

Рис. 3.3. Розташування родовищ нафти і газу

Умовні позначення: 1–3 – нафтогазоносні регіони: 1 – Східний, 2 – Західно-Південний, 4 – родовища (а – нафти, б – газу): I. Східний регіон: 1 – Талалаївське, 2 – Малоодівицьке, 3 – Прилуцьке, 4 – Анастасіївське, 5 – Коржівське, 6 – Пеляківське, 7 – Динцівське, 8 – Глинсько-Розбишівське, 9 – Рудівське-Червонозаводське, 10 – Бугорське, 11 – Качанівське, 12 – Яблунівське, 13 – Рибальське, 14 – Котелівське, 15 – Княнське, 16 – Опішнянське, 17 – Матвійвське, 18 – Юлівське, 19 – Розпашнівське, 20 – Івано-Хрестищенське, 21 – Мелехівське, 22 – Шебелинське, 23 – Абазівське, 24 – Майданське, 25 – Медведівське, 26 – Єфремівське, 27 – Руденківське, 28 – Макіївське, 29 – Багатогорське, 30 – Лобачівське, 31 – Кондрашівське; II. Західний регіон: 1 – Локачинське, 2 – Рудківське, 3 – Більче-Волицьке, 4 – Угерське, 5 – Бориславське, 6 – Північно-Долинське, 7 – Давидівське, 8 – Струтинське, 9 – Битків-Бабчинське, 10 – Русько-Комарівське, 11 – Лопатинське, 12 – Івано-Франківське, 13 – Івано-Франківське, 14 – Івано-Франківське, 15 – Івано-Франківське; III. Південний регіон: 1 – Приазовське, 2 – Східно-Саратське, 3 – Стрілкове, 4 – Східно-Саратське, 5 – Голицинське, 6 – Шмідське, 7 – Серебрянське, 8 – Тетянівське, 9 – Олександрівське, 10 – Архангельське, 11 – Одеське, 12 – Штормове, 13 – Північно-Керченське, 14 – Висоцьке, 15 – Актанське.

у Львівській та Івано-Франківській до 1...4 % у Чернівецькій, Волинській, Закарпатській і повністю відсутні у Тернопільській та Рівненській областях. Найбільші запаси і ресурси нафти й розчиненого газу є у відкладах палеогену Бориславсько-Покутського нафтогазоносного району, вільного від

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина

Таблиця 3.6

Розподіл запасів нафти і газу за областями України

Область, вид сировини	Кількість родовищ		Одиниця виміру	Балансові запаси на 1.01.2010 р. (A+B+C <sub>1</sub> )	Дані про видобуток сировини у 2010 р.
	відкри- тих	з них розроб- ляються			
<b>Західний регіон</b>					
Закарпатський	1	1	млрд м <sup>3</sup>	7,1	0,033
Газ	1	1	млн м <sup>3</sup>	15,6	—
Нафта	18	11	млн т	21,9	0,109
Конденсат	9	9	млн т	0,87	—
Закарпатський	58	33	млрд м <sup>3</sup>	98,8	0,757
Львівська	29	21	млн т	19,528	0,385
Нафта	11	9	млн т	1,961	0,002
Газовий	39	31	млрд м <sup>3</sup>	22,38	0,332
Закарпатський			млрд м <sup>3</sup>	13,06	0,182
Львівський	5	2	млрд м <sup>3</sup>	1,569	0,003
Нафта	1	1	млн т	3,8	0,016
Конденсат	1	—	млн т	0,001	—
Газовий	6	2	млрд м <sup>3</sup>	3,4	0,008
Закарпатський			млрд м <sup>3</sup>		0,015
<b>Східний регіон</b>					
Львівський	21	17	млн т	12,85	0,472
Нафта	11	8	млн т	2,485	—
Закарпатський	23	18	млрд м <sup>3</sup>	11,91	0,147
Закарпатський	17	17	млрд м <sup>3</sup>	1,16	0,056
Газ	1	1	млн м <sup>3</sup>	0,45	—
Газовий Буган	10	10	млн м <sup>3</sup>	0,51	—
Нафта	29	10	млн т	24,871	1,050
Конденсат	22	17	млн т	7,574	0,142
Закарпатський	19	16	млрд м <sup>3</sup>	68,0	1,179
Нафта	19	13	млн т	5,53	0,145
Конденсат	47	29	млн т	10,6	0,175
Закарпатський	56	32	млрд м <sup>3</sup>	367,1	8,802
Закарпатський			млрд м <sup>3</sup>		0,082
Нафта	37	27	млн т	29,39	0,371
Конденсат	65	42	млн т	41,72	0,523
Закарпатський	77	48	млрд м <sup>3</sup>	439,74	7,256
Закарпатський			млрд м <sup>3</sup>		0,192
Нафта	3	—	млн т	0,201	0,004
Конденсат	13	7	млн т	0,284	0,001
Закарпатський	22	10	млрд м <sup>3</sup>	18,304	0,326



<b>Дніпропетровська</b>					
Нафта	9	8	млн т	1,32	0,016
Конденсат	12	11	млн т	1,11	0,008
Газ природний	15	12	млрд м <sup>3</sup>	22,92	0,395
Газ розчинений			млрд м <sup>3</sup>		0,007
<b>Донецька</b>					
Газ природний	1	–	млрд м <sup>3</sup>	0,89	0,002
<b>Південний регіон</b>					
<b>Запорізька</b>					
Газ природний	1	–	млрд м <sup>3</sup>	2,98	–
<b>Одеська</b>					
Нафта	2	–	млн т	5,42	–
Газ природний	1	–	млрд м <sup>3</sup>	0,137	–
<b>АР Крим</b>					
Нафта	12	1	млн т	7,6	0,016
Конденсат	5	–	млн т	1,48	0,004
Газ природний	24	3	млрд м <sup>3</sup>	16,81	0,057
<b>Шельф Азовського моря</b>					
Газ природний	6	2	млрд м <sup>3</sup>	11,01	0,147
<b>Шельф Чорного моря</b>					
Нафта	1	–	млн т	3,22	–
Конденсат	2	2	млн т	0,62	0,008
Природний газ	9	3	млрд м <sup>3</sup>	14,86	0,872

неогенових та мезозойських відкладах Більче-Волицького нафтогазового району.

**Дніпровсько-Донецька НГП** розташована на території Дніпропетровської, Полтавської, Сумської, Харківської і Чернігівської областей і приурочена до Дніпровсько-Донецької западини, яка виповнена потужною товщиною осадових утворів. Близько 95 % запасів газу і 70 % нафти пов'язані з відкладами пізньокам'яновугільного і ранньопермського віку. Загалом у регіоні відкрито понад 430 нафтових і газових родовищ. При цьому спостерігається певна закономірність у їх просторовому розташуванні – значна кількість нафтових родовищ з великим вмістом розчиненого газу знаходиться у північній частині провінції, в південному напрямку вони заміщуються переважно газовими та газоконденсатними родовищами. Так, у Сумській обл. відкрито 40 родовищ нафти й газоконденсату і 18 родовищ газу. Головними родовищами з видобутку газу є *Шебелинське, Єфремівське, Михівське, Західно-Хрестищенське, Медведівське* (Харківська обл.), в яких зосереджено понад 78 % загальнодержавних запасів сировини. Серед нафтових родовищ ДДЗ за нафтовидобутком найбільш вагомими є родовища: *Лесяківське, Гнідинцівське* (Чернігівська обл.), *Глинсько-Розбишівське, Качанівське* (Сумська обл.), з яких вилучили понад 70 % нафти, збутої за час експлуатації усіх родовищ западини та які стали основними

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина

Для розвитку нафтовидобувної промисловості України. У 2007 р. Нафтогаз України виявлено три газоконденсатні родовища: *Веселоське* (Дуганська обл.), *Ливенське* (Полтавська обл.) та *Південно-Коломицьке* (Львівська обл.), загальні прогнозні ресурси яких оцінені у розмірі

Переробка газу й газового конденсату здійснюється на чотирьох заводських (ГПЗ) компанії "Нафтогаз України": Шебелинському, Яблунівському, Гнідинцівському й Качанівському.

Шебелинський ГПЗ випускає неетильовані бензини, дизельне паливо, скраплені газ та розчинники для лакофарбової промисловості.

На Яблунівському ГПЗ, крім традиційної продукції, вперше в Україні здійснено виробництво вуглеводневого пропеленту – цінної сировини для лакофарбової промисловості (для виготовлення аеро-

Основною продукцією Гнідинцівського та Качанівського ГПЗ є скраплені газ та стабільний газовий бензин.

Найближчому майбутньому ВАТ "Укрнафта" планує розпочати будівництво в Лохвицькому районі Полтавської області нового ГПЗ потужністю переробки 2 млрд м<sup>3</sup> на рік. Новий завод буде виробляти щорічно до 200 тис. т скрапленого газу й до 50 тис. т стабільного бензину.

*Одесько-Причорноморська НГП* розташована на півдні України у межах Запорізької, Миколаївської, Херсонської областей і АР Крим та в межах Чорного й Азовського морів. У провінції виявлено понад 60 родовищ невеликих нафтових і газових родовищ (див. табл. 3.6), структурно пов'язаних до глибокої депресії субширотного простягання в межах Причорноморської групи прогинів. Поклади вуглеводнів на більшості родовищ пов'язані з вапняками нижнього і середнього палеогену, що залягають на глибинах 500...1 200 м, з піщано-глинистими породними комплексами майже повної зростаючої олігоцену (200...750 м) та пісковиками нижньої крейди (4 400...10 000 м). У Причорномор'ї газонасними є також неогенові породи.

Найбільше родовищ вуглеводнів виявлено в надрах Тарханкутського й Керченського півостровів, а також на південно-західному шельфі Чорного й Азовського морів. Більшість родовищ цього регіону мають невеликі запаси нафти й газового конденсату менше 10 млн т, а природного газу менше 10 млрд м<sup>3</sup>. Лише декілька з них – *Штормове* і *Шмідтівське* газоконденсатні, *Архангельське* і *Одеське* газові відносяться за запасами до середніх, а *Північно-Казантипське* газове – до великих (понад 10 млрд м<sup>3</sup>).

Нафта провінції найчастіше чорна чи темно-коричнева, в'язка, із щільністю до 900 кг/м<sup>3</sup> і більше. У складі природного газу переважає метан (80...90 %), інші гази: етан (0,1...9,8 %), пропан (0,05...8,1 %), ізобутан, бутан, пентан і вищі вуглеводи, азот, вуглекислий газ (*В. Краюшкин, 1986*). На родовищах (*Глібівське, Тетянівське*) газ містить природний газоконденсат – прозору безбарвну, жовту чи світло-коричневу рідину.



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

У Кримсько-Причорноморській НГП зосереджені також значні перспективні й прогнозні ресурси природного газу – понад 2,0 трлн м<sup>3</sup>.

Загалом, початкові потенційні ресурси природного газу в Україні становлять 7,2 трлн м<sup>3</sup> (у тому числі на суходолі 5,4 трлн м<sup>3</sup> або 75 % і в акваторіях Чорного й Азовського морів – 1,8 трлн м<sup>3</sup> або 25 %), газового конденсату – понад 400 млн т, нафти – 850 млн т (М. Ковалко, 2007). Видобуток газу, газового конденсату і нафти здійснюють дочірні компанії НАК "Нафтогаз України": ДК "Укргазвидобування", ВАТ "Укрнафта" і ДАТ "Чорнонафтогаз", на які припадає 95 % видобутку нафти і конденсату та 90 % видобутку газу в Україні.

Видобуток нафти і конденсату в Україні протягом 1999–2008 рр. зберігається на рівні 3,7...4,0 млн т/рік (3,57 млн т у 2010 р.). Відповідно до Енергетичної стратегії України, до 2030 р. видобуток нафти буде зростати і стабілізується на рівні 5,3 млн т/рік (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Динаміка видобутку нафти і конденсату

Видобуток природного газу в Україні протягом тривалого періоду скорочувався, у 1997–2000 рр. він досягнув рівня 18 млрд м<sup>3</sup> рік, а у 2007–2008 рр. становив, відповідно, 20,7 і 21,0 млрд м<sup>3</sup> рік (рис. 3.5). У 2008 р. видобуто 20,4 млрд м<sup>3</sup> газу, з них вільного 19,6 млрд м<sup>3</sup> і 847 млн м<sup>3</sup> розчиненого в нафті. Балансові запаси газу на цей час вироблені на рівні 50 млрд м<sup>3</sup> (рис. 3.5).

Основним регіоном видобутку є Східний, який містить 81,5 % розвіданих запасів і забезпечує майже 90 % нинішнього видобутку газу. Східний залишається основним і за обсягом нерозвіданих запасів (46 % від сумарних по Україні). Південний регіон також важливий за обсягом нерозвіданих запасів (44 % від сумарних по державі), при цьому тут головну роль відіграють перспективи акваторій (89 % нерозвіданих ресурсів регіону).

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина



Рис. 3.5. Динаміка видобутку газу природного та розчиненого

Більшість родовищ з великими і середніми запасами вступили в стадію видобутку. За величиною поточних запасів  $\frac{3}{4}$  газодобувних родовищ України належать до категорії невеликих із запасами до 10 млрд м<sup>3</sup>, у їх числі понад третину з них характеризуються запасами до 1 млрд м<sup>3</sup>.

Прогнозування вітчизняного видобування газу на середньострокову перспективу за оцінками фахівців (М. Ковалко, 2007) передбачає:

1. Збільшення обсягів проведення геологорозвідувальних робіт з метою виявлення великих за запасами газових родовищ. Так, з 1998 р. НАК «Укрнафгаз» виявила 35 нових родовищ газу. Особливе значення мають родовища в Азовському морі Північно-Казантипського, Східно-Казантипського, Північно-Булганацького родовищ, завдяки чому сформовано Північно-Азовський район газодобування. У Дніпровсько-Донецькому басейні виявлено Кобзівське газове родовище із запасами газу понад 10 млрд м<sup>3</sup>.

2. Розвідка родовищ із значними залишковими запасами газу – Східно-Казантипського, Ефремівського, Західно-Хрестищенського і Меліховського;

3. Використання нетрадиційних джерел газу, роль яких у світовому балансі цієї сировини зростає. Під нетрадиційними джерелами газу, за класифікацією Міжнародного газового союзу, розуміють: а) газ, який видобувають за рахунок дегазації вугільних пластів; б) газ із слабкопроникливих на великих глибинах; в) водорозчинені горючі гази; г) газові гідрати; д) штучні (синтетичні) гази.

Україна володіє значними ресурсами практично всіх перерахованих джерел газу. Так, сумарні видобувні ресурси метану вугільних пластів Донського басейну становлять у 700...800 млрд м<sup>3</sup>, Львівсько-Волинського басейну – понад 30 млрд м<sup>3</sup>. Ресурси гідратного газу у межах Центральної (Причорноморської) ділянки Чорного моря за даними російського ВО «Южморгео-



логія" становлять близько 7 трлн м<sup>3</sup>. Ресурси водорозчинних горючих дорівнюють за попередньою оцінкою у Дніпровсько-Донецькій западині – 2,5 трлн м<sup>3</sup>, у Прикарпатському прогині – понад 100 млрд м<sup>3</sup>, в Криму – до 200 млрд м<sup>3</sup> (М. Ковалко, 2007).

Згідно з оцінками Управління енергетичної інформації Міненерго (EIA) українські запаси так званого сланцевого газу, тобто газу із низькопроникних порід, технологію видобутку якого освоїли в останні роки становлять 1,2 трлн м<sup>3</sup>. О. Лукін (2011) подає дещо інші цифри – до 30 млрд м<sup>3</sup> – геологічні ресурси газу з низькопроникних колекторів. Попередня оцінка запасів сланцевого газу в Польщі (Львівсько-Люблінський басейн) становить 1,9 трлн м<sup>3</sup>. У травні 2012 р. тендер на вивчення й освоєння двох перспективних площ сланцевого газу – Юзівської (Харківська і Донецька обл.) та Олеської (Львівська й Івано-Франківська обл.) виграла відповідно *Shell* і *Chevron*. До останньої долучиться очевидно й італійська фірма *Eni*. Роботи планується розпочати у 2013 р.

Детальне розвідування, оцінювання економічно рентабельних запасів, впровадження сучасних технологій видобування газу з нетрадиційних джерел повинні стати пріоритетами української науки.

Згідно із оптимістичним сценарієм Енергетичної стратегії України до 2030 р. видобуток газу у 2015 р. становитиме 25 млрд м<sup>3</sup>, у 2030 р. – 28,5 млрд м<sup>3</sup>. Стосовно прогнозу споживання енергії в Україні, то очікується, що до 2030 р. воно зросте більш ніж на 50 %. При цьому споживання електроенергії та вугілля зросте у 2,2 рази (кожен із видів), споживання нафти зросте на 30 %, тоді як споживання газу зменшиться на 36 %.

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

*Уран* – це срібно-білий, хімічно активний метал, який у хімічних реакціях може проявляти валентність від +2 до +6, а найстійкішими є чотири- і шестивалентні сполуки. Серед природних оксидів найважливішими є *UO<sub>2</sub>* і *U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>*. Уран легко розчиняється в азотній та соляній кислотах, погано – у оцтовій. Деякими металами утворює сплави. Він належить до рухливих елементів і інтенсивно мігрує в нейтральних і лужних водах у формі простих і комплексних іонів, особливо в умовах окиснення. На контакті із зонами відкладення середовища він може переходити у тверду фазу й утворювати власні мінерали, у зв'язку з чим окисно-відновні процеси є вирішальними в геології урану. Його кларк у земній корі становить 2,5 г/т, а найбільші концентрації характерні для кислих вивержених порід, де його середній вміст становить 3,5 г/т, і вуглецевих сланців – 2 г/т.

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина

У природі відомо понад 100 урановмісних мінералів, основними з яких є *ураніт, настуран, янтиніт, бекереліт, більєтит, скупіт, кофініт, уранофан, ретзерфордит, шарпіт, ураноталіт, байлеїт, фогліт, шрекінгерит, уранопіліт, отеніт, торберніт, метацейнерит, цейнерит, ураноспініт, цезіт, тюямуніт, раувіт, умохіт, молураніт, ірігініт, бранерит, абсид, давісоніт, галеніт, уран-халькозин, уран-лімоніт, уран-псилломелан* та багато інших.

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

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

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

В Україні відомо декілька генетичних типів уранових родовищ. Промислове значення мають лише родовища метасоматичного типу в альбітині – катрій-уранові і родовища пісковикового типу (за градацією МАГАТЕ) – уранові.

Промислові родовища урану метасоматичного типу зосереджені у Кіровоградській металогенічній області, яка знаходиться у межах Українського щита і структурно приурочена до Інгульського мегаблоку (рис. 3.6). Родовище зруденіння в Україні представляють 12 детально розвіданих ендогенних родовищ, причому найбільші з них, розташовані в Кіровоградській області, можуть розроблятися лише підземним способом.

Відомо також 15 гідрогенних (пісковикового типу) промислових родовищ, які придатні для відпрацювання за технологією свердловинного підземного вилуговування. Два з них – Братське і Девладівське вже повністю розроблені. Підготовлені до розробки Садове, Сафонівське, Ново-Гур'ївське, Оурське і Червоноярське родовища.



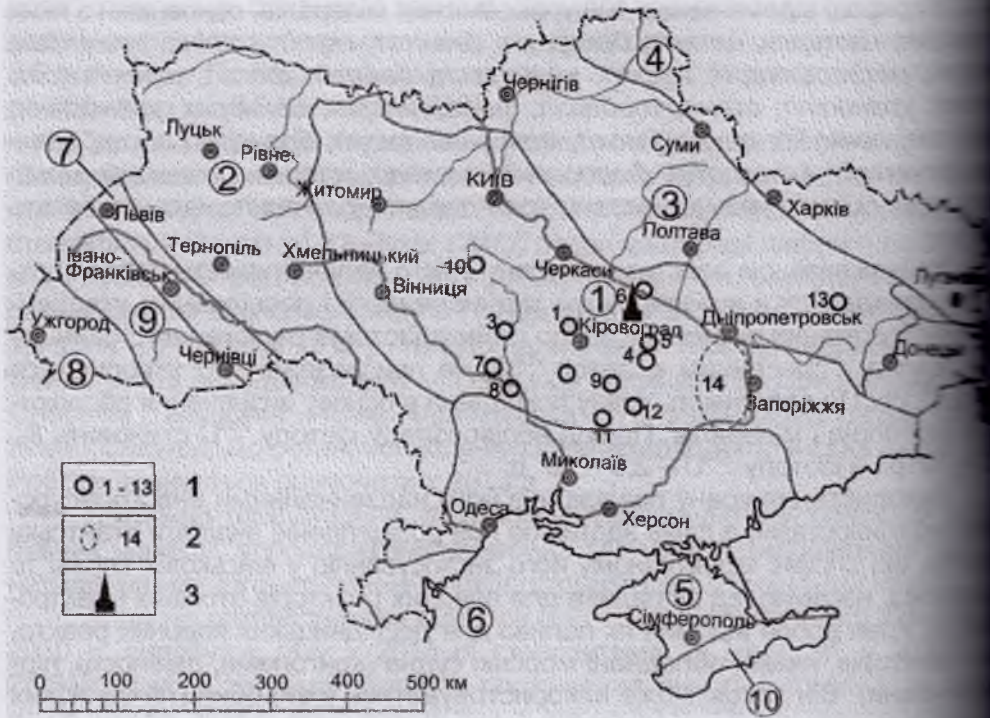


Рис. 3.6. Розміщення родовищ і рудопроявів урану

Умовні позначення: 1 – родовища і рудопрояви. Родовища: 1 – Северинівське, 2 – Мичуринське, 3 – Ватутинське, 4 – Жовторіченське, 5 – Первомайське. Рудопрояви: 6 – Менчуцьке, 7 – Калинівський і Лозоватський прояв, 8 – Південний прояв, 9 – прояв «Шахтар», 10 – прояв «Північна Березка», 11 – Михайлівський прояв, 12 – Анастасівський, Новофастівський прояв; 2 – урановорудні райони: 14 – Дніпропетровський. 3 – підприємства: Східний гірничо-збагачувальний комбінат.

Цифри в колах відповідають назвам основних геоструктурних елементів України: 1 – Український щит; 2 – Волино-Подільська плита; 3 – Дніпровсько-Донецька западина; 4 – південно-західний схил Воронезької антеклизі; 5 – Скіфська епіпалеозойська плита; 6 – Переддобрудженський прогин; 7 – Передкарпатський прогин; 8 – Закарпатський прогин; 9 – складчаста область Карпат; 10 – складчасті споруди Гірського Криму; 11 – складчаста область Донбасу; 12 – Південноукраїнська монокліналь.

Жирні лінії – межі структурних елементів.

Всі розвідані родовища за запасами урану належать до великих. Характерні значні геометричні розміри уранового зруденіння. Окремі родовища мають протяжність за падінням до 0,1 км і простяганням – до 1 км. Руди характеризуються простим і відносно постійним хімічним та мінералогічним складом, що сприяє досягненню постійності складу товарної руди. Ендогенні родовища монометалеві, тобто містять лише уран, завдяки чому отримуваний концентрат вирізняється високими якісними характеристиками.

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина

Окрім того, відходи гідрометалургійного виробництва не містять (окрім деяких інших токсичних важких металів, що у певній мірі спрощує процес зберігання та знижує шкідливий вплив на довкілля.

Загальні ресурси природного урану в Україні оцінюються у 366 тис. т, запаси – 31 тис. т із собівартістю видобування 40...80 дол./кг (Е. Миколайов, 2004). Державним балансом запасів враховано запаси родовищ, з яких в Кіровоградській обл. знаходиться 12 (розробляється в Миколаївській обл. – три, Дніпропетровській і Луганській – по одній). Зосереджені в Кіровоградському урановорудному родовищі (УРР) з ресурсами близько 200 тис. т і попередньо оціненими запасами понад 100 тис. т, половина з яких вважаються рентабельними, а також в Кіровоградському УРР. Зараз експлуатуються два родовища цих металів: Ватутінське і Мічуринське та Северинівське – знаходиться у резерві.

Видобування уранових руд і виробництво уранового концентрату в Україні здійснюються Східним гірничо-збагачувальним комбінатом (Схід-ЗК). Сіктенська шахта ГЗК відпрацьовує Ватутінське родовище, а Інгульська – Мічуринське і східну частину Центрального родовища. Видобуту гірничих руд збагачують на гідрометалургійному заводі (м. Жовті Води) та отримують чистий концентрат із вмістом урану 30...45 % відправляється у Росію для подальшого збагачення та експортується на Захід.

Видобуток власного природного урану (830 т у 2008 р.) забезпечує значену частину (32 %) загальних потреб ядерної промисловості України, яка становить на теперішній час 2,4 тис. т концентрату урану в рік. Решту сировини Україна імпортує з Росії.

У 2008 р. видобуто шахтним способом першу тонну уранової руди в Івано-Франківському родовищі (Кіровоградська обл.). Заплановане нарощування обсягів видобутку руди від 30 тис. т у 2009 р. до 100 тис. т у 2010–2011 рр. і різке зростання видобутку після 2012 р. – до 300 тис. т і більше тис. т/рік (А. Дронов, 2007). Тобто, урановорудна сировинна база України у перспективі може не лише забезпечити потреби власної ядерної енергетики, але й експорт. Тим більше, що за останні роки ціна на світових ринках подорожчав у десять разів і у 2007 р ціна на уран досягла 113 дол./фунт, а за прогнозами *Deutsche Bank* до 2015 р. ціна на уран виросте на 22 % порівняно з нинішнім, тоді як пропозиція зросте на 8,5 %.

Згідно з концепцією програми “Ядерне паливо України”, схваленою Кабінетом міністрів України (2009 р.), передбачається дорозвідка і будівництво нових підприємств на десяти родовищах. Уранові шахти планують до побудови на базі Северинівського, Підгайцівського, Докучаєвського, Шорівського і західної частини Центрального родовищ. Окрім того, планується налагодити промислове видобування урану методом підземного розроблення на Сафонівському, Садовому, Михайлівському (Миколаївська обл.), Новогуртівському і Сурському (Дніпропетровська обл.) родовищах.



Уряд України ставить також завдання створення власного повного циклу виробництва ядерного палива на базі власних сировинних ресурсів.

Перспектива розвитку ядерної енергетики, а відтак і нарощування видобутку урану, стримується дуже серйозною на нинішній час проблемою відсутності в Україні достатніх ємностей для захоронення відпрацьованого ядерного палива. До 2001 р. все паливо, відпрацьоване на українських АЕС, відправлялося в Росію. У 2001 р. на Запорізькій АЕС побудоване власне сховище, де зберігаються відходи із її шести енергоблоків.

У Чорнобильській зоні планується будівництво центрального сховища відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) сухого типу іноземною фірмою. Один кілограм ВЯП містить лише 2,5 % власне відходів, все інше – уран, плутоній, які можна додатково збагачувати й використовувати на АЕС повторно (П. Зарицький, 2006). Будівництво власного сховища (можливо в гранітному моноліті, як у Фінляндії) і зберігання своїх відходів за 100 років обійдеться Україні, на думку фахівців, у 0,5 млрд доларів, у той час як зберігання відходів у Росії становить 2 млрд доларів.

**3.1.7. Перспективні напрями використання енергетичної сировини.** Згідно із даними Національного інституту стратегічних досліджень при РНБО України, “нафтова” кіловат-год енергії спричиняє на 20 % менше шкоди довкіллю, ніж “вугільна”, “газова” – на 40 %, а безаварійно працююча АЕС – у 14 разів менш шкідлива, ніж вугільна ТЕС. Якщо порівняти електростанції, що працюють на різних видах палива, то сумарні викиди  $SO_2$ ,  $NO_3$  та пилу складають у мг/кВт-год відповідно для: бурого вугілля – 1 215 і 85, кам'яного вугілля – 1 116 і 61, природного газу – 284 і 18, сонячної енергетики – 203 і 6, ядерної енергетики – 102 і 7, вітрової енергетики – 34 і 4,6. За розрахунками Креветта і Фрідріха (Е. Кулиш, Е. Михайлов, 2004), у втрачених роках життя для місцевого населення це складає на 1 ТВт-год виробленої енергії для: бурого вугілля – 164, кам'яного вугілля – 136, природного газу – 44, сонячної енергетики – 14, ядерної енергетики – 7, вітрової енергетики – 3 роки. Тобто ядерна енергетика належить до екологічно чистих виробництв, звичайно, якщо не брати до уваги періодичних аварій на АЕС різних країн, а також вирішити проблеми з захороненням радіоактивних відходів.

У 2007 р. світове виробництво електроенергії від різних енергетичних ресурсів становило: вугілля й інше тверде паливо – 40 %, гідравлічна енергія – 19 %, АЕС – 16 %, газ – 15 %, нафтопродукти – 10 %. Згідно з оцінкою незалежних експертів, серед альтернативних вуглеводневому паливу джерел енергії можливий такий розподіл: ядерне паливо – 74 %, гідроенергія – 22 %, вітрова енергія – 3 %, геотермальна енергія – 1,4 %, сонячна енергія – 0,1 % (А. Дронов, 2007). Для прикладу, відпрацювання Новокосянтинівського родовища урану з продуктивністю 2,5 млн т/рік дасть змогу отримувати 46 ТВт-год електроенергії, що еквівалентно введенню в експлуатацію 28...30 вугільних шахт потужністю біля 1 млн т/рік.

### 3.1. Паливно-енергетична і хімічна сировина

У підписаному в 2006 р. Указі Президента України "Про стан енергетики України та основні засади державної політики у сфері її регулювання" визначені головні аспекти розвитку мінерально-сировинної бази паливних корисних копалин, які зводяться до такого:

- реалізація енергоефективних інвестиційних проектів, спрямованих на скорочення питомих витрат енергетичних ресурсів у паливно-енергетичному комплексі, промисловості, сільському господарстві, житлово-комунальному господарстві та соціально-побутовій сфері;
- збільшення видобування власних паливно-енергетичних ресурсів, зокрема нафти, газу, газового конденсату, кам'яного та бурого вугілля;
- створення ядерно-паливного циклу та будівництво національного об'єкта геологічного типу для відпрацьованого ядерного палива невеликої ємності.

Потреби України у вуглеводневій сировині зараз покриваються із її власних ресурсів лише на 10...20 %. У той же час, досягнутий рівень вивчення нафтогазоносних районів не дозволяє очікувати відкриття великих запасів, принаймні на суходолі. Дефіцит вуглеводнів у майбутньому може частково компенсуватися оптимізацією структури енергоспоживання у різних секторах, а також за рахунок інтенсифікації пошуково-оцінювальних робіт на шельфах Чорного й Азовського морів. Існує однак реальна загроза зниження стійкості існуючих екосистем цих морів у безпосередній близькості від основних рекреаційних районів України, що накладатиме певні обмеження на проведення геологорозвідувальних та експлуатаційних робіт на шельфах.

Вугільна промисловість України за техніко-економічними показниками суттєво відстає від зарубіжних країн, у тім числі й наших сусідів – Польщі (Рис. 3.1). Так, повна собівартість 1 т українського вугілля у 2002 р. на 19 % перевищує середню гуртову ціну (І. Андрієвський, М. Коржнев, П. Пономаренко, 2005), що робить продукцію вітчизняних шахт неконкурентоспроможною навіть на внутрішньому ринку. Окрім того, зростатимуть витрати на реструктуризацію галузі, ліквідацію нерентабельних шахт, екологічну реабілітацію гірничовидобувних регіонів. З іншого боку, актуалізуються питання запровадження у виробництво проектів утилізації метану вугільних шахт тощо. Тобто, у близькому майбутньому в Україні вирішуватиметься важке дилема: необхідність нарощування видобутку вугілля для забезпечення енергобалансу країни та доконечна потреба поступового скорочення вугільної промисловості, як це зробили країни ЄС, зокрема Велика Британія і Німеччина. Очевидно, необхідні довгострокові державні програми розвитку вуглевидобувних регіонів, які б системно враховували усі аспекти необхідності галузевої реструктуризації – економічні, екологічні, соціальні (рис. 3.1).

Фактиці з Київського університету та Інституту проблем національної безпеки при РНБО України (М. Коржнев, М. Курило, Є. Яковлев, 2007) про-





Рис. 3.7. Принципова схема використання енергетичних ресурсів із часом у X ст. (М. Коржнев, М. Курило, Є. Яковлев, 2007)

**Критичні точки:** 1 – стрімке падіння використання вуглеводневої сировини за рахунок її фізичного й економічного виснаження; 2 – тимчасове зростання використання вугілля внаслідок необхідності компенсувати зменшення використання вуглеводнів; 3 – падіння використання вугілля за рахунок його фізичного й еколого-економічного виснаження; 4 – зростання використання урану внаслідок необхідності компенсувати зменшення використання вуглеводнів та вугілля; 5 – скорочення використання уранової сировини за рахунок її фізичного та економічного виснаження; 6 – усе більше залучення альтернативних джерел енергії через необхідність компенсувати зменшення використання традиційної природної енергетичної сировини.

понують такі заходи щодо стратегії використання енергетичних ресурсів в середню й віддалену перспективу:

а) розробити й стимулювати план переходу на структуру промисловості зі значно меншою часткою ресурсо- й енергоємних галузей виробництва та з більшою часткою малоенерговитратних екологічно чистих виробництв;

б) пропагувати й стимулювати енергозбереження серед населення й підприємств;

в) різко збільшити асигнування на розробку технологій використання альтернативних джерел енергії (вітрової, геотермальної, біотичної та ...)

розробити та фінансово забезпечити роботи з розширення ресурсів урану та створення власного ядерно-паливного циклу, розробити національну науково-технічну програму по створенню геологічного запасу високоактивних і довгоіснуючих радіоактивних відходів;

затвердити державну програму довготермінового (30...40 років) згорання вугільної промисловості без зменшення видобутку вугілля за цей період.

## 3.2. Сировина чорної металургії (руди чорних металів)

Комплекс чорної металургії охоплює такі процеси як видобуток, збагачення та агломерація залізних, марганцевих та хромітових руд; виробництво доменних феросплавів, сталі й прокату; виробництво електрометалів; вторинна переробка металів; коксування вугілля; виробництво вапняків; видобуток допоміжних матеріалів (флюсових вапняків, доломіту, шпінелі та ін.). При розміщенні металургійних комбінатів з повним циклом значальна роль належить двом чинникам: сировинному й паливному. На сировину й паливо припадає 85...90 % усіх затрат під час виплавки чавуну, з них приблизно 50 % на кокс і 30...40 % на залізну руду. Виплавка на 1 т чавуну витрачається 1,2...1,5 т вугілля, не менш як 1,5 т залізної руди, 0,5 т флюсових вапняків і 30 м<sup>3</sup> води.

**3.2.1. Залізні руди.** Залізо – це пластичний метал сріблясто-білого забарвлення, який добре розчиняється в розбавлених кислотах і майже нерозчиняється в лугах. Належить до групи найпоширеніших хімічних елементів у земній корі. Його кларк, за класифікацією О. Виноградова, становить 4,75 % (46 500 г/т) і поступається лише кисню (49,13 %), силіцію (26,3 %) та алюмінію (7,45 %). Самородне залізо зустрічається в природі дуже рідко, звичай воно утворює стійкі сполуки з іншими хімічними елементами. Залізо входить до складу понад 300 мінералів, найпоширенішими серед них є оксиди (*магнетит, гематит, мартит, ільменіт*), гідроксиди (*гетит, лепідокрист, лимоніт*), карбонати (*сидерит*), силікати (*шамозит, тюрингіт, лептокрист*), водний фосфат (*вівіаніт*), гідрат арсеніту заліза (*скородит*), сульфат заліза (*розіт*), сульфіди (*пірит, піротин*).

Залізо легко утворює різноманітні сплави з вуглецем, марганцем, нікелем, хромом, а також із вольфрамом, ванадієм, ніобієм та іншими важкими елементами, що забезпечило йому широке використання в різних галузях народного господарства. Залізні руди є сировиною для виплавки чавуну та сталі, а залізновуглецеві сплави становлять основу конструкційних матеріалів, які використовують практично в усіх галузях промисловості. Залізо – це матеріал для сердечників електромагнітів й якоси частин акумуляторів. Залізний порошок застосовують при електро-



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

зварюванні; оксиди заліза – як мінеральні фарбники; сульфат заліза – в текстильній промисловості, виробництві берлінської лазури та чорної фарби; також як коагулянт для очищення води. Залізо використовують також в поліграфії, медицині, а штучні радіоактивні ізотопи заліза слугують інструментами при вивченні хіміко-технологічних і біологічних процесів.

Залізні руди поділяються за мінеральним складом, вмістом заліза, кількістю корисних і шкідливих домішок, умовами утворення і промисловими умовами видобутку і стивостями. У промислових рудах вміст заліза коливається від 16 до 72 %.

За мінеральним складом виділяються такі промислові типи залізних руд: магнетитові, гематитові, сидеритові, силікатні, бурі залізняка та залізисті кварцити.

За вмістом заліза руди поділяються на багаті, в яких вміст заліза перевищує 50 %, і бідні – з вмістом менше 25 %. Останні потребують значного збагачення і до них належать силікатно-магнетитові, карбонатно-силікатно-магнетитові, мартитові, гематитові кварцити, а також сидеритові, гідрогематитові, гідрогетит-лептохлоритові руди.

Основними способами, що застосовуються для збагачення залізних руд, є гравітаційні, магнітна сепарація, флотація, випалювання та окислення. При збагаченні отримують концентрати з вмістом заліза від 50 до 70 %.

За способом рудопідготовки і використання в металургійній промисловості розрізняють мартенівські і доменні руди. До перших, що використовуються безпосередньо для виплавки сталі, відносяться магнетитові, гематитові, сидеритові, гематитові і гідрогематитові руди з вмістом заліза понад 57 %. Доменні руди включають магнетитові, мартитові, гідрогематитові і гідрогематитові міни із вмістом заліза понад 45 %.

Промислові поклади заліза сформувалися в Україні протягом епох металогенічних епох – в докембрії і кайнозої.

**Докембрійська залізородна провінція** охоплює Криворізький залізний рудний басейн, Кременчуцький, Білозерський та Приазовський залізні райони (рис. 3.8). Провінція приурочена до метаморфічних утворень Українського щита і сформувалася в архей та ранньому протерозої. Залізні руди представлені тут переважно двома генетичними групами: метаморфічними і гіпергенною (поверхневою). До першої групи належать залістисті кварцити (тонке перешарування кварциту з гематитом чи магнетитом), магнетитові руди, до другої – залізні руди мартитового та гематитового складу. Вони сформувалися переважно в глибинних зонах окиснення або, частково, під час окиснення кори вивітрювання.

**Криворізький залізородний басейн** розташований у Дніпропетровській та Кіровоградській областях на правобережжі Дніпра та охоплює територію близько 300 км<sup>2</sup>. Залізородні формації пов'язані з так званою криворізькою серією нижнього протерозою і територіально представляють смугу розвитку метаморфізованих товщ, яка простягається на 120 км в ширині 0,5...4,0 км.

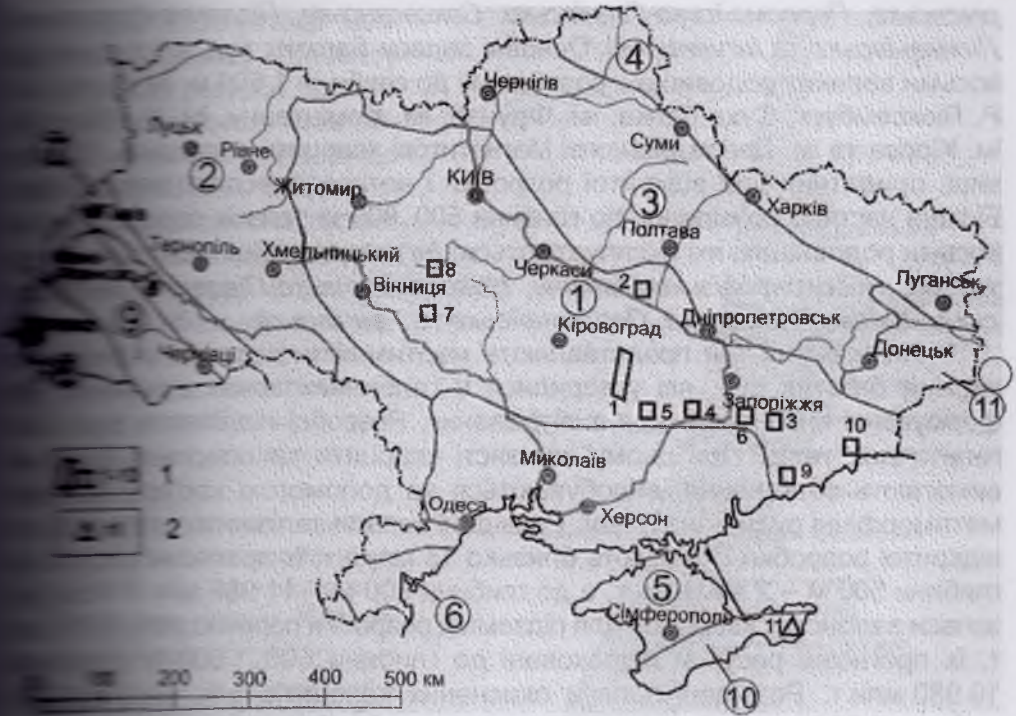


Рис. 3.8. Розташування родовищ заліза

Легенда позначення: 1 – метаморфогенні родовища в докембрійських комплексах Криворізького шхера; 1 – Криворізький залізорудний басейн, 2 – Кременчуцький залізорудний басейн, 3 – Гуляйпільське родовище, 4 – Білозерський залізорудний район, 5 – Придніпровський залізорудний район, 6 – Конкський район магнітних аномалій, 7 – Одесько-Хмельницький залізорудний район, 8 – Володарське рудне поле, 9 – Західно-Приазовський залізорудний район, 10 – Маріупільське родовище; 2 – осадові родовища: 11 – Керченський залізорудний басейн.

Інші позначення див. рис. 3.6.

Більшу частину цієї території займає м. Кривий Ріг. Залізні руди Криворізького басейну представлені двома генетичними типами – метаморфогенним й гіпергенним. До першого відносяться залізисті кварцити з вмістом заліза від 46 до 48 % і багаті залізні руди магнетитового та магнетит-залізнослюдового складу, вміст заліза в яких коливається від 46 до 70 %. Останні руди без збагачення використовувати у металургії. Промислові запаси залізних руд становлять понад 43 % усіх розвіданих в Україні запасів подібних руд, а видобуток їх становить понад 40 % всього видобутку. На цей час експлуатуються більш ніж 90 % запасів багатих руд і понад 50 % бідних. Залізні руди в регіоні утворюють понад 300 рудних покладів, які належать до 25 родовищ та сім рудних полів (Попельнастівське, Жовто-



річенське, Первомайсько-Ганнівське, Саксаганське, Південно-Криворізьке, Лихманівське та Інгулецьке). Основні запаси багатих руд зосереджені в восьми великих родовищах, розвіданих до глибини 1 500 м: ім. Ленна Р. Люксембург, Суха балка, ім. Фрунзе, ім. Комінтерну, ім. К. Лібкнехт, ім. Кірова та ім. Дзержинського. Магнетитові кварцити складають 18 родовищ, придатних для відкритої розробки і чотири перспективних об'єктів. Більша частина розвіданих до глибини 500...800 м запасів зосереджена в восьми родовищах, які експлуатуються: *Інгулецьке, Скелюватсько-Магнетитове, Новокриворізьке-Північне, Новокриворізьке-Південне, Валявкинське, Велика-Глеюватка, Первомайське та Ганнівське.*

Гіпергенний тип представляють мартитові та дисперсно-гематитові відміни багатих руд, які утворилися в глибинних зонах окиснення при формуванні площинної кори вивітрювання. Розробці підлягають руди різних генетичних типів. При цьому залізисті кварцити та гіпергенні руди вимагають збагачення, видобуваються за допомогою кар'єрів, а базальні метаморфічні руди – шахтами. Розвідані запаси залізистих кварцитів для відкритої розробки складають близько 13 млрд т, їх прогнозні ресурси до глибини 500 м – 2 400 млн т, а до глибини 800 м – 11 980 млн т. Розвідані запаси залізистих кварцитів для підземної розробки перевищують 3 100 млрд т, їх прогнозні ресурси підраховані до глибини 500...1 500 м досягають 10 980 млн т. Розвідані запаси окиснених кварцитів для відкритої розробки – 2 904 млн т, їх прогнозні ресурси до глибини 800 м – 5 300 млн т, а до глибини 1 500 м – 19,6 млрд т. Промисловий комплекс Криворізької басейну може вилучати з надр понад 190 млн т сирової руди в рік та отримувати з неї близько 70 млн т товарної продукції.

Видобуток і збагачення руд здійснюються п'ятьма гірничо-збагачувальними комбінатами (ГЗК): Південним, Новокриворізьким, Центральним, Північним й Інгулецьким і двома рудоуправліннями (ім. Кірова та Сухої Балка). За концентрацією шахт, кар'єрів і гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізький басейн не має аналогів у світі (рис. 3.9).

Збагачена залізна руда перетворюється на концентрат з вмістом заліза близько 63 % (до речі, нижчого, ніж у концентратах зарубіжних гірничопромислових компаній; конкурентноздатною на світовому ринку залізорудна продукція з вмістом заліза 67...68 % при вмісті кремнію до 4...5 %) і надходить на агломераційні фабрики, а з них у домни. Понад 30 млн т збагаченої руди поставляється на металургійні заводи Польщі, Словаччини, Польщі, Угорщини.

Потенційну сировинну базу гірничодобувних підприємств Криворізької складають окиснені кварцити. В регіоні налічується 17 родовищ, придатних для відкритої розробки. До найбільших серед них належать: *Скелюватське-Магнетитове, Валявкинське, Новокриворізьке-Північне, Велика-Глеюватка, Східноскелюватське та ділянка № 8.*

Мета експлуатації залізних родовищ Кривбасу полягає в тому, щоб ресурси багатих родовищ не вичерпалися, а вихідні рудні поліви гірничодобувних підприємств до глибини 1000-1200 м обмежені. Підприємства, що ведуть поверхневий видобуток багатих родовищ, мають неабияку забезпеченість запасами, а експлуатація покладів, що лежать на глибинах понад 1000 м потребує визначення економічної доцільності їх видобутку.

Криворізький залізний басейн розташований у Криворізькій обл. на лівобережжя Дніпра, має площу 150 км<sup>2</sup>, структурними і тектонічними ознаками є продовження Криворізького басейну і багатих родовищ розглянутої як Криворізько-Кременчуцька залізородна зона. Територіально район представляє собою смугу довжиною до 45 км і шириною до 10 км метаморфізованих кварцово-кременистих порід і зона, вилуплена в північно-східному напрямку. Продуктивні як і в Кривбасі, є криворізька серія нижнього проміжку. Глибина залягання кварцово-кременистих порід, до яких належать залістисті кварцити і бідні залізні руди – на півдні 100 м, на півночі – 420 м. В районі розвідано шість родовищ (Горішньопланетарське, Лавриківське, Єристовське, Біланівське, Кременчуцьке та Магнітово), руди яких представлені залістистими кварцитами із загальними запасами 5,3 млрд т при середньому вмісті заліза 27...59 %. Прогнозні резерви перевищують 2,2 млрд т. Розвідані запаси багатих залізних руд



Рис. 3.9. Розташування залізородних родовищ Кривбасу

Розвідано шість родовищ (Горішньопланетарське, Лавриківське, Єристовське, Біланівське, Кременчуцьке та Магнітово), руди яких представлені залістистими кварцитами із загальними запасами 5,3 млрд т при середньому вмісті заліза 27...59 %. Прогнозні резерви перевищують 2,2 млрд т. Розвідані запаси багатих залізних руд



## Ресурсна база залізорудної сировини України

Область	Всього родовищ / з них, що розробляються	Балансові запаси А+В+С <sub>1</sub> на 1.01.2011 р., млн т	Надрокористувачі: Родовища, що розробляються	Видобуток сировини у 2010 р., млн т			
Дніпропетровська	30/17	13 995,96	ВАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг": <i>Поле шахти ім. Артема</i> <i>Кар'єр Південний</i> <i>Новокриворізьке</i> <i>Валякинське</i>	0,917 0,068 9,357 12,283			
			ТОВ "Восток-Руда" <i>Жовторіченське</i>	0,369			
			ВАТ "Маріупольський метал. комбінат ім. Ілліча": <i>Саксаганське</i>	0,672			
			Рудник ВАТ "Суша балка": <i>Шахта Ювілейна</i> <i>Шахта ім. Фрунзе</i>	1,168 0,755			
			ВАТ "Центральний ГЗК": <i>Велика Глеюватка</i> <i>Шахта ім. Орджонікідзе</i>	6,328 0,701			
			ВАТ "Інгулецький ГЗК": <i>Інгулецьке</i>	35,205			
			ВАТ "Північний ГЗК": <i>Первомайське</i> <i>Ганнівське</i>	21,605 8,307			
			ВАТ "Південний ГЗК": <i>Скелеватсько-Магнетитове</i>	25,830			
			ВАТ "Криворізький залізорудний комбінат": <i>Шахта ім. Леніна</i> <i>Шахта Гвардійська</i> <i>Шахта Октябрська</i> <i>Шахта "Родіна"</i>	1,385 1,394 0,948 1,701			
			Донецька	1/-	262,7	-	-
			Запорізька	8/1	2 480,82	ВАТ "Запорізький залізорудний комбінат": <i>Південно-Білозерське</i>	4,315
			Кіровоградська	4/2	450,96	ВАТ "Центральний ГЗК": <i>Артемівське</i> <i>Петрівське</i>	1,175 5,719
			АР Крим	8/-	868,733	-	-
			Полтавська	6/2	5 372,013	ВАТ "Полтавський ГЗК": <i>Горішньо-Плавнинське</i> <i>Лавриківське</i>	22,443 6,022
Всього в Україні	57/22	23 431,188		167,927			

Горішньоплавнинського родовища перевищують 220 млн т, а прогнозні ресурси підземні до глибини 1 500 м складають близько 150 млн т. Сумарні прогнозні запаси залістистих кварцитів Кременчуцького залізородного району становлять 4,1 млрд т.

На базі Горішньо-Плавнинського і Лавриківського родовищ працює Запорізький гірничо-збагачувальний комбінат з проектною потужністю 10 млн т руди щорічно, інші родовища залишаються у резерві.

Білозерський залізородний район розташований у Запорізькій області, на південному схилі Українського щита і займає територію площею 1 300 км<sup>2</sup>. Він представляє смугу (довжиною 65 і шириною 2...20 км) залістистих кварцитів, витягнуту в субмеридіональному напрямку. У будові району беруть участь метаморфізовані вулканогенно-осадкові відклади верхнього і середнього протерозою. Залізні руди представлені як залістистими кварцитами з вмістом заліза 28...35 %, так багатими залізними рудами, вміст заліза у яких досягає 58,8...61,4 %. В районі розвідано три родовища: Південно-Білозерське, Південно-Білозерське і Переверзівське, промислові запаси перевищують 0,46 млрд т, а середній вміст заліза становить 58,8 %. Прогнозні ресурси залістистих кварцитів, підраховані до глибини 1 500 м, перевищують 13,65 млрд т.

Запорізький залізородний комбінат розробляє багаті руди Південно-Білозерського родовища, які не потребують збагачення (вміст заліза до 60%). Виробуток руди становить 3,0...4,4 млн т/рік. Споживачі білозерської руди – ЗАТ "Запоріжсталь", Донецький металургійний комбінат і маріупольський "Азовсталь" та ім. Ілліча, які використовують лише третину руди, решта сировини експортується до Австрії, Польщі, Чехії, Словаччини і на інші країни.

Приазовський залізородний район розташований у межах Запорізької та Донецької областей на південно-східній околиці Українського щита і займає територію площею 360 км<sup>2</sup>. Промислові поклади бідних залізних кварцитів приурочені до архей-нижньопротерозойських утворень Приазовського тектонічного блоку і підраховані у межах Васинівського, Куксунгурівського, Гуляйпільського і Маріупольського родовищ й становлять 2,5 млрд т. Запаси з розвіданих запасів складають легкозбагачувані магнетитові кварцити, з яких можна отримувати залізородні концентрати із вмістом заліза 69...72%. Перспективним для розробки у першу чергу є Куксунгурівське родовище, на розробку якого і будівництва Приазовського ГЗК оформлено ліцензія. Родовище розташоване в Приморському районі Запорізької області. В його будові беруть участь залістисті кварцити і різноманітні за будовою сланці та кристалічні сланці з підпорядкованим розвитком карбонатних порід. Прогнозні ресурси залістистих кварцитів на родовищі до глибини 300 м складають близько 1,1 млрд т.

На цей час родовища Приазовського району не експлуатуються.



*Кайнозойська Азовсько-Чорноморська залізорудна провінція* сформувалася в неогені й охоплює рудоносні площі Керченського півострова, Пришивашья, Херсонської області, Приазов'я, а також, можливо, рудні поклади в Азовському й Чорному морях. Територіально провінція приурочена до Азово-Кубанської западини і частково захоплює південно-східну частину Українського щита (південь Приазовського блоку) й Причорноморську западину. Контури провінції співпадають з межами киммерійського моря, яке простягалось з заходу на схід приблизно від м. Херсона до м. Анапи; північним його берегом, який простягався приблизно на широті Мелітополь-Маріуполь слугували схили Українського щита, на півдні провінція ховається під водами Чорного моря. Загальна площа розвитку рудоносних відкладів Азово-Чорноморської провінції перевищує 7 500 км<sup>2</sup>, запаси зосереджені в її межах руди досягають 8...9 млрд т.

Основні запаси залізних руд зосереджені в *Керченському басейні*, приурочені до великих брахісинклінальних складок (мульд) Керченського півострова. В басейні розвідано й включено у Державний баланс запасів вісім родовищ: *Комиш-Бурунське, Ельтиген-Ортельське, Яниш-Такильське, Новоселівське, Узунларське* та ін. Загальні запаси оцінюються в 1,1 млрд т. Руди басейну представлені неогеновими бурими оолітовими залізняками осадового походження. Руди належать до бідних і підлягають збагаченню із-за низького вмісту заліза: концентрат (до 45 %) і агломерат (близько 46 %), їх використовували в металургійному виробництві лише в суміші з криворізькими рудами. Позитивним чинником при розробці керченських родовищ можна вважати неглибоке залягання рудних пластів і можливість виготовлення добрив з відходів (фосфатних шлаків). На цей час родовища басейну не експлуатуються.

Перспективи приросту запасів залізних руд на Керченському півострові пов'язують з подальшим вивченням так званих втиснених синкліналей (родовища *Новоселівське, Бакинське, Узунларське* та *Реп'євське* з вмістом заліза в рудах 35...38 %; сумарні запаси заліза на цих родовищах перевищують 200 млн т), а також акваторії Азовського моря, яке є географічним центром Азовсько-Чорноморської залізорудної провінції.

Особливістю залізорудної мінерально-сировинної бази України є низька якість залізних руд і концентратів та гірші умови розробки, порівняно з аналогами в країнах з розвинутою ринковою економікою. Так, практично ніде в світі залізна руда не добувається з таких глибин, як в Україні, що спричиняє ріст собівартості видобутку руди. Окрім того, руди українських родовищ придатні в основному для забезпечення традиційної доменної металургії і не відповідають сучасним вимогам порошкової та електрометалургії.

За майже 125 років експлуатації залізорудних родовищ перероблено 17...20 км<sup>3</sup> гірських порід загальною масою понад 510 млрд т (*Л. Га*

(Л. Галецький, 2005), що спричинило напруження геоекологічної ситуації у гірничо-промислових регіонах.

Зважаючи із зазначеного, основним завданням розвитку залізорудної сировинно-сировинної бази є забезпечення видобувних підприємств високочистою сировиною, придатною для використання в сучасній металургії, причому як за рахунок розвідки й введення у експлуатації нових родовищ, так і при вдосконаленні технології відпрацювання запасів уже розвіданих родовищ. Л. Галецький (2005) у числі нових родовищ називає такі: *Варнацьке* (прогнозні запаси – 655 млн т), *Миколаївське* (700 млн т), *Свиридовське* (220 млн т), *Північно-Лозоватське* (319 млн т) та ін.

Значну частину залізорудних концентратів можна отримати з техногенних відходів збагачення руд Кривбасу. Так, за попередніми оцінками, в Україні хвостосховища можна переробити біля 300 млн т хвостів збагачення з вмістом у них  $Fe_{\text{мар}}$  – 8...13 % та отримати при цьому 60 млн т концентрату з вмістом  $Fe_{\text{мар}}$  – 65 %. При цьому собівартість вторинної переробки хвостосховищ становить 30...40 % дешевша видобутку й переробки первинних залізних руд (Л. Галецький, 2005).

Докембрійські метаморфогенні родовища заліза й осадові поклади криворізького віку містять супутню мінералізацію, яка при комплексному використанні суттєво підвищує економічне значення родовищ. Із рудними рудами криворізького типу пов'язані підвищені вмісти таких елементів як скандій, ванадій, цирконій, берилій, літій, цезій, титан, нікель, молибден, германій, золото, платина та платиноїди, рідкісні метали, а також значні запаси неметалевих копалин – тальк, хлорит, мусковіт та ін. У рудних відкладах Азово-Чорноморської провінції нараховано понад 80 мінералів, серед яких практичну зацікавленість викликають маганець і глауконіт.

**3.2.2. Марганцеві руди.** Марганець – це сріблясто-білий крихкий метал, який легко розчиняється в кислотах, енергійно взаємодіє з галогенами, не реагує з воднем, але поглинає його з утворенням твердих розчинів. Його середній вміст у земній корі становить 0,1 % (1 000 г/т), в ультраосереджених породах – 0,15 % (1 500 г/т), основних – 0,2 % (2 000 г/т), середніх – 0,3 % (3 000 г/т), кислих – 0,06 % (600 г/т), осадових – 0,07 % (700 г/т), у метеоритах – 0,2 % (2 000 г/т). У природі він зустрічається зазвичай у вигляді оксидів і гідроксидів, карбонатів та силікатів. Відомо близько 30 мінералів, що містять марганець. Найпоширенішими серед них є *піролюзит*, *гаусманіт*, *брайніт*, *манганіт*, *псиломелан* (суміш оксидів і гідроксидів марганцю), *родохрозит* і *вернадит*. Значно рідше зустрічаються *голандіт*, *біксейт*, *коронадит*, *криптомелан*, *бернесит*, *тодорокіт* та *інсутит*. Серед карбонатів найбільш поширеним є *родоніт*, *спесартин* і *бусмаліт*, а з карбонатами – *манганокальцит* та *кутангорит*.



Марганець використовують головним чином у металургії: 95 % – для розкислення і демульфурації сталі та чавуну, як домішок у отриманні спеціальної сталі й різноманітних сплавів кольорових металів, створення антикорозійних покриттів. Сплави із залізом (феромарганець) з кремнієм (силікомарганець) використовують у виробництві рейкових та конструкційної сталей. У промисловості широко застосовують марганцеві сплави (сплави марганцю, нікелю, міді, що мають високий електричний опір), також марганцевмісні бронзи, сплави для комп'ютерних елементів та інше тощо. Незначна кількість марганцю (не більше 5 %) застосовується в електротехнічній промисловості для виробництва гальванічних елементів та при виготовленні скла, олив, барвників та в медицині. Оксиди марганцю використовують як каталізатори й окиснювачі.

В рудах марганець присутній у вигляді різноманітних оксидних сполук, карбонатів і силікатів. Найбільше промислове значення належить *оксидним рудам*, у яких головними рудними мінералами виступають оксиди марганцю і гідроксиди марганцю: піролюзит, манганіт, брауніт, гаусманіт, кристолан, голандит, коронадит, біксбіт, інсутит, бернесит, тодоркіт. Високий вміст марганцю (25...30 %) та властивість легко збагачуватися в процесі таніння широко використовуються в промисловості. Їхні концентрати є високоякісною сировиною для виготовлення феромарганцю і для хімічної промисловості.

Друге місце, за промисловим значенням, належить *карбонатним рудам*, складеним переважно карбонатами марганцю: кальцієвим родонітом, манганокальцитом, олігонітом з вмістом марганцю 20...25 %. Вони важко збагачуються, що підвищує собівартість концентратів, однак широко застосовуються у виробництві марганцю невинно зростає.

У значних кількостях видобуваються *окиснені руди*, що утворюються в зонах окиснення родовищ оксидних, карбонатних, силікатних та інших типів руд. Вони складені оксидами і гідроксидами марганцю, вміст марганцю в рудах становить понад 40 %.

Високим вмістом марганцю характеризуються також *оксидно-карбонатні руди*, складені як оксидами (манганітом, піролюзитом, псіломанітом) так і карбонатами (родохрозитом, манганокальцитом) марганцю, вміст марганцю близько 25 %.

*Силікатні руди* кварц-родоніт-бусматітового та спесартитового родовищ видобуваються обмежено й інколи використовуються як виробничі матеріали для виготовлення різноманітних сувернів.

Марганець отримують електролізом і відновленням його оксидів алюмінієм або алюмотермічним шляхом. Природні марганцеві руди зазвичай збагачують, отримуючи концентрати – товарні руди. Збагачення виконується шляхом початкового дроблення і промивки з наступним застосуванням гравітаційних, магнітних і флотаційних технологій. Металургійна промисловість використовує товарні руди з вмістом марганцю 25...56 %.

Процеси концентрації марганцю в окремих регіонах України відбулись протягом майже всієї геологічної історії, однак промислові запаси є лише у *Нікопольському марганцеворудному басейні* (рис. 3.10).

Басейн розташований на території Дніпропетровської і Запорізької областей і займає площу понад 5 тис. км<sup>2</sup>. У плані він представляє S-подібну смугу, яка простягається із заходу на схід на 250 км (шириною до 20 км від долини р. Інгулець вздовж північного берега Каховського водосховища до с. Нововасилівка Запорізької обл. Дніпро поділяє басейн на правобережну й лівобережну частини. Марганценосними у басейні є товщі піщано-глинисті, представлені одноманітними піщано-глинистими утворами, які складаються насичені марганцем пласти. Останні залягають на глибині 15...20 м і складені рудами трьох типів: карбонатними (середній вміст марганцю – 13,3 %), оксидними (27,8 %) та оксидно-карбонатними (24,4 %). Руди басейну характеризуються різноманітним мінеральним складом. В їх оксидно-карбонатних встановлені піролюзит, манганіт, псиломелан, вернадіт, тодоцит, денсоніт, гідроветит, глауконіт, кальцит, хлорит, опал, халцедон, гідрозимоніт, монтморилоніт, цеоліт, колофан, і барит. Карбонатні руди містять кальцит, кальцієвий родохрозит, манганосидерит, марганцевистий хлорит, хлорит, кальцит, барит, пірит, марказит, апатит, колофан, гідрозимоніт, монтморилоніт, цеоліт і домішки теригенного матеріалу.

Рудна площа поділяється на окремі поклади, об'єднані у родовища: *Нікопольське, Орджонікідзевське, Марганецьке, Великотокмацьке*.

За рівнем розвіданих запасів марганцевих руд Україна посідає друге місце в світі після ПАР і перше – за обсягом загальних запасів. Розвідані запаси басейну становлять 2,19 млрд т, у тому числі багаті оксидні руди – 1,2 млрд т (Л. Галецький, 2005). Державним балансом враховано запаси родовищ марганцевих руд – *Нікопольського, Великотокмацького і Каховського*. З огляду на те, що басейн досить добре вивчений, наразі в його межах запасів руд, особливо багатих – обмежене. В об'єкті великоінженерна Інгулець–Базавлук і Херсонської обл. прогнозні ресурси марганцевих руд становлять 120 млн т (P<sub>1</sub>) і 229 млн т (P<sub>2</sub>).

Експлуатація марганцевих руд ведеться у східній частині басейну Марганецьким, а в західній – Орджонікідзевським гірничо-збагачувальними підприємствами з проектною продуктивністю, відповідно, 2,0 і 7,1 млн т руди в рік. Для експлуатації Великотокмацького родовища збудовано Таврійське дослідно-промислове ГЗК і шахта потужністю 2 млн т/рік, однак у зв'язку з низькою продуктивністю та деякі інші причини підприємство закрито. Слід сказати, що запаси руд на найбільшому в світі Великотокмацькому родовищі становлять 1,57 млрд т при середньому вмісті марганцю – 25,8 %. Зараз у басейні працюють сім шахт і вісім кар'єрів. Сировина збагачується на збагачувальних фабриках з отриманням товарного марганцевого концентрату (34...38 % металу) і поставляється на металургійні заводи сталевих і інших заводів. Частина руди експортується в країни Євро-



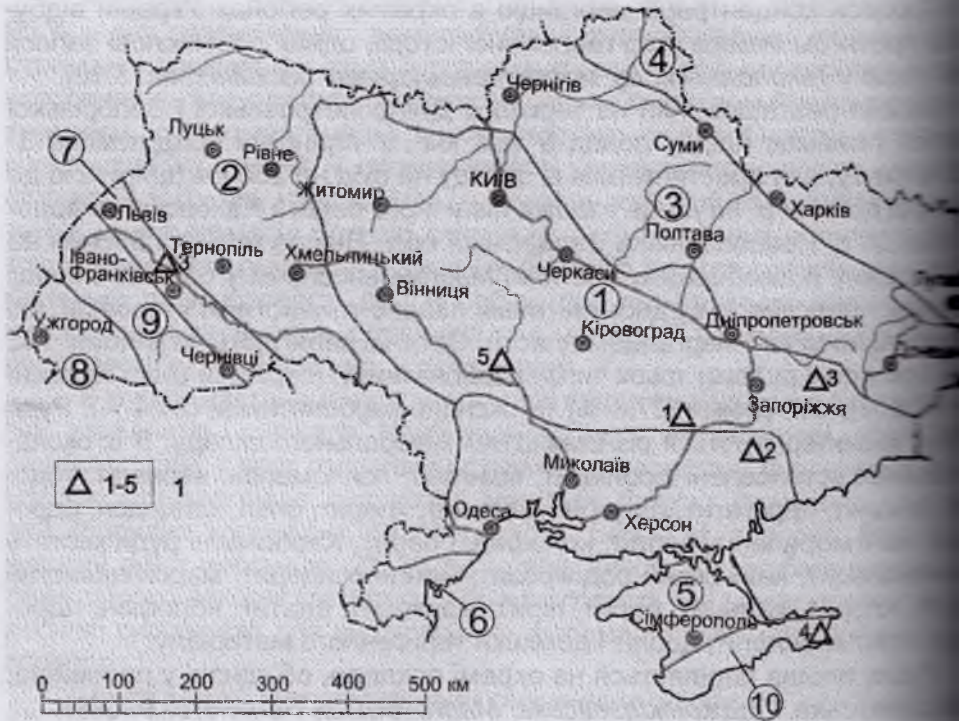


Рис. 3.10. Розташування родовищ марганцю

Умовні позначення: 1 – басейни і родовища: 1 – Нікопольський марганцевий басейн, 2 – Токмацьке родовище, 3 – Бурштинське родовище, 4 – Керченський залізорудний басейн, 5 – Хоцеватське родовище.  
Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

пейського союзу і СНД. Окремі сорти малофосфористого марганцевого концентрату у невеликих обсягах Україна імпортує з Грузії і Казахстану.

Аналіз стану сировинної бази і видобутку марганцевих руд засвідчує, що актуальним стає вирішення проблеми вдосконалення технології збагачення і переробки бідних карбонатних руд, оскільки оксидних руд значною мірою вже вичерпані (за останні десять років скоротилися в басейні вдвічі) та їх може вистачити при збереженні цього рівня видобутку лише на 20 років. Для забезпечення раціонального використання потенціалу басейну назріла також потреба геологічної переоцінки запасів марганцевих родовищ.

Додатковим джерелом марганцю можуть слугувати також родовища останнього. Так, у відходах збагачувальних комбінатів зібрано біля 180 млн т рудної маси із вмістом марганцю 8...18 % (Літвинюк, 2005). У шлаках виробництва феромарганцю вміст його оксиду

Ресурси техногенних родовищ також потребують геолого-економічної та технологічної оцінки. Зараз Державним балансом враховано одне техногенне родовище – шламосховище ім. Максимова, яке розробляється ПАТ «Тандрафт».

Серед інших осадово-діагенетичних родовищ марганцю виділяють *Івано-Франківське родовище*, розташоване на території Галицького і Рогатинського районів Івано-Франківської обл. Тут рудоносними є піщані, піщано-глинисті й вапнякові породи міоценового віку. Руди представлені манганом, родохрозитом і вернадитом. Один з покладів розташований на лівому березі р. Гнила Липа, інший – на межиріччі рік Гнила Липа і Гнила Загалля. Загальні запаси марганцю у родовищі оцінюються орієнтовно у 200 млн т при середньому вмісті металу в руді до 9,5 %.

В *Керченсько-Чорноморській залізорудній провінції*, яку часто називають також *марганцево-залізорудною*, відбулося спільне нагромадження марганцю та інших хімічних елементів (арсену, фосфору, ванадію, кобальту тощо). Керченські бурі залізняка із відносно підвищеним вмістом марганцю можуть використовуватись як природно-леговані марганцеві руди. В басейні спостерігається зростання вмісту марганцю в рудах від 2...3 % на заході до 22 % на сході його території. Загальні запаси марганцю в рудах провінції оцінюються у 60 млн т, у тому числі в Керченському басейні – 40 млн т. У цей час, як зазначалося вище, родовища басейну не експлуатуються.

*Кіровоградське родовище* розташоване у Гайсинському районі Вінницької області та Гайсинському районі Кіровоградської області на лівому березі річки Південний Буг і приурочене до кори вивітрювання архейських кристалічних порід Українського щита. Родовище простягається у широтному напрямку на 10 км при ширині біля 1 км і представляє серію рудних пластів. Загальною оцінено невеликі промислові запаси руд (близько 3 млн т), які не враховані Державним балансом. Родовище потребує довивчення.

З корою вивітрювання архейських порід, здебільшого основного і ультраосновного складу, пов'язані також численні рудопрояви марганцю в *Дніпровій, Приазов'ї, Середньому Подніпров'ї*.

Осадово-метаморфізоване *Чивчинське родовище*, приурочене до концентру кварцитів палеозойського віку, розташоване у верхів'ях річок *Зачуївка* та *Чорний Черемош* (Карпати). Руди представлені здебільшого родохрозитом. Промислове значення родовища не встановлене, за даними оцінками (*О. Матковський, 1971*), запаси його можуть становити до 20 млн т.

**3.2.3. Руди хрому.** Хром відкрив французький хімік А. Поклен у 1787 р. у мінералі крокоїті (хромат свинцю), а назву цей метал отримав завдяки темній забарвленню своїх сполук від грецького слова “сурома”, що озна-



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

чає колір, фарба. У чистому вигляді це сірувато-білий блискучий пластичний метал, стійкий проти корозії за кімнатної температури через утворення поверхні оксидної плівки, а при 1 800...2 000 °С згорає в кисні з утворенням оксиду  $Cr_2O_3$ . За температури 1 800 °С може поєднуватися з галогенами, сіркою, азотом, кремнієм, вуглецем та іншими елементами, а за кімнатної легко реагує з розведеними соляною та сірчаною кислотами з виділенням водню. Чистий хром легко піддається механічній обробці, а за наявності домішок стає крихким.

Кларк хрому в земній корі становить 0,08 % (800 г/т), його середній вміст у різних магматичних породах коливається від тисячних відсотків (у гранітах) до 0,2 % (у перидотитах). У природі відомо 25 мінералів хрому. Найпоширенішими і цінними щодо промислового використання є *хроміт*, *хромпікотит* та *алюмохроміт*, які за зовнішнім виглядом неможливо розрізнити, тому їх називають хромітами. Крім того, хром входить до складу таких мінералів як *фуксит* (хромова слюда), *хромовий хлорит*, *хромвазгеніт*, *хромдіопсид*, *хромтурмалін*, *уваровіт* (хромовий гранат). Усі вони нерідко зустрічаються у складі руд, але самі промислових концентрацій не досягають. Іони хрому є хромофорами, що надають яскравого забарвлення деяким дорогоцінним каменям, наприклад, смарагду.

Руди хрому (хроміти) вперше виявлено на Уралі в 1799 р. На початку XIX ст. вони використовувались лише як вогнетривкий матеріал для футерування металургійних печей, отримання фарб і видублювачів шкіри. Лише в 1875 році хром почали використовувати як легуючий матеріал, що покращує властивості виробів зі сталі. Основними споживачами хромітів є металургія (80 % світового видобутку), вогнетривка (10 %) і хімічна (10 %) промисловість. У металургії хром використовується головним чином як металургічний легуючий сплав (ферохром) при виплавці сталей різних марок та сталевих сплавів. Додавання ферохрому або чарж-хрому до сталей підвищує їх в'язкість і твердість, а також покращує їх антикорозійні властивості. Хром також необхідний для виробництва нержавіючих, жаростійких, кислотостійких, інструментальних та інших видів сталей. Сплави хрому з кобальтом, вольфрамом, молібденом використовуються як антикорозійні покриття. У хімічній промисловості хроміти застосовуються для виробництва дво- і тривалентних окислих солей натрію і калію (хромспіків) та інших сполук хрому. Вони використовуються як барвники в текстильній і лакофарбовій промисловості, як видублювачі шкіри, каталізатори тощо. Металічний хром використовується переважно для хромування сталевих виробів, а радіоактивні ізотопи хрому – в медицині.

Руди хрому знаходять застосування при виготовленні хромометалевих вогнетривів і хромбетону для футерування мартенівських та інших ційних печей, конвертерів, обертових печей у цементній промисловості.

У металургійній промисловості використовуються магнохроміти з вмістом  $Cr_2O_3$  не менше 48 %. Для хімічної промисловості та інших

нездатних металургічних матеріалів використовуються хромітитуваті й алюмітитуваті руди з вмістом  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  понад 33 %.

Залежно від потреб використання, отримують хром різного ступеня чистоти. Найчистіший хром у промислових умовах одержують електролітично з концентрованих водних розчинів  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  або  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Повне очищення від будь-яких домішок (рафінування) досягається обробкою особливо чистим елементами за температури 1 500...1 700 °С.

В Україні рудопрояви хрому відомі у трьох районах з розвитком хромітитуватих порід: Середньому Побужжю, Верховцівському і Білозерському (рис. 3.11). Проте лише на Середньому Побужжю з ними пов'язують промислові перспективи. Тут виявлено понад 60 невеликих масивів гіпербазитів, з яких найбільш вивченим є *Капітанівський масив* (Кіровоградська обл.) з прогнозними ресурсами хромітових руд 6,5...7,0 млн т при середньому вмісті  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 28 %. Руди в основному рідко- і густовкраплені, характеризуються збагаченням. Родовище розвідане до глибини 600 м. Прогнозні запаси (Р<sub>1</sub>) по 15 масивах гіпербазитів, розміщених у межах Капітанівського родовища, становлять 50 млн т руди при середньому вмісті оксиду хрому 28 %, за категорією Р<sub>2</sub> – ще 31,2 млн т. Окрім того, на Побужжю очікується відкриття ще не менше п'ять родовищ капітанівського типу з прогнозними ресурсами кожного понад 2,5 млн т руди. За даними А. Войничевського загальні прогнозні ресурси хромітових руд Побужзького регіону становлять в 170,9 млн т.

Капітанівське родовище є комплексним: кори вивітрювання містять окисні залізні руди, а також підвищені концентрації золота (0,7...0,9 г/т) і в деяких породах можуть також видобуватись вермикуліт і боксити. За результатами технологічних випробувань з хромітових руд родовища можна отримувати концентрат із вмістом оксиду хрому – 32...41 % з виходом металу 68,8...82,1 %, що відповідає вимогам до вогнетривів. Установлено також можливість отримання золотоносного концентрату з масовою часткою золота 23,7...25,9 % і вилученням його з концентрату 57...75 %.

У 2007 р. фірма *Donbassinvestgroup* отримала ліцензію на проведення геологорозвідувальних робіт та здійснення дослідно-промислової роботи *Східно-Липовеньківського рудопрояву* хрому (Кіровоградська обл.). Розвідувальними роботами підтверджено промислову цінність рудопрояву. Родовище репрезентоване двома рудними покладами, які простягаються на 40...80 м за простяганням і 50...75 м за падінням. За кількістю металу та вмістом триоксиду хрому руди поділяються на суцільні, густовкраплені і рідковкраплені. Вміст триоксиду хрому в них становить відповідно понад 35 %, 15...35 % та 6...15 %. Головними рудними мінералами є хромітитуваті іліменіти. Підраховані запаси хромової руди до 300 м склали понад 4 млн т з середнім вмістом оксиду хрому більше 17 %. Нині технологічний комплекс з видобування й збагачення хромової руди знаходиться в стадії проектування.



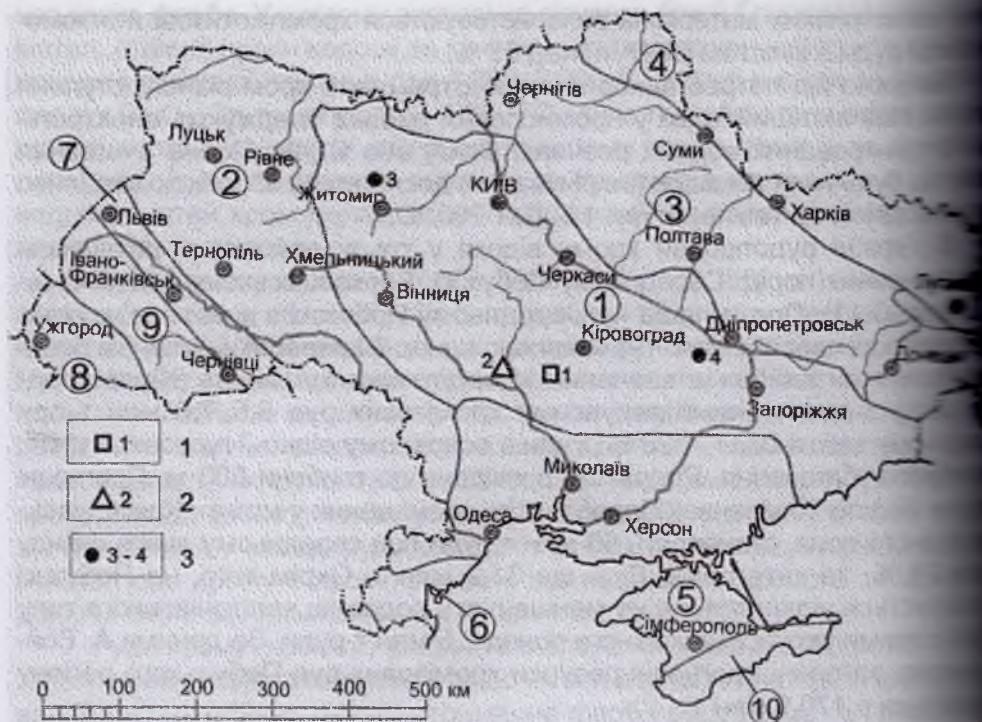


Рис. 3.11. Розташування родовищ і рудопроявів хрому

Умовні позначення: 1 – магматогенні родовища: 1 – Капітанівське родовище Побузької групи; 2 – родовища в корах вивітрювання: 2 – Побузька група родовищ шлаки титанового виробництва; 3 – Іршанська група родовищ, Малишевське родовище. Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Різновиди суцільних руд родовищ Середнього Побужжя призначені для виготовлення магнезійних вогнетривів, а також для виплавки хрому. Густокраплені руди легко збагачуються гравітаційним методом отриманням 73,8 % концентрату, в якому вміст триоксиду хрому досягає 42 %. Загалом на родовищах переважають густокраплені руди, а цільні припадає лише 20 % запасів. Затверджені запаси хромових руд Капітанівського (ділянка Центральна) та Липовеньківського родовищ становлять 1 575 тис. т (станом на 1.01.2011 р.). Липовеньківське родовище розробляється ТзОВ “Побузький феронікелевий комбінат”, на ділянку Центральної Капітанівського родовища у 2004 р. надано спецдозвіл ТзОВ “Одеса експо” на розробку.

Розробка Капітанівського і Східно-Липовеньківського родовищ дасть змогу хоча б частково забезпечити потреби української промисловості в хромітовій сировині (які становлять за деякими оцінками біля 300...350 тис. т).

концентратів для виробництва хромистих феросплавів і така ж потреба – для виробництва вогнетривів). Зараз ці потреби задовільняються переважно імпортом сировини з Казахстану і Російської Федерації (Урал).

Починаючи з 2001 р. ринок хрому активно зміцнюється. За останні роки ціни на хромовий концентрат виросли з 200 до 500 дол./т. Ціна на первинний хром на початку 2008 р. становила 12,9–13,2 тис. дол./т. За прогнозами аналітиків SOGRA до 2020 р. очікується стабільний ріст світової ціни на хром як наслідок обмеженості ресурсів та зростаючого попиту, що свідчить про високу перспективність проектів з видобутку й переробки хрому.

Хромові родовища Середнього Побужжя Українського щита можуть бути використані для створення власної сировинної бази. Їх освоєння дасть змогу видобувати щороку 110...150 тис. т концентрату. Безумовно, це недостатньо для забезпечення хромом потреб промисловості України і необхідно шукати інші джерела. Такими можуть бути хромовмісні гіпергенні корозійні силікатні руди, які локалізуються в нонтронітових і вохристітових платеритній кори вивітрянання докембрійських ультрабазитів Малишевського щита (до 2...10 %  $Cr_2O_3$ ), збагачені хромом та іншими металами метасенітні породи докембрійських комплексів, а також шлаки титанового виробництва з ільменітів Малишевського та Іршанського родовищ та шлаки Дніпровського басейну та Донбасу в якій міститься до 1 % хрому.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

До групи кольорових металів зазвичай відносять алюміній, магній, нікель, кобальт, мідь, свинець і цинк, що є прерогативою виробництва кольорової металургії, яка, на відміну від чорної металургії, в Україні розвинулася слабо. Це пояснюється відсутністю в країні ефективної мінерально-сировинної бази цих металів. Сировину для двох алюмінієвих комбінатів (Дніпровського та Миколаївського) поставляють із-за кордону, незважаючи на те, що Україна володіє значними ресурсами бокситів, алунітів та іншої глиноземної сировини, які не використовуються. Магній, його сплави та солі отримують з власної сировини. Виробництво нікелю з українських залізних руд припинилося в 1997 р. Кобальт, мідь, свинець і цинк також не вироблялися, хоча родовища і численні рудопрояви цих металів присутні в надрах України.

3.3.1. Руди легких металів. **Алюміній.** Алюміній – це сріблясто-білий, швидко активний метал, який утворює сполуки майже з усіма неметалами, розчиняється в кислотах і лугах. На повітрі швидко покривається тонкою міцною оксидною плівкою, яка запобігає подальшому окисненню та корозії. У воді, зокрема й морській, також корозійно стій-



кий. Практично не взаємодіє з концентрованою азотною кислотою, багаторезистентний до органічних речовин та харчовими продуктами. Відзначається високою пластичністю, легко піддається пресуванню, штампуванню, куванню та ковкості. За електропровідністю він перебуває на четвертому місці серед металів після срібла, міді й золота.

Алюміній – один з найпоширеніших елементів (після кисню і заліза) у породах земної кори, кларк якого становить 8,8 %. Найбільша його кількість (10,45 %) зосереджена в осадових породах, а найменша (0,45 %) – у ультраосновних. Серед усіх металів він за поширеністю посідає третє місце, проте у вільному стані в природі не зустрічається, а входить до складу алюмосилікатів. Основна маса цього металу зосереджена в базальтах, нефелінах, алунітах, каолінах та інших глиноземистих породах.

У природі відомо понад 250 мінералів алюмінію, але промислового значення як алюмінієва сировина мають такі: *діаспор, беміт, гібсит, нефелін, алуніт, лейцит, дистен, андалузит, силіманіт, кіаніт, каолін, корунд, соніт*.

Алюміній у вільному стані вперше виділив у 1825 р. данський учений Х. Ерстед і вже через 30 років (1855 р.) французький хімік С.-К. Девільє запропонував промисловий спосіб виробництва цього металу, а сприятливі умови для розвитку алюмінієвої промисловості з'явилися наприкінці XIX ст. після розробки електролітичного та гідролужного способів одержання алюмінію та глинозему. У сучасній індустрії за масштабами виробництва та споживання алюміній стоїть на другому місці після заліза – першому серед кольорових металів. Це зумовлено його універсальними властивостями: малою щільністю, високою електропровідністю, пластичністю, механічною міцністю та стійкістю проти корозії, які значно покращуються у сплавах алюмінію з марганцем (дюралюміній), марганцем та магнієм (кольчугалюміній), магнієм (магнал), нікелем (електрон), хромом (силумін) та іншими металами.

Унікальні властивості алюмінію та його сплавів зумовлюють значне поширення сфер застосування. Цей метал використовують більш ніж у 700 видах виробництва. Основними галузями його застосування є авіаційна та космічна промисловість, а також авто- і суднобудування. Швидко зростає попит на алюміній в електротехнічній промисловості для виготовлення дроту високовольтних ліній електропередач, обмотки двигунів та трансформаторів, кабелю, конденсаторів і багатьох інших виробів. Алюмінієві сплави необхідні при виготовленні будівельних конструкцій. Висока електропровідність, майже втричі більша від теплопровідності заліза, робить цей метал придатним для виготовлення різноманітних теплообмінників. Алюміній наносять на поверхню металевих виробів зі сталі й чавуну (алюмініювання), що захищає їх від корозії. Застосовують також процес алітації – насичення алюмінієм поверхні металевих деталей, які експлуатуються в окислювальному середовищі за підвищеної температури (до 1 100 °С).

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Алюміній використовують також в алюмотермії при виготовленні тугоплавких металів. Відносно низький рівень поглинання нейтронів та мала щільність структури до радіаційного впливу дає змогу застосовувати алюміній конструкційний матеріал для ядерних реакторів.

З тонкого порошку алюмінію виробляють сріблясту фарбу, дуже стійку до атмосферного впливу, застосовують його в піротехніці завдяки здатності швидко запалюватися й горіти яскравим полум'ям із виділенням великої кількості тепла. Алюміній також застосовують при виготовленні збігових речовин, таких як алюмінал, алюмотал та інших. Значна здатність алюмінію використовувється для виробництва високоякісних дзеркал шляхом напилення його у вакуумі на скло. Такі дзеркала ефективно відбивають промені різної довжини хвиль.

Виготовлені з алюмінію ємності і тара слугують для транспортування рідкого кисню, водню, метану, оцтової та азотної кислот, а також харчових продуктів, води і масла. Алюміній використовують при виготовленні посуду та інших побутових виробів, також у народному господарстві широко застосовується алюмінієва фольга, яка завдяки м'якості цього металу може мати товщину до 0,01 мм.

Сполуки металічного алюмінію та його сплавів, велике значення мають в металургії алюмінію, серед яких перше місце належить глинозему  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , що є вихідним матеріалом для одержання металічного алюмінію. Гідроксид алюмінію  $\text{Al}(\text{OH})_3$  є необхідним при отриманні сполук алюмінію. Сульфат алюмінію  $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  широко застосовується в целюлозній, паперовій промисловості, у шкіряному виробництві, хлорид алюмінію  $\text{AlCl}_3$  є невід'ємною складовою при синтезі органічних сполук нафти, а криоліт  $\text{Na}[\text{AlF}_6]$  слугує розчинником при електролізі алюмінію.

Виробництво металічного алюмінію включає два етапи. Перший – одержання глинозему з алюмінієвих руд гідролужним (метод Байєра), електролітичними або електричними способами або спіканням. Другий етап полягає в розплавленні в розплавленому криоліті глинозему й отриманні за допомогою електролізу первинного металу. Для покращання чистоти його ра-

ціоналізованішою рудою, з якої отримують основну кількість світового алюмінію, є боксити. Це тонкодисперсна порода складена гідроксидами алюмінію, діаспору, беміту й гідраргіліту з домішками оксидів та гідроксидів заліза і марганцю, кварцу, опалу, карбонатів кальцію і магнію, глинистих мінералів, оксидів титану тощо.

Боксити є комплексною сировиною. Разом з алюмінієм вони містять Fe, Ti та інші елементи. Серед них найбільший практичний інтерес становить V і Ga. Схеми їх вилучення з розчинів, куди вони переходять при розчиненні бокситів на глинозем, відомі у світовій практиці.



Другим після бокситів за промисловим значенням джерелом алюмінію є нефелінові породи, які входять до складу лужних магматичних комплексів древніх платформ і складчастих областей. Це зазвичай нефелінові сієніти, нефелін-апатитові, лейцитові породи з вмістом нефеліну та лейцититу не менше 70 %.

Нефелінові руди є комплексними. Попутно, окрім глинозему, при переробці отримують рідке скло, високоякісний цемент, поташ, соду та інші продукти.

Глинозем отримують також з алунітових руд, які є цінною комплексною сировиною для понад 20 видів продукції: сірчаної кислоти, сульфату калію, соди, калійних добрив, високоякісного цементу та ін. Родовища алунітових руд пов'язані з областями молодого вулканізму, де локалізуються серед туфогенних порід. Технологічні схеми переробки руд базуються на легкому розкладанні алуніту в кислотах і лугах.

Нетрадиційною алюмінієвою сировиною є також високоглиноземисті (кіанітові), андалузитові та силіманітові сланці, каолінітові глини та апліти, анортозити, лабрадорити, давсоніти, алюмофосфати, а також вторинна високоглиноземиста сировина – шлаки від металургійної переробки залізних руд, серицитові “хвости” збагачувальних фабрик, зола вугілля тощо.

Нині промисловість України не забезпечена власною сировиною. Підприємства з виробництва глинозему та первинного алюмінію (Миколаївський глиноземний завод і Запорізький алюмінієвий комбінат) працюють на імпортній сировині, яка постачається з Гвінеї (до 80 % потреби). Ямайки, Австралії та інших країн, незважаючи на те що в надрах України наявні чималі ресурси бокситів, алунітових порід, нефелінових сієнітів та також дистен-андалузит-силіманітових кварцитів, гнейсів і сланців.

Основним районом поширення бокситів є Український щит та його схили, де поклади цієї корисної копалини пов'язані з мезозойською коркою вивітрювання архейських зеленокам'яних порід. Алунітові руди та алунітовмісні породи разом з поліметалічними рудами локалізуються в неогенових вулканогенних комплексах Закарпаття. З протерозойськими сієнітними магматичними комплексами Приазов'я Українського щита, а також з палеозойськими габроїдами Дніпровсько-Донецької западини пов'язані нефелінові руди. Корінні поклади андалузит-дистен-силіманітових сланців та кварцитів складають докембрійські високометаморфізовані товщі Українського щита, а розсіпні концентрації дистену та силіманіту входять до складових компонентів докладів комплексних розсіпних родовищ Середнього Придніпров'я (рис. 3.12).

Як сировина для отримання алюмінію потенційно перспективними на території України є боксити кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід Українського щита. Вони утворюють декілька родовищ і незначні рудопрояви в межах Середнього Придніпров'я, але Державним балансом враховано лише запаси Високопільського родовища.



Рис. 3.12. Розташування родовищ і рудопроявів алюмінію

Легенда: 1 – родовища і рудопрояви бокситів: 1 – Високопільське родовище, 2 – Нікопольське родовище, 3 – Малотерсянський прояв, 4 – Кременчуцький прояв, 5 – Смілянське родовище, 6 – Середньопридніпровський прояв, 7 – Рударнянський прояв; 2 – родовища і рудопрояви нефелінових та алунітових руд: 8 – Октабрська рудопроява, 9 – Покрово-Кирейівський прояв, 10 – Закарпатська група родовищ. Інші позначення див. на рис. 3.6.

**Високопільське родовище** розташоване на південному схилі Українського щита в середній течії р. Інгулець (Криворізький район Дніпропетровської області). Боксити складають верхню зону кори вивітрювання архейських амфіболітів і пов'язаних з ними кварц-хлорит-амфіболових сланців, а також піщано-глинистими породами кайнозою. Самі боксити формуються в крейдовому періоді мезозою. Розвідані запаси становлять 1,2 млрд т, а загальні ресурси перевищують 72 млн т.

У **Нікопольському родовищі** бокситові поклади залягають в нижній частині кори вивітрювання амфіболітів, серпентинітів та інших порід. Тут виявлено чотири поклади високозалізистих бокситів, загальні запаси відносять у 535 тис. т.



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

Окрім зазначених родовищ, в Інгулецько-Дніпровському бокопородному районі виявлено значну кількість рудопроявів, серед яких потенційно перспективними є Богданівський, Олександрійський, Девладівський, Менчуцький і Малотерсянський.

З континентальними формаціями, що виповнюють ерозійні западини на поверхні докембрійських комплексів Українського щита, пов'язані запаси перевідкладеної кори вивітрювання з вмістом глинозему від 18 до 45 %. Тут вони утворюють лінзи та тіла неправильної форми, оксамитом, бемітом, гематитом, каоліном і монтморилонітом.

Типовим представником бокситів цього генетичного типу є *Олександрійське родовище*, розташоване в Черкаській обл. Середній вміст глинозему тут становить 22,3 %, а запаси бокситів оцінюють у 20,8 млрд т.

Промислові боксити виявлено також у південно-західній частині Українського щита (Ямпільський район Вінницької обл.) з вмістом глинозему 46,8...52,4 %, що дає змогу зробити висновок про перспективність бокситовості Середнього Подністров'я.

Родовища алунітових руд із запасами понад 400 млн т виявлені в кварцитах, які беруть участь у будові вулканічного Вигорлат-Гутино-Синьківського пасма Закарпаття. Найбільші поклади алунітових руд пов'язані з Біганським і Берегівським родовищами поліметалів.

*Біганське родовище* розташоване в Берегівському районі Закарпатської обл. Алунітові поклади тут приурочені до кварцитів міоценового віку. Родовище комплексне і включає кварц-алунітові, барит-поліметалічні та поліметалічні руди. Розвідані запаси алунітових руд з вмістом глинозему 15 % становлять 290 млн т.

*Берегівське родовище*, з запасами алунітових руд 50 млн т, належить до складу і будовою до Біганського.

Потенційними претендентами на отримання алюмінію є нефелінові високоглиноземисті породи протерозойського віку, поширені в Прикарпатському мегаблоці Українського щита. У регіоні ці породи входять до складу Октябрського масиву, де розташовані Мазурівське і Калініно-Шевченківське родовища.

*Мазурівське родовище* маріуполітів з вмістом  $Al_2O_3$  22,45 % розвідано самі понад 1 млрд т розкрито кар'єром, на сьогодні воно найбільше в Україні, готовлене до експлуатації. Позитивним є також те, що поряд з ним працює Донецький хіміко-металургійний завод, який має технологічні можливості для одержання якісного нефелінового концентрату.

*Калініно-Шевченківське родовище* розташоване в південній частині Октябрського масиву Приазов'я. За мінеральним і хімічним складом воно мало відрізняється від руд Мазурівського родовища, а їх запаси становлять 330 млн т.

У зоні зчленування Українського щита з Дніпровсько-Донецькою платформою та Донбасом поширені масиви девонських лужних порід. Найбільше

### 3.3. Сировина кольорової металургії

...них є *Покрово-Кирейівське родовище* із середнім вмістом  $Al_2O_3$  83% і запасами близько 1 млрд т.

З докамбрійськими метаморфічними товщами Приазов'я пов'язані іліменітові руди, прогнозні ресурси яких оцінюються в 60...70 млн т. За балансом враховано два родовища високоглиноземної сировини – *Зарчанське* і *Малишевське* у Дніпропетровській обл. загальні запаси іліменіту яких оцінюються у 3 млрд т.

На південному заході Українського щита знаходиться *Суццанське родовище* окису заліза, де зруденіння пов'язане в вторинними кварцитами. Прогнозні ресурси окису заліза на ділянці першочергової розробки родовища перевищують 1 млрд т.

Україна має перспективи розширення мінеральної бази алюмінієвої сировини за умови впровадження високоефективних технологій розробки алунітових руд Закарпаття, нефелінових Приазов'я, бокситів Придніпров'я і Подністров'я, а також дистену Суццанського родовища та високоглиноземистих порід метаморфічних комплексів Українського щита.

**3.3.2. Руди кольорових і легувальних металів. Мідь.** Мідь є м'яким металом жовто-червоного кольору, що відомий людству ще з IV тис. до н.е. Металічна мідь хімічно малоактивна. Вона не взаємодіє з повітрям при температурах менше 200 °С, але під час нагрівання за умови збереження вологості і  $CO_2$  починає окиснюватися. Взаємодіє з галогенами, сіркою, азотом, утворює комплексні сполуки з ціанідами, а також стійкі комплекси типу подвійних солей. Металічна мідь характеризується високими електро- і теплопровідними властивостями, корозійною стійкістю, здатністю розробляється тиском у гарячому та холодному стані, утворює сплави з алюмінієм, нікелем, залізом, марганцем, свинцем та іншими металами.

Мідь належить до халькофільних елементів, її кларк у земній корі становить 0,0047%. Окрім самородної міді, в природі відомо понад 200 мідних і мінералів, найголовнішими з яких є *халькопірит*, *халькозин*, *кобальт*, *кубаніт*, *сульфосоли* (бляклі руди), *енаргіт*, *ковелін*, *тенорит*, *аурит*, *малахіт*, *хризосола*, *брошантит* і *куприт*.

Завдяки фізичним і хімічним властивостям мідь та її сплави широко використовують в електротехніці, машинобудуванні, військовій справі, для виготовлення різноманітних приладів і обладнання, художніх виробів, монет, теплообмінників, холодильників, вакуумних установок тощо.

Сплави міді з цинком (латунь), алюмінієм і свинцем (бронза), а також сплави міді використовують у машинобудівній промисловості, авіа-, авто- і суднобудуванні, на залізничному транспорті, в електротехнічній промисловості. Солі міді використовують для виготовлення пігментів, засобів для захисту рослин від шкідників і хворобами рослин, як мікродобрива, каталізатори



процесів окиснення, у виробництві штучного шовку, шкіряній і хутряній промисловості.

Мідні руди належать до комплексних, оскільки разом з міддю міді містять мінерали Fe, Zn, Pb, Mo, As, Sb, Au, Ag, Se, Pt, Gd, Ge, Ga та ін., що можуть бути вилучені при їх розробці, а це значно підвищує номінальну цінність родовищ.

Зазвичай руди збагачують методом флотації, лише незначна кількість багатих мідно-нікелевих і масивних мідно-колчеданних руд, у яких міді становить понад 3...5 %, придатні для безпосередньої плавки. Для нікелевих руд з меншим вмістом корисного компонента збагачують схемами селективної і колективної флотації з отриманням мідних і нікелевих концентратів. Залізо-мідні руди, які локалізуються в габро-карбонатитах і скарнових породах, переробляють за схемами селективної флотації і магнітної сепарації з виробництвом мідного та залізного концентратів. Мідно-молібденові, мідно-цинкові колчеданні, власне мідно-нікелеві, мідистих пісковиків, самородної міді і руди жильних родовищ переробляють методами прямої селективної або колективної і колективно-селективної флотації, що дозволяє отримувати мідні, молібденові, цинкові (піритові) концентрати. Із мідно-порфірових руд мідь і молібден вилучають колективний концентрат, який у подальшому поділяється на концентрат мідний концентрат і молібденовий промпродукт.

Окиснені та змішані руди збагачуються значно гірше із залученням складних комбінованих схем, які включають сульфідизацію окиснених руд, рафінування, подальшу флотацію, або хімічне та бактеріологічне і купчасте розроблення в чанах.

Мідні концентрати й багаті мідні руди з вмістом міді понад 3...5 % піддають пірометалургійній обробці, що дозволяє отримувати чорну металургію а з газів металургійного виробництва вилучають сірчану кислоту або сірчану пілу – Pb, Zn, Bi, Cd, Ge та ін. елементи. Із чорної міді шляхом електролітичного рафінування виробляють мідь високої чистоти і відокремлюють численні корисні компоненти, а з електролітичного шлаку вилучають телур і благородні метали.

Щорічно Україна використовує до 150 тис. т мідної металопроцесу більшу половину якої складає рафінована мідь. Ці потреби у зв'язку з відсутністю в країні власної мінерально-сировинної бази, забезпечують переважно за рахунок експорту або шляхом використання металургійного брухту. Незважаючи на те, що на території України відомо понад 150 родовищ проявів міді, розвіданих і переданих на баланс родовищ станом на 2000 рік немає. До потенційно перспективних міднорудних районів України належать Український щит, Волино-Подільська плита, Дніпровсько-Донецька западина і складчасті Карпати (рис. 3.13).

На *Українському щиті* промисловий інтерес становлять мідно-нікелеві, мідно-колчеданні і залізо-мідні рудопрояви. Перші представлені



Рис. 3.13. Розташування родовищ і рудопроявів міді

Кодові позначення: 1 – самородна мідь у неопротерозойських осадово-вулканогенних породах; 2 – Ратненський рудний вузол, 3 – Рафалівський рудний вузол, 4 – Шепетівський рудний вузол; 5 – рудопрояви в палеозойських піскових породах; 6 – рудопрояви Бахмутської западини; 7 – мідно-нікелеве зруденіння в палеозойських комплексах Українського щита; 8 – Волинська рудна провінція, 9 – Кіровоградська рудна провінція; 10 – колчеданно-поліметалічне і сульфідно-кобальтове зруденіння в кайнозойських комплексах Українських Карпат; 11 – Карпатська рудна провінція.

Кодові позначення див. на рис. 3.6.

Рудопроявом, який знаходиться в межах Волинського мегаблоку і приурочений до однойменної інтрузії габроїдів. Мідно-колчеданні прояви виявлені в зеленкам'яних структурах Середньопридніпровського мегаблоку, мідно-нікельні – у метаморфічних породах зони Криворізько-Кременчуцького розлому.

У межах Волино-Подільської плити мідна мінералізація приурочена до вулканогенної волинської серії венду, де виявлено 11 горизонтів самородної міді, шість характеризуються промисловими параметрами. Рудопрояви в регіоні утворюють чотири рудних вузли (Волинський рудний район): Ратненський, Кухотськовольський, Рафалівський і Шепетівський, прогнозні



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

ресурси міді яких оцінюються в 25 млн т. Окрім того, у Середньонадстрянському районі відомо до 64 проявів міді, локалізованих в чорнобарвних піщано-глинистих відкладах девону.

Стратиформні прояви міді відомі також і в нижньопермських та девонських відкладах *Дніпровсько-Донецької западини* (Гладосівське, Івано-Франківське, Берестянське) і *Донецької складчастої області* (Миколаївське). Резервні ресурси міді тут перевищують 3,2 млн т.

У *Карпатському регіоні* мідно-колчеданне зруденіння приурочено до Мармароського масиву, а у складчастих Карпатах мідисті сланці та сланці виви відомі серед крейдових відкладів *Дуклянсько-Чорногірської області* палеоген-неогенових теригенних товщ Скибової зони, а також червоно-жовтих теригенних відкладів *Передкарпатського прогину*.

Крім власне мідних родовищ, потенційним джерелом видобутку міді можуть бути промислові відходи гірничодобувних підприємств. Однією з таких техногенних нагромаджень міді є відходи Костянтинівського заводу "Цинк" у Донецькій обл., у яких виявлено підвищений вміст міді, свинцю і благородних металів. По суті це техногенне родовище, де міститься до 8 тис. т міді, 24 тис. т цинку і 10 тис. т свинцю. Їх видобуток можливий методом застосування купчастого вилуговування з високим вмістом рентабельності, що також буде сприяти ліквідації відвалів з покращанням екологічного стану довкілля.

**Свинець і цинк.** Свинець відомий людству ще з глибокої давнини. Про це свідчать знахідки свинцевих водопровідних труб при розкопках Помпей, свинцевих монет, виявлених у Китаї (II тис. р. до Р.Х.), свинцевих виробів в Азії та Месопотамії, вік яких перевищує 3...3,5 тис. р.

Природний *свинець* – пластичний ковкий метал блакитно-сірого кольору. На повітрі він швидко покривається тонкою плівкою оксиду, що перешкоджає його подальшому окисненню. Реагує з азотною та оцтовою кислотами, лужними розчинами, а при нагріванні – із сіркою, галогенами та деякими іншими металами, але з соляною та сірчаною кислотами не взаємодіє. Середній вміст свинцю в земній корі становить 0,0016 %, при цьому в основних породах цей показник дорівнює 0,00001 %, основних – 0,00001 % кислих 0,002 % й осадових – 0,002 %.

*Цинк* у вигляді чистого металу вперше отримав у 1746 р. німецький хімік А. Маргред, але цинкові руди були відомі й розроблялися людьми ще з найдавніших часів. Їх називали "біла земля" (окиснена цинкова руда). Раніше вживалися вони як добавка при виплавці міді, бронзи та латуні.

Цинк – це сріблясто-білий метал синювато-сірого забарвлення. При нагріванні він крихкий, а за температури 100 °С набуває пластичних властивостей і легко прокатується в тонкі листи товщиною до 0,05 мм. До температури 200 °С є стійким до впливу водяної пари. Реагує з кислотами, лугами, солями амонію; у вологому середовищі – з хлором і бромом, а при нагріванні – з киснем. Належить до важливих біогенних елементів.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

Вміст цинку в земній корі становить 0,0083 %. В ультраосновних породах середній вміст дорівнює 0,003 %, породах середнього складу – 0,004 %, в кислого – 0,006 %.

Звичай у рудних родовищах свинець і цинк зустрічаються разом, це поліметалічні руди, які також містять золото, срібло, мідь, рідкісні елементи.

У природі відомо близько 180 мінералів свинцю. Основне промислове значення серед них належить сульфідам, сульфосолям, карбонатам і силіциду свинцю серед яких найбільш поширеними є *галеніт, буланжерит, цинкит, англезит, піроморфіт, ванадиніт і вульфеніт*.

Цинк входить до складу 60 мінералів, найпоширенішими з яких є *сфалерит, англезит, смітсоніт, цинкіт, гідроцинкіт, вілеміт і каламін*.

Значна стійкість, ковкість і м'якість, велика густина і низька температура плавлення забезпечують свинцю широкий попит у промисловості.

Близько 40 % цього металу використовують для виробництва акумуляторів. Цинк також застосовується для виготовлення оболонки кабелю, у військовій справі – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.

Важливі застосування свинцю – захисних екранів від радіоактивного випромінювання, а також в автомобільній справі – як антидетонаторна добавка до бензину. Через токсичність цього металу та його сполук у останні роки сфера застосування свинцю різко звужилась.



Основними способами збагачення є різні види флотації. Частково використовують попереднє гравітаційне збагачення у важких суспензіях. Для бідних руд застосовують мікробіологічні методи або купчасте вивантаження.

Україна володіє потужностями щодо виробництва свинцю та цинку, але, незважаючи на це, видобуток власних свинцево-цинкових руд становить незначну частку в загальних потребах сировини. У Донецькій області є один з найбільших у Європі виробників свинцю і цинку Костянтинівський завод "Укрцинк", потужності якого складають 80...90 тис. т/рік свинцю і 30 тис. т/рік цинку. Водночас головні споживачі свинцю і цинку України – це як Акумуляторний завод ІСТА (м. Дніпропетровськ), "Поліграфтехнік" (м. Олександрія), "Південкабель" (м. Харків) та ін., орієнтуються на придбання сировини, яку привозять з Казахстану, Росії, Узбекистану. Внутрішні потреби України у свинцю й цинку становлять понад 74 тис. т і задовольняються за рахунок поставок із Казахстану, Росії, Узбекистану, Бразилії, Чехії та Польщі.

Свинцево-цинкові родовища в Україні відомі і розробляються з XIX століття в Передкарпатті (Трускавецьке родовище), пізніше на межі XIX–XX століть відкрито родовища в Нагольному кряжі Донбасу (Нагольчанське і Нагольське, Тарасівське) та Карпатах (Рахівське). Сьогодні виявлено родовища свинцю та цинку прояви поліметалів різних масштабів на всій території України, окрім півночі чорномор'я та Скіфської платформи. Вони складають чотири металогенні провінції поліметалічних руд: Карпатську, Дніпровсько-Донецьку, Івано-Франківського щита і південно-західного схилу Воронезької антеклізи, серед яких найбільший інтерес становлять перші дві.

*Карпатська металогенічна провінція* охоплює Закарпатський внутрішній прогин, складчасті Карпати і Передкарпатський передовий прогин. Це основна частина родовищ і рудопроявів свинцю та цинку приурочена до неогенових вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма. Потенційно перспективним у межах не тільки регіону, але й усієї України є Берегівсько-Біганське рудне поле, до якого входять Берегівське, Біганське, Мужіївське родовища та декілька рудопроявів і перспективних ділянок. У складчастих Карпатах це – Рахівське родовище, а в Передкарпатському крайовому прогині – Трускавецьке (рис. 3.14).

*Берегівське золото-поліметалічне родовище* приурочене до туфогенних порід неогену. Головними корисними компонентами рудного родовища є свинець, цинк, золото і срібло. Мінеральний склад руд досить різноманітний. За кількісним співвідношенням мінералів тут виділяються такі типи руд: золото-пирит-галеніт-сфалеритовий, золото-кварц-гематитовий, золото-адуляр-кварцовий і золото-срібло-барит-гідрослюдястий. Середній вміст свинцю в рудах становить 2,09 %, а цинку – 5,08 %. За масштабами родовище відносять до категорії середніх, оскільки запаси свинцю оцінюють у 350 тис. т, а цинку у 850 тис. т.

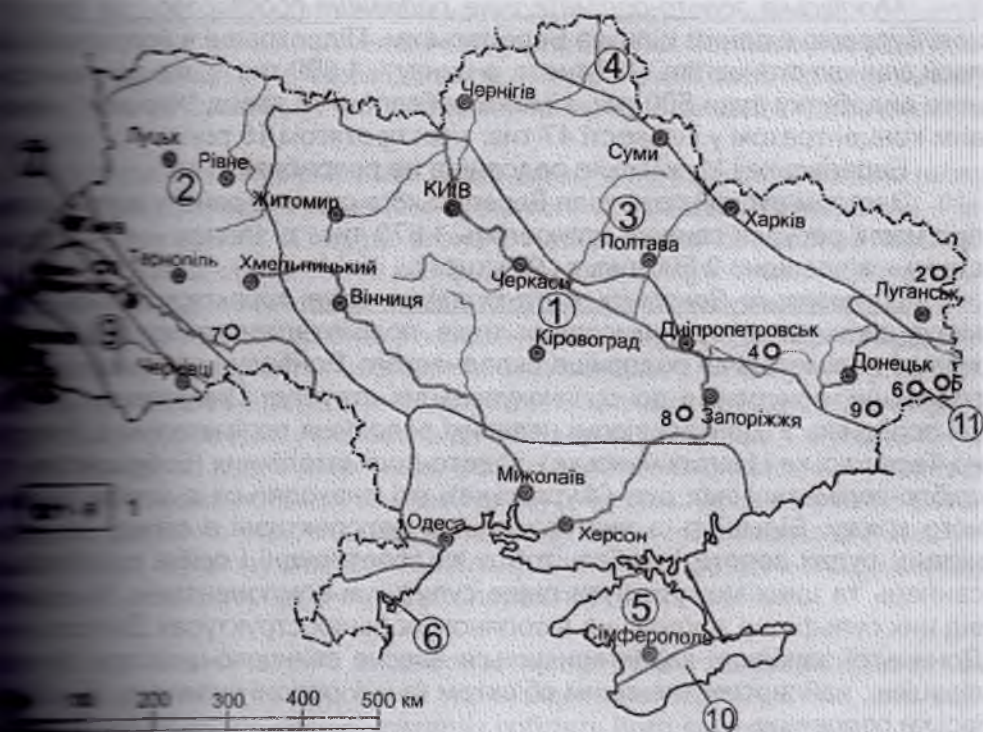


Рис. 3.14. Розташування родовищ і рудопросяв свинцю і цинку

позначення: 1 – Берегово-Біганський рудний район (Берегівське, Біганське, родовища); 2–6 – родовища: 2 – Марківське, 3 – Трускавецьке, 4 – Біляївське, 5 – Тарасівське, 6 – Нагольчанське; 7–9 – рудопросяви: 7 – Подільсько-Придніпровської металогенічної зони, 8 – Середньопридніпровської металогенічної зони, 9 – Сімбірської рудної зони.

10 – родовище свинцю і цинку, позначення див. на рис. 3.6.

Біганське родовище комплексних алуніт-барит-поліметалічних руд характеризується тричленною будовою. Верхня частина складена алуніто-баритовими рудами, запаси яких складають 169 млн т, нижче залягають баритові руди із запасами 4,2 млн т, а найнижчі горизонти сформовані барит-поліметалічними рудами із супутньою мінералізацією міді, кадмію, срібла тощо. Загальні запаси свинцю на родовищі оцінюють у 120 тис. т, а цинку – у 100 тис. т. Станом на 1.01.2011 р. Біганське родовище готується до розробки. Дозвіл отримано дочірнім підприємством «Штоерман-Україна» (ПБХ) на видобування баритових руд з супутнім вилученням поліметалічних руд (срібла).



*Мужіївське золото-поліметалічне родовище* просторово і за геологічною будовою є одним цілим з Берегівським. Підраховані в його межах запаси свинцю становлять 780 тис. т, а цинку – 1 600 тис. т, що за умовного видобутку руди 500 тис. т може забезпечити завод “Укрцинк” з високим концентратом у кількості 47 тис. т/рік протягом 15 років.

Берегівське і Мужіївське родовища не розробляються.

Загалом рудний потенціал Берегівського рудного району виглядає оптимістично. Прогнозні ресурси свинцю становлять 1 670 тис. т, запаси – 404 тис. т, цинку – відповідно 2 500 тис. т і 971 тис. т.

*Дніпровсько-Донецька металогенічна зона* характеризується наявністю двох геолого-промислових типів поліметалічного зрудення. Це – жильні поліметалічні родовища складчастого Донбасу і свинцево-цинкові родовища, приурочені до солянокупольних структур Дніпровсько-Донецької западини. У Донбасі відомі невеликі родовища поліметалічних (Нагольчанське і Тарасівське) і золото-поліметалічних (Бобринське і Тарасівське) руд (Журавське), які знаходяться в межах одного кряжу. Більшість з них потенційно перспективні з огляду на наявність у рудах золота і срібла, тобто як золоторудні і срібні родовища. Свинець та цинк можуть бути лише супутніми компонентами. На відміну від них сульфідне зруденіння в солянокупольних структурах Дніпровсько-Донецької западини характеризується власне свинцево-цинковою мінералізацією; найперспективнішим об'єктом (а їх у регіоні виявлено 15) є Мужіївське родовище.

*Нагольно-Тарасівське родовище* представлене анкерит-кварцовими жилами з сульфідами, які локалізуються в тектонічній зоні серед континентальних відкладів пермі, а вік зруденіння – ранній триас. Мінералізація представлена асоціацією сфалериту, галеніту, халькопіриту, тетраєдриту, арсенопіриту, бурконіту і піротину. Промислового інтересу родовище не становить.

*Нагольчанське родовище* залягає серед піщано-аргілітових відкладів, які складають склепінну частину антиклінальної структури. Основними рудними мінералами є сфалерит і галеніт, присутні також блекти, халькопірит та ін. Промислових перспектив родовища не виявлено.

*Біляївське свинцево-цинкове родовище* розташоване на території Первомайського родовища Харківської області, у північно-західній частині Донбасу, де приурочене до солянокупольних структур і брахіантиклінальних складок, що ускладнюють Бахмутську улоговину. Зруденіння представлено ково-вкрапленого, вкрапленого типу, іноді масивне. Мінеральний склад характеризується репрезентований асоціацією галеніту, сфалериту, піриту, марказиту, марказитовіту. Іноді містяться також піротин і пентландит. Запаси свинцю становлять 265 тис. т, а цинку – 618 тис. т. Підраховані на глибину до 600 м ресурси оцінюють для свинцю від 300 до 1 500 тис. т, а цинку – від 3 000 тис. т. Супутніми компонентами свинцево-цинкових руд є срібло, золото і кадмій. Родовище перспективне для промислового освоєння.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

на *Львівському щиті* виявлено численні свинцево-цинкові, поліметало- і поліметалічні-поліметалічні рудопрояви на Сергієвському золотому родовищі, у Приазов'ї, Суцано-Пержанській зоні, Криворізькому району, але на сучасному етапі їхнє вивчення не становить промислового інтересу.

На південно-західному схилі *Воронезької антеклізи* встановлено низку стратиформного свинцево-цинкового зруденіння (Айдахський, Рівнянський, Харківський та ін.), що визначає цей регіон як потенційно перспективнішим серед всіх рудопоявів є *Марківський прояв*, розташований в однойменній депресії. Зруденіння прожилково-вкраплене, зернисте і жилоподібне, репрезентоване асоціацією піриту, сфалериту і марказиту. Постійними супутниками є сфалерит і флюорит, зустрічаються арсенопірит, антимоніт, кіновар, тверді і рідкі бітуми. Ресурси цинку оцінюють до 12,6 млн т, а свинцю – 0,8 млн т.

Завдяки на зазначене вище, можна зробити висновки, що розвиток кольорової сировинної бази свинцю і цинку України слід орієнтувати насамперед на освоєння родовищ Закарпаття, а також і Біляївського в Харківській області. Враховуючи територіальну близькість останнього до заводу в Івано-Франківську, можна передбачити його першочергове освоєння.

Чистий титан є високопластичним сріблясто-білим ковким металом, придатним для обробки в гарячому та холодному стані, але найчастіше змішаний з азотом, киснем, вуглецем роблять його крихким.

Титан відкрито в 1792 р. англійським хіміком і мінералогом У. Грегором Менделем. Тоді цей мінерал називали менаканітом, оскільки його виявили в оклиці містечка Менакан, що у Великій Британії. У 1795 р. титан відкрито німецьким хіміком М. Клапротом у рутилі. Свою назву цей метал отримав на честь цариці ельфів Титанії, або, за іншою версією, на честь титанів, могутніх синів Урана (Неба) та Геї (Землі).

При температурі 550 °С титан корозійно стійкий завдяки утворенню на його поверхні міцної оксидної плівки, а за температури понад 550 °С взаємодіє з киснем, утворюючи діоксид титану. Він стійкий в азотній кислоті та інших розчинах сірчаної, але взаємодіє з соляною, щавлевою, мурашиною кислотами і сухими галогенами. Корозійно стійкий в атмосферному повітрі, морській воді, вологому хлорі, гарячих і холодних розчинах хлору, азотних технологічних розчинах. З вуглецем, бором, селеном і телуридом утворює металоподібні тугоплавкі сполуки високої твердості.

Вміст титану в земній корі дорівнює 0,57 %. Він входить до складу багатьох мінералів, серед яких найбільше промислове значення мають рутил, анатаз, лейкоксен і лопарит.

Високе застосування металічного титану та його сполук почалося на початку ХХ ст. Виробництво титанових білил, що характеризуються високою здатністю, стійким білим кольором, високими екологічними показниками в порівнянні зі свинцевими та цинковими білилами, роз-



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

почато в США і Норвегії в 1908 р. На теренах Радянського Союзу перші заводи з виробництва пігментного діоксиду титану з вітчизняних ільменітових концентратів сірчано-кислотним способом розпочали роботу в 1935-1939 рр.

Основним споживачем титану є лакофарбова промисловість, потреби якої складають 55...60 % світового видобутку діоксиду титану. Цю сполуку також використовують як пігмент і наповнювач у гумовій промисловості та при виробництві пластмас.

Висока корозійна стійкість в агресивних середовищах, міцність, низька питома вага титану надають цьому металу та його сплавам перевагу над іншими конструкційними матеріалами, незважаючи на високу вартість. Титанові сплави міцністю перевищують сплави заліза й нікелю, а за корозійними властивостями стоять на одному рівні зі сплавами благородних металів. Названі особливості забезпечили широке використання цього металу в авіаційній, космічній галузях та морському суднобудуванні. Титановий титан використовують при виготовленні хімічних реакторів, трубопроводів, обладнання, що працює в агресивному середовищі, зокрема в морському машинобудуванні. Так, термін експлуатації титанових елементів трубопроводів для перекачування агресивних рідин у сотні разів більший, ніж у аналогів з нержавіючої сталі. Біохімічна інертність титану робить його незамінним при виготовленні устаткування для харчової промисловості та у відновлювальній хірургії, наприклад для виготовлення штучних суглобів. На відміну від заліза та його сплавів, в умовах глибокого холоду титан зберігає міцність і високу пластичність, що дає змогу застосовувати його в криогенній техніці. Титан добре піддається поліруванню і придатний для виготовлення дзеркал телескопів, які не тьмяніють, художніх виробів – від дрібних прикрас до монументальної скульптури. Із титану виготовляють найякісніше альпіністське обладнання.

Металічний титан отримують магнітометричним методом – відокремленням тетрахлориду титану металічним магнієм або натрієм. Вихідною сировиною слугують окисні руди. З ільменітових руд титан відділяють від заліза плавкою в електропечах. Шлаки, що утворюються, хлорують разом з вуглецем і як результат отримують тетрахлорид титану, який після очистки відновлюють у реакторах із нейтральною атмосферою. У результаті отримують губчастий титан, який після подрібнення переплавляють у вакуумних дугових печах на злитки з додаванням легуючих домішок. Інколи для виробництва титану використовують методи порошкової металургії, зокрема відновлення титану гідритом кальцію.

Україна володіє потужною сировинною базою титану, що повністю забезпечує потреби вітчизняної промисловості та значний експортний потенціал. Усього на теренах держави виявлено та розвідано понад 40 родовищ (Державним балансом враховуються запаси 24 родовищ), з яких експлуатується тільки вісім (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Розташування родовищ і рудопроявів титану

Позначення: 1 – корінні родовища: 1 – Коростенська група родовищ і про-  
 явища Новомиргородська група проявів, 3 – Покрово-Кирейвський прояв; 4 –  
 розсипні родовища: 2 – розсипні родовища: 5 – Иршанська група родовищ, 6 – Корсунь-  
 ська група проявів, 7 – Малишевське (Самотканське) родовище, 8 – Красно-  
 водське родовище.  
 Інші позначення див. на рис. 3.6.

В Україні титанові руди зосереджені в межах Українського щита і  
 Причорноморської западини. У регіоні встановлено магматичні, залишкові і розсипні родо-  
 видні рудопрояви титану. Родовища перших двох груп генетично і просто-  
 геологічно пов'язані з габро-анортозитовою асоціацією порід Коростенського і  
 Новомиргородського інтрузивних масивів протерозою.

Залишкові родовища титану знаходяться на Волині і в Приазов'ї, де  
 пов'язані до каолінової кори вивітрювання габроїдних, анортозито-  
 зернистих порід.

Діючою мінеральною базою титану України є ільменітові та комп-  
 лексні-диркон-ільменітові розсипні родовища кайнозойського віку,  
 розташовані в північно-західній (Іршанське на Поліссі), центральній (Мали-  
 шевське на Дніпропетровщині) частинах Українського щита, а також на  
 Дніпровсько-Донецької та Причорноморської западин.



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

- Титанові руди зазначених регіонів представлені такими типами:
- ✓ циркон-рутил-ільменітові давні поховані прибережно-морські розсипища фації мілководного моря (Малишевський тип);
  - ✓ ільменітові алювіальні, алювіально-делювіальні континентальні розсипища (Іршанський тип);
  - ✓ ільменітові та апатит-ільменітові елювіальні родовища кори вивітрювання основних порід;
  - ✓ корінні апатит-ільменіт-титаномагнетитові родовища в габроїдах;
  - ✓ циркон-рутил-ільменітові сучасні прибережно-морські розсипища пляжів і мілководного шельфу (Джарилгацький тип).

Нині експлуатують лише перші два з названих типів. Головні запаси титану України, пов'язані з корінними рудами в магматитах основного складу, не розробляють.

Найбільшим в Україні, а також на теренах СНГ, є розсипне циркон-рутил-ільменітове *Малишевське родовище*, приурочене до похованих піщано-глинистих відкладів прибережно-морських фацій міоценового й олігоцену нового морів. Знаходиться воно на Дніпропетровщині в басейні р. Савургань; відкрите в 1954 р., а експлуатується з 1961 р.

Родовище становить розсип довжиною 19 км і шириною 2,5 км. Основні мінерали – циркон, рутил, ільменіт – концентруються в тонкозернистих пісках сарматського ярусу та полтавської серії, потужність яких досягає 35 м. Вміст рутилу в них складає 8...13 кг/м<sup>3</sup>, циркону – 2,5...7,0 кг/м<sup>3</sup>, ільменіту – 22...45 кг/м<sup>3</sup>. На його базі працює Вільногірський гірничо-збагачувальний комбінат, забезпечений розвіданими запасами більше ніж на 40 років. На комбінаті виробляють ільменітовий, рутиловий концентрати. Ільменітовий концентрат переробляється на титанову губку і частково використовується для отримання штучного рутилу. Рутиловий концентрат використовується переважно для покриття зварювальних електродів.

Ільменітові алювіальні, алювіально-делювіальні континентальні розсипи відомі в північно-західній частині Українського щита, де утворилися Іршанське, Верхньоіршанське, Лемненське, Лівобережне, Межиріцьке, Ушомирське, Злобицьке та інші родовища.

*Іршанське родовище* відкрите в 1951 р., а експлуатується з 1955 р. Розсипи приурочені до алювіальних пісків четвертинного віку, які залягають на розмитій поверхні мезозойської кори вивітрювання протерозойських ільменітоносних порід габро-анортозитової формації. На їх базі працює Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат, який продукує ільменітовий концентрат для виробництва пігментного двооксиду титану та титанову губку.

Ільменітові та апатит-ільменітові елювіальні родовища кори вивітрювання основних порід розташовані в межах Волинського мегаблоку Українського щита. Найбільшим серед них є *Стремигородське родовище*, розташоване в межах Коростенського плутону. Тут при вивітрюванні кори

Утворилася кора вивітрювання потужністю до 35...40 м. Рудна зона кори вивітрювання істотно каолінового складу з  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до 10,8 % і  $\text{P}_2\text{O}_5$  до 2,6 %. У результаті збагачення отримують ільменітовий та апатитовий концентрат з вмістом  $\text{TiO}_2$  49...50,5 % і  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 38,5...40,5 %.

Апатит-ільменіт-титаномагнетитові родовища в габроїдах прилеглих до магматичних утворень Коростенського плутону, у межах якого знаходяться Стригородське, Торчинське, Кропивненське, Юрівське, Федорівське родовища.

Апатит-титанові руди з вмістом  $\text{TiO}_2$  до 16 % є також серед руд Коронь-Новомиргородського плутону в центральній частині України (Ігульський мегаблок), де вони утворюють *Носачівське родовище*.

Рудно-рутил-ільменітові прибережно-морські розсипища утворюються на піщаних косах і порівняно коротких ділянках сучасних Чорного та Азовського морів. Рудна мінералізація представлена рутилом, лейкоксенном і цирконом. Проте промислових концентратів цього типу розсипищ на сьогодні не виявлено.

Україна володіє унікальною сировинною базою комплексних руд у корінних, залишкових і розсипних родовищах, які територіально зближені і знаходяться в освоєних районах з розвинутою промисловою структурою та транспортом. Це дає змогу суттєво розширити виробничі можливості з видобутку титану і створити в Україні потужний причодобувний і переробний комплекс.

Україна експортувала 283 572 т титанових руд, головню у Російську Федерацію, Чехію та Китай.

У чистому вигляді ванадій – це ковкий метал світло-сталевого кольору, що легко піддається обробці під тиском, за кімнатної температури не окислюється дією повітря, морської води та розчинів лугів. Стийкий до корозії, за винятком плавикової. За корозійною стійкістю в соляній та азотній кислотах він значно перевищує титан і нержавіючу сталь. При нагріванні вище 300 °С на повітрі поглинає кисень і стає крихким, а при нагріванні вище 1000 °С утворює з вуглецем тугоплавкий карбід, що має високу твердість.

Ванадій в земній корі становить 0,02 %. Найбільшим його вмістом багаті породи як габро і базальти (у них сконцентровано до 10 % уся кількість ванадію), а серед осадових утворень підвищені вмісти цього елемента спостерігаються в біолітах, до яких належать вапняки, вугілля і бітумінозні фосфати, у бітумінозних сланцях, а також в оолітових і кременистих залізних рудах.

В Україні близько 80 мінералів ванадію – природних ванадатів, але комерційну цінність мають лише *роскоеліт, карнотит, ванадиніт, деклуа-*



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

зит, кульсоніт і патроніт. Концентраторами ванадію є також такі мінерали як титаномагнетит, сфен, рутил, ільменіт, піроксени, амфіболи і графіт.

Уперше ванадій відкрито в 1801 р. мексиканським мінералогом А. Дель Ріо в бурій свинцевій руді. Через три десятиліття (1830 р.) шведський хімік Н. Сефсерм виявив новий хімічний елемент у залізній руді Табергу (Швеція) і назвав його ванадієм на честь давньоскандинавської богині краси – Ванадіс.

Промислове застосування ванадію для легування чавуну і сталі почалося лише в 1905 р. Він сприяє видаленню кисню та азоту з чавуну і сталі, підвищує твердість, пружність та опір розриву, знижує масу конструкцій, підвищує зносостійкість, поліпшує зварюваність сталі.

Сплав заліза з ванадієм – ферованадій і його замітники (карван, ван, ферован, нітрован) – використовують у чорній металургії для легування сталей. Із титан-ванадієвих сплавів виготовляють деталі реактивних двигунів і космічної техніки. Завдяки жаротривкості ванадієвмісні сталі застосовують в енергомашинобудуванні у конструкціях деталей паротурбінних двигунів великої потужності, газових турбін високого і низького тиску, атомних енергетичних установках. Легований ванадієм чавун широко застосовують у машинобудуванні для виготовлення тих частин механізмів, що працюють із підвищеною напругою. Із сталей, легованих ванадієм, виготовляють швидкорізальні інструменти. Широке застосування знайшли ванадієві бронзи і мідно-ванадієві сплави. Ванадій не має заміни в нових сплавах для аерокосмічної промисловості; використовується як каталізатор замість платини, у хімічній промисловості – як каталізатор у процесі крекінгу нафти, виробництва кислот, анілінових фарб, каучуку, фарбування скла і кераміки, виготовлення кольорової плівки.

Сировиною для одержання ванадію є екзогенні й ендегенні руди, в якій він міститься у вигляді домішок в магнетиті, ільменіті, рутилі або у вигляді власних мінералів – роскоеліту, карнотиту, ванадиніту, деклуазиту, кульсоніту, патроніту.

На теренах СНГ головною сировиною для виробництва ванадію є титаномагнетитові руди. Після їх доменної плавки майже весь ванадій переходить у чавун. У процесі переділу чавуну на сталь залишаються шкідливі домішки, які містять до 25 %  $V_2O_5$ . Вони піддаються випалу з сільвінітом або з вапняком та наступному вилугуванню з виділенням технічного оксиду ванадію. При сплавленні його із залізом одержують ферованадій. Металічний ванадій отримують карбо-, кальцієво- і магнієтермічним відновленням ванадієвого п'ятиоксиду ванадію або термічною дисонацією йодиду ванадію. Для отримання ванадію високої чистоти проводять його рафінування шляхом застосування таких технологій як електроліз розплавлених галогенідів ванадію, вісмуту, проста і зонна індукція, дугова й електронна плавка у вакуумі.

Серед генетичних типів промислових родовищ ванадію розрізняють магматичні, вивітрювання, розсіпні, осадові та метаморфогенні. Головною промисловою сировиною мають магматичні родовища.

### 3.3. Сировина кольорової металургії

В Україні відомі незначні за запасами концентрації ванадію в магматичних метасоматичних породах докембрію Українського щита. На особливу увагу серед них заслуговують підвищені концентрації цього металу в циркон-магнетитових породах інтрузивного покладу Білозерського родовища, а також в метаультрабазитах Конкського району (Закарпаття). В останні роки виявлено ванадієву мінералізацію в продуктах метасоматичних процесів, приурочених до залізисто-кременистих утворень докембрію, де ванадій є супутньою копалиною на залізорудних родовищах, що дозволяє припускати можливість отримання його концентратів. Крім елементів-домішок ванадій виявлено також і в осадових оолітичних рудах Керченського басейну.

Ванадієво-перспективними об'єктами видобутку ванадію як супутнього елемента на теренах України є корінні родовища магматичних апатит-титаномагнетитових руд, алювіальних і прибережно-морських циркон-рутилового складу, уран-ванадій-скандієвих метасоматичних докембрійських комплексів Українського щита (рис. 3.16). На сьогоднішнім балансом ураховано ресурси супутнього ванадію в однієї комплексних родовищах: Стремигородському, Торчинському, Злобинецькому та ін. Вісім родовищ розташовані у Житомирській області – в Дніпропетровській, одне – в Київській областях. Розробляється комплексне Малишевське родовище, але ванадій з ільменіту не видобувають. Запаси ванадію підраховано також на комплексному уран-ванадій-скандієвому Жовторіченському родовищі. Як альтернативне джерело ванадію з вторинної сировини уваги заслуговують відходи нафтопереробних підприємств, золи і пилу ТЕЦ і ТЕС.

Ванадійські ресурси України пов'язані з титаномагнетитовими рудами Злобинецького, Торчинського і Злобинецького комплексних фосфоритових родовищ зосереджених у габро-анортозитах Коростенського плутона. Вміст  $V_2O_5$  у рудах цих родовищ становить 0,22...0,25 %.

Ванадій міститься і в апатит-ільменітових рудах Федорівського і ільменит-титаномагнетитових рудах Кропивницького родовища Волинського блоку, а також перспективні об'єкти виявлено в габро-анортозитових масивах Корсунь-Новомиргородського плутону Інгульського мегаблоку. В габроїдах зустрічаються рудні поклади з ільменітом, магнетитом, рутилом і сульфідами. Прояви ванадію також відомі в великих дайкоподібних масивах Лихівського габроїдного поясу Івано-Франківського району.

Рудні прояви ванадію в Україні представлені комплексними алювіальними прибережно-морськими циркон-ільменітовими та ільменітовими рудами, приуроченими до кайнозойського осадового чохла північного схилу Українського щита (Малишевське, Іршанське, Валківське родовища). Носіями ванадію є ільменіт, титаномагнетит і рутил.





Рис. 3.16. Розташування родовищ і рудопроявів ванадію

Умовні позначення: 1 – корінні магматичні апатит-ільменітові і метасоматичні ванадій скандієві: 1 – Коростенська група (Стремигородське, Федорівське, Видибиш, Торчинське родовища), Корсунь-Новомиргородська група проявів, 3 – Жовторіченське родовище; 2 – розсіпні ільменітові і циркон-ільменітові: 4 – Іршанська група родовищ Малишевське родовище; 3 – осадові бурозалізнякові родовища: 6 – Керченське родовище; 4 – родовища, пов'язані з природними бітумами: 7 – Дніпровсько-Донецька западина, 8 – родовища Передкарпаття.

Інші умовні позначення див. на рис. 3.6.

Уран-ванадій-скандієві метасоматити поширені серед утворень злистої кременисто-сланцевої формації Жовторіченського, Первомайського і Ганнівського залізорудних родовищ Кривбасу, де руди приурочені до карбонатно-лужних метасоматичних зон.

Осадові родовища ванадію представлені керченськими бурими залізними рудами неогенового віку Керченського півострова (Комиш-Буринське, Ельтиген-Ортельське, Новоселівське та інші родовища), що містять значну концентрацію ванадію в оолітових, "коричневих" і "тютюнових" рудах.

Загальні запаси ванадію в залізних рудах Керченського півострова оцінюють в 1 млн т.

Значні концентрації ванадію знаходяться у нафтових родовищах Дніпро-Донецької западини і Передкарпатського прогину. У золі нафти цих регіонів вміст металу становить 1...3 %, а в бітумінозних породах – до 0,5 %.

Важке джерело ванадію потенційний інтерес, становлять також ванадіємісні-слюдисті сланці Кривбасу протерозойського віку, вуглецеві сланці Дніпро-Дніпровського басейну і менілітові – Карпат, карбонатно-лужні метасоматити й сланці зльбитити в докембрійських комплексах Українського щита, фосфорити Дніпро-Дніпровського басейну, боксити Наддніпрянщини, кори вивітрювання докембрійських ультрабазитових порід Українського щита, а також вугілля Донецького та Дніпропетровського вугільних басейнів.

Значні концентрації ванадію (до 15...25 %  $V_2O_5$ ) містяться в техногенній золі (шлаки, шлами, пил) ТЕС і ТЕЦ, твердих і рідких відходах металургійних заводів, відходах титанового виробництва, промислових відходах “чорних шламах” глиноземних заводів, шлаках металургійних заводів, а також в джерельних водах вугільних і залізрудних родовищ.

В Україні є певний потенціал організації власного видобутку ванадію з багатого елемента комплексних родовищ або відходів виробництва сировини, бокситів, шлаків і золи теплових електростанцій.

Нікель у чистому вигляді вперше був отриманий у 1751 р. німецьким хіміком А. Крошtedтом, під час аналізу миш'яково-кобальтової руди. Крім заліза й кобальту, учений виявив новий “напівметал”, який він назвав нікелем. Проте використовували його в сплавах ще за III тис. до н.е. Жителі Єгипту, Індії і країн Малої Азії виготовляли з природних сплавів заліза і нікелю предмети домашнього побуду та зброю, а в Півночній Америці з комплексних руд, які містили нікель і мідь – сплав “пекторіт”. Назва “нікель” походить від назви мінералу купфернікел, який здається як мідний ошуканець, з якого саксонські гірники безуспішно намагалися одержати мідь.

Нікель – це сріблясто-білий метал із сильним блиском, що тьмяніє на повітрі. Завдяки своїй твердості, ковкості, пластичності, тугоплавким властивостям він добре піддається всім видам механічної обробки (кування, штампуванню), а також є добрим провідником тепла та електричного струму. Критична точка магнітного перетворення (точка Кюрі) для нікелю становить 360 °С, а за менших значень температури він стає феромагнітним.

Нікелю характерне слабе окиснення. В умовах звичайної температури покривається тонкою окисидною плівкою, що захищає його від подальшого окиснення. Не піддається корозії навіть при нагріванні в розчині нітрату натрію. Сірчана, соляна та азотна кислота розчиняють нікель повільно, а з лугами він не взаємодіє.