промисловості – для підвищення коеф-

### 3.3. Сировина кольорової металургії

застосування в заломлення та виготовлення 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, що у свою чергу перетворюється на чистий вісмут шляхом окиснювального рафінування лужними солями, зейгеруванням, сплавлянням із сіркою, а також зонною кристалізацією в інертних газах.

Україна не володіє власною сировинною базою вісмуту. Потреби металургії, які складають 8,0...8,5 т/рік, забезпечуються за рахунок імпорту металу з Казахстану. В Україні вісмуту мінералізацію встановлено у вигляді таких мінералів як самородний вісмут, вісмутин, телуриди вісмуту, кельдоніт у золоторудних родовищах Українського щита, де в перспективі вісмут може видобуватися як супутній компонент; у рідкіснометалевих родовищах Середнього Побужжя та Волині; молібденових проявах Суццано-Поліссянської зони, а також у рудопроявах Східного Приазов'я.

**3.3.3. Руди благородних металів. Золото.** Золото – це м'який 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 дає змогу припускати мантийне походження золота. В природі воно зустрічається зазвичай у вигляді самородного золота, а також твердих розчинів з різноманітними металами: сріблом (*електрум*), купроауридом (*купроаурид*), вісмутом (*бісмутаурид*), родієм (*родит*), іридієм (*іридіт*), платиною (*платинисте золото*). Відомі також телуриди золота (*каларит* та *монтбрейт*), сульфід золота та срібла (*утенбогардит*) і золотовмісні телуриди та сульфіди.

Самородне золото входить до мінерального ряду золото-срібло зі значною кількістю останнього, аж до золотистого срібла (кюстеліт) і чистого срібла. У природі переважають тонкодисперсні та дрібні частки золота розміром від 0,01...4 мм, іноді зустрічаються самородки золота вагою понад 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, висока хімічна інертність, низький ступінь окиснення, висока електропровідність, забезпечують широке використання золота в ювелірній галузі, електроніці, космічній та авіаційній промисловості, медицині тощо. У технічних галузях золото широко використовується 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 вилучення золота – окислювальною мацерацією, яка передбачає розчинення металічною ртуттю з подальшою відгонкою ртуті; хлоруванням, суть якого полягає в тому, що хлор

пропускають через рудний концентрат й отриманий хлорид золота вилуговують водою; вилуговуванням ціанідами, коли проводять обробку золотомісних концентратів розчином  $\text{NaCN}$ , що спричиняє перехід золота в розчин, з якого метал виділяється під дією металічного цинку.

Дослідники висловлюють припущення, що за всю історію людства з надр Землі видобуто понад 133 тис. т золота, причому більше половини припадає на ХХ ст., а запаси цього металу оцінюють у 100 тис. т.

Україну можна віднести до золотодобувних країн. На її території встановлено три золоторудні провінції: Український щит, де золоторудні родовища та прояви локалізуються в метаморфізованих докембрійських комплексах, а також Карпатська і Донецька складчасті області (рис. 3.23).

Державним балансом запасів враховано запаси чотирьох родовищ золота: Мужіївського і Сауляку (Закарпатська обл.), Бобриківського (Луганська обл.) та Сергіївського (Дніпропетровська обл.).

Головною золоторудною провінцією є Український щит, загальні ресурси якого становлять 2 400 т золота. В його межах в Середньодніпровському районі виявлено і розвідано такі родовища золота як *Сергіївське*, *Балка Золота*, *Південне*, *Балка Широка*, на Кіровоградщині – *Клишівське*, *Юр'ївське* і *Майське*, у Приазов'ї – *Суразьке*, а також численні золоторудні прояви на Волині, Поділлі, Криворіжжі, у басейні р. Інгулець і Блещерківському районі. Усі вони пов'язані з мезоархейськими зеленокамірними комплексами і ділянками палеопротерозойської тектоно-магматичної активізації. Родовища характеризуються промисловими запасами, але відсутність енергетично та екологічно ощадних технологій збагачення золотомісних руд і вилучення золота не дозволяє їх введення в експлуатацію.

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

У межах Донецької провінції золоторудні родовища зосереджені в складчастих вуглисто-теригенних товщах карбону. Перспективними з позиції промислового освоєння є золото-поліметалічне Бобриківське родовище, родовище Гострий Бугор, а також Михайлівський золото-піритовий рудний прояв.

*Розсипні родовища* в Україні представлені палеорозсипами, розсипами сучасних континентальних відкладів і прибережно-морськими розсипами Чорного та Азовського морів.

Палеорозсипи відомі в нижньокрейдових відкладах (конгломератах гравеліти, пісковики) північного схилу Українського щита. Золото яскраве жовте, іноді з червонуватим відтінком, пилоподібне, дрібне (розміром 0,01–0,25 м, у вигляді тонкої луски, пластинок, добре обкатане, вміст золота становить близько 1 г/м<sup>3</sup>).

### 3.3. Сировина кольорової металургії

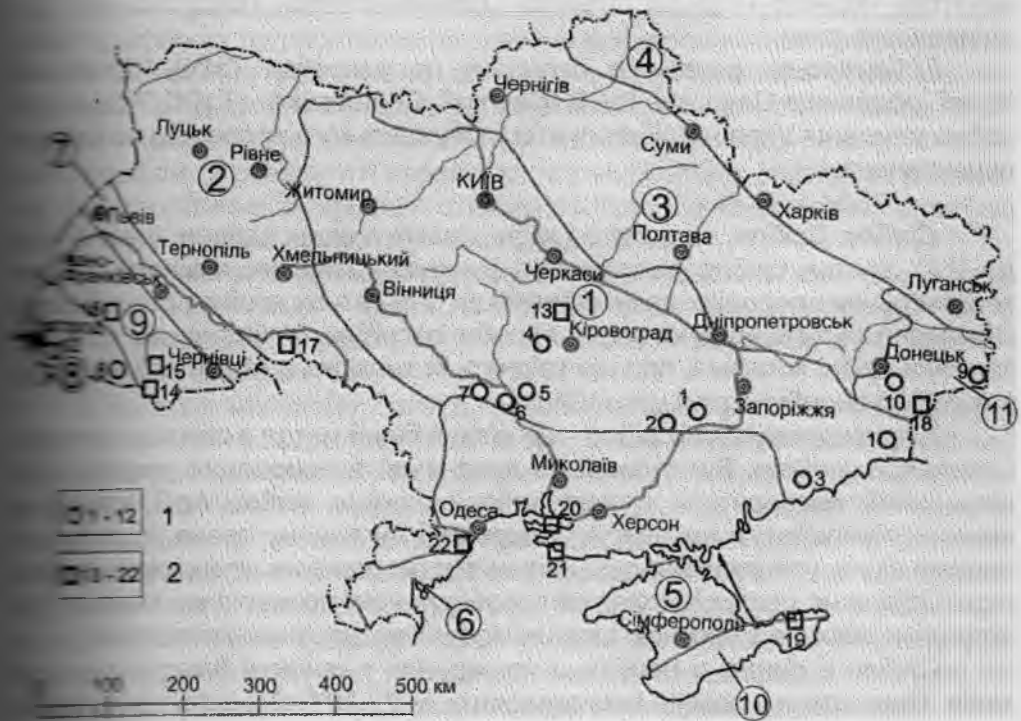


Рис. 3.23. Розташування родовищ і рудопроявів золота

Умовні позначення: 1–12 – корінні родовища і рудопрояви: 1 – Сергіївське родовище Балка Золота; 2 – родовище Балка Широка; 3 – Суразьке родовище; 4 – Юр'ївське родовище; 5 – Липнязьке і Березівське рудні поля; 6 – Капітанське і Майське родовища; 7 – Майське родовище; 8 – родовище Сауляк; 9 – Бобрівське родовище; 10 – Михайлівський рудопрояв; 11 – Докучаївський рудний район; 12 – Мужівське і Червоногорське родовища; 2 – розсипи: 13 – в крейдових відкладах південно-східного схилу Івано-Франківського щита; 14 – Чивчинський район; 15 – Яблунівський район; 16 – Верховинський район; 17 – Придністровський район; 18 – Бобрівське розсипище; 19 – Керченський район; 20 – Закарпатське розсипище; 21 – розсипи Тендриківської коси; 22 – розсипи Одеської коси.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

В сучасних континентальних відкладах перспективними на виявлення родовищ золота є пролювіальні та алювіальні піски, супіски, граєліти, галечники долин рік Лючка, Чорний і Білий Черемош у Карпатах, річки Дністер в Передкарпатті, балки Скотова поблизу с. Бобрівське в Нагольному краї Донбасу.

Трибережно-морські золотоносні відклади відомі на Керченському півострові, де виявлено Заморське, Темеське родовища, родовище в басейні Камера, в Актаській низовині, районі м. Судак, а також у північно-західній

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

акваторії Чорного моря на ділянках Одеська затока, Тендровська і Північнодніпровська коси.

Бобриківське родовище готується до розробки ТзОВ "Донецький Кряж", родовище Сауляк – ТзОВ "Сауляк", Сергіївське – ТзОВ "Каменська гірська компанія України". Експлуатація Мужіївського родовища на цей час призупинена.

**Срібло.** Срібло, як золото і мідь, відоме людині здавна. Ще в IV тис. до Р.Х. злитки срібла виконували функцію грошових еквівалентів та в торговельних операціях давніх фінікійців, у багатьох країнах стародавньої Ойкумени були відомі ювелірні вироби із срібла. У III тис. до Р.Х. існували срібні копальні, про що свідчать їх знахідки в Малій Азії. У Китаї срібло видобувалося ще з VIII ст.

У природному стані срібло – це м'який білий метал з високою електро- і теплопровідністю. Він стійкий до окиснення в природних умовах, а при підвищеній температурі і тиску утворює оксид срібла  $Ag_2O$ ; навіть при високих температурах не реагує з азотом і вуглецем, проте взаємодіє з парами сірки, утворюючи  $Ag_2S$ , і вільними галогенами, утворюючи галогеніди. Срібло не реагує з соляною і розбавленою сірчаною кислотами, але вступає в реакцію з азотною і концентрованою сірчаною кислотами.

Срібло є одним з найбільш поширених у природі благородних металів. Його кларк у земній корі становить  $5-7 \cdot 10^{-6}$ . Воно концентрується зазвичай у сульфідах, формує самостійні мінерали, може міститися в мусковіті, польових шпатах, солоній і прісній водах, а також в організмі рослин. Відомо понад 50 мінералів срібла, до найважливіших з яких належать *самородне срібло, електрум, аргентит* (срібний блиск), *піраргірит* (темно-червона руда), *прустит* (світла червона руда), *фрейбергит* (срібна бліска руда), *кераргірит* (срібна рогова руда), *стефаніт, полібазит, аргентоярцезит, дискрозит, гесит та агвіларгіт*.

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

Переважну частину срібла отримують попутно з комплексних срібно-свинцевих 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 застосовують у виробництві кіно- і фотоматеріалів, в електронній та електротехнічній промисловості, при виготовленні медичних і побутових приладів, посуду, для покриття апаратів хімічної промисловості, дзеркал, для зменшення вмісту води. Колоїдне срібло в медицині використовують як антисептичний засіб у лікуванні цесі лікування слизової оболонки, а також як аргірол, пропаргол і коларгол.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Як уже зазначалося, найбільшу кількість срібла отримують при переробці сульфідних руд поліметалів шляхом електролітичного рафінування. З власне срібних руд срібло вилучають гравітаційним збагаченням, магнетитацією, пінною сепарацією, флотацією. 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 проводилися обмежено і лише в останні роки виявлено значні ресурси цього металу як у формі власних руд срібла, так і у вигляді сріблястого 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 Квасівський щит. Тут срібло входить до складу поліметалічних родовищ і зустрічається і дуже рідко формує власні родовища. Загальний їх ресурсний потенціал оцінюють у 7 тис. т. Підвищені концентрації срібла виявлено також у рудах самородної міді Волині та мідистих пісковиках Донбасу.

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

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

Руди родовища придатні для збагачення за флотаційно-ціанувальними і флотаційно-електрохімічною схемами, що дає змогу вилучати до 91,34% срібла.

*Біганське родовище* розташоване в північно-західній частині Берегівського нагір'я, за 20 км від Берегівського родовища. Воно приурочене до піриту і піщано-сланцевих порід баден-сарматського віку. 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.

*Берегівське родовище* за геологічною будовою близьке до Біганського, але тут основними рудними мінералами є прустит, полібазит, арген-



тит, електрум і самородне срібло. Середній вміст срібла в руді становить 20 г/т.

*Мужіївське родовище* експлуатувалось 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, загальні запаси металу перевищують 500 т.

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

У *Донецькому басейні* практичний інтерес представляють срібне родовище Журавське, срібло-поліметалічне Єсаулівське і золото-поліметалічне Бобриківське.

*Журавське родовище* приурочене до інтенсивно дислокованих вулканічних алевролітів і пісковиків карбонового віку, які складають північну частину Нагольного кряжу. Рудні мінерали представлені сфалеритом, галенітом, халькопіритом, тетраедритом, піраргіритом, аргентином, піритом, арсенопіритом, бурконітом, 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 1 834 г/т.

*Єсаулівське родовище* знаходиться в північно-західній частині Нагольного кряжу, де приурочене до піщано-аргілітової товщі середнього карбону. Зруденіння представлене сульфідними і кварц-анкеритовими жилами. Рудна мінералізація – асоціацією сфалериту, галеніту, халькопіриту, буланжериту, тетраедриту, бляклої руди, піриту і самородного золота. Середній вміст срібла в рудах становить 157 г/т.

У *Бобриківському золото-поліметалічному родовищі* Нагольного кряжу срібло належить до супутніх елементів. Тут воно сконцентровано в таких мінералах як тетраедрит, галеніт, бурконіт, які є обов'язковою складовою золото-поліметалічних руд. Його вміст досягає 320 г/т, а прогнозні ресурси оцінюють у 2 500 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 Чортомлицької структури, в Середньому Придніпров'ї, метасоматитах Пержанської зони і Кочерівської структури Волинського мегаблоку, а також зонах Конкського й Оріхово-Павлоградського розломів східної частини щита. Срібло також є супутнім елементом усіх родовищ золота регіону.

Завершуючи коротку характеристику сировинної бази золота і срібла, слід зазначити, що формування в Україні власної золото-сріблорудної промисловості здатне змінити геополітичний статус країни, певною мірою

### 3.3. Сировина кольорової металургії

проблеми зайнятості населення за рахунок створення нових робочих місць, надходження додаткових капіталовкладень та ін.

Зарезервним балансом запасів України враховані запаси срібла, як основного компоненту золота, в Мужіївському та Бобриківському родовищах. Загальні запаси перевищують 640 т чистого металу. Видобуток не здійснюється.

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

Чисту платину в чистому вигляді вперше отримав англійський хімік В. Волластон у 1803 р. На вигляд це срібно-білий метал, для якого характерна висока ковкість і тягучість, що дає змогу виготовляти з нього тонкі фольги, має високу здатність до штампування. Платина хімічно стійка до більшості хімічних реагентів, крім царської горілки і бромів, слабо розчиняється в концентрованою соляною і сірчаною кислотами. Середня вміст у земній корі становить  $5 \cdot 10^{-7} \%$ . Підвищені вмісти характерні для ультраосновних порід ультраосновного ( $2 \cdot 10^{-4} \%$ ) і середнього ( $1 \cdot 10^{-5} \%$ ) гранітоїдів. У природі зустрічається у вигляді самородної платини, залізистої ферроплатини, тетрофероплатини, іридістої платини, паладістої платини, тетрадістої станоплатини, геверситу, холінгоартиту, а також сульфідів платини, фероплатини, спериліту і куприту.

Платину використовують у хімічній промисловості при виготовленні катодів й апаратів, які контактують з агресивними речовинами при високій температурі; хімічного посуду; каталізаторів для окисно-відновного риформінгу на нафтопереробних заводах; для покриття деталей при виготовленні термометрів опору і термопар для виміру температур, що перевищують  $1\ 000\ ^\circ\text{C}$ ; феромагнітних сплавів; фільтрів для очищення газів. Сполуки платини застосовують у скляній промисловості, для виготовлення постійних магнітів, у комп'ютерній техніці тощо.

Паладій у природних умовах утворює тверді розчини з платиною: паладістоплатину, паладістостаноплатину, поліксен, фероплатину, іридістоплатину; міститься у вигляді домішок у сульфідах і силікатах ультраосновних та основних порід. Підвищені концентрації паладію характерні для ультраосновних і основних руд і фосфоритів.

Родій отримують з концентратів металів платинової групи. У сполуках з платиною й іншими металами його використовують для виготовлення ювелірних приладів, оптичної апаратури, протезування зубів, як каталізатор багатьох хімічних реакцій, в електроніці тощо.

Осмій концентрується зазвичай в перидотитах, піроксенітах, дунітиях, плагіоклазових породах ультраосновного складу. У природі зустрічається у вигляді самородного осмію, а також його мінералами-носіями є

*осміїрид, нев'янскіт, сисертскіт, сарсит, ерліхманіт*. Окрім того, може бути домішкою в платинових мінералах.

Осмій вилучають із платинових концентратів відгонкою  $OsO_4$ , яку уловлюють лужним розчином з подальшим осадженням осмію. Пізніше осмій відновлюють й отримують осмієвий порошок, який використовують як каталізатор для синтезу аміаку, гідратації органічних сполук, а також як легуючий додаток до надміцних сплавів.

**Іридій** – срібно-білий, хімічно слабо активний метал, стійкий навіть у царській горілці. Іридій належить до типових елементів магматичного порід ультраосновного й основного складу. У природі зустрічається у вигляді сполук з іншими металами платинової групи, сіркою та миш'яком, також як домішка в комплексних сульфідних мідно-нікелевих рудах.

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

**Родій** характеризується стійкістю до хімічного впливу кислот, лугів та інших активних металів. Власних мінералів немає, а в природі зустрічається у вигляді ізоморфних домішок у самородній платині та мінералах групи осмістого іридію, поширений у мідно-нікелевих рудах.

Родій видобувають із концентратів металів платинової групи. Вільного сплави використовують для виготовлення електродних покриттів, термопар, електричних контактів, як каталізатор при отриманні деяких органічних і неорганічних сполук.

**Рутеній**. Характерною властивістю цього елемента є висока хімічна стійкість. У природі існує лише один власний мінерал рутенію – це *лауріт*, але він утворює тверді розчини в мінералах платини, міститься також у сульфідних мідно-нікелевих рудах.

Рутеній видобувають із платинових руд шляхом возгонки летючої  $RuO_4$  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 і при виготовленні електричних контактів та деталей із підвищеною корозійною стійкістю.

Видобуток металів платинової групи здійснюється відкритим і закритим земним способами. Першим розробляються зазвичай розсипні родовища, другим – корінні. При збагаченні металоносних пісків і дроблених корінних руд отримують платиновий концентрат з вмістом платинових мінералів.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

8,30 %, який підлягає афінажу. Вилучення металів платинової групи з комплексних сульфідних руд здійснюється флотацією з подальшою багатопрохідною піро-, гідрометалургійною, електрохімічною та хімічною переробкою.

Чисту платину отримують шляхом гідрометалургійної переробки і відокремлення воднем платинових концентратів при підвищених температурах.

Головними споживачами металів платинової групи є автомобільна, електронна й електротехнічна, хімічна і електрохімічна, скляна промисловість, ювелірна справа, стоматологія, метали цієї групи використовують також при виготовленні монет і злитків.

В Україні відсутня сировинна база металів платинової групи. Потреби країни задовольняються за рахунок імпорту з Росії, однак докембрійські комплекси Волинського, Дністровсько-Бузького, Середньопридніпровського, Приазовського мегаблоків Українського щита, рифейські трапи Закарпаття і залізорудні формації протерозойського віку, до яких приурочені залізорудні родовища Кривбасу, є потенційно перспективними геологічними об'єктами на виявлення промислових концентрацій платини і платиноїдів (рис. 3.24).

У межах *Волинського мегаблоку* інтерес становлять рудопрояви, приурочені до Прутівського, Залізнякавського, Кам'янського та інших інтрузивних масивів, складених основними та ультраосновними породами (перидотитами, піроксенітами, габро, норитами).

Ресурси металів платинової групи на Прутівському рудопрояві оцінюють у 10,8 т, а вміст платини і паладію становить по 0,15 г/т.

У *Дністровсько-Бузькому мегаблоці* підвищений вміст металів платинової групи встановлено в архейських інтрузіях, складених асоціацією гранітів, перидотитів і серпентинітів Північнотарновацького масиву; у хромітермальних рудах Капітанівського і Липовеньківського масивів, а також в ультраосновних Жданівської інтрузії.

У *Середньопридніпровському мегаблоці* рудопрояви платини та платиноїдів приурочені до ультрабазитових утворень Олександрійського, Дзержинського, Сухохутірського масивів, гіпербазитових порід Чортотлинової, Сурської, Білозерської структур, дайок ультраосновного складу Дніпро-Дніпровської зони розломів і габроїдів Софіївської інтрузії.

У межах *Приазовського мегаблоку* підвищений вміст платини і металів платинової групи характерний для ультрабазитів басейну р. Обитична, Дзержинської зони та Октябрського масиву.

На *Волино-Поділлі* комплексне мідно-золото-срібло-платинове зручення виявлено в районі с. Жиричі, де прогнольні запаси руди становлять близько 125 млн т з вмістом міді 1,2 %, золота – 1,7 г/т, срібла – 40 г/т і металів платинової групи – 1,5 г/т. Потенційно перспективним у регіоні на виявлення промислових концентрацій платини та платиноїдів є Рафалівський район.

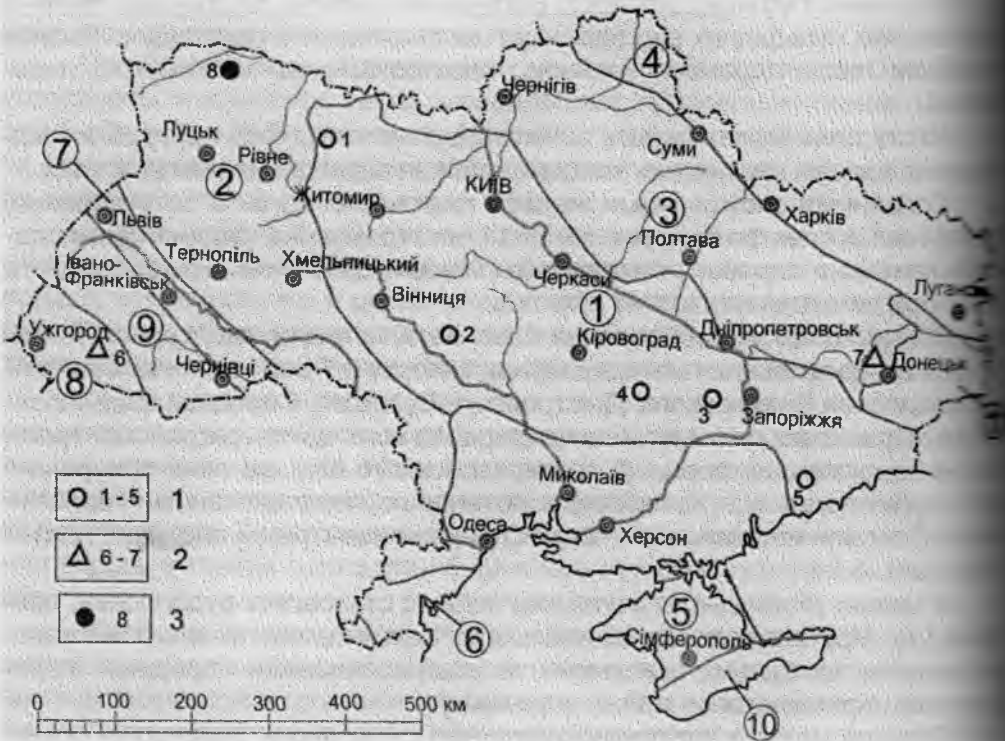


Рис. 3.24. Розташування проявів платиноїдів

Умовні позначення: 1 – в порідних комплексах докембрію: 1 – Волинська провінція; 2 – Дністровсько-Бузька провінція; 3 – Середньопридніпровська провінція; 4 – Криворізька структура; 5 – Приазовська провінція; 2 – в вугленосних, червонобарвних осадових утвореннях і метасоматитах фанерозойських порідних комплексів; 6 – Карпатська провінція; 7 – Донецька провінція; 3 – в породах рифейської трапової формації; 8 – Північна Волинська провінція.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Підвищені концентрації платинової групи містять також залізорудні формації Кривбасу, де виявлено самородну платину, паладій, поліксенів'янскіт.

Потенційний пошуковий інтерес на виявлення промислових концентрацій платиноїдів становлять альпійські гіпербазити зони Бескидів Карпат, де виявлено прояви з вмістом платини і паладію до 0,01 г/т.

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

### 3.3. Сировина кольорової металургії

3.3.4. Руди рідкісних і рідкісноземельних металів. Група рідкісних і рідкісноземельних металів включає берилій, літій, рубідій, германій, тантал, ніобій, цирконій, гафній, скандій, ітрій, скандій, германій, талій, кадмій та деякі інші – всього понад 30 елементів.

**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  $2...5 \cdot 10^{-4}$  %. Мінімальні значення властиві для доломітних гірських порід, а максимальні – для лужних. Понад 99,9 % берилію міститься у вигляді ізоморфних домішок у різних мінералах і тільки невелика відсотка концентрується у власних. У природі відомо 55 мінералів берилію, серед яких практичне значення мають *берил, хризоберил, фенакіт, строндіт, гентгельвін, гельвін, бариліт і гельбертрандіт*.

Завдяки невисокій питомій вазі ( $1,84...1,85 \text{ г/см}^3$ ), а також фізичним, механічним і термічним властивостям берилій використовується в електронній, авіаційній, військовій галузях промисловостях; як легуюча домішка при виготовленні окремих сортів сталі і для покриття виробів; як добавка до ракетного палива, а високочистий берилій слугує уповільнювачем і відбивачем нейтронів в атомних реакторах. Сплави берилію з міддю, цинком, алюмінієм застосовуються для виробництва надлегких і негорючих матеріалів, високоміцні сплави з берилієм – для виготовлення корпусів надзвукових літаків, космічних ракет і підводних човнів. Сполуки берилію використовують у виробництві спеціальної кераміки та металокерамічних виробів, зокрема інструментів для роботи в умовах високої температури. Берилієві кристали, зокрема яскраво-зелений смарагд, зеленувато-блакитний аквамарин, рожевий вороб'євіт, жовті геліодор та хризоберил, традиційно використовують у ювелірній промисловості.

В Україні мінерально-сировинна база представлена одним підготовленим до розробки Пержанським родовищем, розташованим на північному заході Українського щита (Житомирська обл.). Потенційно перспективними є також гранітні пегматити західної частини Приазовського мегаблоку і зона зчленування Українського щита з Донбасом, де прояви берилієвої мінералізації виявлено серед метасоматичних утворень (рис. 3.25).

*Пержанське родовище* у Житомирській області приурочене до метасоматично змінених гранітоїдів ранньопротерозойського віку, а промислові концентрації берилію пов'язані з гентгельвітом, який є породоутворюючим мінералом лужних метасоматитів. Родовище підготовлено до експлуатації. Завдяки виробництво берилію та його сполук в Україні відсутні. Реальне споживання його оцінюється у  $1,0...1,5 \text{ т/рік}$  (Ю. Третьяков, 2009). Вся продукція імпортується з Росії і, можливо, Казахстану. Берилій належить до особливо стратегічно важливої сировини, тому інформація по операціях з ним в Україні практично відсутня. Перспективи видобутку берилієвих руд в Україні

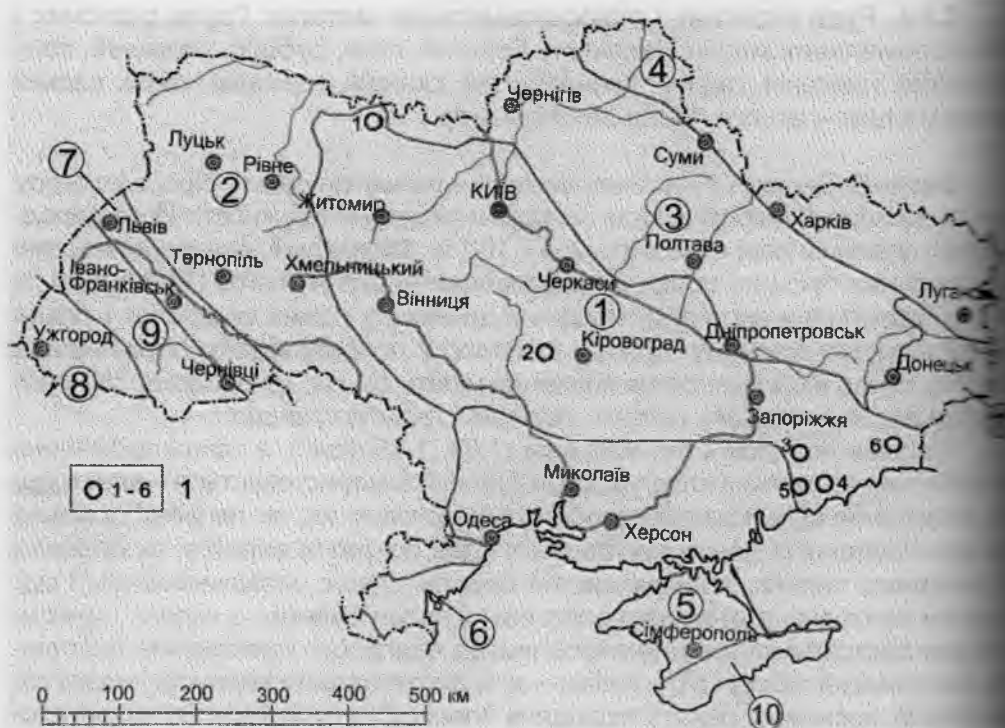


Рис. 3.25. Розташування родовищ і рудопроявів берилію

Умовні позначення: **Родовища і рудопрояви:** 1 – Пержанське рудне поле; 2 – Петроостровсько-Полохівське рудне поле; 3 – Шевченківське родовище літєвих пегматитів; 4 – родовище літєвих пегматитів “Балка Крута”; 5 – Єлісїєвське поле керамічних пегматитів з берилієм; 6 – рудопрояв “Кам’яні Могили”.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

пов’язують з можливим освоєнням Пержанського родовища, що буде визначатись реальними потребами в берилієвій продукції й можливостями вивозу з нею на світові ринки.

**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 вкривається темно-сірим шаром оксиду  $\text{Li}_2\text{O}$  і нітриду  $\text{Li}_3\text{N}$ . Він легко ріжеться ножем, а за кімнатної температури поєднується з галогенами, розкладається в воду з виділенням водню.

Кларк літїю в земній корі становить  $2,2 \cdot 10^{-3} \%$ . Найбільше його в гранітах і найменше – у породах ультраосновного складу. У природі налічують близько 30 мінералів-носіїв літїю, але промислове значення мають лише *сподумен*, *петаліт* і *лепідоліт*.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

У промисловості літій використовують зазвичай у формі карбонату літію, гідроксиду літію, мінеральних концентратів, солей, металу тощо. В алюмінієвій промисловості солі літію підвищують продуктивність електролітичних ванн. Літієві продукти необхідні для виготовлення особливих сортів скла, кераміки, ситалітів. Гідроксид літію використовують у процесі виробництва консистентних мастил багатocільового призначення. Також застосовується при виробництві кондиціонерів повітря, холодильних установок, акумуляторних і сухих батарей. Він є обов'язковою складовою частиною 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 теплоносіє. Гідрит літію (LiH), основною властивістю якого є бурхлива реакція з водою з утворенням гідроксиду літію та водню, є джерелом водню для заповнення рятівного балону під час аварій на воді. Дейтерид літію є основою водневої енергетики. Літієвий піроксен – сподумен – використовується при виготовленні кераміки з практично нульовим тепловим розширенням.

У розвинених країнах споживання літію становить 10...12 г/людину щодня. Потреба України в літії становить приблизно 500...600 т/рік, що можна забезпечити за рахунок вітчизняних родовищ, розвідані запаси і ресурси надають змогу ще й сформувати певний експортний потенціал.

Усі відомі родовища та прояви літію України пов'язані з рідкіснометалевою пегматититами, поширеними в межах західних частин Приазов'я та Інгульського мегаблоків Українського щита (рис. 3.26), де перспективними щодо промислового освоєння є Шевченківське, Полохівське і Станіславське родовища.

*Шевченківське родовище* розташоване у Великоновосілківському районі Донецької обл., поблизу населеного пункту Шевченко (Приазовський мегаблок). У геолого-структурному відношенні воно приурочене до Шевченківської грабеноподібної структури, вивпненої вулканогенно-термічними породами мезоархею. Головним носієм літію на родовищі є кварц-сподуменова мінеральна асоціація, яка складає внутрішню частину пегматитових жил.

*Полохівське родовище* знаходиться в Маловисківському районі Кіровоградської обл. (західна частина Інгульського мегаблоку), на південний захід від смт Смоліне. Рудна мінералізація пов'язана з петаліт- і сподуменовими пегматитами. Літієвмісними на родовищі є петаліт і сподумен.

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



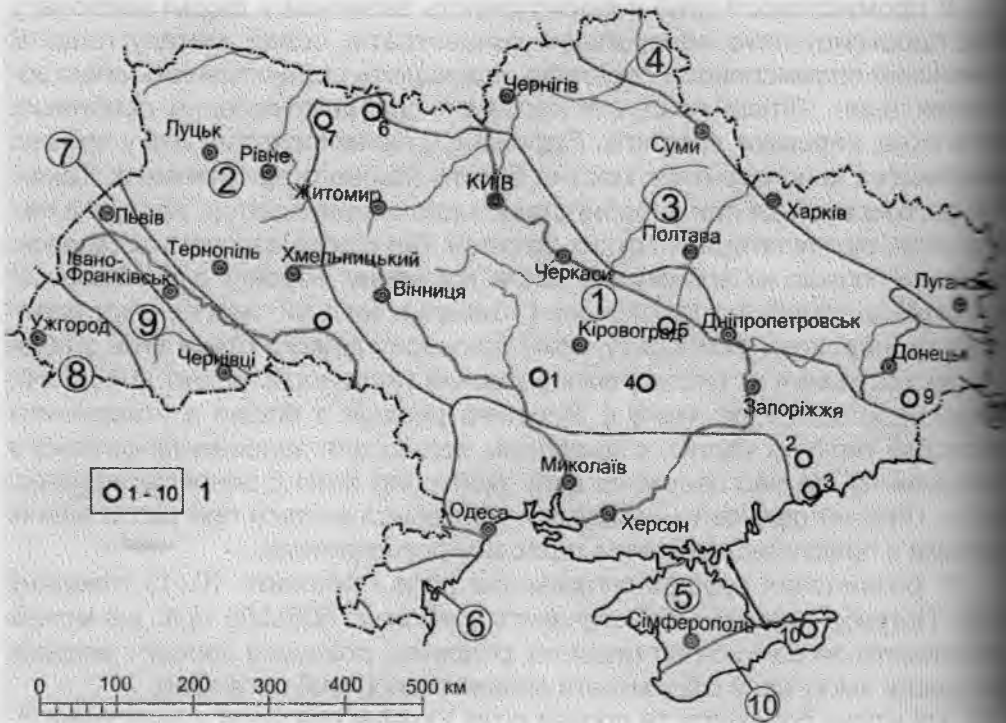


Рис. 3.26. Розташування родовищ і рудопросяів літію

Умовні позначення: *Родовища і рудопросяї:* 1 – Шполянсько-Ташлицький рудний район; 2 – Шевченківське родовище; 3 – родовище “Балка Крута”; 4 – Жовторіченське родовище; 5 – Комендантівський рудопросяв; 6 – Пержанське рудне поле; 7 – Вербиноцьке рудопросяв; 8 – Подільсько-Придністровський рудний район; 9 – Донбаський рудний район; 10 – Керчинсько-Таманський рудний район.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Станкуватське родовище сподумен-петалітових руд розташоване в межах Добровеличківського району Кіровоградської області. Рудноносні є пегматитові жили поширені серед амфіболітів ранньопротерозойського віку. Наявність в рудах двох літєвих мінералів (петаліту і сподумену) дозволяє отримувати селективним шляхом сподуменовий і петалітовий концентрат.

За розвіданими запасами та прогнозними ресурсами літію Україна може вважатись найбагатшою країною в Європі. Вона може не тільки повністю задовільнити власні потреби, але й забезпечити потреби західноєвропейського ринку в літєвій сировині (Ю. Третьяков, 2009). Потреби держав задовільнялися донедавна за рахунок імпорту сировини з Росії, де єдине Завітинське родовище у Забайкаллі фактично відпрацьоване. Найбільш

### 3.3. Сировина кольорової металургії

екстремним і вірогідним об'єктом першочергового освоєння є Полохівське родовище петалітових руд і Шевченківське сподуменове родовище, яке потребує додаткової розвідки.

**Рубідій і цезій.** Рубідій – це лужний метал, відкритий ученими Р. Бундшен і Г. Кірхгоф у 1861 р., 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  $1,5 \cdot 10^{-2}\%$ .

Рубідій належить до групи розсіяних металів та у вигляді ізоморфної сполуки разом з К та Лі входить до складу мінералів лужних металів, зокрема *полуциту, лепідоліту, цинвальдиту, амазоніту, біотиту, сподумену, кальциту*, з яких і видобувається. Найбільші концентрації рубідію характерні для мінералів низькотемпературних пегматитових жил.

Рубідій зустрічається у вигляді суміші двох природних ізотопів –  $^{85}\text{Rb}$  та  $^{87}\text{Rb}$ . Останній належить до радіоактивних із періодом напіврозпаду  $4,8 \cdot 10^{10}$  р, що дає змогу використовувати його співвідношення із  $^{87}\text{Sr}$  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 жовто-сріблястим відтінком, легкоплавкий, дуже м'який, як і рубідій, спалахує на повітрі, а з водою реагує вибухом.

Зміст цезію в земній корі становить  $3,7 \cdot 10^{-3}\%$ . Він входить до складу сподумену, лепідоліту, цинвальдиту, цезієвого астрофіліту, цезій-куплетиту, цезієвого біотиту, а також утворює власний мінерал – *полуцит*.

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

Цезій використовують у МГД-генераторах, плазмових підсилювачах високочастотних частот, системах автоматичного контролю, керування та наведення ракет, системах далекого зв'язку і протиракетної оборони. Ізотоп цезію ( $^{137}\text{Cs}$ ) застосовують у квантових стандартах частот.

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

В Україні основним джерелом рубідію і цезію є рідкіснометалеві пегматити з полуцитом, які локалізуються серед метаморфічних, ультраметаморфічних і гранітоїдних комплексів Українського щита. Серед відомих

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

проявів потенційно перспективними є пегматити *Жовторіченського* та *вища Кривбасу*, а також *Станкуватського* і *Полохівського родовищ* грабщини. Окрім того, підвищені концентрації рідкісних лугів виявлені в контактній зонової області Новомосковського масиву гранітів з ультрабазитами *Хмельницького* та *зеленокам'яної* структури Середнього Придніпров'я; у малих інтрузивах *Волинського* та *Приазовського* мегаблоків; у гідротермальних гранітах *Пержанської* зони Волині, а також підземних водах *Дніпропетровського* та *ґрунтових водах Керченсько-Таманського району*.

**Германій.** Германій належить до групи розсіяних рідкісних елементів. Уперше його визначив у 1871 р. Д. Менделєєв як екасиліцій, а в 1886 р. німецький хімік К. Вінклер. Це дуже твердий і крихкий білий метал, хімічно стійкий на повітрі за умов кімнатної температури, але при підвищенні її до 600...700 °С швидко окиснюється з отриманням двооксиду. Твердий германій не реагує з азотом і воднем, а при температурі понад 1 000 °С з воднем хімічно активний. Найважливішими властивостями германію є його напівпровідникові якості.

Кларк германію в земній корі становить  $1,4 \cdot 10^{-4}$  %. Найвищі концентрації германію характеризуються гідротермальні сульфідні родовища, як домішка він зустрічається в мінералах кремнію, заліза та цинку.

Германій – це типовий розсіяний елемент, він формує обмежену кількість власних мінералів, серед яких найбільш поширеними є *германіт*, *германіт-аргіродит*, *штотит*, *ітоїт*, *флейшерит* і *канфільдит*.

Унікальні напівпровідникові властивості германію, як це зазначено вище, сприяють широкому використанню його у сфері радіоелектроніки. Значна кількість германію споживається у процесі виробництва електронної оптики, де застосовують тетрахлорид германію, який отримують з оксиду або металічного германію. Крім того, германій відомий як катализатор у виробництві полімерів, виготовленні інфрачервоної оптики, елементів сонячній енергетиці. Сплави германію стійкі до кислих агресивних середовищ, вони забезпечують потреби приладо- та машинобудування в авіаційній металургії. Германій є основною складовою германій-олово-телуриду сплаву, який використовується при виготовленні цифрових відеодисків (DVD). Він також застосовується у виробництві лінз широкоформатних фотоапаратів й об'єктивів, як люмінофор – у флюоресцентних лампах. У сфері високих технологій, його використовують у металургії для виробництва різних сплавів з оловом, алюмінієм і магнієм.

В Україні джерелом германію є *вугілля Донбасу* і *Львівського* басейну, докембрійські залізні руди і руди поліметалічного типу-поліметалічних родовищ, де він знаходиться як супутній компонент (рис. 3.27).

Запаси германію у вугіллі становлять понад 91 тис. т. Це дає можливість країні за радянських часів бути єдиним виробником германію.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

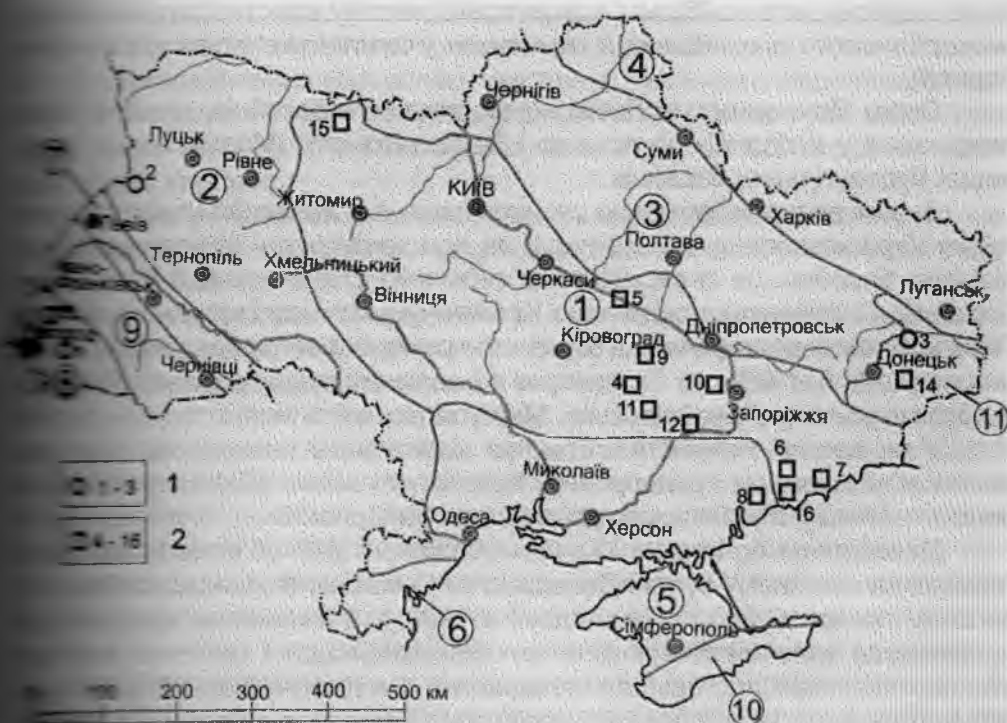


Рис. 3.27. Розташування родовищ і рудопроявів германію

Львівське позначення: 1 – родовища германієносного вугілля: 1 – Закарпатський рудний район, 2 – Львівсько-Волинський вугільний басейн, 3 – Донецький вугільний басейн; 2 – родовища і рудопрояви германію в докембрійських та фанерозойських породах: 4 – Криворізький залізрудний басейн, 5 – Кременчуцький залізрудний басейн, 6 – Гуляйпільське залізрудне родовище, 7 – Маріупольське залізрудне родовище, 8 – Запорізькі залізрудні родовища, 9 – Верхівцевська зеленокам'яна структура, 10 – Сурська зеленокам'яна структура, 11 – Чортомлицька зеленокам'яна структура, 12 – Сиверська зеленокам'яна структура, 13 – Закарпатський рудний район, 14 – Донецький рудний район, 15 – Суцано-Пержанська рудна зона, 16 – Західноприазовський рудний район. Інші львівські позначення див. на рис. 3.6.

Виробництво германію здійснюють щорічно близько 4,5 т металу. Виробництво германію здійснюється на 13 коксохімічних заводах, дев'ять з яких (Андріївський, Єнакієвський, Запорізький, Криворізький, Макіївський, Ясинуватський) продовжують виробляти від 1 до 3 т германію на рік. На цих заводах встановлено хімічні установки з попутного вилучення германію з вугілля.

Запаси України в германії оцінюють у межах 2 т. Найкраще вивчено германієносне вугілля Донецького басейну, де запаси цього металу підлягають до глибини 1 500...1 800 м, а середній вміст германію становить 0,53 мг. Германієносними є верстви вугілля нижнього, середнього і верх-

нього карбону, але найбільші концентрації металу властиві вугіллю середньокарбонového віку. Разом з германієм у вугіллі містяться галій, літій, берилій.

Окрім Донецького та Львівсько-Волинського басейнів, германій встановлено також у вугіллі Дніпровського і Закарпатського (Малобіганське родовище) буровугільних басейнів.

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

У незначних кількостях германій відзначається також на *свинцевих, цинкових родовищах* і рудопроявах Нагольного кряжу (Донбас) та золотополіметалічного Мужіївського родовища в Закарпатті.

Державним балансом України обліковані 219 об'єктів із запасами германію в кам'яному вугіллі Донецького і Львівсько-Волинського басейнів загальною масою понад 92 880 т. Починаючи з 1992 р. в Україні не здійснюється промислове вилучення германію на коксохімічних заводах і теплових електростанціях внаслідок застарілості обладнання, яке демонтоване. Виробництво германію носить нерегулярний характер і залежить від постачань імпортової давальницької сировини.

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

*Ніобій* – метал сірого кольору, який розчиняється в гарячій царській горілки, плавиковій кислоті і гарячих розчинах лугів. За температури понад 600...700 °С зазнає повного окиснення і в поєднанні з азотом утворює нітриди. У результаті поєднання його з вуглецем утворюються карбіди ніобію, що є тугоплавкою твердою речовиною.

Середній вміст ніобію в земній корі становить  $2 \cdot 10^{-3} \%$ , а танталу –  $2,5 \cdot 10^{-4} \%$ . Найбільші вмісти обох елементів характерні для нефелінових сіенітів, а також інших магматичних порід підвищеної лужності.

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

Відомо понад 50 власне танталових і ніобієвих мінералів, репрезентованих простими і складними тантало-ніобатами. Промислове значення ма-

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Також такі мінерали: *колумбіт-танталіт, гатчетоліт, маріньякіт, копіт, дисалмаїт, асбест, фергусит, перовськіт, самарськіт і сімпсоніт.*

Окрім зазначених мінералів, практичне значення у виробництві танталу та ніобію мають також *ільменорутит, рутит (стрюверит)*, а також *приабат* (урано-титановий тантало-ніабат, який зустрічається в рідкісних металемих рудах України).

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

Основною сферою споживання танталу є виробництво мініатюрних конденсаторів, які характеризуються високою питомою електропровідністю і здатністю роботи в умовах високих температур (до 250 °С). Такі конденсатори використовуються в радіотехніці, радіоелектроніці, аерокосмічній техніці та військовій справі. Цей метал застосовують при виробництві вакуумно-вакуумної техніки (анооди, деталі високотемпературних вакуумних камер), авіаракетно-космічної техніки (деталі реактивних двигунів), оборонної промисловості (корпуси глибоководних підводних човнів). Сплав танталу зольфраму і гафнію використовується як конструкційний матеріал в ядерних реакторах. Завдяки абсолютній інертності щодо тканин живого організму з танталу виготовляють матеріали та інструменти для медицини.

Ніобій використовують у чорній металургії для виробництва нержавіючих жаростійких і корозієстійких сплавів та сталі. 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 незамінними матеріалом для виробництва реактивних двигунів. Карбід ніобію в суміші з карбідом танталу використовують для отримання надтвердих сплавів; сплави ніобію з титаном, оловом, вольфрамом і германієм – у надпровідниковій техніці. Ніобій застосовують також у прискорювачах елементарних часток, ядерних томографах і машинних репараторах.

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 танталу і ніобію на теренах України є докембрійські породні комплекси Приазовського мегаблоку і північно-західної частини Волинського мегаблоку Українського щита, а основні запаси тантало-ніобієвої сировини зосереджені на Мазурівському і Новополтавському родовищах.

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

Руди родовища комплексні пірохлор-цирконові. Вони легко збагачуються з отриманням чорного тантал-ніобієвого (пірохлорового) і цирконо-

вого товарного концентрату із супутнім вилученням товарного польово-шпатового продукту.

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 гірничозбагачувальний комбінат з продуктивністю переробки руди до 15 млн т. Враховуючи можливість переробки чорні концентратів на Донецькому хіміко-металургійному заводі та отримання особливо високоякісних тантало-ніобієвих продуктів на Придніпровському хіміко-металургійному заводі, можна припустити, що Україна здатна забезпечити потреби народного господарства власним танталом і ніобієм.

*Новопавлівське рідкіснометально-апатитове родовище* розташоване в Чернігівському районі Запорізької обл. і приурочене до однойменного масиву карбонатитів, який знаходиться в західній частині Приазовського мегаблоку Українського щита. Тут тантал-ніобієве зруденіння приурочене до метасоматитів пізньопротерозойського віку. Родовище комплексного складі руд є промислові концентрації фосфору, танталу, ніобію і фтору. Ресурси таких руд становлять 384,7 млн т. Родовище вивчене і підготовлене до розробки підземним способом.

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

На цей час, як зазначалось, видобуток тантал-ніобієвої сировини в Україні не проводиться. Реальні перспективи розробки тантал-ніобієвих руд пов'язані з освоєнням Мазурівського родовища.

**Цирконій і гафній.** *Цирконій* – це сріблясто-білий метал, подібний до сталі, 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 лише через 250 років в 1925 р. нідерландськими дослідниками А. ван Аркелем та І. де Буром 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 м. Копенгаген (*hafnia*), де працювали ці вчені. У природних умовах він зустрічається виключно як супутник цирконію.

Середній вміст цирконію в земній корі становить  $17 \cdot 10^{-2} \%$ , а гафнію –  $3 \cdot 10^{-4} \%$ . У природі відомо близько 30 мінералів цирконію, але практичне значення мають лише *циркон* та його різновиди – *баделеїт* та *евдеїт*.

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.

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

За виробництвом цирконієвих концентратів і гафнієвої продукції Україна була практично монополістом. В СРСР її частка становила 90 % від виробництва в країні. На її території зосереджені родовища як екзогенної, так і ендемогенної серії. Екзогенні родовища (розсипні) приурочені до прибережних морських, алювіальних, алювіально-дельтувальних утворень, а також застосовують до кори вивітрювання основних порід. Ендемогенні (корінні) пов'язані з інтрузивними масивами сієнітів, нефелінових сієнітів і маріуполітів Українського щита.

Із розсипних родовищ циркон видобувається разом з титановими мінералами, що робить їх рентабельними. Джерелом циркону та ільменіту для утворення розсипів були корінні родовища в масивах лужно-сублужних порід Українського щита. Головним чинником утворення розсипів, на думку багатьох учених, була денудація донеогенової кори вивітрювання докембрійських порід Українського щита. Нині Державним балансом враховано запаси цирконію по 13 об'єктах, 10 з яких є комплексами, у тому числі Малишівського, Тарасівського, Вовчанського, Воскресенського, Краснокутського, Злобицького родовищ, а запаси родовищ Мокро-Ялинської групи (рис. 3.28) віднесено до забалансових.

*Малишівське родовище*, або як його ще називають Самотканське, описане вище як титанове. Родовище розробляється Вільногірським комбінатом, який випускає цирконовий концентрат, частина якого переробляється на двоокис цирконію, технічний двоокис цирконію і тетрафторокремнію. У 2010 р. експорт руди та цирконієвих концентратів з України склав 3 023 т. Основними країнами імпортерами руди і концентратів з України є Китай, Росія, Італія, Туреччина та ін. На родовищі Державним балансом враховані також запаси гафнію. У 2010 р. Вільногірським комбінатом гафнієвий концентрат та двоокис гафнію не вироблялись.

*Вовчанське родовище* розташоване поблизу залізничної станції Демурине в Дніпропетровській обл. Родовище належить до групи розсипних. Промислові концентрації цирконію приурочені до відкладів сарматського віку. Рудні піски характеризуються кварцовим складом, доброю відсортованістю, відсутністю глинистих речовин. Групу головних корисних мінералів складають ільменіт, рутил, лейкоксен, циркон, дистен, силіманіт, ставроліт, турмалін. Такий склад дозволяє відносити розсип до категорії комплексних. Родовище розробляє ТзОВ "Демуринський ГЗК".

*Тарасівське родовище* розташоване в Київській обл., за 25 км на південь від залізничної станції Біла Церква; приурочене до долини річки 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. Орім того, наявні також монацит, ксенотим, каситерит, бадделейт і целестин. Родовище є резервною базою Вільногірського гірничо-збагачувального комбінату.



### 3.3. Сировина кольорової металургії

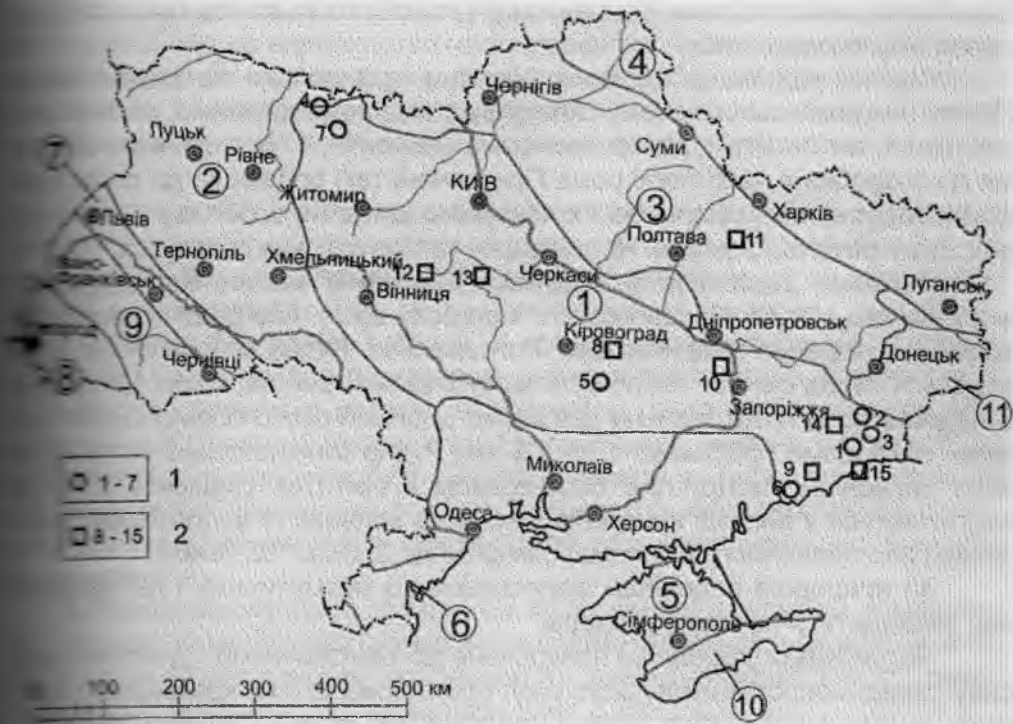


Рис. 3.28. Розташування родовищ і рудопроявів цирконію і гафнію

Умовні позначення: 1–7 – корінні родовища і рудопрояви: 1 – Азовське, 2 – Мазу-... 3 – Калино-Шевченківське, 4 – Яструбецьке, 5 – Жовторіченське, 6 – Новопоплав-... 7 – Зполицьке; 8–16 – розсипні: 8 – Малишівське, 9 – Вовчанське, 10 – Воскресенське, 11 – Краснокутське, 12 – Тарасівське, 13 – Зеленоярівське, 14 – Мокроялинське, 15 – Маріу-...

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

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

Зеленоярське родовище розташоване на території Київської обл. в селі Роська. Представлене воно трьома паралельними покладами вепоподібної форми протяжністю до 13 км при ширині до 1 км. Рудонос-... є піски борецької світи; головні корисні мінерали – циркон, ільменіт, лейкоксен, силіманіт і ставроліт.

Мокро-Ялинська група титан-цирконієвих розсипів розташована у... р. Мокрі Яли Приазов'я, де приурочена до східної частини Конк-

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

сько-Ялинської западини. Концентрації циркону та ільменіту локалізуються серед неогенових пісків.

Корінні родовища цирконію України промислово не розробляються. Проте, завдяки комплексному складу руд, які, окрім цирконію, містять гаєній, ніобій, тантал, ітрій, рідкісноземельні елементи, є потенційними об'єктами до розробки 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 мегабому щита. Географічно воно розташоване південно-західніше смт. Володарське. Рудна мінералізація локалізується серед сієнітів, габро-сієнітів, сублужних гранітів, віком 1,8 млрд. Зруденіла зона представлена дев'ятьма цирконій-рідкісноземельними рудними покладами протяжністю до 1,5 км. Рудна мінералізація репрезентована цирконієм, бритолітом, бастнезитом й ортитом. Цирконій зазвичай зустрічається у вигляді кристалів рожевого кольору із фіолетовим, оранжевим або червоним відтінком, 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 середньопротерозойського віку, розташованого на крайньому північному заході Українського щита у центральній частині Суцано-Пержанської тектонічної зони (Волинський мегаблок). Рудна мінералізація утворена до десяти рудних тіл, головним рудним мінералом яких є циркон, присутні також рідкісноземельні мінерали, зокрема бастнезит, що дає можливість відносити родовище до категорії комплексних. Як й Азовське родовище Яструбецьке знаходиться на стадії вивчення.

*Мазурівське родовище* розташоване в межах Октябрського (Мазурівського) лужного масиву Приазовського мегаблоку, неподалік с. Деметрівське Донецької обл. Масив складений сублужними основними та ультраосновними породами середньопротерозойського віку. 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-их років XX ст.

**Скандій.** Скандій відкрив у 1879 р. 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 р. Це сріблястий метал з характерним жовтим подвійним відблиском. На повітрі покривається захисною плівкою  $Sc_2O_3$ , що перешкоджає подальшому окисненню.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

У промисловості скандій використовують дуже обмежено. Незначна кількість йде на виробництво напівпровідників і каталізаторів. Додавк карбіду скандію до карбіду титану підвищує твердість цієї сполуки до твердості алмазу; в електронно-обчислювальній техніці застосовують скандієві оксиди, берити та синтетичні гранати, останні також використовують у лазерній техніці.

Середній вміст скандію в земній корі становить  $1 \cdot 10^{-3} \%$ . Найменше скандію в лужних й ультраосновних породах (0,2...0,3 г/т), а найбільше – в основних (30...35 г/т). Зазвичай цей мінерал розсіюється та ізоморфно заміщує в темнокольорових мінералах, таких як піроксени, амфіболи, ферро-двовалентне залізо і магній. У природі відомо лише п'ять власне скандієвих мінералів, але промислове значення має тільки *тортвейтит*. У природі виявлено лише два невеликих родовища цього мінералу, який концентрується в гранітних пегматитах. Це родовище Івеланд у Норвегії, де в 1951 році експлуатації видобуто 50 кг концентрату, та родовище Бефанамо на Мадагаскар. Необхідний для промисловості скандій отримують попутно при переробці ільменітових концентратів, уран-ванадієвих руд, бокситів, цирконітів тощо.

В Україні відомі рудні об'єкти, на яких скандій є супутнім компонентом у складі комплексних ванадій-рідкіснометалево-скандієвих (Жовторіченське та Первомайське родовища) та апатит-ільменітових (Стремицьке, Торчинське родовища) руд (рис. 3.29).

Запаси скандію обліковуються Державним балансом по 12 комплексних родовищах (Малишівське, Валки-Гацківське, Жовторіченське, Стремицьке, Федорівське, Тростянецьке, Злобицьке, Торчинське, Іршанське, Тернівське-Західне, Лемнинське-Східне, Тарасівське).

*Жовторіченське родовище* адміністративно розташоване в П'ятигорському районі Дніпропетровської обл. З кінця XIX ст. це родовище розроблялося як залізорудне, а з 1951 до 1989 р. – як урановорудний об'єкт. Скандієві руди тут виявлено в 1976 р. Скандієносними на родовищі є карбоніти, опротерозойські натрієві метасоматити, які контролюють зони порушень. Скандієві руди представлені двома природними різновидами. До першого належать уран-рідкісноземельні, або, як їх традиційно називають на родовищі, малакон-apatитові руди, до другого ванадій-скандієві.

Головні компоненти комплексних руд скандій і ванадій власних мінералів не утворюють, а концентруються в таких мінералах як егірин і лужні амфіболи. Вміст скандію в егірині становить 0,08...0,10 %, а ванадію – 3...5 %.

Лужні амфіболи представлені тремолітом, актинолітом, рибекітом, актинолітом й арфведсонітом з вмістом скандію до 0,10 %, а ванадію – від 0,1 до 2,35 %.

*Первомайське родовище* розташоване в Тернівському районі Дніпропетровської обл. і приурочене до однойменного родовища залізистих кварци-

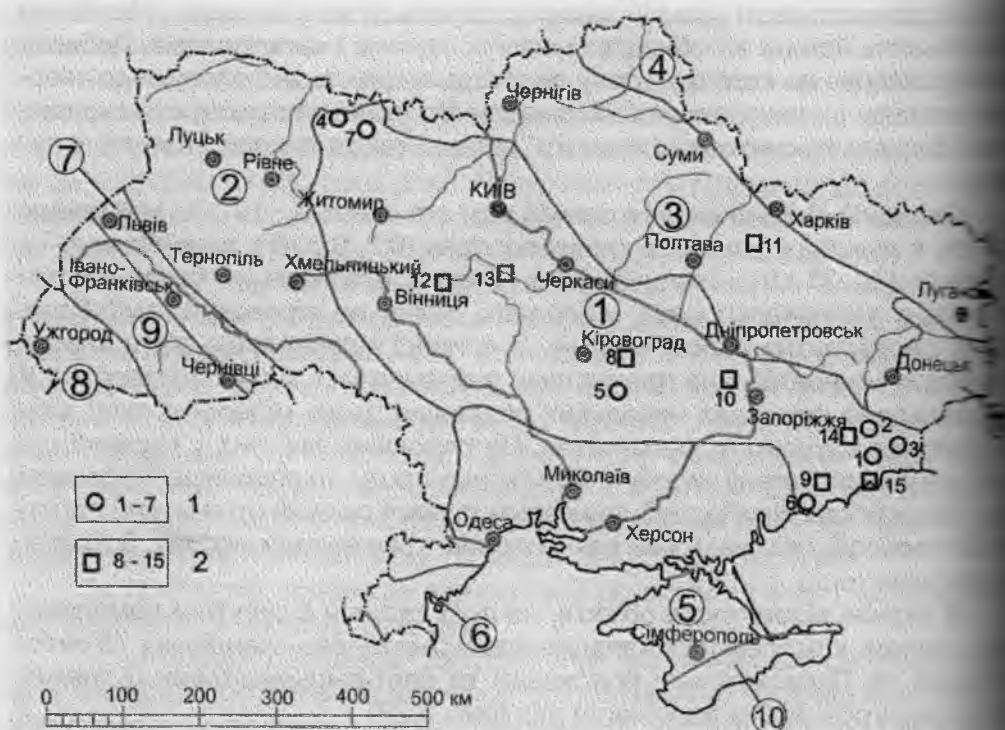


Рис. 3.29. Розташування родовищ і рудопроявів скандію

Умовні позначення: 1 – корінні родовища та рудопрояви, пов'язані з докембрійськими породними комплексами: 1 – Жовторіченське, 2 – Первомайське, 3 – Стремигородське, 4 – Торчинське; 2 – розсіпні родовища та рудопрояви: 5 – Іршанське, 6 – Лишівське.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

тів, що в північній частині Криворізької структури. Тут, як і на Жовторіченському родовищі, рудна мінералізація пов'язана з продуктивною залізисто-рудною саксаганською світою криворізької серії. Головним мінералом-концентратом скандію є егірин буро-зеленого, яскраво-зеленого забарвлення із вмістом скандію до 5 000...6 000 г/т, видобуток якого може бути супутнім до розробкою основної корисної копалини – залізистих кварцитів.

Стремигородське і Торчинське родовища генетично пов'язані з кременевим інтрузивним масивом Волинського мегаблоку. Тут скандіями є комплексні ільменіт-апатитові руди, для яких скандій враховується 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 залу-

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Для отримання скандію ільменітових, рутил-циркон-ільменітових розсипових родовищ, приурочених до осадових відкладів кайнозойського чохла в центральній (Верхньодніпровська група) і північній (Іршанська група) частинах Українського щита, які охарактеризовані у підрозділах "Титан" і "Ванадій".

**Рідкісноземельні метали.** До групи рідкісноземельних елементів звичайно відносять 15 елементів лантаноїдів: лантан, церій, празеодим, прометій, самарій, європій, гадоліній, тербій, диспрозій, гольмій, тулій, ітербій, лютецій та подібний до них за властивостями ітрій, який знаходиться на 36-ому місці.

У вільному стані рідкісноземельні елементи – це типові метали, що легко окиснюються на повітрі з утворенням стійких оксидів, розкладаються з утворенням гідроксидів, які прожарюванням можна перетворити в оксиди, розчиняються у мінеральних кислотах, їх взаємодія з водою супроводжується виділенням водню, який вони також можуть поглинати. Рідкісноземельні елементи дуже активні, легко взаємодіють із киснем, а при нагріванні – з галогенами, воднем, азотом, сіркою, бромом, фосфором та іншими металами; легко сплавляються з металами. Їх сплави мають різноманітні властивості, завдяки чому використовуються у трасуючих матеріалах і кулях, запальничках, піротехніці тощо.

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. Окрім того, вони також входять до складу ще 280 мінералів як домішки. Групу головних мінералів, що мають промислове значення складають:

- фосфати: *монацит, ксенотим, рабдофаніт, черчик, апатит;*
- карбонати: *бастнезит і паризит;*
- оксиди: *кноптит, лопарит, пірохлор, фергюсоніт, самарськіт, евксеніт, тріорит, бранерит;*
- сульфиди: *ітрофлюорит та ітросинхізит;*
- оксалати: *гадолініт, ортит, ітріаліт, евдіаліт.*

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

Використання рідкісноземельних елементів розпочалося наприкінці XIX ст. і досягло сьогоденного рівня у XX ст. У суміші, яка називається *метал*, й окремими компонентами вони широко застосовуються в різних

### Розділ 3. Конструктивно-географічний аналіз ...

галузях промисловості як легуючі добавки до сталей і сплавів, як катализатори при крекінгу нафти, для контролю та очищення відходів газів, при виготовленні 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, в ядерній техніці.

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

В ядерній техніці гадоліній, а також європій і самарій, відомі як поглиначі теплових нейтронів у стрижнях ядерних реакторів, захисні оболонки 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 у конструкційних і захисних матеріалах, а також відбивачах нейтронів. Церій, лантан, гадоліній і самарій слугують добавками до керамічних покриттів, вогнетривких 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 розкиснювачі, деграфітизатори, десульфатори і дегазатори, модифікатори, а також для отримання надміцного сірого чавуну та підвищення якості сталі та 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 тощо. Магнієві сплави з гадолінієм, ербієм і диспрозієм придатні для виготовлення постійних магнітів високої інтенсивності. Церій є складником термостійких сплавів на мідній, кобальтовій та нікелевій основі, бронзових, 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 розкиснювачі для мідних і алюмінієвих сплавів, при нейтралізації шкідливого впливу домішок свинцю та вісмуту в міді, бронзі та інших металевих сплавах.

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

### 3.3. Сировина кольорової металургії

виготовлення радіовакуумних ламп як присадку до анодів. Фториди церію використовують 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 добавки до лаків і фарб, а також як люмінофори й активатори, каталізatori в органічних і неорганічних процесах, при виготовленні різноманітних реактивів, для підвищення якості сталі. Сполуки церію застосовують як каталізatori при реакції дегідратації спиртів, електрохімічному окисненні аніліну до хінону, а також для вилучення срібла з фотореагентів. Оксиди лантану і церію використовують у виробництві оцтової кислоти, а оксиди лантану – як емульсифікатор.

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

У медицині рідкісноземельні метали застосовують при виготовленні препаратів для лікування різних пухлин, туберкульозу, прокази, екзема, подагри, ревматизму, шлункових захворювань; лікарських засобів проти сифілісної хвороби і для бальзамування.

Рідкісні землі використовують також для дублення шкіри, виробництва фарб, як добавки до фосфатних добрив, як засоби для знищення шкідливих сільськогосподарства.

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 1952 р. виробляли в світі 56 тис. т рідкісних земель, у 2000 р. ця цифра зросла до 81 тис. т.

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

Україна має значні ресурси рідкісних земель, хоча й не видобуває їх. У межах її території відомі родовища як традиційних типів, пов'язані з магнетитами (Новополтавське) і лужними магматитами (Октябрське), так і нетрадиційних, представлених багатими цирконієвими і рідкісноземельно-ніобієвими рудами безнефелінових сієнітів (Азовське й Яструбецьке).

В Приазов'ї виявлено родовище багатих руд церівської групи (Петрово-Гнутівське), складене паризитом, кальцитом і флюоритом (рис. 3.30). Державним балансом України враховуються запаси рідкісних земель по Ново-полтавському апатит-рідкісноземельному родовищу. ЗАТ "Волинська гірничо-хімічна компанія" отримано спеціальний дозвіл на розробку родовища. Потреби України в рідкісних землях становлять перші сотні тонн в рік. Раніше рідкісноземельна продукція вироблялась Придніпровським хімічним заводом з лопаритового концентрату, імпортованого з Росії.

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 Полтавщині, Успенський прояв у Приазов'ї);

- ✓ ітрій-рідкісноземельно-цирконієва в лужних сієнітах (Азовське, Андрушівське, Петрово-Гнутівське родовища Приазов'я);

- ✓ уран-торій-ітрій-рідкісноземельне в калієвих і натрієвих метасоматитах (Лозуватське, Калинівське, Південне на Кіровоградщині).

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

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

### 3.4. Нерудна сировина для металургії

Важливою складовою металургійного виробництва є видобуток і застосування флюсових вапняків, вогнетривкої сировини (доломітів, магнезитів, вогнетривких глин тощо), формувальних пісків, плавикового шпату, кварців.

**3.4.1. Флюсові вапняки і доломіти.** Вапняки звичайні й доломіти в Україні використовуються при виплавці чавуну і сталі як флюси, які переводять у рідкий шлак, що спливає, кремнезем, глинозем і сірку. Якість сировини регламентується галузевими стандартами та технічними умовами. При цьому вимоги до хімічного складу та механічної міцності вапняків і доломітів для конверторного та електроплавильного виробництва значно жорсткіші, ніж до порід, призначених для доменного і мартенівського виробництва. Запасами флюсової сировини діючі гірничодобувні підприємства повністю забезпечені, однак переважна більшість цих запасів придатна лише для застарілого доменно-мартенівського виробництва сталі.

Державним балансом враховано 14 родовищ флюсових вапняків загальні запаси яких становлять 2,25 млрд т (711 млн т у контурах діючих кар'єрів) та шість родовищ доломітів, три з яких розробляються.



### 3.4. Нерудна сировина для металургії

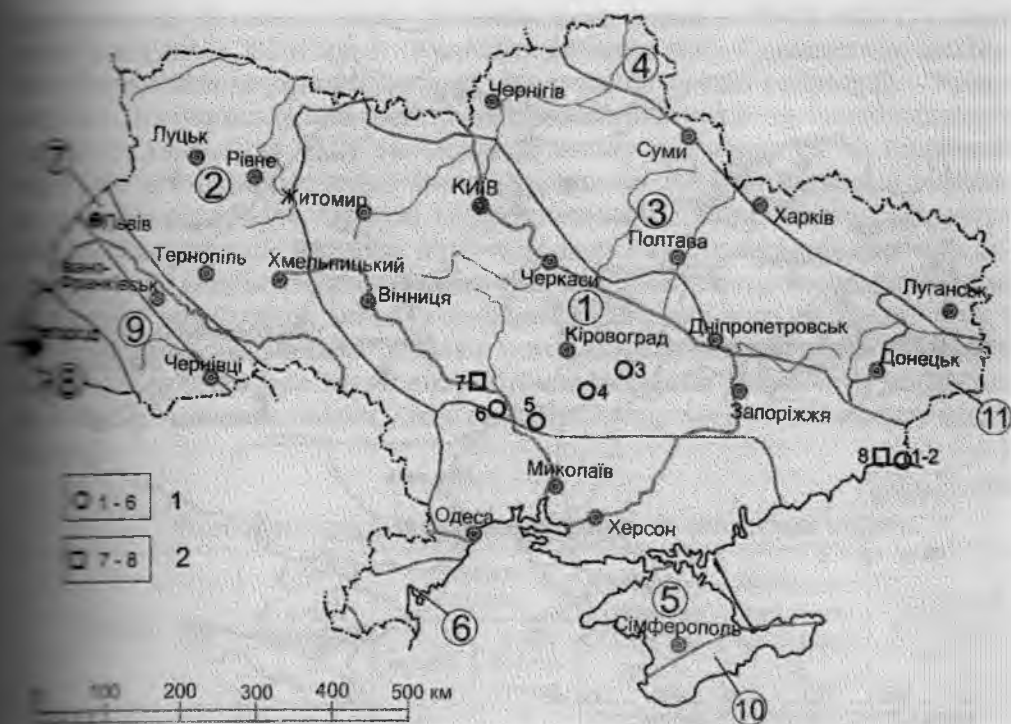


Рис. 3.30. Розташування родовищ і рудопроявів рідкісноземельних елементів та ітрію

Умовні позначення: 1 – корінні родовища і рудопрояви, пов'язані з докембрійськими породами: 1 – Азовське, 2 – Петрово-Гнуптівське, 3 – Криворізька група родовищ, 4 – Кіровоградська група родовищ, 5 – родовище "Балка Корабельна", 6 – Івано-Франківський, Лозоватський і Південний рудопрояви; 2 – родовища, пов'язані з корамами докембрійських порід: 7 – Хощеватівське, 8 – Азовське.

В Донецькій обл. розміщені найбільші за запасами родовища вапняків, що на цей час розробляються: *Оленівське-1, Новотроїцьке, Караїлівське* (рис. 3.31). Поклади вапняків приурочені до відкладів турнейського і візейського ярусів нижнього карбону. Сумарні запаси флюсових вапняків в області на 1.01.11 р. становлять 1,27 млрд т, видобуток у 2010 р. становив 15 млн т. Зараз споживання флюсового вапняку українським металургійним комплексом становить 15...17 млн т/рік. Основними виробниками флюсових вапняків є Комсомольське рудоуправління (40 % виробництва українських флюсових вапняків при виробничій потужності 15 млн т/рік), яке належить Маріупольському металургійному комбінату ім. Ілліча. Докучаєвський флюсово-доломітовий комбінат, Новотроїцьке РУ (Донецька обл.).

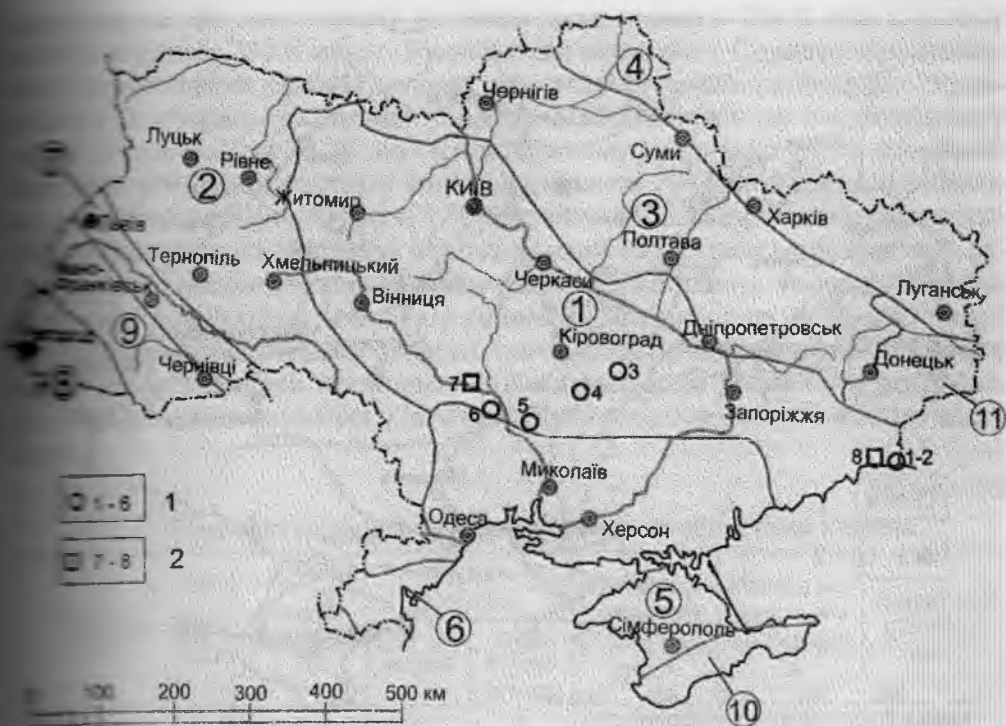


Рис. 3.30. Розташування родовищ і рудопроявів рідкісноземельних елементів та ітрію

Головні позначення: 1 – корінні родовища і рудопрояви, пов'язані з докембрійськими породами: 1 – Азовське, 2 – Петрово-Гнуптівське, 3 – Криворізька група родовищ, 4 – Кіровоградська група родовищ, 5 – родовище “Балка Корабельна”, 6 – Івано-Франківський, Лозоватський і Південний рудопрояви; 2 – родовища, пов'язані з корами докембрійських порід; 7 – Хощеватівське, 8 – Азовське.  
Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

В Донецькій обл. розміщені найбільші за запасами родовища вапняків, що на цей час розробляються: *Оленівське-1, Новотроїцьке, Карабівське* (рис. 3.31). Поклади вапняків приурочені до відкладів турнейського і візейського ярусів нижнього карбону. Сумарні запаси флюсових вапняків в області на 1.01.11 р. становлять 1,27 млрд т, видобуток у 2010 р. становив 15 млн т. Зараз споживання флюсового вапняку українським машино-металургійним комплексом становить 15...17 млн т/рік. Основними виробниками флюсових вапняків є Комсомольське рудоуправління (40 % виробництва українських флюсових вапняків при виробничій потужності 15...17 млн т/рік), яке належить Маріупольському металургійному комбінату ім. Докучаєвський флюсово-доломітовий комбінат, Новотроїцьке РУ (Донецька обл.).

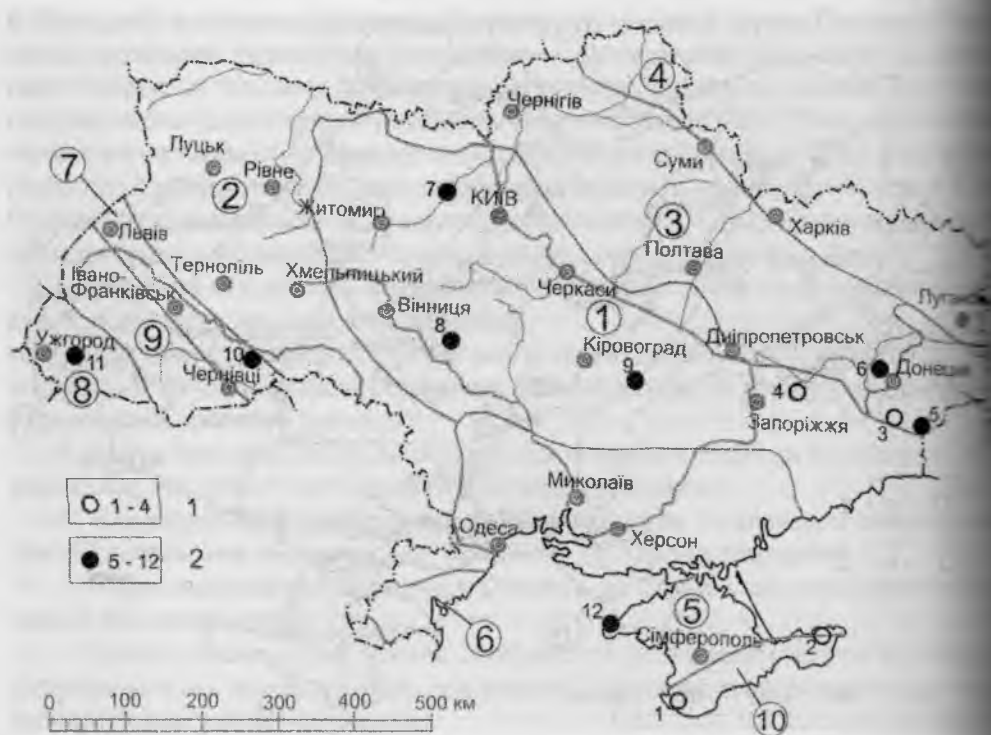


Рис. 3.31. Мінерально-сировинна база флюсових вапняків і доломітів України

Умовні позначення: 1 – родовища флюсових вапняків: 1 – Балаклавська група (Краснопартизанське, Псилерахі, Госфорт, Каранське та ін.); 2 – Керченська група (Краснопартизанське, Іванівське, Бачерівське, Агармиське та ін.); 3 – Волноваська група (Оленівське, Новотроїцьке, Каракубське, Першотравневе та ін.); 4 – Дніпропетровське; 2 – родовища доломітів: 5 – Бахмутська група (Ямське, Аннівська Гольма, Покровське); 6 – Стилівське і Північнокарпатське; 7 – Негребівське; 8 – Завалівське; 9 – Фрунзенське та Велика Глеюватка; 10 – Завалівське; 11 – Кузинське; 12 – Тарханкут-Першотравневе.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Згідно з даними геологорозвідувальних робіт, існують реальні перспективи значного збільшення запасів конверторних вапняків на Олександрівському, Новотроїцькому, Північно- та Південно-Шевченківському родовищах – до 50 % розвіданих запасів, на Каракубському – понад 50 %.

У Криму розвідано сім родовищ флюсових вапняків: Кадиківське, Псилераське, Каранське і гора Госфорт на території Севастопольської міськради, а також Східно-Багерівське, Іванівське і Червонопартизанське у Ленінському районі (Керченський півострів) (табл. 3.8).

Балаклавська група родовищ просторово прив'язана до виходів масивів мармуризованих нумулітових вапняків у межах Головного пар...

### 3.4. Нерудна сировина для металургії

Кримських гір. Загальні запаси вапняків дуже значні – 794,6 млн т, у тому числі розвідані – 760,8 млн т. Видобутком вапняків у Севастополі займається Балаклавське рудоуправління, яке розробляє два родовища – Кадиківське і Псилераське. Запаси конверторних вапняків на Кадиківському родовищі становлять 47 %, на Псилераському – близько 72 %. Щорічний видобуток в Балаклавському кар'єрі становить 3,4 млн т флюсів і щебеню, а в Кадиківському – 4,4 млн т. Споживачами є підприємства металургійної промисловості (Арселор Міттал Кривий Ріг), Кримський содовий завод, цукрові заводи України. Рудоуправлінню належить також розвідане родовище Гора Госфорт на 17-му кілометрі Ялтинського шосе (347 млн т вапняків і комплексних конверторних флюсів), однак роботи на кар'єрі призупинені у зв'язку з екологічними проблемами (безпосередня близькість до заказника Мис Ая, розташування у зоні санітарної охорони Інкерманського водозабору).

Таблиця 3.8

Розподіл запасів флюсової сировини за областями України

Область	Вид сировини	Кількість родовищ		Балансові запаси на 1.01.11 р., тис. т	Частка від загальних по Україні, %	Видобуток у 2010 р., тис. т
		всього	розробляються			
Донецька	вапняк	6+1*	4	1279500	56,8	15325
	доломіт	4+1*	4	245494	68,7	1378
Закарпатська	вапняк	1	–	3217	0,14	–
	доломіт	1	–	111834	31,3	–
АР Крим	вапняк	7	4	968203	43,0	3706
Всього:	вапняк	14+1*	8	2250920	100	19031
	доломіт	5+1*	4	357328	100	1378

\* об'єкти обліку запасів, які входять до складу комплексних родовищ

В Криму розробку флюсових вапняків здійснюють також ЗАО “Сакський завод будматеріалів” та Євпаторійський ЗБМ (видобуток – 3 млн т сировини щорічно), Об'єднане кар'єроуправління “Южное”, яке розробляє родовище *Мармурове* поблизу Сімферополя та ЗАО “Керченський вапняк”, яке на цей час фактично призупинило експлуатацію своїх родовищ.

Як якісна флюсова сировина зарекомендували себе також вапняки неогеного ярусу *Галаганівського, Архангельського та Білокрильського* родовищ Херсонської обл., які розробляються Бериславським ЗБМ і поставляються на металургійні підприємства Кривого Рогу.

Об'єднання “Гірничовидобувна промисловість” у Західному регіоні України розробляє невелике родовище вапняків для металургії в Хмельницькій обл. – *Вербківське*.