

І. Паранько, С. Ярков

# КОРИСНІ КОПАЛИНИ УКРАЇНИ

Навчальний посібник

553 (477)(075.8)

П 18

Криворізький державний педагогічний університет

І. Паранько, С. Ярков

# КОРИСНІ КОПАЛИНИ УКРАЇНИ

Навчальний посібник



Кривий Ріг  
«Видавничий дім»  
2011

УДК 553.6 (477)(075.8)

П 18

**Паранько І.**

**П 18 Корисні копалини України : навчальний посібник /**  
І. Паранько, С. Ярков. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2011. – 364 с.  
ISBN 978-966-177-123-8

Розкрито загальні риси геологічної будови території України; наведено відомості про основні види рудних та нерудних твердих корисних копалин, шляхи використання їх в народному господарстві, показана приуроченість родовищ до певних геоструктурних елементів земної кори, їх географічне розташування, зазначені запаси та прогнозні ресурси; окремо наведено геологічну та геолого-економічну характеристику горючих корисних копалин і підземних вод.

Посібник розрахований на студентів географічних і геологічних факультетів, а також учителів географії загальноосвітніх шкіл, коледжів та ліцеїв.

#### **Рецензенти:**

доктор географічних наук, професор **Г. І. Денисюк** (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського);  
доктор географічних наук, професор **М. Я. Сивий** (Тернопільський державний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка);  
доктор географічних наук, професор **С. П. Сонько** (Уманський державний аграрний університет).

*Рекомендовано до друку  
Вченою радою географічного факультету  
Криворізького державного педагогічного університету  
Протокол № 5 від 14 грудня 2010 р.*

ISBN 978-966-177-123-8

© Паранько І., Ярков С., 2011.

© «Видавничий дім», 2011.

## ЗМІСТ

<b>Передмова.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Загальні риси геологічної будови території України.....</b>	<b>9</b>
1.1. Геолого-тектонічне районування .....	9
1.2. Особливості будови літосфери території України.....	14
1.3. Загальна характеристика основних геоструктурних елементів території України.....	22
1.3.1. Платформні області.....	22
1.3.1.1. Східноєвропейська платформа.....	22
1.3.1.2. Скіфська платформа.....	31
1.3.2. Складчасті області.....	32
1.3.2.1. Вариські складчасті споруди .....	32
1.3.2.2. Кіммерійсько-альпійські складчасті споруди.....	34
1.3.2.3. Альпійські складчасті споруди .....	35
<b>2. Металеві корисні копалини .....</b>	<b>37</b>
2.1. Чорні метали .....	37
2.1.1. Залізо .....	37
2.1.2. Марганець .....	46
2.1.3. Хром.....	51
2.1.4. Титан .....	55
2.1.5. Ванадій .....	60
2.2. Кольорові метали.....	65
2.2.1. Алюміній .....	66
2.2.2. Магній .....	72
2.2.3. Мідь .....	79
2.2.4. Свинець і цинк.....	83
2.2.5. Нікель.....	89
2.2.6. Кобальт .....	94
2.2.7. Молібден .....	97
2.2.8. Вольфрам .....	101
2.2.9. Олово .....	104
2.2.10. Ртуть .....	106

2.2.11. Сурма .....	111
2.2.12. Вісмут .....	112
2.3. Благородні метали .....	114
2.3.1. Золото .....	114
2.3.2. Срібло .....	120
2.3.3. Платина і платиноїди .....	123
2.4. Радіоактивні метали .....	128
2.5. Рідкісні та рідкісноземельні метали .....	131
2.5.1. Берилій .....	131
2.5.2. Літій .....	133
2.5.3. Рубідій і цезій.....	136
2.5.4. Германій.....	137
2.5.5. Тантал і ніобій .....	140
2.5.6. Цирконій і гафній .....	143
2.5.7. Скандій.....	148
2.5.8. Рідкісноземельні метали .....	150
<b>3. Неметалеві корисні копалини.....</b>	<b>156</b>
3.1. Гірничохімічна сировина.....	158
3.1.1. Агрохімічна сировина .....	158
3.1.1.1. Фосфатна сировина .....	158
3.1.1.2. Калійна сіль.....	164
3.1.1.3. Торф .....	169
3.1.1.4. Сапропель.....	171
3.1.1.5. Сапоніт .....	174
3.1.2. Хімічна сировина .....	175
3.1.2.1. Сірка.....	175
3.1.2.2. Натрієва сіль.....	179
3.1.2.3. Давсоніт.....	183
3.1.2.4. Бішофіт.....	185
3.1.2.5. Карбонатна сировина.....	187
3.1.2.6. Барит .....	190
3.1.2.7. Йод і бром.....	193
3.1.2.8. Бор .....	195
3.1.2.9. Алуніт .....	197
3.1.3. Мінеральні пігменти.....	199
3.2. Гірничотехнічна сировина .....	204
3.2.1. Абразивні матеріали .....	204
3.2.2. Електро- та радіотехнічна сировина .....	208
3.2.2.1. Графіт .....	208

3.2.2.2. Пірофіліт.....	213
3.2.2.3. Мусковіт .....	215
3.2.2.4. Озокерит.....	217
3.2.3. Мінеральні сорбенти.....	219
3.2.3.1. Цеоліти .....	219
3.2.3.2. Вермикуліт.....	222
3.2.3.3. Палигорскіт.....	224
3.2.4. Сировина для фарфорово-фаянсової та скляної промисловості .....	226
3.2.4.1. Каолін.....	226
3.2.4.2. Польовошпатована сировина .....	230
3.2.4.3. Кварцова сировина.....	233
3.2.4.4. Кварцовий пісок.....	236
3.2.4.5. Ріоліт .....	237
3.2.5. Сировина для кам'яного литва .....	238
3.3. Сировина для металургійної промисловості .....	243
3.3.1. Флюсова сировина .....	244
3.3.1.1. Вапняки флюсові .....	244
3.3.1.2. Доломіти.....	247
3.3.1.3. Флюорит.....	250
3.3.1.4. Ставроліт.....	255
3.3.2. Вогнетривка сировина .....	257
3.3.2.1. Магнезит .....	258
3.3.2.2. Дуніт, форстерит .....	261
3.3.2.3. Серпентиніт .....	264
3.3.2.4. Кварцити і кварцитоподібні пісковики.....	267
3.3.2.5. Кварцові піски для вогнетривів .....	271
3.3.2.6. Силіманіт, дистен, андалузит.....	272
3.3.2.7. Вогнетривкі глини.....	277
3.3.3. Сировина формувальна та для згрудкування рудних концентратів.....	281
3.4. Будівельна сировина.....	285
3.4.1. Будівельне каміння .....	286
3.4.2. Наповнювачі бетону .....	292
3.4.3. В'язуча сировина .....	297
3.4.4. Цегельно-черепична сировина .....	310
3.5. Каменebarвна та ювелірна сировина .....	314
3.5.1. Алмаз.....	317
3.5.2. Бурштин .....	320
3.5.3. Гагат.....	326
3.5.4. Топаз.....	327

3.5.5. Берил.....	329
3.5.6. Родоніт.....	331
3.5.7. Мармуровий онікс.....	332
<b>4. Горючі корисні копалини.....</b>	<b>334</b>
4.1. Нафта і газ.....	334
4.2. Вугілля.....	339
4.3. Горючі сланці.....	346
<b>5. Підземні води.....</b>	<b>348</b>
5.1. Питні та технічні підземні води.....	349
5.2. Мінеральні води.....	352
5.3. Термальні води та лікувальні грязі.....	355
<b>Література.....</b>	<b>357</b>

*Пам'яті першого декана географічного факультету Криворізького державного педагогічного університету кандидата педагогічних наук, доцента В. В. Булгакова*

## **ПЕРЕДМОВА**

Відомості про корисні копалини України наводяться у підручниках «Фізична географія України» та «Економічна і соціальна географія України», де вони розглядаються в зв'язку з геологічною будовою території та як основна складова мінерально-сировинної бази країни. Проте в зазначених підручниках наводиться досить коротка характеристика корисних копалин, будови та складу їх родовищ, закономірностей розповсюдження в земній корі та географічного положення. З метою розширення та поглиблення знань студентів про корисні копалини, які формують мінерально-сировинну базу країни, що є основою її економічної незалежності, а також про основні види мінеральної сировини, геологічну будову родовищ, їх класифікацію, ресурсний потенціал і географічне поширення мінеральної сировини укладено даний посібник.

В основі посібника лежать сучасні уявлення про геологічну будову і геолого-тектонічне районування території України, які викладені в монографічних працях та численних публікаціях О. Боброва, В. Бондарчука, С. Галецького, В. Кирилюка, С. Круглова, Є. Лазька, І. Паранька, М. Семененка, В. Сологуба, В. Рябенка, Є. Шнюкова, А. Чекунова та ін. Класифікація корисних копалин наведена згідно з чинною класифікацією, розробленою Державною геологічною службою України, а запаси та ресурси відповідають показникам, відображеним у Державних балансах корисних копалин України станом на перше десятиріччя XXI століття.

Відомості про геологічну будову родовищ корисних копалин, їх якісні та кількісні характеристики базуються на аналізі та узагальненні матеріалів, які викладені в сучасних монографічних зведеннях «Металічні та неметалічні корисні копалини» (2005 р.), «Мінеральні ресурси України та світу» (2007 р.), «Нафта і газ Укра-



їни» (2008 р.), укладених колективами наукових працівників і фахівців з пошуків та розвідки родовищ корисних копалин профільних інститутів НАН України, галузевих інститутів і підприємств Державної геологічної служби України під керівництвом Л. Галецького, Д. Гурського, К. Єсипчука, М. Іванюти, В. Калініна, Є. Куліша, В. Мартинюка, В. Нечаєва, А. Субботіна, Ю. Третьякова, Д. Чумака, В. Шумлянського.

Схеми поширення родовищ корисних копалин на території України складені з використанням картографічних матеріалів Інституту геологічних наук НАН України, Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ), Державної геологічної служби України, Української нафтогазової академії.

В основу посібника покладено також матеріали, викладені в підручниках «Металічні корисні копалини України» і «Неметалічні корисні копалини України», укладених колективом співробітників геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка у складі В. Виноградова, О. Гелети, О. Грінченка, М. Курила, В. Михайлова, Л. Михайлової, В. Огар'я, О. Омельчука, В. Шевченка, В. Шунька, Д. Щербака.

# 1. ЗАГАЛЬНІ РИСИ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

## 1.1. ГЕОЛОГО-ТЕКТОНІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ

Україна займає вигідне положення в геоструктурному ансамблі Центральної та Східної Європи. У її межах зосереджені геологічні споруди, сформовані впродовж усієї історії розвитку земної кори – від докембрійських кратонів до складчастих систем альпійського віку (рис. 1). Їх виділення базується на низці ознак, серед яких чільне місце належить типу тектонічного режиму розвитку територій (платформний або геосинклінальний), часу проявлення складчастості (байкальська, каледонська, герцинська, кіммерійська, альпійська) і характеру взаємовідношень різних структурних форм (поступові переходи, глибинні розломи, передові прогини тощо). За цими ознаками в межах певних територій виділяють *платформні* та *складчасті* області. Перші за віком консолідації їх фундаменту з урахуванням часу формування базальних комплексів чохла поділяються на древні платформи, фундамент яких сформувався протягом кількох докембрійських епох, і молоді з фанерозойськими складчастими основами. Серед останніх за віком головної складчастості розрізняють байкальські, каледонські, герцинські, кіммерійські та альпійські, а молоді платформи відповідно називають епібайкальськими, епікаледонськими і епігерцинськими, що відображає їх формування в післябайкальський, післякаледонський, післягерцинський час. Молодших за епігерцинські, тобто післякіммерійських і післяальпійських, платформ не існує.



Рис. 1. Схема тектонічного районування території України  
(складена з використанням матеріалів Л. С. Галецького та ін.)

1-3 - платформні області та їх структурні елементи: 1 - Східноєвропейська древня (дорифейська) платформа: а - Український щит; б - Волино-Подільська плита з фрагментами Молдовської плити, б<sub>1</sub> - у межах схилу Українського щита; в - Причорноморська западина, в<sub>1</sub> - у межах схилу щита, в<sub>2</sub> - у межах Волино-Подільської плити; г - Дніпровсько-Донецька западина, г<sub>1</sub> - у межах схилу Українського щита, г<sub>2</sub> - у межах схилу Воронезької антеклізи; д - схил Воронезької антеклізи; 2 - Західноєвропейська молода (епіпалеозойська) платформа: 1 - Лежайський масив, 2 - Розтоцька зона, 3 - Коханівська зона, 4 - Рава-Руська зона; 3 - Скіфська (епіпалеозойська) платформа.

4-6 - складчасті споруди: 4 - вариські (герцинські): 1 - Мармароський масив, 2 - Північна Добруджа, 3 - Донбас; 5 - кіммерій-альпійські: Гірський Крим і Керченський півострів; 6 - альпійські: Українські Карпати: а - Внутрішні, б - Зовнішні; 7 - крайові прогини: а - Переддобруджинський, б - Передкарпатський, в - Індоло-Кубанський, г - Закарпатський.

8-10 - інші умовні позначення: 8 - границя Східноєвропейської платформи; 9 - границя мегазон тектонічної активізації: I - Північноукраїнської, II - Центральноукраїнської, III - Південноукраїнської; 10 - границі тектонічних структур.

Більш дрібне районування платформних і складчастих областей базується на структурних відмінностях, що визначають сучасний структурний вигляд їх окремих частин і обумовлені проявленнями різновікових тектонічних процесів.

Древні платформи, або як їх ще називають кратони, становлять значні за розмірами (у декілька мільйонів квадратних

кілометрів і більше) ділянки древньої континентальної кори, сформованої в архей – середньопротерозойський період розвитку Землі, який ще називають *протогеєм*. Упродовж *неогеоу*, що в хронологічному (віковому) відношенні відповідає пізньому протерозою (рифей-венд) і фанерозою, ці області характеризувалися порівняно спокійним тектонічним режимом. Він проявився у відносно незначних вертикальних рухах земної кори, невираженій їхній диференційованості на площі, відсутності або слабо вираженій лінійності в контурах та розташуванні окремих тектонічних елементів і порівняно незначних швидкостях піднімання та опускання окремих ділянок (за деякими винятками) земної кори. У зв'язку з цим на древніх платформах навіть протягом тривалого геологічного часу (десятки та сотні мільйонів років) накопичувалися відклади відносно незначної потужності (не більше декількох кілометрів). У їхньому рельєфі іноді виникають і довго не зберігаються значні височини і тим більше гірські області, а в геоморфологічному відношенні вони відповідають *континентальним рівнинам*.

Ранній етап розвитку древніх платформ, який у хронологічному відношенні відповідає неопротерозойському еону, характеризується загальним підніманням земної кори, на фоні якого має місце також локальне опускання вузьких обмежених глибинними розломами лінійно витягнутих ділянок з утворенням грабеноподібних западин, названих М. С. Шатським *авлакогенами*. Пізніше, головним чином в фанерозої, у межах древніх платформ опускання охоплювало значні за розмірами території, на яких формується покрив не дислокованих (не зім'ятих в складки) або слабо дислокованих відкладів, які утворюють так звані *плити*. Складені вони осадовими породами палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку. У межах плит, залежно від умов залягання порід, потужностей відкладів та повноти розрізів чохла і глибини його підосви, розрізняють декілька типів структурних елементів, які ускладнюють будову самих плит. Це *синеклізи, антеклізи, сідловини, схили щитів, перикратонні прогини*. Субгоризонтальне залягання порід плитного комплексу можуть ускладнювати вали, плакатикліналі, які формуються над похованими авлакогенами або потужними зонами глибинних розломів, а також флексури, діапірові структури тощо.

Одночасно із зануренням фундаменту під плитами на платформах у фанерозої чітко окреслюються ділянки, які практично впродовж всього періоду їх розвитку зберігали тенденцію до абсолютного або відносного піднімання – це *щити*.

Щити є значними за розмірами, ізометричними або видовженими в плані ділянками виходу на поверхню докембрійського фундаменту платформи, і складені вони інтенсивно дислокованими метаморфічними породами архейського і палеопротерозойського віку.

На відміну від регіонально метаморфізованого фундаменту, чохол древніх платформ не містить слідів метаморфічних процесів, що свідчить про суттєве зниження термічного режиму при переході до платформного етапу розвитку земної кори, а самим платформам властивий дуже низький тепловий потік. Саме цим пояснюється відсутність або обмежене проявлення магматичних процесів упродовж тривалого періоду розвитку древніх платформ. Разом з тим, на певних етапах розвитку платформ спостерігається активізація магматичних процесів з утворенням специфічних (власне платформних) магматичних формацій: трапової, нефелінових сієнітів, лужно-ультраосновної тощо.

Другою основною категорією історико-тектонічного районування континентів, як уже зазначалося вище, є *складчасті області* неогеою, які започаткувалися в кінці неопротерозою, а впродовж фанерозою відбувалася тільки зміна їх обрисів.

Історія геологічного розвитку складчастих областей охоплює два основні мегаетапи. Перший з них – це власне *геосинклінальний етап*, для якого характерним є значна тектонічна активність літосфери, виражена через диференційовані вертикальні і горизонтальні рухи, а також високий термічний режим земної кори і верхньої мантії. При вертикальних коливаннях провідна роль належить низхідним рухам (опусканню), а висхідні (піднімання) займають другорядне місце. Горизонтальні рухи проявляються через значні амплітуди переміщення окремих блоків земної кори.

Другий мегаетап включає виникнення на місці геосинклінали *складчастого поясу*, тектонічний та термічний режим якого поступається за своєю активністю режиму геосинклінального мегаетапу, але при цьому суттєво перевищує тектонічний та термічний режими древніх платформ. Зазвичай такі ділянки

земної кори є місцями формування молодих фанерозойських платформ.

Формування геосинкліналей і геосинклінальних поясів відбувалося як на корі океанічного, так і континентального типу. Для початкових стадій розвитку геосинкліналей властиве формування вузьких протяжних зон опускання земної кори і накопичення в таких прогинах потужних товщ морських відкладів. Стадія опускання змінюється стадією інверсії (піднімання), при якій відбувається інтенсивне складкоутворення, проявлення магматичних та метаморфічних процесів. Магматизм здебільшого на цій стадії виражений через укорінення інтрузивних тіл. Інверсійна стадія змінюється стадією орогенезу, де провідна роль належить висхідним вертикальним рухам, що спричиняє гороутворення, інтенсивний розвиток екзогенних процесів і формування своєрідних, характерних тільки для орогенної стадії поліфаціальних відкладів, представлених у низах розрізів утвореннями переважно морських, а у верхах – континентальних фацій. Такі відклади заповнюють передові (або крайові) прогини та міжгірські западини і називаються *моласами*.

Загальна тривалість розвитку геосинкліналі становить 1,0–1,5 млрд. років, але закриття геосинклінальних поясів відбувається поступово. На окремих ділянках стадія розвитку геосинклінального поясу може завершитися раніше, а на інших ще продовжуватися. Завершення розвитку геосинкліналі фіксується проявленням кінцевої складчастості. За віком останньої визначається і вік геосинкліналей.

В історії геологічного розвитку Землі, як уже зазначалося вище, відомо п'ять головних фаз складчастості: *байкальська* (кінець пізнього протерозою – початок палеозою), *каледонська* (кінець раннього палеозою), *герцинська* або *вариська* (кінець пізнього палеозою), *кіммерійська* (кінець мезозою) і *альпійська* (кінець палеоцену – неоген).

Суттєве значення при тектонічному районуванні територій відіграють відомості про глибинну будову земної кори, тому нижче коротко зупинимося на загальних рисах будови літосфери території України.

## 1.2. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ЛІТОСФЕРИ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Територія України завдяки поширенню в її межах різнотипових і різновікових геоструктурних елементів є дуже цікавою для вивчення глибинної будови земної кори та верхньої мантії. Більша частина її площі, як це буде показано нижче, розташована на древній Східноєвропейській платформі, структурний вигляд якої визначають Український щит, Дніпровсько-Донецька западина, Волино-Подільська плита та Південноукраїнська монокліналь. У зонах поєднання її з молодими Західноєвропейською та Скіфською платформами поширені лінійно витягнуті підняття та грабеноподібні прогини. Геосинклінальні складчасті системи разом з передовими прогинами представляють усі тектонічні цикли від дорифейських, закарбованих у будові Українського щита, до байкальського, утворення якого складають фрагменти фундаменту Західноєвропейської платформи, герцинського (Донбас, Добруджа, Мармароський масив), кіммерійського (Гірський Крим) й альпійського (Карпати). Таке різноманіття геоструктур зумовлене, насамперед, особливостями глибинної будови літосфери території України, встановленими на підставі інтерпретації результатів глибинного сейсмічного зондування, як основного методу вивчення літосфери.

Згідно з результатами геофізичних досліджень у літосфері території України спостерігаються численні сейсмічні поверхні, які є геологічними межами між різними за складом шарами земної кори, або поверхнями. Проте, як зазначають В. Б. Соллогуб і А. В. Чекунов, серед них тільки чотири поверхні є найбільш стійкими і можуть бути покладеними в основу моделі глибинної будови земної кори, а саме: *поверхня дорифейського (K<sub>1</sub>) і більш молодого фундаменту*, яка характеризується швидкостями проходження сейсмічних хвиль у межах 5,8–6,2 км/с; *поверхня древнього протофундаменту (K<sub>2</sub>)* зі швидкостями проходження сейсмічних хвиль 6,4–7,4 км/с; *поверхня Мохоровичича (M)*, де швидкість хвиль відповідає діапазону 8,0–8,4 км/с. Окрім того, у тектонічно активних районах між корою та мантією простежується шар корово-мантіїної суміші (K-M) зі швидкостями хвиль 7,4–7,8 км/с, а у верхній частині мантії місцями

встановлені ділянки з пониженими швидкостями поздовжніх хвиль, що вказує на присутність астеносфери.

У межах території України поверхня дорифейського фундаменту залягає на різних глибинах (рис. 2). Так, на Українському щиті вона практично виходить на денну поверхню, у районі Чернігова (Дніпровсько-Донецька западина) залягає на глибинах 5–6 км, у Донбасі глибина залягання дорифейського фундаменту 20–22 км, у Карпатському регіоні ця величина складає 20–25 км, а в акваторії Чорного моря – 15–20 км. У деяких районах осадові відклади залягають не на рифейському фундаменті, а на більшш древньому, так званому протофундаменті ( $K_2$ ), який характеризується швидкістю поширення сейсмічних хвиль близько 7,0 км/с. Установлено також, що тут відсутній «гранітний» шар земної кори. Це в першу чергу стосується Донбасу (західніше довготи м. Донецька), де осадові відклади, потужність яких становить близько 22 км, безпосередньо залягають на сейсмічній поверхні  $K_2$ , яка характеризується швидкістю поширення сейсмічних хвиль 7,0 км/с. Тут протяжність зони, яка відповідає відкритому Донбасу, з відсутнім «гранітним» шаром досягає 250 км при ширині 50–60 км, а на поверхні древнього фундаменту безпосередньо залягають рифейські відклади. У нижній частині кори простежується коро-мантіїний шар зі швидкістю поширення сейсмічних хвиль 7,4–7,6 км/с.

«Гранітний» шар відсутній також і в межах Карпатського регіону (ділянка Долина – Рахів), де осадова товща залягає на поверхні консолідованої кори, утвореної своєрідним «поєднанням» двох сейсмічних горизонтів зі швидкістю проходження сейсмічних хвиль близько 7,0 км/с – дорифейського фундаменту  $K_1$  і протофундаменту  $K_2$ .

Третім районом території України, де «гранітний» шар не простежується, є, як це зазначалося вище, акваторія Чорного моря. Тут осадові відклади безпосередньо залягають на «базальтовому» шарі.

Більшість дослідників глибинної будови земної кори пов'язує відсутність «гранітного» шару в межах зазначених районів України з процесами рифтогенезу та частковим укоріненням у верхні частини кори магматичних порід основного складу. Це дає можливість припускати наявність у центральній частині Чорноморської западини рифтової структури субширотного простягання.



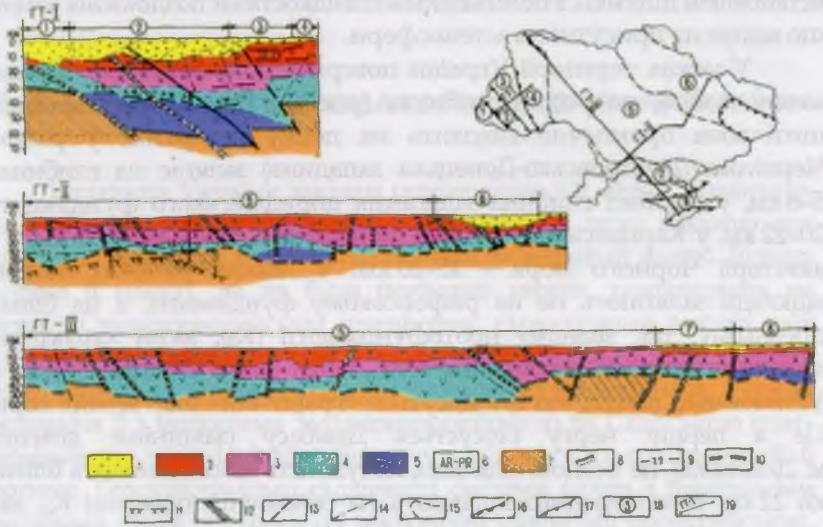


Рис. 2. Глибинна будова території України вздовж геотраверсів ГТ-I, ГТ-II, ГТ-III (складена з використанням матеріалів Л. С. Галецького та ін.)

1-14 – умовні позначення для геофізичних розрізів: 1 – осадовий шар; 2 – «гранітний» шар; 3 – «діоритовий» шар; 4 – «базальтовий» шар; 5 – коро-мантійна суміш; 6 – вік породних комплексів; 7 – мантія; 8 – сейсмічні площадки; 9 – ізолінії швидкостей проходження сейсмічних хвиль; 10 – границя Мохоровичича; 11 – поверхня протоастеносфери; 12 – глибинні розломи; 13 – трансконтинентальні тектонічні шви; 14 – насуви.

15-19 – умовні позначення для схеми розташування геотраверсів: 15 – межі Українського щита та Воронежського кристалічного масиву; 16 – межі платформ; 17 – межі складчастих областей; 18 – регіони: 1 – Закарпаття, 2 – гірська область Карпат, 3 – Передкарпаття, 4 – Волино-Поділля, 5 – Український щит і його південний схил, 6 – Дніпровсько-Донецька низовина, 7 – Причорноморська западина, 8 – Рівнинний Крим; 19 – геотраверси.

Нижче горизонту  $K_1$  у товщі консолідованої кори залягає горизонт  $K_2$ , простежений на більшій частині території України. У межах Українського щита та його схилів глибина залягання цього горизонту змінюється від 5 до 20 км, а в западинах, які облямовують щит, вона збільшується до 15–25 км. Будова докембрійських комплексів щита вище горизонту  $K_2$  дуже складна, що підтверджується наявністю численних сейсмічних поверхонь відбивання, які залягають під різними кутами нахилу та утворюють своєрідні складно побудовані антикліналі і синкліналі. Складені ці структури метаморфізованими та гранітизованими осадововулканогенними утвореннями архею і протерозою. Нижче гори-

зонту  $K_2$  сейсмічні поверхні відбивання здебільшого залягають субгоризонтально.

Сукупно з геологічними даними цей факт дозволяє вважати сейсмічний горизонт  $K_2$  поверхнею древнього протофундаменту. Можна припускати, що первинно горизонт  $K_2$  і породи, які залягають нижче та характеризуються основним складом, раніше також мали швидкість поширення сейсмічних хвиль близько 7,0 км/с, але пізніше протофундамент був перекритий утворенням архейського та протерозойського віку, які в подальшому зазнали тектонічних деформацій, метаморфізму і гранітизації. Внаслідок цих процесів породи первинного осадового шару зазнали змін фізичних властивостей, що призвело до зміни швидкостей поширення сейсмічних хвиль, величини яких відповідають сьогоденним, тобто 5,8–6,0 км/с. Завдяки гранітизації змінилася і верхня частина древнього фундаменту (горизонт  $K_2$ ), а також глибинні комплекси, у яких швидкість поздовжніх хвиль знижується від первинних 7,0 км/с до значень 6,4–6,5 км/с і менше. У сучасній консолідованій корі швидкість поступово зростає і досягає 7,0 км/с лише на глибинах 30–35 км. Різкої межі із сейсмічною поверхнею зі значенням швидкості 7,0 км/с не спостерігається.

Нижче горизонту  $K_2$  знаходиться шар зі швидкостями поширення поздовжніх сейсмічних хвиль 7,4–7,7 км/с, який є так званою коро-мантією сумішшю (К-М). Його виявлено у Волино-Поліському, Дніпровсько-Донецькому, Одесько-Джанкойському і Передкарпатському районах. Покрівля цього шару в різних регіонах характеризується різними акустичними властивостями, які закономірно змінюються при переході від молодих структур до більш древніх.

Наступним елементом земної кори є так званий «базальтовий» шар, якому притаманна значна мінливість потужності в межах території України. В одних місцях його потужність незначна і в розрізі кори різко переважає «гранітний» шар. Це стосується Білоцерківського, Фастівського, Кіровоградського, Запорізько-Сумського та Приазовського районів Українського щита. Разом з тим у північно-західній частині регіону, а також у районі м. Голованіська потужність «базальтового» шару досягає 20–25 км. У Дніпровсько-Донецькій западині ця величина становить 10–15 км.

Таким чином, усю територію України за показниками потужності «базальтового» шару, а відповідно, і за вмістом у земній корі Криві описаного складу можна розділити на дві частини.

Перша розташована на північному заході країни (Волино-Поліський район) і характеризується максимальною потужністю «базальтового» шару 25 км, друга – займає південну частину території України, де потужність цього шару змінюється від 10 до 15 км.

Звідси випливає, що в будові консолідованої земної кори території України беруть участь три відмінних за акустичними властивостями комплекси.

**Перший** зверху, який умовно називають «гранітним», об'єднує осадово-вулканогенні, сильно дислоковані та метаморфізовані породи палеопротерозою зі швидкостями проходження сейсмічних хвиль 5,8–6,2 км/с.

**Другий** комплекс, названий В. Б. Соллогубом «гранодіоритовим», складений високометаморфізованими і гранітованими осадово-вулканогенними та первинно осадовими породами архею зі швидкостями проходження сейсмічних хвиль 6,4–6,6 км/с на щиті і 6,6–6,8 км/с під западинами, які залягають нижче горизонту  $K_2$ .

**Третій** комплекс, «базальтовий», об'єднує породи, для яких характерні швидкості проходження сейсмічних хвиль 7,0–7,4 км/с. Вони підстеляють «гранодіоритовий» шар та залягають на поверхні М зі швидкостями 8,1–8,4 км/с, а в тектонічно активних районах – на корово-мантієній «суміші» К-М зі швидкостями 7,4–7,8 км/с.

Аналіз потужностей і складу зазначених шарів земної кори в різних районах України з урахуванням коефіцієнтів гранітоїдності (визначається як відношення потужності «гранітного» шару до загальної потужності консолідованої кори) та базальтоїдності (відношення потужності «базальтового» шару до загальної потужності консолідованої кори) дозволив В. Б. Соллогубу та А. В. Чекунову виділити в межах території України три типи кори: сіалічний, фемічний та перехідний (табл. 1).

Для *сіалічного типу* кори визначальними є відсутність осадових відкладів, потужний (до 45 км) «гранітний» шар проти 10-кілометрового «базальтового», а також коефіцієнт гранітоїдності 0,8–1,0 і базальтоїдності – 0,08–0,20. Це засвідчує, що основна частина консолідованої кори складена кислими породами, а породи основного складу підпорядковано поширені в її нижній частині. Такий тип характерний для Українського щита.

Для другого, *перехідного*, типу кори коефіцієнти гранітоїдності та базальтоїдності рівні, відповідно, 0,4–0,6 і 0,4–0,5, а потужності «гранітного» і «базальтового» шарів майже однакові.

Таблиця 1

Метрична характеристика шарів земної кори в різних районах України  
(за матеріалами В. Б. Соллогуба та А. В. Чекунова)

Тип земної кори	Райони	Потужність шарів, км			
		осадового	гранітного	базальтового	консолідованої кори
Сіалічний	Приазовський	0	37	3	40
	Запорізько-Сурський	0	30	0	30
	Кіровоградський	0	40	0	40
	Орловсько-Кіровоградський	0	40	10	50
	Криворізько-Крупецький	0	45	10	55
	Одесько-Ядлівський	0	45	10	55
Перехідний	Дніпровсько-Донецький	15	10	10	20
	Гірський Крим	10	15	20	35
	Закарпаття	5	10	10	20
	Рівнинний Крим	10	10	10	20
Фемічний	Донбас	20	0	25	25
	Карпати	20	0	25	25
	Чорноморська западина	15	0	15	15

**Фемічному типу** кори властивий потужний осадовий шар (15–20 км), відсутність «гранітного» шару і потужний (15–25 км) «базальтовий», при цьому коефіцієнти гранітоїдності та базальтоїдності рівні нулю. Такий тип характерний для складчастих регіонів (Донбас, Карпати) і Чорноморської западини.

Таким чином, у межах території України виділяються ділянки земної кори, де відсутній або майже відсутній «базальтовий» шар (сіалічний тип), райони без «гранітного» шару (фемічний тип) і райони з перехідним типом кори. Отже, ці райони становлять своєрідні структури, які принципово відрізняються внутрішньою будовою та речовинним складом, що має суттєве значення для тектонічного районування території України і розуміння історії розвитку окремих її структурних елементів.

Зазначені особливості знайшли своє відображення і в будові рельєфу поверхні Мохоровичича. Так, у Карпатському регіоні глибина залягання поверхні М змінюється від 50 до 55 і більше км; у районі Поділля вона зменшується до 40–45 км; під Українським щитом поверхня М залягає на глибинах 45–50 км, а в Дніпровсько-Донецькому регіоні – 35–40 км (рис. 3).

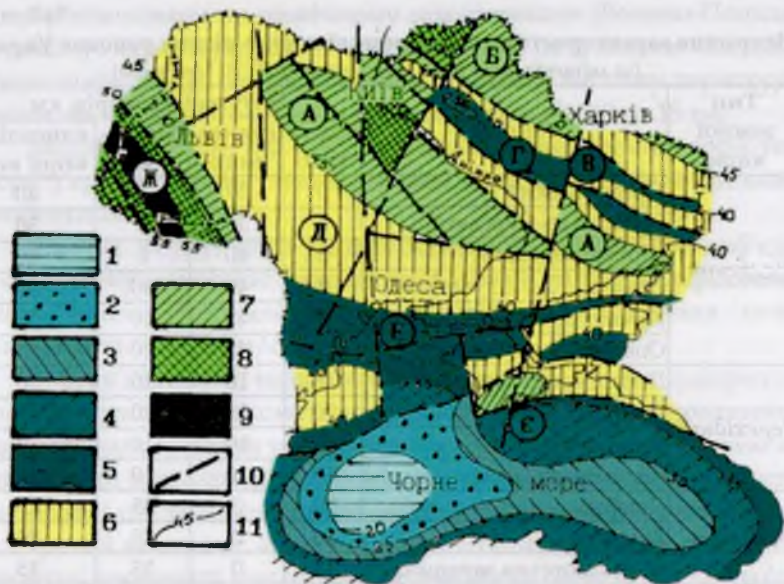


Рис. 3. Схема рельєфу поверхні Мохоровичича під територією України  
(складена з використанням матеріалів В. Б. Соллогуба і А. В. Чекунова)

Глибина залягання поверхні М: 1 – < 20 км; 2 – 20–25 км; 3 – 25–30 км; 4 – 30–35 км; 5 – 35–40 км; 6 – 40–45 км; 7 – 45–50 км; 8 – 50–55 км; 9 – > 55 км.

Інші умовні позначення: 10 – глибинні розломи; 11 – лінії рівних глибин до поверхні М (в км).

Літери в кружках: А – Український щит, Б – південно-західний схил Середньоруської височини, В – Донбас, Г – Дніпровсько-Донецька низовина, Д – Причорноморська низовина, Е – Рівнинний Крим, Є – Гірський Крим, Ж – Карпати.

Подібна картина спостерігається і в субмеридіональному напрямку від Чорного моря до Полісся. В акваторії Чорного моря поверхня М фіксується на глибинах від 20 до 30 км; в межах Причорноморської низовини вона збільшується до 40 км; під Українським щитом становить 40–55 км, а північніше в районі Прип'ятської низовини знову зменшується до 40–45 км. Отже, характер зміни глибини залягання поверхні М також може бути критерієм районування. Окрім того, він дозволяє виявити істинні, замасковані потужним осадовим чохлам, глибинні межі між різними за будовою та складом геологічними регіонами.

Одним з основних елементів верхньої мантії є шар з пониженими швидкостями поширення поздовжніх сейсмічних хвиль,

який більшість дослідників схильна вважати за астеносферу. Він залягає в інтервалі глибин 60–140 км і в межах території України утворює своєрідний піднятий «вал», який простягається від Кримського півострова на північний захід. Мантійними розломами північно-східного простягання ця астеносферна зона поділяється на чотири сегменти, які відрізняються один від одного за потужністю літосфери.

*Перший* сегмент, найбільш західний, розташований на території Карпат, Волині і Полісся, де покрівля астеносфери залягає на глибині близько 100 км. Його південно-східною межею є Тетерівська зона розломів.

*Другий* сегмент, який у південно-східному напрямку змінює перший, розташований в межах Поділля, де потужність літосфери збільшується до 150 км.

*Третій* сегмент із південного сходу обмежується мантійним розломом, що простягається по лінії Одеса – Харків. Він характеризується максимальною потужністю літосфери 200–250 км як в активних, так і пасивних тектонічних регіонах Східноєвропейської платформи, що не властиве згаданим вище сегментам.

*Четвертий* сегмент, найбільш східний, охоплює Кримський півострів, пониззя Дніпра, Приазов'я та Донбас. У його межах потужність літосфери становить 100–150 км, що робить його подібним до другого сегмента.

Таким чином, як із позиції структури поверхні астеносферного шару, так і за характером рельєфу поверхні Мохоровичича та глибинною будовою земної кори, вираженою в її типах (фемічний, перехідний, сіалічний) і змінах потужностей осадового, «гранітного», «гранодіоритового» та «базальтового» шарів у межах території України виділяються ділянки з платформним і геосинклінальним типами кори та рифтові зони, відокремлені мантійними і мантійно-коровими розломами.

### **1.3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ГЕОСТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Територія України характеризується різноманіттям геоструктурних елементів. Тут наявні древні і молоді платформи, а також різновікові складчасті області.

#### **1.3.1. ПЛАТФОРМНІ ОБЛАСТІ**

Основна частина території України, що складає близько 95 % її площі, розташована в межах платформних областей, до яких належать: 1) древня дорифейська Східноєвропейська платформа (кратон) з нижньодокембрійським фундаментом; 2) молода Західноєвропейська платформа з байкальською та каледонською складчастими основами; 3) Скіфська плита з фундаментом байкальсько-вариського віку, консолідованим у процесі кіммерійського тектоногенезу.

##### **1.3.1.1. СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКА ПЛАТФОРМА**

Східноєвропейська платформа лише південно-західною частиною заходить на територію України, але при цьому займає близько 90 % її площі. Із заходу вона обмежена Белз-Балучинським та Рогатинським розломами, а південна межа проходить по Кагульсько-Ізмайльському розлому.

Основними її структурними елементами в межах території України є Український щит і його схили, Волино-Подільська плита, фрагменти Молдовської плити, Переддобруджинський прогин, Причорноморська западина, Дніпровсько-Донецька западина і південно-західний схил Воронезької антеклізи (рис. 4).

Центральне місце серед цих структур займає *Український щит*, у будові якого бере участь низка відокремлених глибинними розломами мегаблоків і міжблокових зон, що відрізняються специфічними рисами ранньодокембрійської історії геологічного розвитку.



Рис. 4. Схема районування осадового чохла території України (складена з використанням матеріалів Л. С. Галецького та ін.)

1 - Український щит; 2 - грабени, ерозійно-тектонічні западини (1 - Овруцький грабен, 2 - Конксько-Ялинська западина); 3 - Астроблеми (1 - Оболонська, 2 - Білилівська, 3 - Ротмістрівська, 4 - Іллінецька, 5 - Бовтиська, 6 - Зеленогайська, 7 - Тернівська); 4 - вулканосні депресії (1 - Крижанівська, 2 - Тетіївсько-Оратівсько-Тарнавська, 3 - Глино-Богданівська, 4 - Криничуватсько-Михайлівсько-Мар'янівська, 5 - Новоолександрівсько-Домотканська, 6 - Синельниковсько-Придніпровська, 7 - Санжарівська, 8 - Орхівська, 9 - західно- та Східно-Криворізька); 5 - Волино-Подільська плита та фрагмент Молдавської плити; 6 - Волино-Одеська монокліналь; 7 - прогини (1 - Львівський, 2 - Переддобруджинський); 8 - Волинське палеозойське підняття; 9 - Південноукраїнська монокліналь; 10 - Каркінітсько-Північно-Кримський пізньокрейдово-палеогеновий прогин; 11 - Центрально-Кримське крейдово-палеогенове підняття; 12 - Альмінська крейдово-палеогенова западина; 13 - Дніпровсько-Донецька мезозойська западина; 14 - північний борт Дніпровсько-Донецької западини, накладений на Воронежську антиклизу; 15 - південний схил Воронежської антиклизу; 16 - складчасті споруди (1 - Українські Карпати, 2 - Крим, 3 - Добруджа, 4 - Донбас); 17 - альпійські прогини (1 - Передкарпатський, 2 - Індоло-Кубанський, 3 - Закарпатський); 18 - границі структур.

Як стала ділянка земної кори з властивими їй висхідними рухами впродовж усієї історії геологічного розвитку щит сформувався після кратонізації його фундаменту, але близьких до сучасних контурів він набув лише в середньому палеозої (девоні) після розпаду Сарматського щита і формування грабена Дніпровсько-Донецької западини.



Щит становить високо підняту (до 200, іноді 320 м над рівнем моря) горстоподібну структуру, складену кристалічними породами докембрію, перекритими мезо-кайнозойськими відкладами. Його границі проходять по зонах глибинних розломів. На захід фундамент поступово занурюється під потужний покрив різновікових утворень протерозою і фанерозою, утворюючи велику структуру плити субмеридіонального простягання – Дністровський перикратонний прогин, який на півночі обмежується Луківсько-Ратнівським виступом фундаменту, а на південному заході серією уступів переходить у Передкарпатський прогин. На заході і південному заході фундамент полого занурюється до відміток 3,5–4 км, досягаючи в області Передкарпатського прогину 7,0–8,0 км. Перикратонний прогин у південній частині закладений на кристалічних породах фундаменту, а в північній – на породах рифею.

У сучасному структурному плані перикратону виділяються Подільська монокліналь, Північно-Молдовський та Волинський (Ковельський) виступи, а на південному заході блоки із більш молодим фундаментом.

До західної, найбільш прогнутої частини перикратону, належить палеозойський Львівський прогин, який успадковує простягання перикратону і виходить за межі України вже під назвою Люблінський прогин. На південному сході щит по глибинному розлому межує зі Скіфською плитою.

Характерною особливістю щита є його шарувато-блокова будова (рис. 5). Шаруватість визначена наявністю у вертикальному розрізі шести різновікових структурно-формаційних комплексів (СФК). У віковій послідовності<sup>1</sup> виділяються наступні СФК: палеоархейський ендербіт-гранулітовий, мезоархейський плагіограніт-амфіболітовий, неоархейський тоналіт-зеленокам'яний, палеопротерозойський гранітоїдно-метатеригенний, мезопротерозойський плутонічний і неопротерозойський вулканогенно-осадовий.

*Ендербіт-гранулітовий комплекс* складений метаморфізованими в умовах гранулітової фації вулканогенно-осадовими утвореннями палеоархею. Це здебільшого гіперстенвмісні, глиноземисті гранат-біотитові, силіманіт-біотитові гнейси і кристалічні сланці, графітові гнейси, а також підпорядковано поширені мармури, кальцифіри і залізисті та безрудні кварцити.

<sup>1</sup> Хроностратиграфічне розчленування докембрію Українського щита прийнято згідно зі «Стратиграфічним кодексом України (1997)».

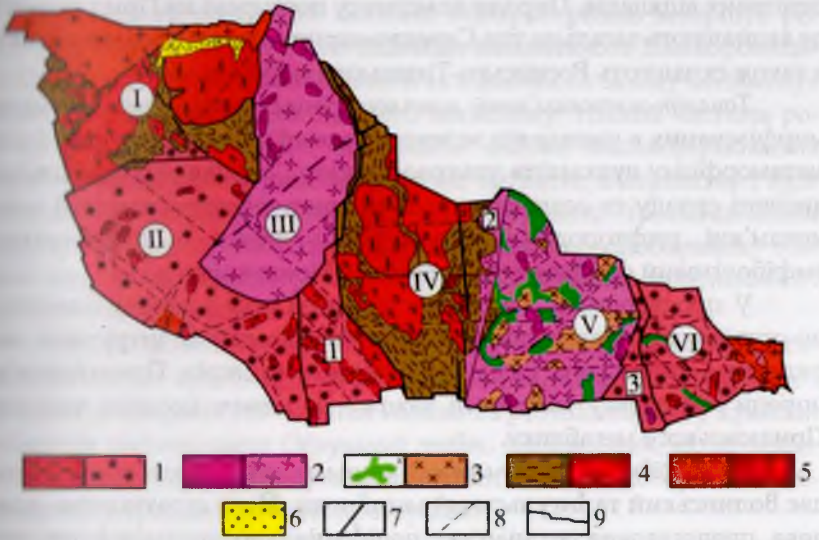


Рис. 5. Схема тектонічного районування Українського щита

Мегаблоки: I – Волинський, II – Дністровсько-Бузький, III – Росинсько-Тікицький, IV – Ігулецький, V – Середньопридніпровський, VI – Приазовський.

Міжблокові зони: 1 – Голованівська, 2 – Ігулецько-Криворізька, Оріхово-Павлоградська.

1 – палеоархейські породні комплекси: а – метавулканогенно-осадові, б – гранітоїдні; 2 – мезоархейські породні комплекси: а – метавулканогенно-осадові, б – гранітоїдні; 3 – неоархейські породні комплекси: а – метавулканогенно-осадові, б – гранітоїдні; 4 – палеопротерозойські породні комплекси: а – метавулканогенно-осадові, б – гранітоїдні; 5 – плутонічні породні комплекси мезопротерозою: а – діорити, габро-діорити, б – граніти рапаківи, анортозити, габро-анортозити, монцоніти; 6 – осадово-вулканогенні комплекси неопротерозою; 7 – межі мегаблоків; 8 – розломи; 9 – межі щита.

У тісному просторовому і віковому зв'язку з зазначеними породами знаходяться ендербіти, чарнокіти, гранатвмісні граніти, лейкократові та аляскітові граніти і граніто-гнейси, які сформувалися в процесі ультраметаморфізму метавулканогенно-осадових порід. У сучасному ерозійному зрізі щита утворення комплексу виходять на денну поверхню на Побужжі і в Західному Приазов'ї, де визначають будову Дністровсько-Бузького і Приазовського мегаблоків.

Плагіограніт-амфіболітовий комплекс визначає асоціація ультраметаморфічних плагіоклазових гранітів і їх мігматитів, які утворилися по біотитових, роговообманково-біотитових, роговообманкових гнейсах, кристалічних сланцях і амфіболітах, а останні, свою чергу, є результатом метаморфізму в умовах амфіболітової фації ефузивів основного і середнього складу, а також псаміто-

пелітових відкладів. Порооди комплексу поширені на Придніпров'ї, де визначають загальне тло Середньопридніпровського мегаблоку, а також складають Росинсько-Тикицький мегаблок.

*Тоналіт-зеленокам'яний комплекс* репрезентує асоціація метаморфізованих в умовах від зеленосланцевої до амфіболітової фації метаморфізму вулканітів ультраосновного, основного, середнього, кислого складу та осадових порід, які виповнюють своєрідні зеленокам'яні рифтоподібні структури, укладені в плагіограніт-амфіболітовий фундамент Середнього Придніпров'я.

У просторовому і віковому взаємозв'язку з метавулканогенно-осадовими утвореннями комплексу знаходяться інтрузивні перидотити, габро, плагіограніти і тоналіти. Окрім Придніпров'я, породи комплексу поширені також і в межах західної частини Приазовського мегаблоку.

*Гранітоїдно-метатеригенний комплекс* палеопротерозою складає Волинський та Інгульський мегаблоки. Його стратигенна складова представлена асоціацією поліфаціально метаморфізованих конгломератів, пісковиків, гравелітів, різноманітних слюдистих і графітовмісних сланців, карбонатних порід, а також залізисто-кременистих утворень. Процеси ультраметаморфізму спричинили перетворення частини зазначених порід на двопольовошпатові і мікроклінові граніти та мігматити, які складають другу, нестратигенну, частину комплексу. Його утворення виходять на денну поверхню в басейні рік Волині (Тетерів, Случ, Смолка та інших), а також на схилах долин рік Інгул, Інгулець, Ташлик, Південний Буг і численних балок у Центральній Україні. Породами цього комплексу складена також Криворізька, Жовторіченська, Галещинська і низка більш дрібних структур, які зі сходу примикають до Криворізько-Кременчуцького розлому.

*Мезопротерозойський плутонічний комплекс* представляють інтрузивні граніти рапаківі, анортозити, габро-анортозити та інші породи, які в межах Волинського мегаблоку складають Коростенський, а в Інгульському – Корсунь-Новомиргородський масиви. До цього комплексу відноситься також вулкано-плутонічна асоціація північно-західної частини щита, відома як Волино-Поліський пояс, складений основними та кислими метавулканітами (амфіболітами, габро-амфіболітами, лептитами) і так званими осницькими та пержанськими гранітоїдами.

*Осадово-вулканогенний комплекс* неопротерозою завершує розріз Українського щита. Його відклади виповнюють Білокоровицько-Овруцьку систему, яка з півночі та північного заходу облямовує Коростенський масив Волинського мегаблоку. Нижня частина розрізу комплексу складена асоціацією слабо метаморфізованих теригенних (конгломерати, пісковики, аргіліти, алевроліти) і вулканогенних (діабази, андезити, трахіандезити, трахіандезитові порфірити) порід, а верхня – монотонною червонобарвною товщею кварцитів, кварцито-пісковиків з прошарками серицитових і пірофілітових сланців.

Докембрійську структуру щита ускладнюють рифей-фанерозойські грабени, тектоно-ерозійні западини, астроблеми і вугленосні депресії. До перших належить розташований у крайній північній частині щита *Овруцький грабен*, виповнений, як це зазначалося вище, теригенно-вулканогенними та червонобарвними теригенними формаціями неопротерозою.

Серед ерозійно-тектонічних западин найбільш чітко вираженою є розташована в південно-східній частині щита *Конксько-Млинська западина*, виповнена мезо-кайнозойськими відкладами відповідного етапу активізації щита.

Астроблеми зосереджені здебільшого в центральній частині щита. Тут виявлено *Оболонську, Білилівську, Ротмістрівську, Іллінецьку, Бовтиську, Зеленогайську та Тернівську* астроблеми. При цьому Оболонська та Бовтиська мають діаметр більше 10 км, а всі інші значно менші.

У результаті мезо-кайнозойської активізації щита в межах потужних зон глибинних розломів сформувалися так звані депресії прирозломного типу, які були сприятливими для накопичення континентальних вугленосних відкладів і формування пов'язаних з ними рудоносних комплексів. До найважливіших депресій прирозломного типу, що локалізуються в центральній частині регіону, належать: *Крижанівська, Тетіївсько-Оратівсько-Тарнавська, Глино-Богданівська, Криничуватсько-Михайлівсько-Мар'янівська, Новоолександрівсько-Домотканська, Синельниківсько-Придніпровська, Санжарівська, Орхівська і Західно- та Східно-Криворізька*.

На заході та південному заході до щита примикає *Волино-Подільська плита* з фрагментами *Молдовської плити*, які характеризуються потужністю осадового чохла до 6–7 км. У ранній історії розвитку чохла плити виокремлюють два етапи: доплитний,

пелітових відкладів. Породи комплексу поширені на Придніпров'ї, де визначають загальне тло Середньопридніпровського мегаблоку, а також складають Росинсько-Тікицький мегаблок.

*Тоналіт-зеленокам'яний комплекс* репрезентує асоціація метаморфізованих в умовах від зеленосланцевої до амфіболітової фації метаморфізму вулканітів ультраосновного, основного, середнього, кислого складу та осадових порід, які виповнюють своєрідні зеленокам'яні рифтоподібні структури, укладені в плагіограніт-амфіболітовий фундамент Середнього Придніпров'я.

У просторовому і віковому взаємозв'язку з метавулканогенно-осадовими утвореннями комплексу знаходяться інтрузивні перидотити, габро, плагіограніти і тоналіти. Окрім Придніпров'я, породи комплексу поширені також і в межах західної частини Приазовського мегаблоку.

*Гранітоїдно-метатеригенний комплекс* палеопротерозою складає Волинський та Інгульський мегаблоки. Його стратигенна складова представлена асоціацією поліфаціально метаморфізованих конгломератів, пісковиків, гравелітів, різноманітних слюдистих і графітовмісних сланців, карбонатних порід, а також залізисто-кременистих утворень. Процеси ультраметаморфізму спричинили перетворення частини зазначених порід на двопольовошпатові і мікроклінові граніти та мігматити, які складають другу, нестратигенну, частину комплексу. Його утворення виходять на денну поверхню в басейні рік Волині (Тетерів, Случ, Смолка та інших), а також на схилах долин рік Інгул, Інгулець, Таплик, Південний Буг і численних балок у Центральній Україні. Породами цього комплексу складена також Криворізька, Жовторіченська, Галещинська і низка більш дрібних структур, які зі сходу примикають до Криворізько-Кременчуцького розлому.

Мезопротерозойський *плутонічний комплекс* представляють інтрузивні граніти рапаківі, анортозити, габро-анортозити та інші породи, які в межах Волинського мегаблоку складають Коростенський, а в Інгульському – Корсунь-Новомиргородський масиви. До цього комплексу відноситься також вулкано-плутонічна асоціація північно-західної частини щита, відома як Волино-Поліський пояс, складений основними та кислими метавулканітами (амфіболітами, габро-амфіболітами, лептитами) і так званими осницькими та пержанськими гранітоїдами.

*Осадово-вулканогенний комплекс* неопротерозою завершує розріз Українського щита. Його відклади виповнюють Білорівницько-Овруцьку систему, яка з півночі та північного заходу облямовує Коростенський масив Волинського мегаблоку. Нижня частина розрізу комплексу складена асоціацією слабо метаморфізованих теригенних (конгломерати, пісковики, аргіліти, алевроліти) і вулканогенних (діабази, андезити, трахіандезити, трахіандезитові перфірити) порід, а верхня – монотонною червонобарвною товщею кварцитів, кварцито-пісковиків з прошарками серицитових і пірофілітових сланців.

Докембрійську структуру щита ускладнюють рифей-фанерозойські грабени, тектоно-ерозійні западини, астроблеми і вугленосні депресії. До перших належить розташований у крайній північній частині щита *Овруцький грабен*, виповнений, як це зазначалося вище, теригенно-вулканогенними та червонобарвними теригенними формаціями неопротерозою.

Серед ерозійно-тектонічних западин найбільш чітко вираженою є розташована в південно-східній частині щита *Конксько-Яшинська западина*, виповнена мезо-кайнозойськими відкладами відповідного етапу активізації щита.

Астроблеми зосереджені здебільшого в центральній частині щита. Тут виявлено *Оболонську, Білилівську, Ротмістрівську, Іллінську, Бовтиську, Зеленогайську та Тернівську* астроблеми. При цьому Оболонська та Бовтиська мають діаметр більше 10 км, а всі інші значно менші.

У результаті мезо-кайнозойської активізації щита в межах потужних зон глибинних розломів сформувалися так звані депресії прирозломного типу, які були сприятливими для накопичення континентальних вугленосних відкладів і формування пов'язаних з ними рудоносних комплексів. До найважливіших депресій прирозломного типу, що локалізуються в центральній частині регіону, належать: *Крижанівська, Тетіївсько-Оратівсько-Тарнавська, Глино-Богданівська, Криничуватсько-Михайлівсько-Мар'янівська, Новоолександрівсько-Домотканська, Синельниківсько-Придніпровська, Санжарівська, Орхівська і Західно- та Східно-Криворізька.*

На заході та південному заході до щита примикає *Волино-Подільська плита* з фрагментами *Молдовської плити*, які характеризуються потужністю осадового чохла до 6–7 км. У ранній історії розвитку чохла плити виокремлюють два етапи: доплитний,

пов'язаний з формуванням глибокого Волино-Поліського прогину, виповненого рифейськими товщами, і власне плитний, на який припадає формування в пізньовендський-ранньодевонський час Дністровського перикратону, що розвивався під впливом байкальської Галиційської та каледонської Середньоевропейської (пра-Карпатської) геосинкліналей. У будові чохла плити беруть участь, крім структурно-стратиграфічних комплексів перикратону, карбонатно-теригенні та евапорито-карбонатні формації юри і крейди, теригенна формація палеогену і евапорито-теригенно-карбонатна формація неогену.

Структурний план осадового чохла Волино-Подільської плити визначають Волинське палеозойське підняття, Волино-Одеська монокліналь, Львівський палеозойський та Переддобруджинський прогини.

*Волинське палеозойське підняття* розташоване на крайній півночі плити і чітко виділяється за піднятим блоком фундаменту і вулканогенно-теригенними та теригенно-карбонатними відкладами венду, кембрію, ордовику та силуру, які складають осадовий чохол. Порооди мезо-кайнозою (юра, верхня крейда, палеоген, неоген і четвертинні) з кутовим неузгодженням залягають на утвореннях, що їх підстеляють, і мають потужність менше 250 м. Вони не відіграють суттєвої ролі в будові структури.

*Волино-Одеська монокліналь* належить до споруд крейдового віку. Складена вона теригенно-кременистою глауконітовою формацією альбу-сеноману, кременисто-крейдяною формацією турону-сантону та мергельною формацією кампану-маастріхту, максимальна сумарна потужність яких сягає 300–350 м.

*Львівський палеозойський прогин* сформувався в середньому – пізньому девоні та карбоні. Він являє собою субплатформену депресію, яка виникла на межі різновікових Східноєвропейської та Західноєвропейської платформ у північній частині Дністровського перикратону. Прогин виповнений карбонатними, карбонатно-теригенними та теригенними вугленосними формаціями девону і карбону, потужність яких складає 2,5–3,0 км.

*Переддобруджинський прогин* формувався, починаючи з пізнього палеозою. Він успадкував елементи різновікових і генетично відмінних палеоструктур крайового прогину Добруджі та пізньовендсько-ранньопалеозойського перикратону. У його будові беруть участь теригенні і карбонатні морські формації венду-девону,

вугленосні лагунно-континентальні формації карбону, червоно-барвні соленосні лагунно-континентальні моласи пермського віку, континентально-лагунні теригенні, карбонатні і соленосні формації юри, а також карбонатно-теригенні формації крейди, палеогену та неогену. На поверхні прогин не проявляється. Будова його встановлена за результатами геофізичних досліджень і матеріалами глибокого буріння. Його північна та південна межі утворені скидами з амплітудою до 1000–2000 м, що дозволяє розглядати таку структуру як прирозломний прогин на межі Добруджі і платформи. Довжина прогину в межах території України перевищує 200 км, а ширина змінюється від 35 км поблизу ріки Прут до 60 км на північно-західному узбережжі Чорного моря. Підніжжя грабену, за матеріалами сейсмозрозвідки, фіксується на глибинах 5000–7000 м.

На півдні Український щит межує з *Причорноморською западиною* крейдово-палеогенового віку, яка сформувалася як структура, що успадкувала простягання системи мезозойських прогинів Переддобруджя і Присивашшя. Північний борт западини приурочений до південного схилу Українського щита, а південний – до Центрально-Кримської зони підняття і депресій Скіфської плити. У межах більшої частини западини домінуючими комплексами її чохла є теригенні та карбонатно-теригенні формації крейди, палеогену і неогену.

Серед структурних елементів осадового чохла западини виділяють Південноукраїнську монокліналь і Каркінітсько-Північно-Кримський пізньокрейдово-палеогеновий прогин.

*Південноукраїнська монокліналь* обмежується областю сучасного розвитку нижньокрейдових відкладів. На заході вона накладається на Волино-Одеську монокліналь південної окраїни Волино-Подільської плити, а її східною межею є Азово-Павлоградський розлом і Приазовський виступ дорифейського фундаменту. Рельєф поверхні її фундаменту характеризується поступовим зануренням на південь до глибини 5–6 км (район Перекопського перешийку).

*Каркінітсько-Північно-Кримський прогин* становить глибоку депресію субширотного простягання, заповнену потужною товщею (до 10–11 км) нижньокрейдових теригенно-глинистих і вулканогенних, верхньокрейдово-еоценових глинисто-карбонатних, олігоцен-міоценових глинисто-теригенних і міоцен – пліоценових карбонатно-глинистих утворень. Сам прогин є своєрідною зоною



зчленування древньої та молоді платформ. Внутрішня його структура ускладнена численними виступами і локальними складками, які проявляються в нижній частині чохла.

У відкладах апт-альбського часу це чітко виражений грабен, локалізація якого визначається існуючим раніше на його місці тріас-юрським прогином.

У верхньокрейдових відкладах, які залягають вище, прогин втрачає вигляд грабеноподібної структури і набуває рис внутрішньоплатформеної западини (прогину).

З північного сходу до Українського щита примикає найбільша з від'ємних структур південного заходу Східноєвропейської платформи *Дніпровсько-Донецька западина*. У її розрізі, потужність якого становить 1,5–22,5 км, виділяються чотири структурно-формаційних комплекси (знизу догори): 1) *девонсько-нижньовізейський*, представлений соленосно-теригенними, ефузивно-теригенними, ефузивно-соленосними та карбонатними типами розрізів; 2) *верхньовізейсько-нижньопермський*, складений теригенними та соленосними формаціями; 3) *верхньопермсько-крейдовий*, у складі якого переважають теригенні та карбонатно-теригенні формації; 4) *кайнозойський*, представлений теригенними відкладами. За південно-західний борт западини, найдавнішими відкладами якого є утворення кам'яновугільної системи, слугує північно-східний схил Українського щита. Протилежний борт накладений на схил *Воронезької антеклізи*, фундамент якої в межах України залягає на глибинах від 100–200 м на північному сході і занурюється до 6 км у районі зчленування зі складчастим Донбасом. У будові фундаменту масиву беруть участь докембрійські комплекси, подібні до аналогічних за віком комплексів Українського щита, а базальними відкладами чохла масиву є середньо-верхньодевонські породи Центрального девонського поля Східно-Європейської платформи.

У структурі осадового чохла западини чітко виділяються центральний Прип'ятсько-Дніпровський девонський прогин і північний та південний борти западини.

*Прип'ятсько-Дніпровський прогин* є результатом тектонічної перебудови Східно-Європейської платформи на початкових стадіях формування чохла, яка закарбувалася в утворенні низки авлакогенів. Його утворення зумовлене особливостями тектонічного режиму, який проявився в активізації розломної тектоніки – переміщення великих лінійних блоків фундаменту в результаті їх

розсування, яке іноді супроводжувалося зсувами. Це структура довжиною понад 1000 км при ширині 150–200 км. Субширотними, субмеридіональними та поперечними до них розломами її фундамент розбитий на системи горстів, грабенів і протяжних уступів, розташованих на різних гіпсометричних рівнях. Один з таких дещо піднятих блоків фундаменту відомий як *Брагинський виступ*, розділяє авлакоген на дві частини – *Прип'ятську* та *Дніпровсько-Донецьку*. Сама структура характеризується складною геологічною історією. Її закладення відбулося, ймовірно, у рифеї, а наступна регенерація – у девоні, потім карбоні та пермі. У мезо-кайнозой власне Дніпровсько-Донецька западина значно розширилася внаслідок залучення до процесу занурення схилів Українського щита та Воронежської антеклізи і перетворилася в *Українську синеклізу*.

За будовою і характером магматизму Прип'ятсько-Донецький авлакоген більшість дослідників відносять до структур рифтового типу.

Окрім Східно-Європейської платформи, на території України, як це зазначалось вище, мають місце також епіпалеозойські Західно-Європейська платформа та Скіфська плита.

### 1.3.1.2. СКІФСЬКА ПЛАТФОРМА

Скіфська платформа, або як її традиційно називають плита, належить до молодих епіпалеозойських (епігерцинських) платформ і охоплює Рівнинний Крим та прилягаючі до нього акваторії Чорного і Азовського морів. На півночі вона обмежується Каркінітсько-Північно-Кримським пізньокрейдово-палеогеновим прогином, з півдня примикає до складчастої системи Гірського Криму, а на південному сході межує з Індоло-Кубанським прогином.

Фундамент плити складений складчастими комплексами пізньобайкальського і вариського (герцинського) циклів тектоногенезу, переробленими кіммерійською складчастістю. Структурний план її осадового чохла визначають Центрально-Кримське підняття і Альмінська крейдово-палеогенова западина.

Пізньобайкальські комплекси представлені глинисто-теригенними, міцями вулканогенними або карбонатними утвореннями, метаморфізованими до фації зелених сланців.

Вариський (герцинський) структурно-формаційний комплекс характеризується значними потужностями, низьким ступенем метаморфізму та значною дислокованістю порід. У будові його

го розрізу беруть участь аспідна, сланцево-діабазова та флішева формації, у просторовому і віковому зв'язку з якими знаходиться магматична габро-діорит-гранодіоритова формація. Значні потужності стратигенних утворень, різноманітність та повнота формаційного складу розрізу комплексу, наявність магматичних формацій свідчать про те, що герцинський тектоногенез посідав провідне місце у формуванні фундаменту плити.

Мезо-кайнозойський чохол плити складений карбонатними, карбонатно-глинистими і теригенно-глинистими формаціями.

У південно-східній частині Скіфська плита відокремлюється від кіммерій-альпійських складчастих споруд Гірського Криму олігоцен-міоценовим *Індоло-Кубанським прогином*, який займає південну частину Західного Передкавказзя, Азовського моря і Керченсько-Таманського району. У будові розрізу прогину, загальна потужність якого досягає 10–13 км, беруть участь теригенно-глинисті утворення олігоцен-міоценового віку та пліоцен-плейстоценові карбонатно-глинисті відклади. Його східна частина є крайовою структурою складчастої системи Північно-Західного Кавказу.

### 1.3.2. СКЛАДЧАСТІ ОБЛАСТІ

Дорифейські і епіпалеозойські платформні області України обрамлені складчастими спорудами *вариського* (герцинського), *кіммерійського* та *альпійського* віку. До варисцид належить складчастий Донбас, Північна Добруджа і перероблений альпійською складчастістю Мармароський масив. Кіммерій-альпійські складчасті споруди включають Гірський Крим і структури півдня Керченського півострова, а альпійський тектоногенез на території України проявився у формуванні складчастих Карпат.

#### 1.3.2.1. ВАРИСЬКІ СКЛАДЧАСТІ СПОРУДИ

До складчастих споруд вариського віку на території України належать складчастий Донбас, Північна Добруджа і Мармароський масив Карпат.

Варисциди *складчастого Донбасу* займають крайню південно-східну частину території України, де із заходу обмежуються Приазовською частиною Українського щита, а зі сходу до них

приймає південно-західний схил Воронезької антеклізи. Більшість дослідників розглядає Донбас як частину геосинклінальної області, яка з півдня облямовує Східно-Європейську платформу і зазнала складчастості в кінці пізнього палеозою. Разом з тим, ця складчаста область знаходиться в тісному структурному взаємозв'язку з Прип'ятсько-Дніпровським прогином. Упродовж рифей-карбонів часу ці два геоструктурні елементи території України розвивалися не тільки одночасно, але й у подібному тектонічному режимі. Основну частину розрізу цієї складчастої системи складає потужна паралічна вугленосна формація карбону, породи якої зміяті в численні складки різної амплітуди, розірвані скидами, підкидами, насувами та ускладнені поперечними дислокаціями.

**Північна Добруджа** розташована на крайньому південному заході країни і поєднується з Волино-Подільською плитою через Переддобруджинський прогин. На території України складчасті споруди Північної Добруджі відомі як *Прутський виступ*, який складений комплексом «зелених сланців», репрезентованих асоціацією серицитових, хлорит-серицитових, серицит-хлоритових, аспідних, філітових сланців, верстуватих доломітизованих вапняків і радіолярієвих кварцитів. Нижній структурний поверх виступу має складну будову, зумовлену широким розвитком складчасто-насувних структур, перекритих недеформованими карбонатно-глинистими, теригенно-глинистими верхньокрейдовими та кайнозойськими відкладами.

До варисцид, як це зазначалося вище, належить також північно-західна частина **Мармароського масиву**, який знаходиться в південно-східній частині Українських Карпат, де представлений двома розділеними фрагментами – *Чивчинським* і *Діловецьким*. Просторові співвідношення масиву з прилеглими утвореннями тектонічні, а сам масив насунутий на флішеві Карпати. Його гетерогенний фундамент складений протерозойським білопотікським гнейсо-сланцевим комплексом епідот-амфіболітової і амфіболітової фації метаморфізму, а також верхньопротерозойсько-палеозойським кварцито-сланцевим комплексом і карбонатно-філітовим комплексом верхнього палеозою (карбон-перм). Це свідчить про те, що Мармароський масив є древньою складчастою спорудою герцинського віку.

### 1.3.2.2. КИММЕРІЙСЬКО-АЛЬПІЙСЬКІ СКЛАДЧАСТІ СПОРУДИ

Кіммерійсько-альпійська складчастість на території України закарбувалася у формуванні складчастої системи *Гірського Криму*, яка, окрім власне Гірського Криму, включає також південь Керченського півострова.

У сучасному розумінні Гірський Крим розглядається як складна складчасто-покровна споруда, у формуванні якої суттєву роль відігравали горизонтальні рухи, що спричинили широкий розвиток структур тангенціального стиснення. Головна роль при цьому відводилася силам південного бічного тиску, породженим закриттям Тетіса.

Західна і центральна частина гірської області Криму та південь Керченського півострова відрізняються за характером мезозойської та кайнозойської геологічної історії, а також часом завершення геосинклінального режиму. На заході в Гірському Криму ця подія співпала з кіммерійською епохою, а на сході – з кінцевими фазами альпійського тектоногенезу.

Гірсько-Кримська споруда загалом нагадує собою мегантиклінорій, який складається з низки структурних елементів антиклінорного та синклінорного типу, ускладнених пологими насувними структурами, що падають на південь. На півночі Гірський Крим межує зі Скіфською плитою по Сімферопольському (Кримському) розлому.

Питання про внутрішню будову і речовинний склад фундаменту складчастої системи і нині остаточно не вирішене. До найдавніших порід регіону відносять так звані екзотичні брили вапняків палеозойського віку. Проте в корінному заляганні зазначені породи не виявлені, їх природа поки що дискусійна. До найбільш ранніх утворень Гірсько-Кримської споруди відносять таврійську флішеву формацію тріас-ранньоюрського віку. Юрський період характеризувався проявленням магматичної діяльності, а також накопиченням конгломератів і потужних товщ вапняків. Вапняки, пісковики і глини складають крейдові розрізи Гірського Криму, а в палеоген-неогеновий час формувалися здебільшого піщано-глинисті відклади. Однак деякі дослідники піддають ревізії запроваджену стратиграфічну схему Гірського Криму.

### 1.3.2.3. Альпійські складчасті споруди

До області альпійської складчастості належать *Українські Карпати*, які є частиною Карпатської дуги, що входить до північної гілки альпінід Європейського Середземномор'я. Формування їх структури зумовлене значними горизонтальними переміщеннями, які ускладнили первинні складчасті форми і визначили їх покривно-насувну будову.

За віком складчастості та покривоутвореннями Українські Карпати поділяються на *Зовнішні* (або флішеві) і *Внутрішні*. Останні характеризуються геосинклінальним розвитком впродовж ранньоальпійського етапу, який завершився наприкінці крейди – у палеогені. Головна складчастість і формування великих тектонічних покривів є результатом проявлення австрійської (рання і пізня крейда) та ларамійської (пізня крейда-палеоген) фаз. Формування Зовнішніх Карпат пов'язане з пізньоальпійським тектоногенезом, що спричинив формування наприкінці юри, а також у крейди та палеогені геосинклінальної області, яка зазнала орогенезу в міоценовий час. У сучасній структурі ця геосинкліналь представлена флішовими покривами, які є самостійними, розділеними регіональними насувами, структурними одиницями (структурно-фаціальними зонами). Найбільшими з них є Скибова, Кросненська, Дуклянська, Поркулецька та інші. Загалом структуру Українських Карпат можна визначити як асиметричну складчато-покривну гірську споруду, обрамлену з північного сходу Передкарпатським крайовим, а з південного заходу Закарпатським внутрішнім альпійськими прогинами.

*Передкарпатський крайовий прогин* розташований між складчастими Карпатами та спорудами Східноєвропейської і Західноєвропейської платформ. У його межах виділяють три самостійні зони: Більче-Волицьку, Самбірську і Бориславсько-Покутську.

*Більче-Волицька зона* на заході накладена на молоду Західноєвропейську, а на сході на древню Східно-Європейську платформу. Вона характеризується моноклінальним заляганням порід.

*Самбірська зона* перекриває Більче-Волицьку монокліналь. Для неї характерна система лінійних складок і лусок, що утворюють покрив, насунутий на автохтонну частину прогину. Її закладення відбулося в нижньому міоцені, відклади якого в південно-східній частині прогину залягають на рифейських і палеозойських утво-

реннях фундаменту, а в північно-західній – на мезозойських породах чохла епіпалеозойської Західно-Європейської платформи.

*Бориславсько-Покутську зону* низка дослідників вважає крайовою частиною Зовнішньокарпатської геосинклінали, яка, порівняно з іншими частинами прогину, зазнавала інтенсивного прогинання і в міоценову епоху. Вона становить великий покрив, представлений системою складок крейдово-палеогенового поверху та міоценових молас, насунутий на зовнішню частину прогину.

*Закарпатський внутрішній прогин* відокремлений від складчастої системи Українських Карпат Закарпатським глибинним розломом. Фундамент прогину складений дислокованими осадовими товщами тріасу, юри, крейди, палеогену і навіть метаморфічними комплексами палеозою. У структурі неогенового чохла виділяються Чоп-Мукачівська і Солотвинська западини, розділені Вигорлат-Гутинським вулканічним пасмом, утвореним лавами та туфами здебільшого основного і середнього складу.

Великими структурами наскрізного характеру в межах території України є *Північноукраїнська, Центральнуукраїнська та Південноукраїнська* трансрегіональні мегазони тектонічної активізації. У їх межах процеси магматизму, метасоматозу, рудоутворення та переміщення по розломах відбувалося впродовж мезо-неопротерозойської та фанерозойської історії геологічного розвитку території України, а прояви неотектонічних рухів у стабільних блоках Українського щита збереглися навіть до нашого часу.

Завершуючи коротку загальну характеристику геологічної будови території України, слід зазначити, що на її теренах розташовані гетерогенні структурні елементи, які зазнали складної і тривалої багатоетапної історії геологічного розвитку. У розрізах структур складчастого облямування Східноєвропейської платформи та їх платформних еквівалентів закарбовані сліди діяльності байкальської, каледонської, вариської (герцинської), кіммерійської та альпійської епох тектоногенезу, а добайкальські епохи відбилися в структурах фундаменту Східноєвропейського кратону. Сформувалися вони в результаті проявлення всіх властивих становленню земної кори геологічних процесів, що, відповідно, позначилося на локалізації в надрах України майже усіх необхідних для успішного економічного розвитку держави металевих і неметалевих корисних копалин.

## **2. МЕТАЛЕВІ КОРИСНІ КОПАЛИНИ**

Територія України, як це було показано в попередніх розділах, характеризується складною і тривалою історією геологічного розвитку. У її межах знаходяться структурні елементи докембрійського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку. Сформувалися вони в результаті проявлення всіх властивих становленню земної кори геологічних процесів, що, відповідно, позначилося на локалізації в її надрах майже всіх необхідних для успішного економічного розвитку держави металевих і неметалевих корисних копалин.

Група металевих корисних копалин на території України представлена родовищами чорних, легуючих, кольорових і благородних металів.

### **2.1. ЧОРНІ МЕТАЛИ**

Чорні метали за якісними і кількісними показниками посідають одне з цільних місць у мінерально-сировинній базі України. Вони представлені родовищами заліза, марганцю, хрому, титану і ванадію.

#### **2.1.1. ЗАЛІЗО**

Залізо – це пластичний метал сріблясто-білого забарвлення, який добре розчиняється в розбавлених кислотах і майже не розчиняється в лугах. Належить до групи найпоширеніших хімічних елементів у земній корі. Його кларк, за класифікацією О. П. Вино-



градова, становить 4,65 % (46500 г/т) і поступається лише кисню (49,13 %), кремнію (26,0 %) та алюмінію (7,45). Самородне залізо зустрічається в природі рідко, зазвичай воно утворює стійкі сполуки з іншими хімічними елементами і входить до складу понад 300 мінералів, найпоширенішими серед яких є оксиди (*магнетит, гематит, мартит, ільменіт*), гідроксиди (*гетит, лепідокрокіт, лімоніт*), карбонати (*сидерит*), силікати (*шамозит, тюрингіт, лептохлорит*), водний фосфат (*вівіаніт*), гідрат арсеніту заліза (*скородит*), сульфат заліза (*язозит*), сульфідиди (*пірит, піротин*).

Залізо легко утворює різноманітні сплави з вуглецем, марганцем, кремнієм, хромом, а також із вольфрамом, ванадієм, ніобієм та іншими хімічними елементами, що забезпечило йому широке використання в різних галузях народного господарства. Залізні руди є сировиною для виплавки чавуну та сталі, а залізовуглецеві сплави становлять основу конструкційних матеріалів, які використовують практично в усіх галузях промисловості. Залізо – це матеріал для сердечників електромагнітів і якорів, пластин акумуляторів. Залізний порошок застосовують при електрозварюванні; оксиди заліза – як мінеральні фарбники; сульфат заліза – у текстильній промисловості, виробництві берлінської лазури та чорнил, а також як коагулянт для очищення води. Залізо використовують також у поліграфії, медицині, а штучні радіоактивні ізотопи заліза слугують індикаторами при вивченні хіміко-технологічних і біологічних процесів.

У промислових рудах вміст заліза коливається від 16 до 72 %. За мінеральним складом виділяють такі їх промислові типи: магнетитові, гематитові, сидеритові, силікатні, бурі залізняка та залізисті кварцити.

За вмістом заліза руди поділяють на *багаті*, у яких вміст заліза перевищує 50 %, і *бідні* – з вмістом заліза менше 25 %, які потребують збагачення. До них належать силікатно-магнетитові, карбонатно-силікатно-магнетитові, мартитові, гематитові кварцити, а також сидеритові, гідрогетитові і гідрогетит-лептохлоритові руди.

Збагачення залізних руд проводять гравітаційним способом, способом магнітної сепарації, флотації, випалювання та їх комбінацій. При збагаченні отримують концентрат з вмістом заліза 50–70 %.

За способом рудопідготовки і використання в металургійній промисловості розрізняють *мартенівські* і *доменні* руди. До перших, що використовуються безпосередньо для виплавки сталі, відносять

магнетитові, мартитові, гематитові і гідрогематитові руди з вмістом заліза понад 25 %. Доменні руди включають магнетитові, гідрогематитові і гідрогематитові різновиди з вмістом заліза понад 45 %.

У межах України основні запаси залізних руд зосереджені в Криворізькому залізорудному басейні, Кременчуцькому, Білозерському та Приазовському залізорудних районах і Азово-Чорноморській залізорудній провінції (рис. 6). Родовища заліза належать до осадового, матаморфогенного і залишкового (пов'язані з корами вивітрювання) генетичних типів. Першочергове промислове значення належить матаморфогенним і тісно пов'язаним з ними залишковим родовищам залізних руд докембрійського віку. Більшість родовищ цього генетичного типу зосереджена в Криворізькому залізорудному басейні, де сконцентровано близько 68,5 % запасів залізних руд України (20,24 млрд. т). На другому місці за промисловими запасами знаходиться Кременчуцький залізорудний район (4,65 млрд. т), а третє і четверте відповідно посідають Приазовський (4,62 млрд. т) та Білозерський (0,67 млрд. т) райони.

*Криворізький залізорудний басейн* знаходиться в Дніпропетровській області і простягається в субмеридіональному напрямку вдовж нижньої течії ріки Інгулець та її приток – рік Саксагань і Жовта на відстань до 120 км, а його площа становить 300 км<sup>2</sup>.

Уперше виявив і описав залізні руди Кривбасу на берегах р. Інгулець в 1781 році російський академік В. Ф. Зуєв, проте є відомості, що вони видобувались ще скіфами у V-VI століттях до нашої ери. Перший підрахунок запасів залізних руд на Криворіжжі проведено німецькими геологами в 1873 р., а в 1875 р. закладено першу шахту «Саксагань». Початок промислового видобутку руди покладено в 1880 році російським підприємцем О. М. Подем, якого можна вважати фундатором залізорудної промисловості України.

Криворізький залізорудний басейн є основним гірничодобувним центром України, де розробляється 23 (з 25 розвіданих) родовищ заліза. За 130 років промислової розробки запаси багатих руд Кривбасу виснажились, особливо у приповерхневій частині. Більшість кар'єрів досягла глибини понад 370 м, а глибина видобутку руд підземним способом становить 850–1350 м. Кількість руди з вмістом заліза понад 50 % складає близько третини загального видобутку, інші дві третини товарної руди – це концентрати, які отримують шляхом збагачення бідної руди або залістистих кварцитів з вмістом заліза близько 30 %.

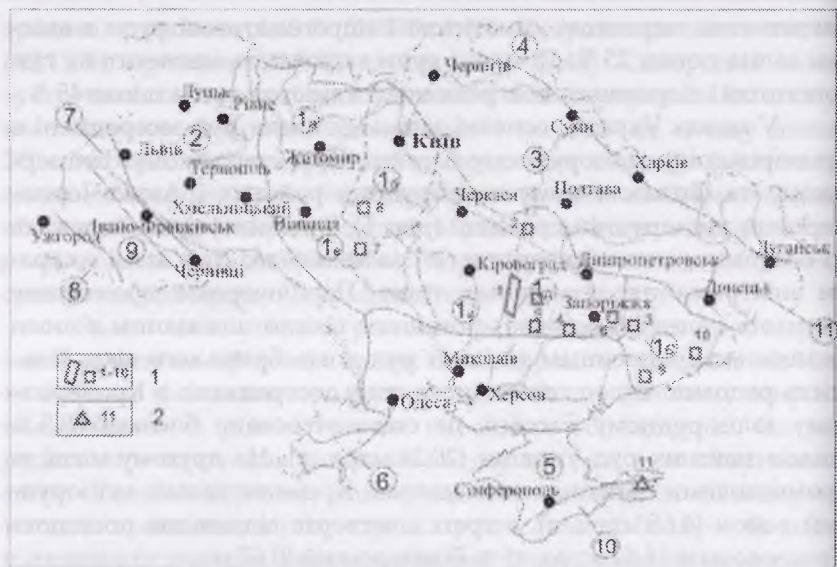


Рис. 6. Схема розташування родовищ заліза на території України

**1 – метаморфогенні родовища в докембрійських породних комплексах Українського щита:** 1 – Криворізький залізорудний басейн, 2 – Керченський залізорудний район, 3 – Гуляйпільське родовище, 4 – Білозерський залізорудний район, 5 – Придніпровський залізорудний район, 6 – Конкський район магнітних аномалій, 7 – Одесько-Білоцерківський залізорудний район, 8 – Володарське рудне поле, 9 – Західноприазовська група родовищ, 10 – Маріупольське родовище; 2 – осадові родовища: 11 – Керченський залізорудний басейн.

**Цифри в кружках відповідають назвам основних геоструктурних елементів України:** 1 – Український щит: 1а – Волинський мегаблок, 1б – Росинсько-Тікицький мегаблок, 1в – Дністровсько-Бузький мегаблок, 1г – Інульський мегаблок, 1д – Середньопридніпровський мегаблок, 1е – Приазовський мегаблок; 2 – Волино-Подільська плита; 3 – Дністровсько-Донецька западина; 4 – південно-західний схил Воронезької антеклизі; 5 – Скіфська епіпалеозойська платформа; 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** – границі структурних елементів, **штрихпунктирні лінії** в межах Українського щита – границі мегаблоків.

Видобуток ведуть п'ять гірничо-збагачувальних комбінатів (Новокриворізький, Південний, Інгулецький, Центральний та Північний) і два рудоуправління (ім. Кірова та Суха Балка). За концентрацією шахт, кар'єрів і гірничо-збагачувальних комплексів Криворізький басейн не має аналогів у світі.

Залізні руди Кривбасу належать до двох генетичних типів – це метаморфогенні й гіпергенні. До перших відносять залізисті

кварцити з вмістом заліза від 15-20 до 46 %, а також багаті залізнi руди магнетитового та магнетит-залізнослюдкового складу, вміст заліза в яких коливається від 46 до 70 %. Гіпергенний тип представляють мартитові та дисперсно-гематитові різновиди багатих руд, які утворилися в глибинних зонах окислення. Розробці підлягають руди обох генетичних типів. При цьому залізисті кварцити та гіпергенні руди, які вимагають збагачення, видобувають кар'єрним способом, а багаті руди – шахтами. Розвідані запаси залізистих кварцитів для відкритої розробки складають близько 13 млрд. т, їх прогнозні ресурси до глибини 500 м – 2,4 млрд. т, а до глибини 800 м – 12 млрд. т. Розвідані запаси залізистих кварцитів для підземної розробки перевищують 3,1 млрд. т, їх прогнозні ресурси, підраховані до глибини 500-1500 м, досягають 11 млрд. т. Розвідані запаси окислених кварцитів для відкритої розробки становлять 2,9 млрд. т, їх прогнозні ресурси до глибини 800 м – 5,3 млрд. т, а до глибини 1500 м – 19,6 млрд. т. Промисловий комплекс Криворізького басейну може вилучати з надр 190 мільйонів і більше тон сирої руди на рік та отримувати з неї близько 70 млн. т товарної продукції.

Багаті залізнi руди в регіоні утворюють понад 300 рудних покладів, які згруповано в 25 родовищ та сім рудних полів: Попельнястівське, Жовторіченське, Первомайсько-Ганнівське, Саксаганське, Південнокриворізьке, Лихманівське та Ігулецьке. Основні запаси багатих руд зосереджені на восьми родовищах, розвіданих до глибини 1500 м: ім. Леніна, ім. Р. Люксембург, Суха Балка, ім. Фрунзе, ім. Комінтерну, ім. К. Лібкнехта, ім. Кірова та ім. Держинського. Магнетитові кварцити утворюють 18 родовищ, придатних для відкритої розробки, і чотири перспективних об'єкти. Більша частина розвіданих до глибини 500-800 м запасів зосереджена на восьми родовищах, які експлуатуються: Ігулецькому, Скелюватському, Новокриворізькому-Північному, Новокриворізькому, Південному, Валявкінському, Великоглеюватському, Первомайському та Ганнівському (рис. 7).

Потенційну сировинну базу гірничодобувних підприємств Кривбасу на майбутнє складають окислені кварцити. У регіоні нараховується 17 родовищ з покладами окислених руд, придатних для відкритої розробки. Найбільшими є: Скелюватське, Валявкінське, Новокриворізьке-Північне, Велика Глеюватка, Східноскелюватське та ділянка № 8.

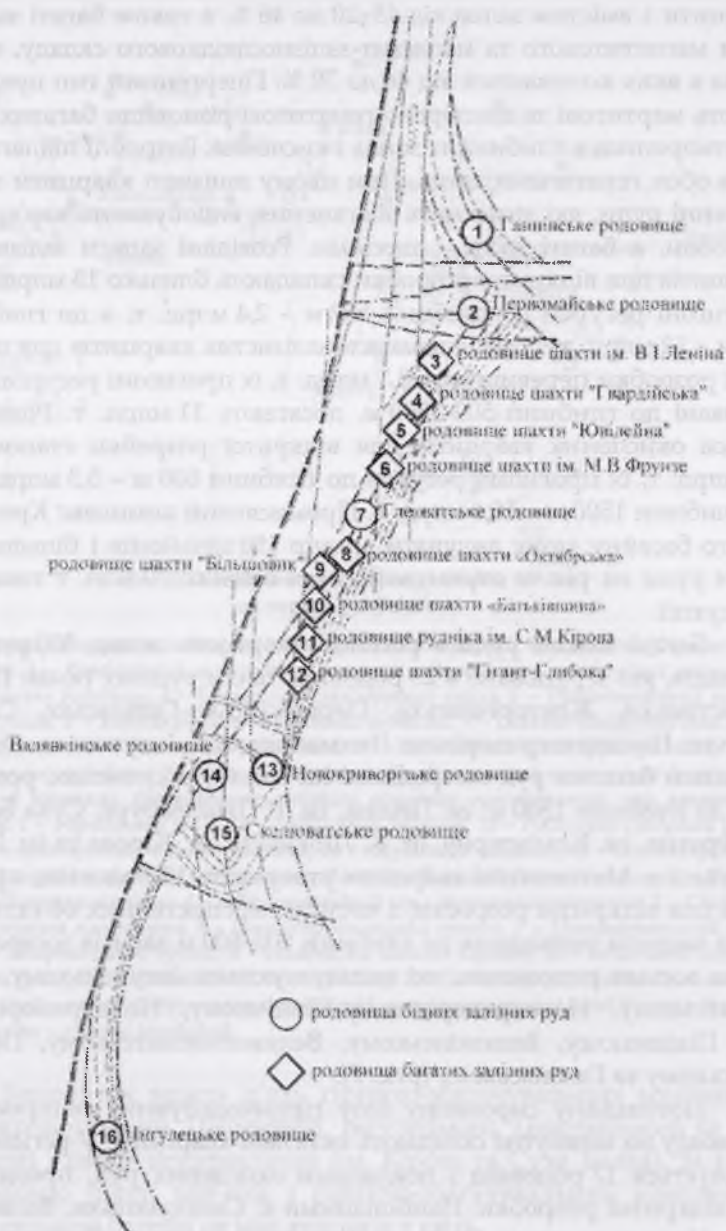


Рис. 7. Розташування залізорудних родовищ Кривбасу

Аналіз експлуатації залізорудних родовищ Кривбасу засвідчує, що ресурси багатих руд у межах рудних полів гірничодобувних підприємств до глибини 1000–1200 м обмежені. Деякі підприємства, що ведуть підземний видобуток багатих залізних руд, мають незадовільну забезпеченість запасами, а експлуатація покладів, які лежать на глибинах 2,0–2,5 км, потребує визначення економічної доцільності їх розробки.

*Кременчуцький залізорудний район* знаходиться на північно-східному схилі Українського щита. Це територія південної частини Полтавської області на лівому березі р. Дніпра. Тут родовища заліза приурочені до метавулканогенно-осадових утворень палеопротерозойського віку, які складають своєрідну синклінальноподібну структуру протяжністю до 46 км, шириною 1–3 км (від р. Дніпро до р. Псел). До основних з них належать Горішньо-Плавнинське, Лавриківське, Єристівське, Біланівське, Мануїлівське та Броварківське, які складені залізистими кварцитами, а багаті руди присутні лише на Галещинському родовищі. Розвідані запаси залізистих кварцитів, придатних для відкритої розробки, складають близько 4 млрд. т. Прогнозні ресурси руди, розраховані до глибини 1500 м, яка може вилучатись підземним способом, становлять 26 млрд. т. Розвідані запаси багатих залізних руд Галещинського родовища перевищують 220 млн. т, а прогнозні ресурси, підраховані до глибини 1500 м, складають близько 150 млн. т.

На базі Горішньо-Плавнинського і Лавриківського родовищ працює Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат із проектною потужністю 34 млн. т щорічно.

*Білозерський залізорудний район* був відкритий у післявоєнні роки. Розташований він у Запорізькій області на південному схилі Українського щита. Виражений смугою магнітних аномалій шириною 20 км, протяжністю 65 км і площею 1300 км<sup>2</sup>, яка простягається в субмеридіональному напрямку від села Мала Білозерка на півночі до с. Веселе на півдні. Магнітні аномалії, зумовлені залізистими породами, закартовано в 1948 р. за результатами аеромагнітної зйомки. Багаті руди вперше виявлено в 1955 р., а пізніше відкрито та розвідано Південнобілозерське, Північнобілозерське, Переверзівське родовища та декілька перспективних ділянок. Розробляється лише Північнобілозерське родовище, на його базі працює Запорізький залізорудний комбінат, який щорі-

чно видобуває близько 3 млн. т багатих залізних руд, що не потребують збагачення.

У будові району беруть участь метаморфізовані вулканогенно-осадові утворення мезоархею. Родовища залізних руд представлені як залістими кварцитами з вмістом заліза 28–35 %, так і багатими залізними рудами, вміст заліза в яких досягає 58,8–61,4 %. До найбільших родовищ району належать – Північнобілозерське, Південнобілозерське і Переверзівське. Запаси багатих руд, які розвідані до глибини 1200 м, складають 737 млн. т, а прогнозні запаси залістих кварцитів, підрахованих до глибини 1500 м, перевищують 13650 млн. т.

У *Приазовському районі* значно поширені докембрійські залізні руди, приурочені до метаосадових комплексів архею і палеопротерозою, проте промислові концентрації заліза тут зустрічаються рідко і зосереджені в основному в районі Гуляйполя, та в Західному та Східному Приазов'ї. До найбільших промислових родовищ району належать Гуляйпільське, Куксунгурське і Маріупольське.

*Гуляйпільське родовище* розташоване на південний захід від м. Гуляйполе і приурочено до Конксько-Ялинської западини. Складене воно залістими кварцитами та метаосадовими породами (метапісковиками, кальцифірами, мармурами, вуглистими сланцями) палеопротерозойського віку. Запаси залізних руд тут складають близько 250 млн. т, а прогнозні ресурси, підраховані до глибини 500 м, – 5 млн. т.

*Куксунгурське родовище* розташоване в Приморському районі Запорізької області. У його будові беруть участь залістисті кварцити і різноманітні за складом гнейси та кристалічні сланці з підпорядкованим розвитком карбонатних порід. Прогнозні ресурси залістистих кварцитів на родовищі до глибини 800 м складають близько 1,1 млрд. т.

*Маріупольське родовище* знаходиться на півдні Донецької області, розташоване воно західніше м. Маріуполя між ріками Берда і Кальчик. Основною корисною копалиною родовища є залістисті кварцити, прогнозні ресурси яких складають близько 1 млрд. т.

*Азово-Чорноморська залізорудна провінція* приурочена до кіммерійських відкладів неогену і включає родовища осадових залізних руд Керченського півострова, Присивашшя, Херсонської області, Приазов'я, а також рудні поклади Азовського та Чорного морів. Територіально провінція приурочена до Азово-Кубанської западини і частково захоплює південно-східну частину Українсь-

вого щита (південь Приазовського мегаблоку) та Причорноморську западину. Контури провінції співпадають з межами кіммерійського моря, яке простягалось із заходу на схід приблизно від м. Херсона до м. Анапи. Північним його берегом, приблизно на широті Мелітополь – Маріуполь, слугували схили Українського щита, а на півдні провінція ховається під водами Чорного моря.

Залізорудні фації провінції встановлені на значній частині Таманського півострова, на Керченському півострові їх поширення простягається за Парпацький гребінь, у Присивашші їхня межа проходить по лінії Каменське – Советський – Джанкой, а на півдні вони занурюються під води Чорного моря. Загальна площа розвитку рудоносних відкладів Азово-Чорноморської провінції перевищує 7500 км<sup>2</sup>, а запаси зосередженої в її межах руди досягають 8–9 млрд. т. Родовища тут приурочені до крупних брахіантиклінальних складок Керченського півострова, а також виявлені на північних схилах Причорноморської та Азово-Кубанської западин і в впадинних товщах, які перекривають кристалічні породи південного схилу Українського щита в районі Приазов'я.

Основні промислові запаси залізних руд зосереджені на Івницькому, Такильському, Катерлезькому, Комиш-Бурунському, Чегене-Салінському, Чегернічинському та інших родовищах. Найбільш багаті руди з умістом заліза 37–40 % на Комиш-Бурунському та Ельтиген-Ортельському родовищах Керченського півострова, у яких зосереджені основні запаси Керченського басейну (близько 1,8 млрд. т).

Значно меншими за запасами руди є родовища, приурочені до впадених синкліналей, що поширені на Керченському півострові. До них належать такі родовища, як Новоселівське, Бакинське, Узунларське та Реп'євське з умістом заліза в рудах 35–38 %. Сумарні запаси цих родовищ перевищують 200 млн. т.

Перші згадки про керченські руди містяться в роботах російського дослідника К. Габліцля, датованих 1785 роком. У 1845 р. гірничі інженери Гур'єв та Іваницький виконали розвідувальні роботи в межах Комиш-Бурунської мульди. Пізніше (1851–1853 рр.) ці роботи продовжив інженер Мевікус. Першу промислову розробку Керченських залізорудних родовищ розпочато в 1849–1895 рр., а в 1932–1939 рр. на базі Комиш-Бурунського та Ельтиген-Ортельського родовищ збудовано Комиш-Бурунський залізорудний комбінат, що виробляв офлюсований агломерат, який поставлявся на мета-



лургійний завод «Азовсталь». Нині видобуток керченських залізних руд призупинено через низьку рентабельність виробництва.

Родовища та прояви заліза схилів Азово-Кубанської, Причорноморської западин, а також Присивашська практичного значення не мають через низький вміст у рудах заліза, кількість якого коливається в межах від 9 до 24 %.

Усі родовища та рудопрояви Азово-Чорноморської провінції належать до осадового генетичного типу й утворилися в умовах тепловодного кіммерійського моря унаслідок накопичення рудного матеріалу, який зносився з суходолу. Припускаємо, що кіммерійська рудна епоха синхронна моменту глобального осушення Середземного моря і виникнення на його місці низки мілких басейнів, у яких відбувалося залізнакопичення.

Нині основу залізорудної сировинної бази України складають руди криворізького типу, а керченські розглядаються як її вагомий резервний фонд. Проте не слід забувати, що докембрійські матаморфогенні родовища заліза й осадові поклади кайнозойського віку містять супутню мінералізацію, яка при комплексному їх використанні суттєво підвищує економічне значення родовищ. Для залізних руд криворізького типу характерні підвищені вмісти таких металевих корисних копалин, як скандій, ванадій, цирконій, берилій, літій, цезій, титан, нікель, вольфрам, молібден, германій, золото, платина та платиноїди, рідкісні метали, а також значні запаси таких неметалевих, але важливих для України копалин, як тальк, хлорит, мусковіт, гранат та ін.

У кіммерійських рудних відкладах Азово-Чорноморської провінції нараховують понад 80 мінералів, серед яких практичну зацікавленість викликають марганець і глауконіт.

### 2.1.2. МАРГАНЕЦЬ

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 % (1000 г/т), в ультраосновних породах – 0,15 % (1500 г/т), основних – 0,2 % (2000 г/т), середніх – 0,12 % (1200 г/т), кислих – 0,06 % (600 г/т), осадових – 0,07 % (700 г/т), у кам'яних метеоритах – 0,2 % (2000 г/т). У природі

він зустрічається зазвичай у вигляді оксидів і гідрооксидів, карбонатів та силікатів. Відомо близько 150 мінералів, що містять марганець. Найпоширенішими серед них є *піролюзит*, *гаусманіт*, *брауніт*, *манганіт*, *псиломелан* (суміш оксидів і гідрооксидів марганцю), *родохрозит* і *вернадит*. Значно рідше зустрічаються *голандит*, *біксбіт*, *коронадит*, *криptomелан*, *бернесит*, *тодорокіт* та *інсутит*. Серед силікатів найбільш поширеним є *родоніт*, *спесартин* і *бусмаліт*, а з карбонатів – *манганокальцит* та *кутангорит*.

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

У рудах марганець міститься у вигляді різноманітних оксидних сполук, карбонатів і силікатів. Найбільше промислове значення мають *оксидні руди*, у яких головними рудними мінералами є оксиди і гідрооксиди марганцю: *піролюзит*, *манганіт*, *брауніт*, *гаусманіт*, *криptomелан*, *голандит*, *коронадит*, *біксбіт*, *інсутит*, *бернесит*, *тодоркіт*. Зважаючи на високий вміст марганцю (25–30 %) та властивість легко збагачуватися, руди широко використовують у промисловості. Їх концентрати є високоякісною сировиною для виготовлення феромарганцю і для хімічної промисловості.

Друге місце, за промисловим значенням, належить *карбонатним рудам*, складеним переважно карбонатами марганцю: *кальцієвим родохрозитом*, *манганокальцитом*, *олігонітом* з умістом марганцю 30–25 %. Вони важко збагачуються, що підвищує собівартість концентратів, однак їх частка у виробництві марганцю невідносно зростає.

У значних кількостях видобувають *окислені руди*, що утворюються в зонах окислення родовищ оксидних, силікатних та інших типів руд. Вони складені оксидами і гідроксидами марганцю, вміст якого становить понад 40 %.

Оксидно-карбонатні руди, складені як оксидами (манганітом, піролюзитом, псиломеланом), так і карбонатами (родохрозитом, манганокальцитом) марганцю, мають також високий вміст марганцю – близько 25 %.

Силікатні руди кварц-родоніт-бусматітового та спесартинового складу видобувають обмежено, інколи використовують як виробне каміння для виготовлення різноманітних сувенірів.

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

Україна посідає друге місце у світі після Південно-Африканської республіки за розвіданими запасами марганцевих руд, загальна кількість яких нині складає 2499,6 млн. т. Основна частина цих запасів зосереджена в межах Нікопольського марганцеворудного басейну. Окрім того, незначні за запасами родовища та рудопрояви виявлено в Карпатах, на Поділлі, у Дніпровсько-Донецькій западині, на Донбасі та в інших регіонах (рис. 8). Видобуток марганцевих руд здійснюють Марганецький і Орджонікідзівський гірничо-збагачувальні комбінати, у підпорядкуванні яких знаходиться сім шахт і 10 кар'єрів. Руду збагачують на чотирьох збагачувальних фабриках, де отримують товарний марганцевий концентрат з умістом металу 34–38 %. Продукцію поставляють на металургійні, феросплавні та інші заводи України, а також експортують у країни СНД та Європи.

*Нікопольський марганцеворудний басейн* розташований на південному схилі Українського щита. Він простягається у вигляді вузької дугоподібної смуги на відстань до 250 км, від р. Інгулець на заході до південно-західних відрогів Приазовської височини. До основних родовищ басейну належать Зеленодольське, Орджонікідзівське, Марганецьке і Токмацьке, які приурочені до западин у рельєфі кристалічного фундаменту, виповнених осадами палеогенового та неогенового віку.

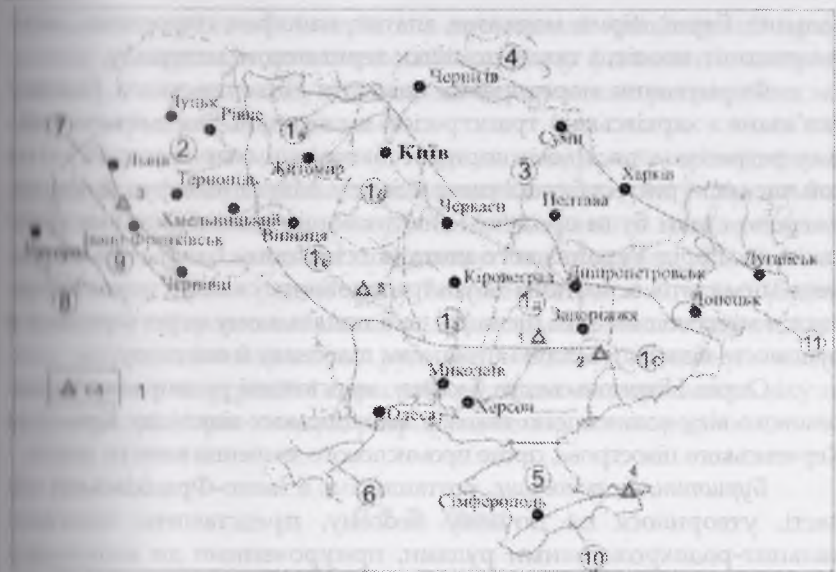


Рис. 8. Схема розташування родовищ і рудопроявів марганцю на території України

1 - басейни і родовища: 1 - Нікопольський марганцеворудний басейн, 2 - Токмацьке родовище, 3 - Буртинське родовище, 4 - Керченський марганцево-залізорудний басейн, 5 - Херсонське родовище.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Поклади марганцю в регіоні виявив у 1883 р. В. Домгер, проводячи геологічні дослідження на лівому березі р. Солона в районі нині діючого Шевченківського кар'єру. У 1886 р. у районі балки Фоміна засновано гірниче підприємство з видобутку марганцевої руди «Покровські марганцеві копальні», на якому в 1915 р. видобуток руди становив 276 тис. т. У 1952-1957 рр. при проведенні геологорозвідувальних робіт відкрито і розвідано Великотокмацьке родовище карбонатних руд марганцю, а пізніше (1956-1960 рр.) виявлено оксидні та карбонатні руди в межиріччі Базавлука та Ігульця.

Рудам району притаманне різноманіття мінерального складу. Серед оксидних відмін руд встановлено піролюзит, манганіт, псиломелан, вернадит, тодорокіт, рансеніт, гідрогетит, глауконіт, кальцит, хлорит, опал, халцедон, гідрослюди, монтморилоніт, цеоліт, вившван, барит. Карбонатні руди містять манганокальцит, кальцієвий родохрозит, манганосидерит, марганцевистий доломіт, хлорит,

кальцит, барит, пірит, марказит, апатит, колофан, гідрослюди, мон-тморилоніт, цеоліт, а також домішки теригенного матеріалу.

Формування марганцевих покладів Нікопольського басейну пов'язане з харківською трансгресією в олігоцені, яка змінила київську регресію моря. Цьому сприяли також і кліматичні умови, які на той час мали риси субтропічного клімату. Марганцеворудні осадки, джерелом яких були продукти вивітрювання докембрійських кристалічних порід Українського щита (в основному багатих на марганець мігматитів основного та ультраосновного складу), накопичувалися в мілководній зоні шельфу, де в подальшому перетворилися в рудоносні відклади завдяки процесам діагенезу й епігенезу.

Окрім Нікопольського басейну, марганцеві рудопрояви палеогенового віку встановлено також у майкопських відкладах Криму та Керченського півострова, проте промислового значення вони не мають.

*Буриштинське родовище*, розташоване в Івано-Франківській області, утворилося на початку неогену, представлене манганокальцит-родохрозитовими рудами, приуроченими до вапняково-глинисто-мергелистої товщі міоценового віку. Масштаби цього родовища не встановлені, що не дозволяє зробити оцінку його промислового значення.

Мінералогічний інтерес представляють марганцеві рудопрояви і родовища Українських Карпат. Найбільше серед них *Чивчинське родовище*, яке, однак, промислового значення не має, знаходиться воно в однойменних горах і приурочене до горизонту кварцитів палеозойського віку. Родовище складене родохрозит-родонітовими рудами з умістом марганцю 35–40 %. Подібні руди виявлено також у верхів'ях рік Білий і Чорний Черемош.

На Українському щиті розташоване Хошуватське родовище марганцю, яке знаходиться на лівому березі ріки Південний Буг у Гайсинському районі Вінницької області. Руди родовища приурочені до кори вивітрювання метаморфічних порід (кристалічні вапняки, аркозові пісковики, сланці) архейського віку. З корама вивітрювання архейських кристалічних порід здебільшого основного й ультраосновного складу пов'язані також численні дрібні рудопрояви марганцю на Побужжі, у Середньому Придніпров'ї та Приазов'ї, де марганцева мінералізація представлена псиломеланом, піролюзитом, родохрозитом, манганокальцитом, родонітом, спесартином, браунітом.

З наведеного вище випливає, що процес концентрації марганцю в окремих регіонах України відбувався практично впро-

довж всієї геологічної історії, але промислові концентрації приурочені до відкладів кайнозойського періоду (палеоген і частково неоген), з якими пов'язують основні перспективи розширення марганцеворудної бази держави.

Перспективи розвитку марганцеворудної промисловості України пов'язані з проявами залізо-марганцевих руд у Середньому Побужжі (Західнохощуватський, Соломійвський та інші); осадових карбонатних та оксидних гіпергенних марганцевих руд, а також залізо-марганцевих руд міоцену Волино-Подільської плити (Бурштинський) і Карпатської складчастої системи; осадових кіммерійських марганцево-залізистих руд Керченського басейну; залізо-марганцевих конкрецій і кори вивітрювання четвертинного віку на дні акваторії Чорного моря; розробкою техногенних родовищ.

### 2.1.3. ХРОМ

Хром відкрив французький хімік А. Поклен у 1787 році в мінералі крокоїті (хромат свинцю), а назву цей метал отримав завдяки розмаїтості забарвлення своїх сполук від грецького слова «*chroma*», що означає колір, фарба. У чистому вигляді це сіруватобілий блискучий пластичний метал, стійкий проти корозії за кімнатної температури через утворення на поверхні оксидної плівки, а при 1800–2000 °С згорає в кисні з утворенням оксиду  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . За температури 1800 °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 відсотка (у гранітах) до 0,2 % (у перидотитах). У природі відомо 23 мінералів хрому. Найбільш поширеними і цінними щодо промислового використання є *магнохроміт*, *хромнікотит* та *алюмохроміт*, які за зовнішнім виглядом неможливо розрізнити, тому їх називають хромітами. Крім того, хром входить до складу таких мінералів як *фуксит* (хромово слюда), *хромовий хлорит*, *хромвезувіан*, *хромдіопсид*, *хромтурмалін*, *уваровіт* (хромовий гранат). Усі вони нерідко зустрічаються у складі руд, але самі промислових концентрацій не утво-

рюють. Іони хрому є хромофорами, що надають яскравого забарвлення деяким дорогоцінним каменям, наприклад смарагду.

Руди хрому (хроміти) уперше було виявлено на Уралі в 1799 р. На початку ХІХ століття вони використовувалися тільки як вогнетривкий матеріал для футеровки металургійних печей, отримання фарб і дубителів шкіри. Пізніше хром почали використовувати як легуючий матеріал, що покращує властивості виробів зі сталі. Основними споживачами хромітів є металургійна (80 % світового видобутку), вогнетривка (10 %) і хімічна (10 %) промисловості. У металургії хром використовують, головним чином, як метал або легуючий сплав (ферохром) при виплавці сталей різних марок та спеціальних сплавів. Додавання ферохрому або чарж-хрому до сталей підвищує їхню в'язкість і твердість, а також покращує антикорозійні властивості. Хром також необхідний для виробництва нержавіючих, жаростійких, кислототривких, інструментальних та інших видів сталей. Сплави хрому з кобальтом, вольфрамом, молібденом мають антикорозійні властивості. У хімічній промисловості хроміти необхідні для виробництва двохромовокислих солей натрію і калію (хроспиків) та інших сполук хрому, які застосовують як барвники у текстильній і лакофарбовій промисловості, як дубителі шкіри, каталізатори тощо. Металічний хром використовують переважно для хромування сталевих виробів, а радіоактивні ізотопи хрому – у медицині.

Руди хрому потрібні також при виготовленні хромомagneзитових вогнетривів і хромбетону для футерування мартенівських та індукційних печей, конверторів, обертових печей у цементній промисловості.

У металургійній промисловості мають практичну цінність магнохромітові руди з вмістом  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  не менше 48 %. Для хімічної промисловості та виготовлення вогнетривких матеріалів використовують хромпікотитові й алюмохромітові руди з вмістом  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  33 % і більше.

Серед родовищ хромітових руд до унікальних відносять родовища із запасами в сотні мільйонів тонн, до великих – десятки мільйонів тонн, до дрібних – мільйони тонн.

Залежно від цілей використання одержують хром різного ступеня чистоти. Хромшпінеліди спочатку піддають збагаченню, а потім сплавають з поташем (або содою) за наявності кисню. Хромат калію, що утворюється в результаті реакції, вилугуюють гаря-

чно водою і сірчаною кислотою, одержуючи хромовий ангідрид  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  або оксид хрому  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Найчистіший хром у промислових умовах одержують електролізом концентрованих водних розчинів  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  або  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Повного очищення хрому від будь-яких домішок (рафінування) досягають обробкою особливо чистим воднем за температури 1500–1700 °С.

Україна володіє потужним металургійним комплексом, що потребує щорічно 300–330 тис. тонн хрому, сировинна база якого в Україні відсутня. Ці потреби задовольняються за рахунок завезення в основному із Західного Казахстану та Росії. Скоротити імпорт хромових концентратів можна розвиваючи власну мінерально-сировинну базу хрому, почавши експлуатацію корінних родовищ, а також використовуючи хромовмісні шлаки титанового виробництва.

В Україні рудопрояви та незначні за запасами родовища хрому пов'язані з масивами ультраосновних магматичних порід докембрію і зосереджені, головним чином, на Середньому Побужжі Українського щита (рис. 9). Тут закартовано понад 20 рудовмісних ультрабазитових масивів. Потенційно перспективним у плані промислової розробки хромітових рудоносних покладів є Капітанівський масив, до якого приурочено однойменне родовище. Крім названого, ще близько 15 масивів формують Капітанівське рудне поле з загальними ресурсами хромітової руди до 15 млн. т та середнім вмістом  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  26–28 %.

Хромовий концентрат із руд Капітанівського родовища відповідає вимогам вогнетривкої промисловості. Окрім хрому, тут у лінійних корах вивітрювання ультрабазитових порід виявлені руди смікатного нікелю, які можна переробляти на розташованому поблизу Побузькому нікелевому заводі, а також промислові концентрації золота. Хромітові руди вміщують багато платини, що дає можливість її попутного вилучення, а саме родовище розглядати як комплексне.

На території України відомі численні рудопрояви і геохімічні аномалії хрому, знахідки хромшпінелідів у масивах ультрабазитів і базитів, а також тілах лужно-ультраосновного складу Українського щита; у породах трапової формації венду Волино-Поділля, девонських ультраосновних вулканітах Донбасу та ультрабазитах Закарпаття. Проте родовища хрому встановлено тільки на Середньому Побужжі в районі сіл Капітанівка, Липовеньки та Липняги Голованівського району Кіровоградської області.



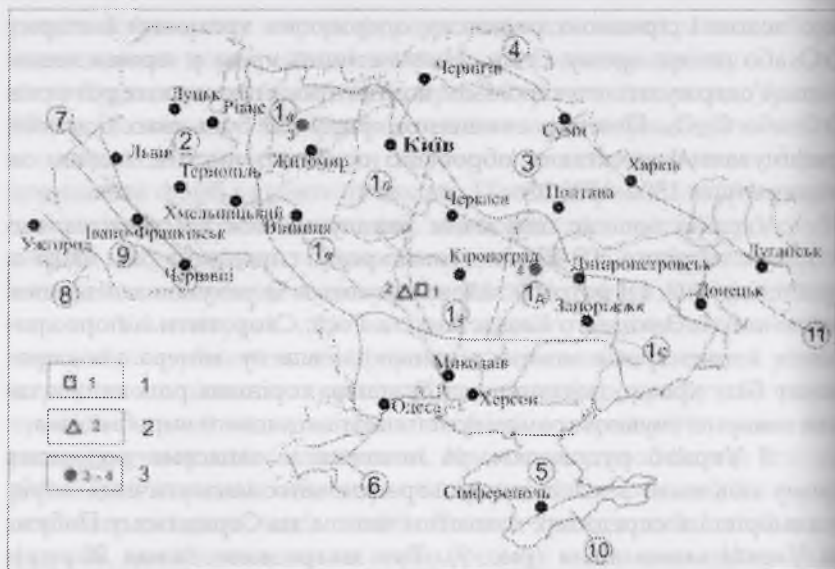


Рис. 9. Схема розташування родовищ і рудопроявів хрому на території України

1 - магматогенні родовища: 1 - Капітанівське родовище і прояви Побузької групи; 2 - родовища в корах вивітрювання: 2 - Побузька група родовищ; 3 - шлаки титанового виробництва: 3 - Іршанська група родовищ, 4 - Малишевське родовище.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Уперше на Українському щиті рудопрояви хрому виявлено в 1932 р. на лівому березі р. Південний Буг поблизу с. Завалля на Кіровоградщині. Ці хроміти не відповідали вимогам металургійної промисловості, а незначні запаси (400–500 т) не дозволяли використовувати їх в інших галузях народного господарства. Капітанівське родовище відкрито в 1952 р., а в наступні роки на території Середнього Побужжя виявили ще понад 10 різних за розмірами родовищ та рудопроявів хромітових руд, потенційно перспективним серед яких є Липовеньківське.

Капітанівське родовище, як уже зазначалося вище, приурочене до однойменного масиву, складеного метаморфізованими дунітами, гарцбургітами і піроксенітами. Рудні поклади репрезентовані серією зближених крутопадаючих рудних тіл, лінзо- і стовпоподібної форми потужністю 0,5–12 м та протяжністю 75–300 м. Середній вміст триоксиду хрому складає 29 % при його мінливості від 6 до 45 %. Руди вкраплені, густо вкраплені, масивні, складені на

90 % хромпікотитом, в асоціації з ферохромпікотитом, манганохромітом, а також хромдіопсидом, магнетитом і карбонатами.

*Диповеньківське родовище* представлене двома рудними покладами, які простежені на 40–80 м по простяганню і 50–75 м по падінню. За кількістю хромшпінелідів і вмістом триоксиду хрому руди поділяють на суцільні, густо вкраплені і рідко вкраплені. Вміст триоксиду хрому в них становить відповідно 35 % і більше, 15–35 % та 6–15 %. Головними рудними мінералами є хромшпінеліди.

Різновиди суцільних руд родовищ Середнього Побужжя придатні для виготовлення магnezіальних вогнетривів, а також для виплавки ферохрому. Густо вкраплені руди легко збагачуються гравітаційним методом з отриманням 73,8 % концентрату, в якому вміст триоксиду хрому досягає 42 %. Загалом на родовищах переважають густо вкраплені руди, а суцільних лише 20 % від запасів.

Прогнозні ресурси Капітанівського родовища до глибини 600 м становлять 6,5–7,0 млн. т. Окрім того, на Побужжі прогнозується відкриття ще не менше 5 родовищ капітанівського типу з промисловими ресурсами кожного понад 2,5 млн. т руди. За даними А. С. Войновського, загальні прогнозні ресурси хромітових руд Побужзького регіону становлять 170,9 млн. т.

Хромітові родовища Середнього Побужжя Українського щита можуть стати основою для створення власної сировинної бази. Освоєння їх дозволить отримувати щороку 110–150 тис. т концентрату. Безумовно, цього недостатньо для забезпечення потреб промисловості України хромом і необхідно шукати інші джерела. Такими можуть бути хромовмісні гіпергенні кобальт-нікелеві силікатні руди, які локалізуються в нонтронітових і вохристих зонах латеральної кори вивітрювання докембрійських ультрабазитів Українського щита, збагачені хромом та іншими металами метасоматичні породи докембрійських комплексів, шлаки титанового виробництва з Ільменітів Малишевського та Іршанського родовищ, а також зола з вугілля Дніпровського басейну та Донбасу, у якій міститься до 1 % триоксиду хрому.

#### 2.1.4. ТИТАН

Чистий титан – це високопластичний сріблясто-білий ковкий метал, придатний для обробки в гарячому та холодному стані, але найменші домішки азоту, кисню, вуглецю роблять його крихким.

Титан відкрито в 1792 р. англійським хіміком і мінералогом У. Грегором в ільменіті. Тоді цей мінерал називали менаканітом, бо він був виявлений на околиці містечка Менакан, що у Великій Британії. У 1795 р. титан встановлено 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 тонкої, але міцної окисної плівки, а коли температура перевищує 550 °С взаємодіє з киснем, утворюючи при цьому діоксид титану. Він стійкий в азотній кислоті та слабких 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, різноманітних технологічних розчинах. З вуглецем, бором, селеном і телуром утворює металоподібні тугоплавкі сполуки високої твердості.

Кларк титану в земній корі дорівнює 0,57 % (5700 г/т). Він входить до складу майже 70 мінералів, серед яких найбільше промислове значення мають *ільменіт, рутил, анатаз, лейкоксен* (продукт змін ільменіту та сфену) і *лопарит*.

Широке застосування металічного титану та його сполук почалося на початку ХХ століття. Виробництво титанових білил, що мають високу покривну властивість, стійкий білий колір, високі екологічні показники у порівнянні зі свинцевими та цинковими білилами, розпочато в США і Норвегії в 1908 р. На теренах СНД перші заводи з виробництва пігментного діоксиду титану з вітчизняних ільменітових концентратів сірчаноокислотним способом пушено в 1935–1939 рр.

Основним споживачем титану є лакофарбова промисловість, потреби якої складають 55–60 % світового виробництва 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 і нікелю, а за корозійними властивостями стоять на одному рівні зі сплавами благородних металів. Саме це і забезпечило широке виростання титану в авіаційній, космічній

як та морському суднобудуванні. Технічний титан використовують при виготовленні хімічних реакторів, трубопроводів, обладнання, що працює в агресивному середовищі, зокрема в хімічному машинобудуванні. Так, наприклад термін експлуатації титанових елементів насосів для перекачування агресивних рідин у 10 разів довший, ніж їх аналогів із нержавіючої сталі. Біохімічна стійкість титану робить його незамінним при виготовленні устаткування для харчової промисловості та у відновлювальній хірургії, наприклад для виготовлення штучних суглобів. На відміну від сталі та його сплавів, в умовах глибокого холоду титан зберігає міцність і високу пластичність, що дозволяє застосовувати його в авіаційній техніці. Він добре піддається поліруванню і придатний для виготовлення дзеркал телескопів, які не тьмяніють, художніх скульптур – від дрібних прикрас до монументальної скульптури. Із титану виготовляють найякісніше зброя для альпінізму.

Металічний титан отримують магнітометричним методом – окисненням тетрахлориду титану металічним магнієм або натрієм. Відокремленою сировиною слугують окисні руди. З ільменітових руд титан виділяють від заліза плавкою в електропечах. Шлаки, що утворюються, хлорують разом з вуглецем і як результат отримують хлорид титану, який після очистки відновлюють у реакторах з вуглецевою атмосферою. У результаті мають губчастий титан, який подрібнення його переплавляють у вакуумних дугових печах з додаванням легуючих домішок. Інколи для виробництва титану застосовують методи порошкової металургії, зокрема окиснення титану гідритом кальцію.

Україна володіє потужною сировинною базою титану, що повністю забезпечує потреби вітчизняної промисловості та створює значний експортний потенціал. Усього на теренах держави виявлено та розвідано понад 40 родовищ, серед яких експлуатується тільки 5 (рис. 10).

В Україні титанові руди зосереджені в межах Українського щитового масиву та його схилів. У регіоні встановлено магматичні, залишкові й метасоматичні родовища та прояви титану. Родовища перших двох груп титану тісно і просторово пов'язані з габро-анортозитовою асоціацією: у районі Коростенського і Корсунь-Новомиргородського інтрузивних масивів протерозою.

Залишкові родовища титану знаходяться на Волині та в Львівській області, де вони приурочені до каолінової кори вивітрювання базальтичних, анортозитових і лужних порід.

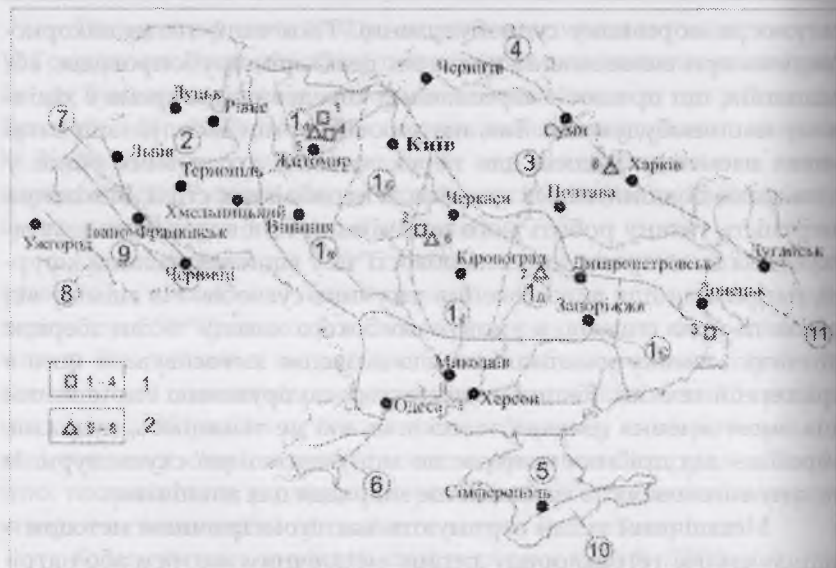


Рис. 10. Схема розташування родовищ і рудопроявів титану на території України

1 – корінні родовища: Коростенська група родовищ і проявів, 2 – Корсунь-Новомиргородська група проявів, 3 – Покрово-Кирейівський прояв, Торчинське родовище; 2 – розсіпні родовища: 5 – Іршанська група родовищ, 6 – Корсунь-Новомиргородська група проявів, 7 – Малишевське (Самотканське) родовище, 8 – Краснокутське родовище. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Основною мінеральною базою титану України є ільменітові та комплексні рутил-циркон-ільменітові розсіпні родовища кайнозойського віку, зосереджені у північно-західній (Іршанське на Волині), центральній (Малишевське на Дніпропетровщині) частинах Українського щита, а також на схилах Дніпровсько-Донецької та Причорноморської западин.

Титанові руди зазначених регіонів представлені такими типами:

- циркон-рутил-ільменітові давні поховані прибережно-морські розсіпища фації мілководного моря (малишевський тип);
- ільменітові алювіальні, алювіально-делювіальні континентальні розсіпища (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 розсипні пляжі і мілководного шельфу (джарилгацький тип).

Ціні експлуатують лише перші два з названих типів. Головні титану України, пов'язані з корінними рудами в магма-основного складу, не розробляють.

Найбільшим в Україні, а також на теренах СНД, є розсипне циркон-рутил-ільменітове *Малишевське родовище*, приурочене до давніх піщано-глинистих відкладів прибережно-морських фанозоенового й олігоценового морів. Знаходиться воно на Дніпрощині, в басейні р. Самоткань; відкрите в 1954 р., а експлуатується з 1961 р.

Родовище представлене розсипом довжиною 19 км і шириною 5 км. Корисні мінерали – циркон, рутил, ільменіт – концентруються в тонкозернистих пісках сарматського ярусу та полтавської, потужність яких досягає 35 м. Вміст рутилу в них складає  $1 \text{ г/м}^3$ , циркону  $2,5\text{--}7 \text{ кг/м}^3$ , ільменіту  $22\text{--}45 \text{ кг/м}^3$ . На базі родовища працює Вільногірський гірничо-збагачувальний комбінат, обчислений розвіданими запасами більше ніж на 40 років.

Ільменітові алювіальні, алювіально-делювіальні континентальні родовища відомі у північно-західній частині Українського щиту. Вони утворюють *Іршанське, Верхньоіршанське, Лемненське, Лівобережно-жиріцьке, Ушицьке, Ушомирське, Злобицьке* та інші родовища.

Іршанське родовище відкрито в 1951 р., а експлуатується з 1954 р. Розсипи приурочені до алювіальних пісків четвертинного періоду, які залягають на розмитій поверхні мезозойської кори вивітлення протерозойських ільменітових порід габро-анортозитової ації. На базі них працює Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат, який продукує ільменітовий концентрат для виробництва титанового двооксиду титану та титанової губки.

Ільменітові та апатит-ільменітові алювіальні родовища кори четвертинного періоду розташовані в межах Волинського щита. Найбільшим серед них є *Стремигове родовище*, розташоване на площі Коростенського плутону. При вивітрянні корінних піроксенітів, сформувалася кора вивітряння потужністю до 35–40 м. Рудоносною є третя зона вивітряння істотно каолінового складу з вмістом  $\text{TiO}_2$  до 1,5% і  $\text{P}_2\text{O}_5$  до 2,6%. У результаті збагачення отримують конвенційний ільменітовий та апатитовий концентрат з вмістом  $\text{TiO}_2$  49–51% і  $\text{P}_2\text{O}_5$  38,5–40,5%.

Корінні апатит-ільменіт-титаномagnetитові родовища в габроїдах приурочені до магматичних утворень монцоніт-норитового, монцоніт-перидотитового й олігоклаз-анортозитового складу, які формують Коростенський плутон, у межах якого розвідано Стремигородське, Торчинське, Кропивненське, Юр'ївське, Федорівське та інші родовища.

Найбільш підготовлено до розробки *Стремигородське родовище* апатит-ільменітових руд з вмістом  $TiO_2$  6,9–8,17 % і  $P_2O_5$  2,8–4,5 %. Ільменіт у рудах представлений округлими, полігональними пластинчастими і ксеноморфними зернами, апатит утворює тонкі включення в ільменіті та олівіні, а також діпірамідально-призматичні кристали розміром до кількох міліметрів.

Корінні апатит-титанові руди з вмістом  $TiO_2$  до 16 % зустрічаються також серед габроїдів Корсунь-Новомиргородського плутону в центральній частині Українського щита (Інгульський мегаблок), де вони утворюють *Носачівське родовище*.

Циркон-рутил-ільменітові прибережно-морські розсипища утворюються на морських піщаних косах і порівняно коротких ділянках сучасних берегів Чорного та Азовського морів. Рудна мінералізація представлена ільменітом, рутилом, лейкоксеном і цирконом. Проте промислових концентрацій серед цього типу розсипищ на сьогодні не виявлено.

Отже, Україна володіє унікальною сировинною базою комплексних титанових руд у корінних, залилкових і розсипних родовищах, які територіально зближені й знаходяться в освоєних районах з розвинутою промисловою структурою та транспортом. Це дозволяє суттєво розширити існуючі виробничі можливості з видобутку титану і створити в Україні потужний титановий гірничодобувний і переробний комплекс.

### 2.1.5. Ванадій

У чистому вигляді ванадій – це ковкий метал світло-сталевого кольору, що легко піддається обробці під тиском, за звичайної температури не піддається дії повітря, морської води та розчинів лугів. Стийкий до кислот, за винятком плавикової. За корозійною стійкістю в соляній та сірчаній кислотах він значно перевищує титан і нержавіючу сталь. При температурі вище 300 °С на повітрі поглинає ки-

ені і стає крихким, а при високих температурах утворює з вуглецем тугоплавкий карбід, що має високу твердість.

Кларк ванадію в земній корі становить 0,02 % (200 г/т). Найбільше його в габро і базальтах (тут сконцентровано до 90 % від загальної вмістості ванадію), а серед осадових утворень підвищені концентрації цього елемента спостерігаються у біолітах, до яких належать доломіти, вугілля і бітумінозні фосфати, у бітумінозних сланцях, фосфітах, а також в оолітових і кременистих залізних рудах.

Відомо близько 80 мінералів ванадію природних ванадатів, але промислово цінність мають лише *роскоеліт*, *карнотит*, *ванадиніт*, *деєдриніт*, *кульсоніт* і *патроніт*. Концентраторами ванадію є також титаномангнетит, сфен, рутил, ільменіт, піроксени, амфіболи і гранати.

Уперше ванадій відкрито в 1801 р. мексиканським мінералогом А. Дель Ріо в бурій свинцевій руді. Через три десятки років (1830 р.) шведський хімік Н. Сефстрем виявив новий хімічний елемент у залізній руді з Табергу (Швеція) і назвав його ванадієм на честь давньоскандинавської богині краси – Ванадіс. Промислове застосування ванадію для легування чавуну і сталі розпочалося лише в 1905 р.

Ванадій сприяє видаленню кисню та азоту з чавуну і сталі, підвищує твердість, пружність і опір розриву, знижує масу конструкції, підвищує зносостійкість, поліпшує зварюваність сталі.

Сплав заліза з ванадієм (35–80 %) – ферованадій і його заміновки (карван, сольван, ферован, нітрован) – використовують у чорній металургії для легування сталей. Із титан-ванадієвих сплавів виготовляють деталі реактивних літаків і космічної техніки. Завдяки жаротривкості в енергомашинобудуванні ванадієвмісні сталі застосовують у конструкціях деталей паротурбінних установок великої потужності, газових турбін високого і низького тиску та в дрібних енергетичних установках. Легований ванадієм чавун широко використовують у машинобудуванні для виготовлення тих частин механізмів, що працюють із підвищеною напругою. Із сталей, легуваних ванадієм, виготовляють швидкорізальні інструменти. Широке застосування знайшли також ванадієві бронзи і мідно-ванадієві сплави. Ванадій незамінний в титанових сплавах для аерокосмічної промисловості; використовують як каталізатор замість платини, у хімічній промисловості – як каталізатор у процесі крекінгу нафти, виробництва кислот, анілінових фарб, каучуку, для фарбування скла і кераміки, виготовлення кольорової плівки.



Сировиною для одержання ванадію слугують екзогенні й ендегенні руди, де він розповсюджений як домішка у магнетиті, ільменіті, рутилі або утворює власні мінерали – роскоеліт, карнотит, ванадиніт, деклуазит, кульсоніт, патроніт.

На теренах СНД головною сировиною для одержання ванадію є титаномангнетитові руди. Після їх доменної плавки майже весь ванадій переходить у чавун. У процесі переділу чавуну на сталь залишаються шлаки, які містять до 25 %  $V_2O_5$ . Їх піддають випалу з сильвінітом або содою та наступному вилуговуванню з виділенням технічного оксиду ванадію. При сплавленні його із залізом одержують ферованадій. Металічний ванадій отримують карбо-, кальцієво- і магнеєтермічним відновленням технічного п'ятиоксиду ванадію або термічною дисоціацією йодиду ванадію. Для отримання ванадію високої чистоти здійснюють його рафінування шляхом застосування таких технологій як електроліз розплавлених галогенідів вісмуту, проста і зонна індукція, дугова й електронна плавка у вакуумі.

Серед генетичних типів промислових родовищ ванадію розрізняють магматичні, вивітрювання, розсипні, осадові та метаморфогенні. Головне промислове значення мають магматичні родовища.

В Україні відомі незначні за запасами концентрації ванадію в магматичних і метасоматичних породах докембрію Українського щита. На особливий інтерес серед них заслуговують тальксерпентин-магнезитові породи інтрузивного тіла Білозерської структури, а також метаультрабазити Конкського району з підвищеними концентраціями цього металу. В останні роки виявлено ванадієву мінералізацію в продуктах метасоматичних процесів, приурочених до залізисто-кременистих утворень Кривбасу, де ванадій є супутньою копалиною на залізородних родовищах, що дозволяє припускати можливість отримання його концентратів. У вигляді елементів-домішок ванадій виявлено також і в осадових оолітових залізних рудах Керченського басейну. Незважаючи на це ванадій в нашій державі не видобувається.

Потенційно перспективними об'єктами видобутку ванадію як супутнього елемента на теренах України є корінні родовища магматичних апатит-ільменіт-титаномангнетитових руд, алювіальних і прибережно-морських розсипищ циркон-рутилового складу, уран-ванадій-скандієвих метасоматитів у докембрійських комплексах Українського щита (рис. 11). На сьогодні Державним балан-

ним ураховано ресурси супутнього ванадію в чотирьох комплексних родовищах: Стремигородському, Торчинському, Злобинецькому і Малишевському. Запаси ванадію підраховано також на комплексному уран-ванадій-скандієвому Жовторіченському родовищі. Як альтернативне джерело ванадію з вторинної сировини уваги заслуговують відходи нафтоперегінних і титанових підприємств, золи та пилу ТЦІ і ТЕС.

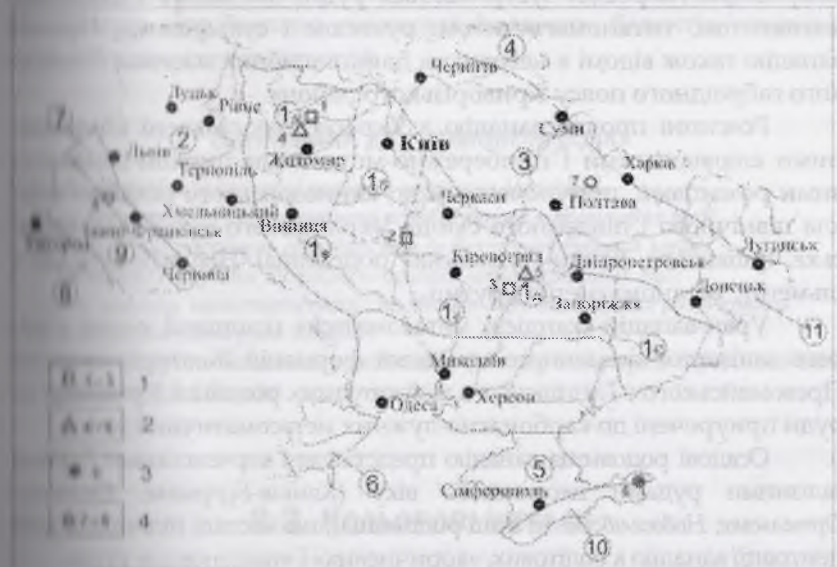


Рис. 11. Схема розташування родовищ і рудопроявів ванадію на території України

1 - корінні магматичні апатит-ільменітові і метасоматичні уран-ванадій-скандієві; 1 - Коростенська група (Стремигородське, Федорівське, Видибірське і Торчинське родовища), Корсунь-Новомиргородська група проявів, 3 - Жовторіченське родовище; 2 - розвідані ільменітові і циркон-ільменітові; 4 - Іршанська група родовищ, 5 - Малишевське родовище; 3 - осадові бурозалізнякові; 6 - Керченська група родовищ; 4 - родовища нефеліти з природними бітумами; 7 - родовища Дніпровсько-Донецької западини, 8 - родовища Передкарпаття.

Інші символи позначення див. на рис. 6.

Головні ресурси України пов'язані з титаномагнетитовими рудами Стремигорського, Торчинського і Злобинецького комплексних фосфор-титанових родовищ, зосереджених у габро-анортозитах Коростенського плутону Волині, розвіданих у 50-60-х

роках минулого століття. Вміст  $V_2O_5$  у рудах цих родовищ становить 0,22–0,25 %.

Ванадій знаходиться також і в апатит-ільменітових рудах *Федорівського* та апатит-ільменіт-титаномагнетитових рудах *Кропивницького родовищ* Волинського мегаблоку, а також перспективні об'єкти виявлено в габро-анортозитових масивах *Корсунь-Новомиргородського* плутону, *Інгульського* мегаблоку, де в меланократових габроїдах зустрічаються рудні поклади з ільменітом, магнетитом, титаномагнетитом, рутилом і сульфідами. Прояви ванадію також відомі в невеликих дайкоподібних масивах *Лихівського* габроїдного поясу *Криворізького* району.

Розсіпні прояви ванадію в Україні представлені комплексними алювіальними і прибережно-морськими циркон-ільменітовими розсіпами, приуроченими до кайнозойського осадового чохла північного і південного схилів Українського щита (*Малишевське, Іршанське, Валки-Гацьківське* родовища). Носіями ванадію є ільменіт, титаномагнетит і рутил.

Уран-ванадій-скандієві метасоматити поширені серед утворень залізистої кременисто-сланцевої формацій *Жовторіченського, Превомайського і Ганнівського* залізорудних родовищ *Кривбасу*, де руди приурочені до карбонатно-лужних метасоматичних зон.

Осадкові родовища ванадію представлені керченськими бурими залізними рудами неогенового віку (*Коміш-Бурунське, Ельтиген-Ортельське, Новоселівське* та інші родовища), що містять підвищені концентрації ванадію в оолітових, «коричневих» і «птююнових» рудах.

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

Значні концентрації ванадію виявлені у нафтових родовищах *Дніпропетровсько-Донецької* западини і *Передкарпатського* прогину. У золі нафти газоконденсатів цих регіонів уміст металу становить 1–3 %, а в бітумінозних пісках та інших породах – до 0,5 %.

Як джерело ванадію потенційний інтерес становлять також ванадієвмісні кварц-слюдисті сланці *Кривбасу* протерозойського віку, вуглецеві сланці *Донбасу* і менілітові – *Карпат, карбонатно-лужні метасоматити й ураноносні альбітити* в докембрійських комплексах *Українського щита, фосфорити Донбасу, боксити Наддніпряниці, кори вивітрювання докембрійських і базит-ультрабазитових порід Українського щита, а також вугілля Львівсько-Волинського та Дніпропетровського вугільних басейнів.*

Значні концентрації ванадію (до 15–25 %  $V_2O_5$ ) містяться в техногенній сировині (зола, шлаки, шлами, пил) ТЕС і ТЕЦ, твердих і рідких відходах нафтоперегінних заводів, відходах титанового виробництва, промислових розчинах і «чорних шламах» глинозёмних заводів, шлаках металургійних заводів, шахтних водах вугільних і залізрудних родовищ.

Отже, в Україні є певний потенціал для організації власного виробництва ванадію як супутнього елемента комплексних родовищ або відходів виробництва титанової сировини, бокситів, шлаків і води теплових електростанцій.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Назвіть основні залізрудні райони і родовища України.
2. Де на теренах України зосереджені основні запаси марганцевих руд?
3. Назвіть галузі народного господарства де використовується хром.
4. Де на теренах України зосереджені основні запаси хромових руд?
5. Найте загальну характеристику сировинної бази титанових руд України.
6. Де використовують руди ванадію?
7. Охарактеризуйте загальні перспективи розвитку мінерально-сировинної бази ванадієвих руд в Україні.

## **2.2. КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ**

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, в Україні розвинена слабо. Це пояснюється відсутністю в країні ефективної мінерально-сировинної бази цих металів. Сировина для двох алюмінієвих комбінатів (Запорізького і Миколаївського) повстає із-за кордону, незважаючи на те, що Україна володіє значними ресурсами бокситів, алунітів та іншої (нетрадиційної) глинозёмної сировини, які поки що не використовуються. Магній, його оксиди та солі отримують із власної сировини. Виробництво нікелю з українських силікатних руд припинилося в 1997 р. Кобальт, мідь, свинець і цинк взагалі поки що не добувають, хоча родовища і численні рудопрояви цих металів знаходяться в надрах України.

### 2.2.1. Алюміній

Алюміній – це сріблясто-білий, легкий, хімічно активний метал, який утворює сполуки майже з усіма елементами, розчиняється в кислотах і лугах. На повітрі швидко покривається тонкою міцною оксидною плівкою, яка запобігає подальшому окисненню та корозії. У воді, зокрема і морській, також корозійно стійкий. Практично не взаємодіє з концентрованою азотною кислотою, багатьма органічними речовинами та харчовими продуктами. Відзначається пластичністю, легко піддається пресуванню, штампуванню, куванню та волочінню. За електропровідністю він знаходиться на четвертому місці серед металів після срібла, міді і золота.

Алюміній – один з найпоширеніших елементів (після кисню і кремнію) у породах земної кори, кларк його становить 8,8 % (8800 г/т). Найбільше його (10,45 %) зосереджено в осадових породах, найменше (0,45 %) – в ультраосновних. Серед усіх металів за поширеністю він посідає перше місце, проте у вільному стані в природі не зустрічається, а входить до складу алюмосилікатів. Основна маса цього металу зосереджена в бокситах, нефелінах, алунітах, каолінах та інших глиноземистих породах.

У природі відомо понад 250 мінералів алюмінію, але промислове значення як алюмінієвої сировини мають тільки: *діаспор, беміт, гібсит, нефелін, алуніт, лейцит, дистен, анадалузіт, силіманіт, кіаніт, каолініт і давсоніт*.

Алюміній у вільному стані вперше виділив у 1825 р. данський учений Х. Ерстед і вже через 10 років (1855 р.) французький хімік С.-К. Девіль запропонував промисловий спосіб виробництва цього металу, а сприятливі умови для розвитку алюмінієвої промисловості появилися наприкінці ХІХ століття 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 і на 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 і магнієм (кольчугалюміній), магнієм (магнал), нікелем (електрон), кремнієм (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. Широкий попит на алюміній в електротехнічній промисловості для виготовлення дроту високовольтних ліній електротрансмісії, обмотки двигунів та трансформаторів, кабелю, конденсаторів і багатьох інших виробів. Алюмінієві сплави застосовують в будівельних конструкціях. Висока теплопровідність, майже в тричі більша від теплопровідності заліза, робить цей метал придатним для виготовлення різноманітних теплообмінників. Алюміній наносять на поверхню металевих виробів зі сталі і чавуну (алюмінізація), що захищає їх від корозії. Застосовують також процес анодування – насичення алюмінієм поверхні металевих деталей, які експлуатуються в окислювальному середовищі за підвищеної температури (до 1100 °C).

Алюміній незамінний також в алюмотермії при виготовленні тугоплавких металів. Відносно низький рівень поглинання нейтронів та мала чутливість структури до радіаційного впливу дозволяє застосовувати алюміній як конструкційний матеріал для ядерних реакторів.

З тонкого порошку алюмінію виробляють сріблясту фарбу, дуже стійку до атмосферного впливу, застосовують його в піротехніці завдяки властивості швидко запалюватися й горіти яскравим плам'ям із виділенням великої кількості тепла. Алюміній також необхідний при виготовленні вибухових речовин, таких, як алюмініал, алюмотал та інших. Значна відбивна здатність алюмінію використовується для виробництва високоякісних дзеркал шляхом напівлювання його у вакуумі на скло. Такі дзеркала рівномірно відбивають промені з різною довжиною хвиль.

Виготовлені з алюмінію ємності і тара слугують для транспортування рідкого кисню, водню, метану, оцтової та азотної кислоти, а також зберігання харчових продуктів, води та олії. Алюміній використовують для виготовлення посуду та інших побутових виробів, також широко застосовується в народному господарстві алюмінієва фольга, яка завдяки пластичності цього металу може мати товщину менше 0,01 мм.

Крім металічного алюмінію та його сплавів, велике значення мають різні сполуки алюмінію, серед яких перше місце належить

глинозему ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), що є вихідним матеріалом для одержання металічного алюмінію. Гідрат оксиду алюмінію ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) необхідний при отриманні сполук алюмінію, сірчаноокислий алюміній ( $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) широко застосовують в текстильній, паперовій промисловості, у шкіряному виробництві, хлористий алюміній ( $\text{AlCl}_3$ ) – невід’ємна складова синтезу органічних сполук і крекінгу нафти, а кріоліт ( $\text{Na}[\text{AlF}_6]$ ) слугує розчинником при електролізі глинозему.

Виробництво металічного алюмінію включає два етапи. Перший – це одержання глинозему з алюмінієвих руд гідролужним (метод Байера), кислотним, електротехнічним способами або спіканням. Другий етап полягає в розчиненні у розплавленому кріоліті глинозему і отриманні за допомогою електролізу первинного металу. Для покращення чистоти його рафінують.

Найпоширенішою рудою, з якої одержують основну кількість світового алюмінію, є боксити. Це тонкодисперсна порода, складена гідрооксидами алюмінію, діаспору, беміту й гідраргіліту з домішками оксидів та гідрооксидів заліза і марганцю, а також кварцу, опалу, карбонатів кальцію і магнею, глинистих мінералів, оксидів титану тощо.

Боксити – це комплексна сировина. Разом з алюмінієм вони містять скандій, титан та інші елементи. Серед них найбільший інтерес становлять ванадій і галій. Схеми вилучення їх з розчинів, куди вони потрапляють при переробці 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 в основному нефелінові сієніти, нефелін-апатитові, лейцитові породи з умістом нефеліну та лейцити не менше 70 %.

Нефелінові руди зазвичай комплексні. Попутно, окрім глинозему, при їх переробці отримують рідке скло, високоякісний цемент, поташ, соду та інші продукти.

Для одержання глинозему використовують також алунітові руди, які є цінною комплексною сировиною для понад 20 видів різної 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, які зазнали впливу гідротерм і були алунітизо-

вані. Технологічні схеми переробки руд базуються на легкому розчиненні алуїту в кислотах і лугах.

Нетрадиційною алюмінієвою сировиною є також високоглиноземні (кіанітові), андалузитові та силіманітові сланці, каолінові глини та аргіліти, анортозити, лабрадорити, давсоніти, зваєнофосфати, а також вторинна високоглиноземиста сировина – відходи від металургійної переробки залізних руд, серицитові «хвотики» збагачувальних фабрик, зола вугілля тощо.

Нині промисловість України не забезпечена власною сировиною. Підприємства з виробництва глинозему та первинного алюмінію працюють на імпортній сировині, яка постачається з Гвінеї (до 80 % потреб), Ямайки, Австралії та інших країн, незважаючи на те що в надрах України знаходяться чималі ресурси бокситів, алуїтових порід, нефелінових сієнітів, а також дістендіналузит-силіманітових кварцитів, гнейсів і сланців.

Основним районом поширення бокситів, пов'язаних з мезозойською корою вивітрювання архейських зеленокам'яних порід, є Український щит та його схили. Алуїтові руди та алуїтовмісні породи разом з поліметалічними рудами локалізуються в неогенових вулканічних комплексах Закарпаття. З протерозойськими сієнітовими магматичними комплексами Приазов'я Українського щита, а також палеозойськими лужними габроїдами Дніпровсько-Донецької западини пов'язані нефелінові руди. Корінні поклади андалузит-дістендіналузит-силіманітових сланців і кварцитів складають докембрійські високометаморфізовані товщі Українського щита, а розсіпні концентрації сланців та силіманіту входять до складу покладів комплексних розсіпних родовищ Середнього Придніпров'я (рис. 12).

На території України як сировина для отримання алюмінію перспективними є боксити латеральної кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід Українського щита. Вони формують декілька родовищ і низку рудопроявів у межах Середнього Придніпров'я, але Державним балансом взяті на баланс тільки запаси Високопільського та Південнонікопольського родовищ.

*Високопільське родовище* розташоване на південному схилі Українського щита в середній течії р. Інгулець (Криворізький район Дніпропетровської області). Боксити складають верхню зону латеритного розрізу кори вивітрювання архейських амфіболітів і пов'язаних з ними кварц-хлорит-амфіболових сланців, яка перекрита піщано-глинистими породами кайнозою потужністю від 15 до 100 м.



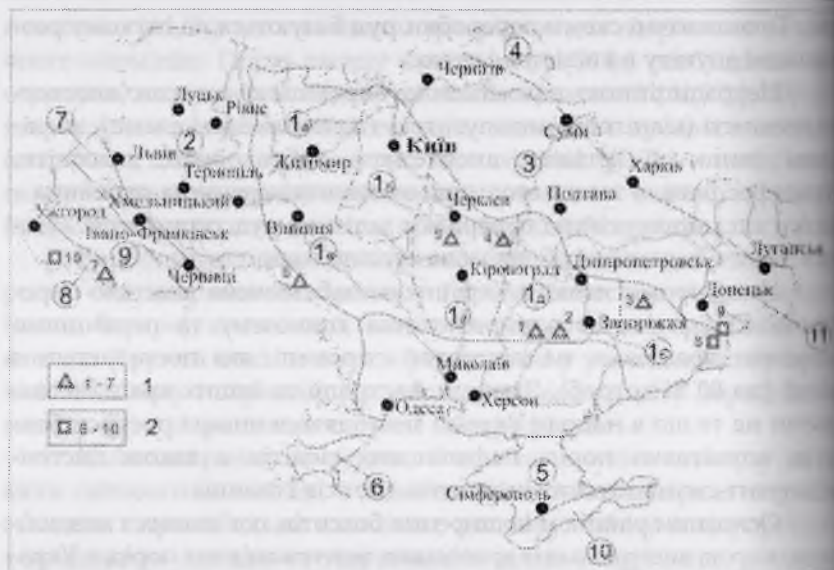


Рис. 12. Схема розташування родовищ і рудопроявів алюмінію на території України

1 – боксити: 1 – Високопільське родовище, 2 – Південнонікопольське родовище, 3 – Малотерсянський прояв, 4 – Кременчуцький прояв, 5 – Смілянське родовище, 6 – Середньопридніпровський прояв, 7 – Рударнянський прояв; 2 – нефелінові та алунітові руди: 8 – Ожтябрська група родовищ, 9 – Покрово-Кирейвський прояв, 10 – Закарпатська група родовищ. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Самі боксити утворилися в апт-альбський час крейдового періоду мезозою. За мінеральним складом це гідрогетит-беміт-гібситові породи з середнім умістом  $Al_2O_3$  38 %. Розвідані запаси становлять 18,9 млн. т, а загальні ресурси перевищують 72 млн. т.

На Південнонікопольському родовищі бокситові поклади залягають у верхній частині кори вивітрювання амфіболітів, серпентинітів та інших базит-ультрабазитових порід архею. Тут виявлено чотири поклади високозалізистих бокситів, запаси яких оцінюють у 535 тис. т.

Окрім зазначених родовищ, в Інгулецько-Дніпровському бокситоносному районі виявлено багато рудопроявів, серед яких потенційно перспективними є Богданівський, Олександрійський, Девладівський, Кременчуцький і Малотерсянський.

З піщано-каоліновими відкладами і строкатобарвними глинами нижньокрейдової і палеоцен-еоценової континентальних формацій, що виповнюють ерозійні западини на поверхні докем-

них комплексів Українського щита, пов'язані боксити перенесення кори вивітрювання з вмістом глинозему від 18 до 45 %. Вони утворюють лінзи та тіла неправильної форми, складені з бемітом, гематитом, каоліном і монтморилонітом.

Типовим представником бокситів цього генетичного типу є Ямпільське родовище, розташоване в Черкаській області. Тут руди складені каолін-гіпситовими бокситами, що залягають серед крейдових піщано-каолінових відкладів або безпосередньо вивітрювання докембрійських порід. Середній вміст глинозему в них становить 22,3 %, а запаси бокситів оцінюють у 0,8 млн. т.

Кварцелові боксити виявлено також у південно-західній частині Українського щита (Ямпільський район Вінницької області) з вмістом  $Al_2O_3$  46,8-52,4 %, що дозволяє зробити висновок про першочерговість бокситоносності Середнього Придністров'я.

Родовища алунітових руд із запасами понад 400 млн. т виявлені в породах вторинних кварцитів, які входять до складу вулканічного порфайр-Гутинського пасма Закарпаття. Для цих руд характерний високий вміст алуніту (30-40 %), вони придатні для комплексного використання з отриманням глинозему, сірчаної кислоти, сірчанних солей і т. ін.. Найбільші поклади алунітових руд знаходяться з Біганським і Берегівським родовищами поліметалів.

*Біганське родовище* розташоване в Берегівському районі Закарпатської області. Алунітові поклади тут приурочені до вторинних кварцитів, сформованих у результаті гідротермальних змін міоцено-осадових порід міоценового віку. Родовище комплексно складене кварц-алунітовими, барит-поліметалічними та поліметалічними рудами. Розвідані запаси алунітових руд з вмістом глинозему 15 % становлять 290 млн. т.

*Берегівське родовище* близьке за складом і будовою до Біганського родовища (запаси алунітових руд - 50 млн. т).

Потенційними претендентами для отримання алюмінію є нові високоглиноземисті породи лужних магматитів протекторного віку, поширені в Приазовському мегаблоці Українського щита. Промисловий інтерес тут становлять чотири типи порід: фойяліти, сієніти, фойяліти і лужні пегматити, у яких загальний вміст глинозему становить 19-20 %. У регіоні ці породи входять до складу Октябрського масиву, де розташовані Мазурське і Івано-Франківське родовища.

*Мазурівське родовище* маріуполітів з вмістом  $Al_2O_3$  22,54 % і запасами понад 1 млрд. т розкрито кар'єром, на сьогодні воно найбільш підготовлене до експлуатації. Позитивним є також те, що поряд працює Донецький хіміко-металургійний завод, який має технологічні можливості для одержання якісного нефелінового концентрату.

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

У зоні зчленування Українського щита з Дніпровсько-Донецькою западиною та Донбасом поширені масиви девонських лужних порід. Найбільшим у цьому районі є *Покрово-Кирейське родовище* малінітів із середнім вмістом  $Al_2O_3$  в рудах 18,3 % і запасами близько 1 млрд. т.

З докембрійськими метаморфічними товщами Приазов'я пов'язані гранат-силіманітові руди, прогнозні ресурси яких оцінені в 60-70 млн. т. Державним балансом ураховано два родовища високоглиноземної сировини – Вовчанське і Малишевське у Дніпропетровській області, загальні запаси дистену і силіманіту яких оцінені у 3 млрд. т.

На північному заході Українського щита в межах Суццано-Пержанської зони знаходиться *Суццанське родовище* дистену, де зруденіння пов'язане з вторинними кварцитами, ресурси і запаси перевищують 5 млн. т.

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

## 2.2.2. Магній

Магній як хімічний елемент уперше виділив у 1808 році англійський учений Г. Деві, а через 20 років французький хімік А. Бюссі першим одержав металічний магній, промислове виробництво якого розпочалося наприкінці XIX ст. у Німеччині.

Магній – це сріблясто-білий хімічно активний метал. У повітрі він окислюється з утворенням оксидної плівки  $MgO$ . Стійкий у розчинах плавикової та інших кислот, соди, їдких лугів, у бензині, керосині, мінеральних маслах, що дає можливість використовувати його у виготовленні трубопроводів, цистерн та іншої тари для транспортування і зберігання цих рідин. У морській та мінеральній воді розчиняється. При нагріванні реагує з галогенами, вуглеводнями, утворює силіциди і фосфіди. Сильний відновлювач. Утворює металоорганічні сполуки. Він належить до найпоширеніших елементів у земній корі. Його кларк становить 1,87 % (18700 г/т), а середній вміст у морській воді – 0,13 % (1300 г/т).

Магній є одним з найлегших металів, його густина становить  $1,74 \text{ г/см}^3$ , що значною мірою визначає сфери застосування цього металу в промисловості. Більша частина металічного магнію йде на виробництво сплавів, які є найлегшими конструкційними металевими матеріалами. Широко застосовуються сплави магнію з цинком, марганцем, цирконієм, титаном, берилієм, літієм та іншими металами, які підвищують міцність, корозійну стійкість, пластичність сплавів, а також зменшують здатність до окислювання. Сплави магнію використовують у літако- та ракетобудуванні, у виробництві деяких вузлів і деталей ядерних реакторів, двигунів автомобілів, виготовленні баків для масла, бензину тощо. У металургії магній застосовують як відновник у виробництві таких металів, як ванадій, хром, титан, цирконій, берилій. Додавання магнію у сталь і сплави сприяє зменшенню в них вмісту кисню як окислювальної домішки, а в розплавленій чавун – модифікує його, покращуючи структуру і підвищуючи механічні властивості. У хімічній промисловості порошкоподібний магній використовують для підвищення спирту, аніліну та інших органічних речовин, а також для одержання магнієорганічних сполук, які мають широке застосування в синтетичній хімії.

Завдяки властивості магнію в порошкоподібному вигляді або у вигляді дроту чи стрічки горіти білим сліпучим полум'ям він застосовується для виробництва феєрверків й інших піротехнічних виробів, а у військовій техніці – освітлювальних і сигнальних ракет, трасуючих куль і снарядів, запальних бомб. Використовують магній також у медицині при виготовленні ліків, зокрема сірчанокислої та паленої магнезії, перекису магнію та ін.

Існує два способи одержання металічного магнію: електролітичний (до 70 % виробленого магнію) та термічний. Перший спосіб – електроліз розплавлених магнієвих солей, головним чином хлористих. Таким шляхом отримують дуже чистий метал, який містить до 99,99 % магнію. У другому випадку метал одержують за допомогою відновника, яким може бути вугілля або алюміній, з випаленого магнезиту і доломіту.

Головними видами магнієвої сировини є доломіти, магнезити та магнезійні солі. Джерелом магнію також є морська вода і вода соляних озер, у яких міститься хлористий магній. До основних магнієвмісних мінералів належать *карналіт*, *лангбейніт*, *каїніт*, *бішофіт*, *кізерит*, *полігаліт* та *епсоміт*.

Магнієва промисловість України повністю забезпечує потреби держави в металічному магнії за рахунок вітчизняної сировини, якою в основному є поклади калійно-магнієвих солей, розчинених у ропі сучасних озер і заток. Загальні балансові запаси магнієвих солей в Україні в перерахунку на MgO становлять понад 157,3 млн. т.

Основну кількість металічного магнію виробляють Калуський хіміко-технологічний і Запорізький титаномagneзійний комбінати. Солі, оксиди та інші сполуки магнію одержують на Перекопському бромному та Кримському содовому заводах.

Руди магнію в Україні зосереджені в межах трьох соляних районів: Передкарпатському передовому прогині, Дніпровсько-Донецькій западині та Донбасі, а також у ропі Кримських озер і заток (рис. 13).

Родовища магнієвих солей Передкарпатського калієносного басейну приурочені до осадових відкладів міоценового віку, які простягаються вузькою смугою вздовж північного підніжжя Карпат на відстань понад 200 км. Солі всіх родовищ басейну комплексні, складені мінералами кальцію, натрію, магнію та калію. Характерною властивістю родовищ є переважання сульфатного складу калій-магнієвих покладів, репрезентованих пласто- і лінзоподібними тілами протяжністю від перших сотень метрів до 10 км, шириною від 300 м до 2 км і потужністю від кількох до десятків метрів, іноді до 150 м.

У складі покладів переважають галіт, лангбейніт, епсоміт, полігаліт і каїніт. У незначних кількостях містяться карналіт і силвін. Такий мінеральний склад дозволяє використовувати ці солі без глибокої хімічної переробки для виробництва безхлорних калійних добрив.

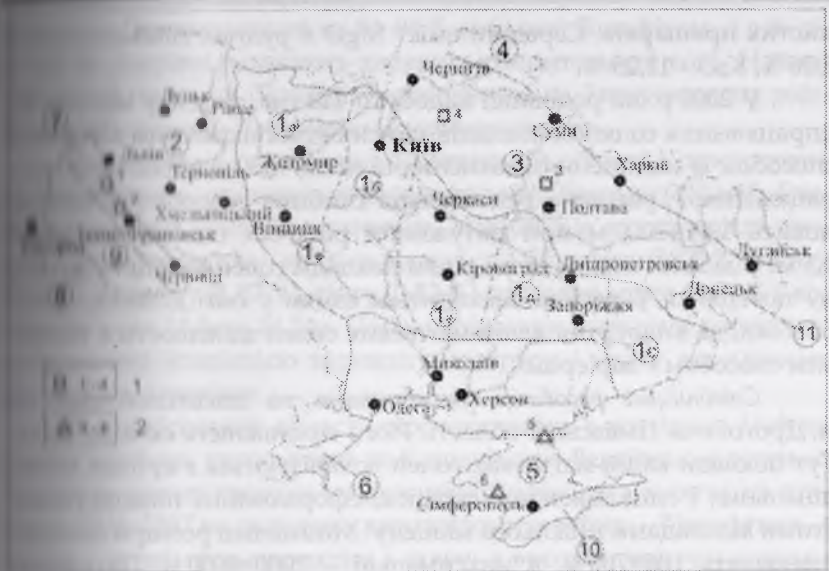


Рис. 13. Схема розташування родовищ магнію на території України

1 - родовища магнієвої солі: 1 - Стебниківське, 2 - Калуш-Галинська група родовищ, 3 - Запорізьке родовище бішофіту, 4 - Новоподільське родовище бішофіту; 2 - роти; 5 - Славська родовище, 6 - родовище Сасик-Сиваи.

Інші родові позначення див. на рис. 6.

На Передкарпатті відкрито понад 25 перспективних проявів солі, але Державним балансом враховано тільки два родовища калій-магнієвих солей: Калусько-Галинське і Стебницьке.

Солі цих родовищ полімінеральні (сульфатні і змішані сульфатно-хлористі). Їх основу складають калій-магнієві, калієві і магнієві сульфатні мінерали. Головним продуктом при переробці є калійна сіль, а калімагnezія, магнієва та кухонна сіль виробляються попутно.

Калусько-Галинське родовище розташоване на північний захід від м. Івано-Франківська. Калій-магнієві поклади локалізуються серед піщано-глинистих з прошарками гіпсів відкладів міоценового віку, загальна потужність яких досягає 600 м. Розміри покладів коливаються від 300×700 до 1000×2000 м. За мінеральним складом 99 % MgO знаходиться у змішаних солях. Продуктивні товщі представлені перешаруванням каїнітових, лангбейнітових, каїніто-галітових верств з домішками кизериту, полігаліту, полігалітогли-

нистих прошарків. Середній вміст  $MgO$  в рудних тілах становить 5,06 %,  $K_2O$  - 11,25 %.

У 2000 р. на родовищі видобуто 410 тис. т оксиду магнею. Відпрацювання соляних покладів здійснюється підземним камерним способом із залишенням захисних ціликів, що не підлягають відпрацюванню. Гранична рентабельна глибина розробки солей становить 1000-2000 м при потужності робочих пластів не менше 1,5 м. У деяких місцях дуже рідко поклади солей виходять на денну поверхню. У регіоні знаходиться єдина у світі ділянка, Домбровська, де видобуток калій-магнієвих солей здійснюється відкритим способом - кар'єром.

*Стебницьке родовище* розташоване на південний схід від м. Дрогобича Львівської області. Його протяжність складає 20 км. Тут поклади калій-магнієвих солей локалізуються в крилах антиклінальних і синклінальних складок, сформованих піщано-глинистими відкладами нижнього міоцену. Мінімальні розміри покладів становлять  $100 \times 700$  м, а максимальні -  $2000 \times 4000$  м. Потужність окремих продуктивних верств досягає 30-50 м. Основними мінералами покладів є галіт, каїніт, лангбейніт і сільвін, також зустрічаються кізерит і полігаліт. Середній вміст у солях  $MgO$  становить 8,32 %, а  $K_2O$  - 10,64 %. У 2000 р. видобуток калій-магнієвих солей на родовищі склав 24 тис. т, в тому числі 2 тис. т оксиду магнею.

Загальні запаси сирих солей на Калусько-Галинському та Стебницькому родовищах оцінені у 1,97 млрд. т (149,7 млн. т  $MgO$ ).

Родовища магнієвих солей Дніпровсько-Донецької западини та Донбасу приурочені до товщі континентальних відкладів пермського віку, відомих під назвою «краматорська світа». Простежується вона від Чернігова до Артемівська на відстань до 500 км. Максимальна її потужність спостерігається в Орчинському прогині (до 700 м) і Бахмутській улоговині (до 600 м). У розрізі світи виділяють п'ять соленосних горизонтів. Нижній репрезентований асоціацією карналіт-кізеритових і бішофітових солей, три середніх складені сільвіновими солями, а верхній представлений покладами сільвін-карналітових і карналіт-кізеритових солей. Потужність калій-магнієвих горизонтів коливається від 1-5 до 15-30 м.

Рудою для виробництва металічного магнею є бішофітові солі, розкриті свердловинами на глибинах 1700-3000 м у північно-західній (Кошелівсько-Вертієвська і Срібненська депресії) та центральній (Орчинський прогин) частинах Дніпровсько-Донецької

знайдених. Поклади солей на 84–94 % складені бішофітом, а в їх піщаних та покрівлі залягають карналіт-кізеритовмісні солі. Найпопулярніший горизонт бішофіту встановлено на *Затуринському родовищі*, облікованому Державним балансом запасів.

Розташоване родовище в Полтавській області і приурочене до Припільського прогину, де займає площу близько 200 км<sup>2</sup>. Глибина залягання бішофіту становить 2658–2678 м, а потужність промислового горизонту, який складається з бішофіту (88,4 %), галіту (8,41 %), кізериту (1,87 %), гіпсу (0,82 %) та інших солей (0,31 %), коливається від 14,5 до 24,0 м. Породи підосви і покрівлі горизонту представлені асоціацією карналіту, кізериту і галіту з домішкою глинистого матеріалу.

У Чернігівській області перспективним є розвідане *Новополянське родовище*, приурочене до Кошелівсько-Вертіївської депресії. Тут також нижня частина продуктивної товщі, яка залягає на глибинах 2338–2387 м, складена карналітом, середня – бішофітом, а верхня – асоціацією карналіту і галіту з високим вмістом глинистих мінералів. Потужність бішофітового горизонту з вмістом корисного компонента (бішофіту) 90–94 % коливається від 15 до 35 м, а запаси оцінюють у 1,68 млрд. т.

Видобуток бішофіту на зазначених родовищах здійснюють шляхом свердловинного розчинення солей у режимі дослідно-промислової експлуатації, що є екологічно нешкідливим.

Загалом запаси бішофіту провінції Дніпровсько-Донецької знайдених доступні для відпрацювання і можуть забезпечити будь-які потреби країни в бішофітовій сировині. Тут сумарні прогнозні ресурси бішофітової ропи оцінюють у 50 км<sup>3</sup>.

Родовища ропи Кримських озер та заток – це сучасні відкладення комплексних солей, що формуються в результаті постійного випаровування вод Азовського моря, які надходять у затоку Сивані. Водообмін між затокою і морем здійснюється в обох напрямках, але з додатнім балансом у бік Сивашу. Поблизу затоки знаходяться відокремлені озера, у яких також відбувається утворення ропи. Джерелами ропи є розташовані на південному заході Кримського півострова озера Сасик, Данузлав та інші.

Державним балансом запасів обліковано 2 родовища ропи: Сиваське і озеро Старе, де видобувають хлоридно-сульфатні солі з середнім вмістом MgO 0,38 %. Загальні запаси сирих солей становлять 7,57 млн. т. *Сиваське родовище*, яке розробляється Перекопсь-



ким бромним заводом, дає найбільшу частину видобутку магнієвих солей України – 7648 тис. м<sup>3</sup>, або 164 тис. т MgO. Крім нього, у Каламитській затоці Чорного моря розробляється родовище сульфатних солей *Сасик-Сиваш* із середнім вмістом MgO 1,15 %.

Крім зазначених джерел магнію, потенційними є нетрадиційні для України такі типи магnezіальної сировини як метаморфогенні родовища магnezиту і талько-магnezиту, до яких належать Правдинське і Веселянське в середньому Придніпров'ї, високо магnezіальні метаультрабазити Приазов'я, а також доломітові мармури і кальцифіри Завалівського родовища Побужжя.

*Правдинське родовище* талько-магnezитів розташоване поблизу с. Грушівка Криничанського району Дніпропетровської області, де приурочене до південно-західної частини однойменної інтрузії ультраосновних порід, складеної асоціацією хризотилітових, антигоритових серпентинітів, талько-магnezит-серпентинітових і талько-магnezитових порід, а також талько-хлоритових і хлорит-карбонат-талькових сланців.

Родовище репрезентоване двома типами руд: талько-магnezитовими та карбонатизованими серпентинітами, які утворюють поклади серед метаморфізованих ультрабазитів протяжністю до 800 м і потужністю від 80 до 350 м.

Талько-магnezитові руди складені тальком (35–50 %), магnezитом (40–60 %), представленим брейнеритом в асоціації з серпентинітом, доломітом, магнетитом, хлоритом і сульфідами. Середній вміст MgO в породах становить 32–36 %.

Карбонатизовані серпентиніти представлені асоціацією серпентину (60–80 %), магnezиту (10–30 %), іншими карбонатами (10–20 %), тальком, магнетитом і хромітом. Інколи в їх складі є олівін, бастит і сульфіди. Вміст MgO в породах змінюється від 36 до 41 %.

Запаси родовища становлять 105 млн. т руди, серед якої 55 % належить талько-магnezиту і 45 % карбонатизованим серпентинітам, а прогнозні ресурси до глибини 300 м оцінюють у 300 млн. т. Згідно з технологічними дослідженнями, сировина родовища може використовуватись для виробництва форстеритових вогнетривів, тонкого талько-магnezитового і карбонат-серпентинітового борошна, а також добрив, інсектицидів, шлакосилікатів, жаростійких бетонів, вогнетривкої цегли тощо.

*Веселянське родовище* розташоване поблизу с. Веселянка Запорізького району Запорізької області, де приурочене до товщі серпен-

у тальк-хлоритових і хлорит-амфіболових порід архею. Покладами лінзоподібної форми протяжністю 600–1280 м і потужністю 30–180 м. Складені вони магнезитом (20–60 %), тальком (15–30 %) і магнетитом (3–8 %). Запаси родовища становлять 1322 тис. т, а прогнозні ресурси оцінюють у 250 млн. т.

Ніскомагнезійні метасульфідні базальти є і серед докембрійських порід Приазовського мегаблоку. Тут виявлено такі прояви магнезійної сировини, як Буртичівський, Балка Кримська, Радіоніський, Тернуватський та інші. Представлені вони оталькованими, антофілітованими, тремолітованими піроксенітами, метаолівінітами, тринітитами і серпентинітами з вмістом MgO від 21 до 27 %.

Отже, Україна на достатньому рівні забезпечена власною магнезійною сировиною, а також є перспективи нарощування видобутку магнезійної руди за рахунок виявлення нових родовищ у Львівсько-Донецькій западині, дорозвідки флангів і глибоких частин родовищ Передкарпаття, вивчення родовищ талькитів і карбонатизованих серпентинітів, попутного видобутку магнезійної руди з Тернуватського родовища силікатного нікелю.

### 2.2.3. Мідь

Мідь – це м'який ковкий метал жовто-червоного кольору, що відомий людству ще з IV тисячоліття до Різдва Христового. Металічна мідь хімічно малоактивна. Вона не взаємодіє з повітрям при температурах менше 200°C, але під час нагрівання за умови наявності  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CO}_2$  починає окислюватись. Взаємодіє з галогенами, бромом, селеном, утворює комплексні сполуки з ціанідами, а також комплексні сполуки типу подвійних солей. Металічна мідь характеризується високими електро- і теплопровідними властивостями, високою корозійною стійкістю, добре обробляється тиском у гарячому та холодному стані, утворює сплави з цинком, алюмінієм, міддю, залізом, марганцем, свинцем та іншими елементами.

Мідь належить до халькофільних елементів, її кларк у земній корі становить 0,0047 % (47 г/т). Крім самородної міді, у природі відомо понад 200 мідних і мідевмісних мінералів, найголовнішими з яких є халькопїрит, халькозин, борніт, кубаніт, сульфосоли (бляклі руди), тенорит, ковелін, тенорит, а також азурит, малахіт, хризокола, куприт.

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

Сплави міді з цинком (латунь), оловом, алюмінієм, свинцем (бронза), а також нікелем застосовують у машинобудівній промисловості, авіа-, авто- і суднобудуванні, на залізничному транспорті, в електротехнічній промисловості тощо. Солі міді використовують для виготовлення пігментів, засобів для боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, як мікродобрива, каталізatori процесів окислення, у виробництві штучного шовку, шкіряній і хутряній промисловості.

Мідні руди зазвичай належать до комплексних, оскільки, крім мінералів міді, вони містять мінерали заліза, свинцю, цинку, молібдену, миш'яку, золота, срібла, селену, платини, кобальту та інші, що можуть бути вилучені при їх розробці, а це значно підвищує економічну цінність родовищ.

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

Окислені та змішані руди збагачуються значно гірше із залученням складних комбінованих схем, які включають сульфідизацію окислених мінералів, подальшу флотацію або хімічне та бактеріологічне і купчасте вилуговування в чанах.

Мідні концентрати й багаті мідні руди з вмістом міді понад 3% піддаються пірометалургійній обробці, що дозволяє отримувати чорну мідь, із газів металургійного виробництва вилучають чорну кислоту або сірку, а з пилу Pb, Zn, Bi, Cd, Ge та інші елементи. Із чорної міді шляхом електролітичного рафінування виробляють мідь високої чистоти і відокремлюють численні корисні елементи, а з електролітичного шлаку вилучають селен, телур і цинкові метали.

Щорічно Україна використовує до 150 тис. мідної металічної продукції, більшу половину якої складає рафінована мідь. Ці потреби, у зв'язку з відсутністю в країні власної мінерально-сировинної бази, забезпечуються за рахунок експорту або шляхом імпорту металічного брухту. Незважаючи на те, що на території України відомо понад 150 рудопроявів міді, розвіданих і перспективних родовищ станом на сьогодні немає. До потенційно перспективних міднорудних районів України належать *Кіровоградський щит*, *Волино-Подільська плита*, *Дніпровсько-Донецька низовина* і *складчасті Карпати* (рис. 14).

На *Українському щиті* промисловий інтерес становлять мідно-шкелєві, мідно-колчеданні і залізо-мідні рудопрояви. Перші представлені *Прутівським проявом*, який знаходиться в межах Волинського мегаблоку і приурочений до однойменної інтрузії габродієв. Мідно-колчеданні прояви виявлено серед метавулканітів *Ізяснянським* структурам Середньопридніпровського мегаблоку, а також мідні - у метаморфічних породах зони *Криворізько-Кременчуцького розлому*.

У межах *Волино-Подільської плити* мідна мінералізація приурочена до трапів волинської серії венду, де виявлено 11 горизонтів мінералізації міді, з яких п'ять-шість характеризуються промисловими параметрами. Рудопрояви в регіоні утворюють чотири рудних зони: *Ратинський*, *Кухотський*, *Рафалівський* і *Шенетівський*, прогнозовані ресурси міді яких оцінюють у 25 млн. т. Крім того, у Середньопридніпровському районі відомо до 64 проявів міді, локалізованих у червонобарвних піщано-глинистих відкладах девону.

Стратиформні прояви міді відомі також і в нижньопермських та девонських відкладах *Дністровсько-Донецької западини* (*Ізяснянське*, *Івангородське*, *Берестянське*) і *Донецької складчастої западини* (*Миколаївське*). Прогнозовані ресурси міді тут перевищують 1 млн. т.

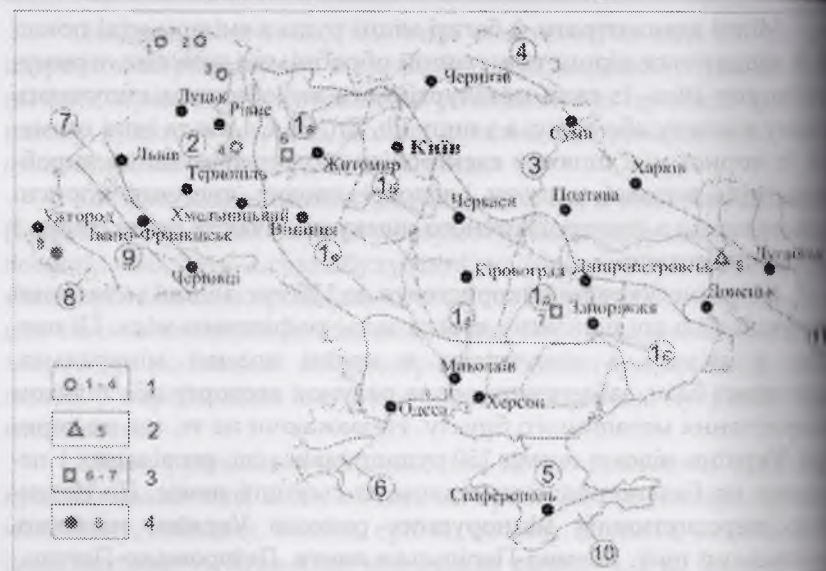


Рис. 14. Схема розташування родовищ і проявів міді на території України

1 – самородна мідь у неопротерозойських осадово-вулканогенних товщах: 1 – Ратнівський рудний вузол, 2 – Кухотський рудний вузол, 3 – Рафалівський рудний вузол, 4 – Шепетівський рудний вузол; 2 – стратиформні поклади в палеозойських пісковицях і сланцях; 5 – рудопрояви Бахмутської западини; 3 – мідно-нікелеве зруденіння в докембрійських породних комплексах Українського щита: 6 – Волинська рудна провінція, 7 – Середньопридніпровська рудна провінція; 4 – колчеданно-поліметалічне і сульфідно-кварцове зруденіння в кайнозойських породних комплексах Українських Карпат: 8 – Карпатська рудна провінція. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

У Карпатському регіоні мідно-колчеданне зруденіння приурочене до Мармароського масиву, а у складчастих Карпатах мідисті сланці та пісковики відомі серед крейдових відкладів Дуклянсько-Чорногірської зони, палеоген-неогенових товщ Скибової зони, а також червонобарвних теригенних відкладів Передкарпаського прогину.

Крім власне мідних родовищ, потенційним джерелом видобутку міді можуть бути промислові відходи гірничодобувних підприємств. Одним з техногенних нагромаджень міді є відходи Костянтинівського заводу «Укрцинк» у Донецькій області, у яких виявлено підвищений вміст міді, свинцю, цинку і благородних металів. Це техногенне родовище містить 8 тис. т міді, 24 тис. т цинку і 10 тис. т свинцю. Їх видобуток можливий шляхом застосування купчастого вилуговування, що також буде сприяти ліквідації відвалів і покращенню екологічного стану довкілля.

### 2.2.4. СВИНЕЦЬ І ЦИНК

Свинець відомий людству ще з глибокої давнини. Про це свідчать знахідки свинцевих водогінних труб при розкопках Помпеї, свинцеві монети, виявлені в Китаї, датовані за 2 тисячі років до н. е., свинцеві виробів в Азії та Месопотамії, вік яких перевищує 3-3,5 тис. років.

Природний свинець – пластичний ковкий метал блакитно-сірого кольору. На повітрі він швидко покривається тонкою плівкою оксиду, що запобігає його подальшому окисленню. Реагує з азотною та сірководневою кислотами, лужними розчинами, а при нагріванні – з азотною та сірководневою та деякими іншими металами, але з соляною та сірководневою кислотами не взаємодіє. Середній вміст свинцю в земній корі становить 0,0016 % (16 г/т), при цьому в ультраосновних породах цей показник дорівнює 0,00001 % (0,1 г/т), основних – 0,008 % (8 г/т), кислих – 0,002 % (20 г/т), осадових – 0,002 % (20 г/т).

Цинк у вигляді чистого металу вперше отримав у 1746 р. німецький хімік А. Маргред, але цинкові руди були відомі й розроблялися людиною з найдавніших часів. Їх називали «біла земля» (випалена цинкова руда) і застосовували як добавку при виплавці міді, бронзи та латуні.

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

Вміст цинку в земній корі становить 0,0083 % (83 г/т). В ультраосновних породах його середній вміст дорівнює 0,003 % (30 г/т), у породах середнього складу – 0,0072 % (72 г/т), а кислого – 0,006 % (60 г/т).

Зазвичай у рудних родовищах свинець і цинк зустрічаються разом, утворюючи поліметалічні руди, які також містять золото, ртуть, мідь, рідкісні і розсіяні елементи.

У природі відомо близько 180 мінералів свинцю. Основне промислове значення серед них належить сульфідам, сульфосолям, карбонатам і силкатам свинцю, серед яких найбільш поши-

74 тис. т і задовольняються за рахунок поставок із Казахстану, Росії, Узбекистану, Болгарії, Чехії та Польщі.

Свинцево-цинкові родовища в Україні відомі і розробляються з XVIII ст. в Передкарпатті (Трускавецьке родовище), пізніше на межі XIX–XX ст. відкрито родовища в Нагольному кряжі Донбасу (Нагольчанське і Нагольно-Тарасівське) та в Карпатах (Рахівське). Сьогодні виявлено родовища і рудопрояви поліметалів різних масштабів на всій території України, окрім Причорномор'я та Скіфської платформи. Вони складають чотири металогенічні провінції поліметалічних руд: Карпатську, Дніпровсько-Донецьку, Українського щита і південно-західного схилу Воронзької антеклізи, серед яких найбільший промисловий інтерес становлять перші дві.

*Карпатська металогенічна провінція* охоплює Закарпатський внутрішній прогин, складчасті Карпати і Передкарпатський передовий прогин. Тут основна частина гідротермальних родовищ свинцю і цинку приурочена до неогенових андезит-дацитових вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма. Потенційно перспективними у межах не тільки регіону, але й усієї України є Берегівсько-Біганське рудне поле, до якого входять Берегівське, Біганське, Мужіївське родовища, декілька рудопров'язів і перспективних ділянок. У складчастих Карпатах відоме Рахівське родовище, а в Передкарпатському крайовому прогині – Трускавецьке (рис. 15).

*Берегівське золото-поліметалічне родовище* приурочене до товщі туфогенних порід ріолітового складу неогенового віку. Золото-поліметалічна мінералізація тут репрезентована складно побудованими рудними жилами і жильними зонами в розломах, прожилково-вкрапленим зруденінням у зонах підвищеної тріщинуватості, субпластовими тілами у верстуватих вулканогенно-осадових відкладах і рудними штокверками на ділянках підвищеної тріщинуватості. Головними корисними компонентами рудних тіл є свинець, цинк, золото і срібло. Мінеральний склад руд досить різноманітний. За кількісним співвідношенням мінералів тут виділяють такі типи руд: золото-пірит-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 відноситься до категорії середніх, оскільки запаси свинцю тут оцінюють у 350 тис. т, а цинку – у 850 тис. т.

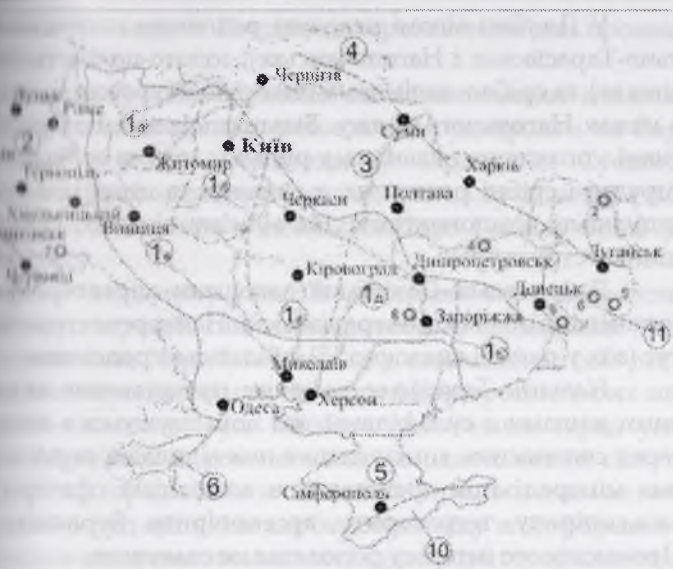


Рис. 15. Схема розташування родовищ і рудопросяв свинцю та цинку на території України

родовища і рудопросяви: 1 – родовища Берегово-Біганське рудне поле (Берегівське, Білівське, Мужівське), 2 – Марківський рудопросяв, 3 – Трускавецький рудопросяв, 4 – Білійківське родовище, 5 – Нагольно-Тарасівське родовище, 6 – Нагольчанське родовище, 7 – рудопросяв Півднісько-Прудністровської металогенічної зони, 8 – рудопросяви Середньопрудністровської металогенічної зони, 9 – рудопросяви Південно-Донбаської рудної зони, 10 – рудопросяв позначення див. на рис. 6.

Мужівське 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 – 1800 тис. т, що за умови річного видобутку руди 500 тис. т може забезпечити завод «Укрцинк» цинковим концентратом у кількості 47 тис. т/рік протягом 15 років.

Загалом рудний потенціал Берегівського рудного району виглядає так: прогнозні ресурси свинцю становлять 1670 тис. т, запаси – 404 тис. т, а цинку – відповідно 2500 тис. т і 971 тис. т.

Дніпровсько-Донецька металогенічна зона характеризується наявністю двох геолого-промислових типів поліметалічного зручнення. Це жильні поліметалічні родовища складчастого Донбасу і свинцево-цинкові родовища, приурочені до солянокупольних структур Дніпровсько-Донецької западини.



У Донбасі відомі невеликі родовища поліметалічних (Нагольно-Тарасівське і Нагольчанське), золото-поліметалічних (Бобрівське) та срібло-поліметалічних руд (Журавське), які знаходяться в межах Нагольного кряжу. Більшість із них потенційно перспективні з огляду на наявність у рудах золота та срібла, тобто як золоторудні і срібні родовища, а свинець та цинк можуть бути лише супутніми компонентами. На відміну від них, сульфідне зрудення в структурах

Дніпровсько-Донецької западини характеризується власне свинцево-цинковою мінералізацією. Найперспективнішим об'єктом тут (а їх у районі виявлено 15) є Біляївське родовище.

*Нагольно-Тарасівське родовище* представлено анкерит-кварцовими жилами з сульфідами, які локалізуються в тектонічній зоні серед соленосних континентальних відкладів пермського віку. Рудна мінералізація представлена асоціацією сфалериту, галеніту, халькопіриту, тетраедриту, арсенопіриту, бурноніту і піротину. Промислового інтересу родовище не становить.

*Нагольчанське родовище* приурочене до піщано-аргілітової товщі. Основними рудними мінералами тут є сфалерит і галеніт. У незначних кількостях зустрічаються також бляклі руди, халькопірит, бурноніт, буланжерит, пірит, арсенопірит, герсдорфіт, мілерит, полдіміт, аргентин, ковелін. Промислового значення родовище немає.

*Біляївське свинцево-цинкове родовище* розташоване на території Первомайського району Харківської області, у північно-західній частині Донбасу, де приурочене до солянокупольних структур і брахіантиклінальних складок, що ускладнюють Бахмутську улоговину. Поліметалічні руди сконцентровані в північно-західній частині однойменної солянокупольної структури, де локалізуються серед пісковиків нижнього тріасу і різновікових (девон-тріасових) брекчій, складених уламками пісковиків, вапняків, аргілітів, ангідритів і ефузивних порід, зцементованих глинисто-карбонатним матеріалом. Зруденіння прожилково-вкрапленого, вкрапленого типу, іноді масивне. Мінеральний склад руд репрезентований асоціацією галеніту, сфалериту, піриту, марказиту і мельниковіту. Зрідка містяться також піротин і пентландит. Запаси свинцю становлять 265 тис. т, а цинку – 618 тис. т. Підраховані на глибину до 600 м ресурси свинцю оцінюють від 300 до 1500 тис. т, а цинку – від 700 до 3000 тис. т. Супутніми компонентами свинцево-цинкових

руд є срібло, золото і кадмій. Родовище перспективне для промислового освоєння.

На *Українському щиті* виявлено численні свинцево-цинкові, поліметалічні і рідкіснометалеві-поліметалеві рудопрояви на Сергіївському золоторудному родовищі, у Приазов'ї, Суцано-Пержанській зоні, Криворізькому басейні, але на сучасному етапі їх вивчення, як промислових родовищ свинцю і цинку вони не становлять інтересу.

На південно-західному схилі *Воронезької антеклізи* встановлено низку рудопровів свинцево-цинкового зруденіння (Айдахський, Рівненський, Харківський та ін.), що визначає цей регіон як потенційно перспективний на виявлення промислових покладів свинцево-цинкових руд. Найбільш вивченим серед усіх рудопровів є *Марківський*, розташований в однойменній депресії. Тут зруденіння представлене лінзоподібними метасоматичними покладами серед вапняків карбонівського віку платформного чохла. Зруденіння репрезентоване асоціацією піриту, сфалериту, галеніту і марказиту. Постійними супутниками є сфалерит і флюорит, іноді зустрічаються арсенопірит, антимоніт, кіновар, тверді і рідкі бітуми. Прогнозні ресурси цинку оцінюють у 12,6 млн. т, а свинцю – 0,8 млн. т.

З огляду на зазначене вище можна зробити висновок, що розвиток мінерально-сировинної бази свинцю і цинку України слід орієнтувати насамперед на освоєння родовищ Закарпаття, а також Вільявського в Харківській області.

### 2.2.5. НІКЕЛЬ

Нікель у чистому вигляді вперше був отриманий в 1751 р. шведським хіміком А. Кропфедтом під час аналізу мильяково-кобальтової руди, у якій, окрім заліза й кобальту, учений виявив новий «напівметал», назвавши його нікелем. Проте використовували нікель у сплавах ще за 3 тисяч років до нашої ери. Населення Єгипту, Індії і країн Малої Азії виготовляло з природних сплавів заліза й нікелю предмети домашнього побуту та зброю, а на півдні Китаю з комплексних руд, які містили нікель і мідь – сплав «пекфон». У Європі назва нікель походить від назви мінералу купфер-

нікель, що перекладається як мідний опшуканець, з якого саксонські гірники безуспішно намагались 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 (куванню, прокатці, штампуванню), а також є добрим провідником тепла та електричного струму. Критична точка магнітного перетворення (точка Кюрі) для нього становить  $360^{\circ}\text{C}$ , а за менших значень температури він стає феромагнітним.

Для нікелю характерне слабке окислення. В умовах звичайної температури він покривається тонкою оксидною плівкою, що захищає його від вологи і робить антикорозійним. Не піддається корозії навіть при нагріванні за наявності їдкого натрію. Сірчана, соляна та азотна кислоти розчиняють нікель дуже повільно, а з лугами він не взаємодіє.

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

Сплави нікелю з хромом, молібденом, титаном, алюмінієм, берилієм застосовують для виготовлення жароміцних реактивних двигунів. У поєднанні з кобальтом він утворює тверді й надтверді сплави, а з алюмінієм - легкі жароміцні. Зі сплаву нікелю та міді виготовляють різноманітні монети.

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

Кларк нікелю в земній корі становить 0,0058 % (58 г/т). Найвищі концентрації нікелю характерні для ультраосновних порід, де його середній вміст досягає 0,12 % (1200 г/т), що робить їх потенційно перспективними на виявлення промислових покладів. У породах кислого складу середній вміст нікелю становить 0,0008 % (8 г/т). Самородний нікель разом із залізом входить до складу метеоритів.

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

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

Силікатні нікелеві руди кори вивітрювання ультраосновних порід складені такими мінералами як гарнієрит, непуїт, ревідскіт, нонтроніт, а також гідрохлоритами, оксидами та гідроксидами заліза і марганцю.

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

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

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

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

В Україні власна мінерально-сировинна база нікелю представлена родовищами силікатного нікелю. Силікатні руди цих родовищ характеризуються низьким вмістом нікелю (0,38–1,24 %). Вони придатні для виплавки феронікелю. До 1997 року на базі ро-

довищ Середнього Побужжя діяв Побузький нікелевий завод, а сьогодні потреби промисловості України в нікелі, які складають близько 5000 т/рік, задовольняються за рахунок імпорту з Росії.

На території України промислові екзогенні родовища нікелевих і залізо-нікелевих руд пов'язані з корою вивітрювання докембрійських (зазвичай архейських) ультраосновних порід. Вік кори вивітрювання, на думку більшості дослідників, юрсько-нижньокрейдовий. Родовища зосереджені на Побужжі та в межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита (рис. 16).

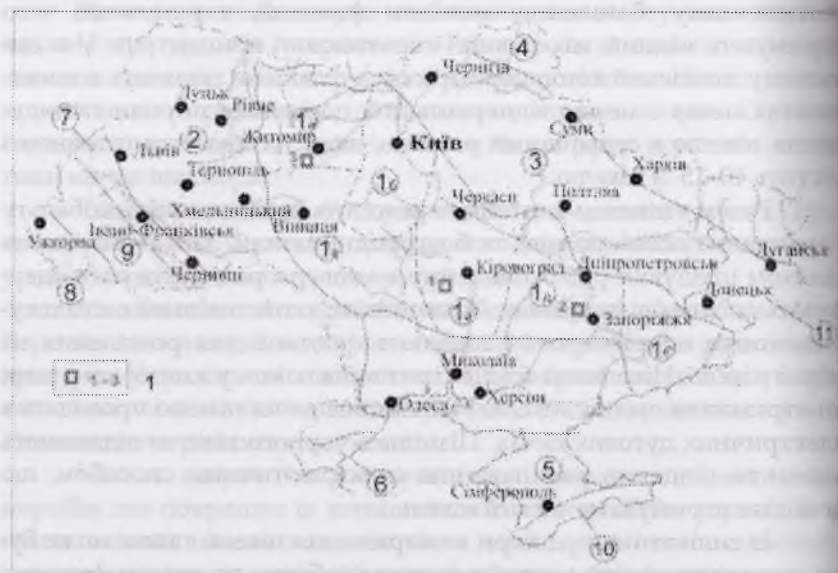


Рис. 16. Схема розташування родовищ і рудопросявів нікелю на території України

1 – родовища і групи родовищ та рудопросявів: 1 – Побузька група, 2 – Дніпропетровська група, 3 – Прутівський рудопросяв.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

**Побузька група** включає 6 родовищ: Пушкінське, Липовеньківське, Деренюхтинське, Грушківське і Тернуватське. Родовища локалізуються в ультрабазитах, приурочених до центральної частини Голованівського блоку, де поширені на площі близько 500 км<sup>2</sup>. Рудоносними є їх кори вивітрювання, які вміщують рудні тіла протяжністю від 200 до 2000 м при ширині 40–500 м і потужності 2,9–8,7 м. Середній вміст нікелю становить 0,99 %, але на окремих ділянках може сягати і до 5 %.

Головним мінералом нікелевих руд є нонтроніт, але, окрім нього, присутні також бейделіт, монтморилоніт, хлорит, джеферити і вернікуліт.

Найперспективнішим для промислового освоєння в даному районі є Тернуватське родовище.

*Тернуватське родовище* силікатного нікелю розташоване на лівому березі р. Південний Буг у центральній частині Головатського блоку. Воно охоплює всю площу однойменного серпентинового масиву, складеного дунітами, перидотитами, піроксенітами, серпентинітами та амфіболітами. Рудоносна кора вивітрювання, потужність якої складає 15 м, переважно нонтронітового генезису, а середній вміст у ній нікелю становить 0,91 %. Запаси руди оцінюють у 1,7 млн. т, що дозволяє відносити родовище до категорії середніх.

*Девладівська група* представлена чотирма родовищами (Девладівське, Червоне, Тернівське, Синельниківське), розташованими на території Дніпропетровської області в межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита. Тут потенційно перспективними на промислові концентрації нікелю є кори вивітрювання ультрабазитів архейського віку, складених інтенсивно серпентинізованими дунітами, дуніт-гарцбургітами, лерцолітами, піроксенітами, тремолітитами та актинолітитами з вмістом нікелю 0,16–0,35 %. Затверджені запаси руди на родовищі становлять 10,3 млн. т, нікелю – 78,6 тис. т.

Потенційно перспективним у регіоні є *Девладівське родовище*, розташоване на території Софіївського району Дніпропетровської області. Приурочене родовище до однойменного масиву, складеного перидотитами і габро-перидотитами. Рудоносною є нонтронітова кора вивітрювання цих порід з середнім вмістом нікелю 1,06–1,24 %.

Перспективним на пошуки нікелю в межах Українського щита є також Волинський мегаблок, де виявлено *Прутівський рудопром*, приурочений до однойменного базит-ультрабазитового інтрузивного масиву ранньопротерозойського віку. За попередньою оцінкою тут можливе відкриття родовища із запасами нікелю 110 тис. т і кобальту 8 тис. т.

У майбутньому не виключено виявлення промислових концентрацій нікелю в інтрузивних базит-ультрабазитових комплексах архею та протерозою Українського щита, які ще не підлягали детальному металогенічному вивченню.

## 2.2.6. КОБАЛЬТ

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

Кларк кобальту в земній корі становить 0,0018 % (18 г/т). Максимальні його вмісти (0,02 % або 200 г/т) характерні для ультраосновних магматичних порід, мінімальні (0,0005 % або 5 г/т) – для порід кислого складу. У природі відомо близько 50 мінералів кобальту, найпоширенішими серед яких є *кобальтовмісний пентландит, лініт, кобальтин, глаукодит, скутерудит, сафлорит, асболан, еритрин*. Мінералами-носіями кобальту також є *пірит, піротин, халькопірит*.

У Стародавньому Єгипті, Вавилоні і Китаї оксид кобальту застосовувався ще за 5 тисячоліть до нашої ери як барвник для фарбування скла і емалей у синій колір. Пізніше секрет його отримання був загублений і знову відкритий лише в XVI столітті. Відбулось це в західній Європі, коли гірники Гарцу намагались отримати метал при плавленні руд, які називали кобольд. Під час їх плавлення виділявся отруйний дим, причиною якого був кобальтин, що містить миш'як, а метал отримати не вдалося. Середньовічні рудокопи і металурги вважали, що така ситуація складається не без участі міфічних істот – кобольдів (від нім. *Kobold* – *домовик, гном*). Відомий мінералог того часу Агрікола описував кобальт як отруйний метал, що складається із суміші міді, срібла і вісмуту. Уперше металічний кобальт у чистому вигляді виділив шведський хімік Г. Брандт у 1735 р., а широке його застосування в промисловості почалося тільки в XX столітті і пов'язане передусім з відкриттям його легуючих властивостей для виготовлення надтвердих сплавів – стелітів, до складу яких, окрім кобальту, входить також мідь, вольфрам і молібден.

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

Тверді й надтверді сплави кобальту із вольфрамом, залізом, танталом, титаном, молібденом та іншими металами (так звані сталі) завдяки стійкості робочого інструменту проти стирання і корозії застосовують у металообробній промисловості, а також у приладобудуванні.

Значна кількість кобальтових сполук знаходить застосування в лакофарбній, керамічній і скляній промисловості, а також при виготовленні емальованих виробів, а сполуки кобальту використовують для одержання чорнил.

Кобальтове зруденіння спостерігається майже в усіх генетичних типах рудних родовищ – від магматичних до седиментаційних, але основний видобуток кобальту припадає на три генетичні групи родовищ: кобальт-нікелевих латеральної кори вивітрювання, стратиформних мідно-нікелевих та магматичних сульфідних і мідно-нікелевих.

Характерною рисою нікелю є тісний зв'язок із залізом, марганцем, міддю, сріблом, вісмутом, золотом та ураном. З огляду на це в більшості випадків кобальт може видобуватись як супутній елемент, що підвищує рентабельність його видобутку.

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

При переробці кобальтовмісних руд на завершальній стадії вивітрюють розчин хлоридів кобальту і нікелю, що містить домішки міді, свинцю та вісму. Після хімічного видалення з розчину супутніх домішок залишається металічний (чорний) кобальт, з якого шляхом застосування електролітичних технологій отримують рафінований метал.

На території України, як і в більшості країн світу, кобальт не утворює самостійних родовищ, а міститься в нікелевих рудах і продуктах їх переробки, до яких належать феронікель і нікелевий концентрат. Родовища кобальтовмісних нікелевих руд представлені спокатними рудами кори вивітрювання ультраосновних порід Українського щита і зосереджені в межах Середнього Побужжя і Середнього Придніпров'я. рудопрояви кобальту виявлено також на Волині та в зоні контакту Українського щита зі складчастою областю Донбасу (рис. 17).



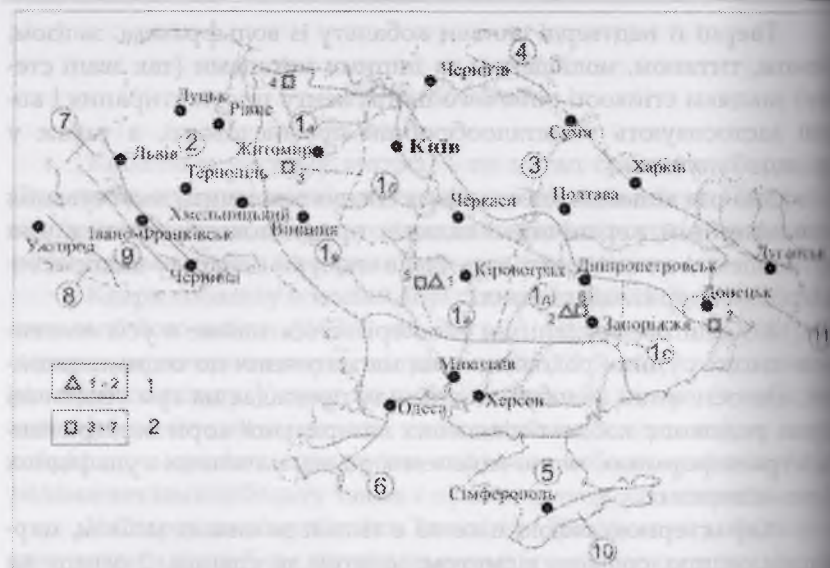


Рис. 17. Схема розташування родовищ і рудопроявів кобальту на території України

1 - кобальт-нікелеві латеритні: 1 - Побузька група родовищ, 2 - Дніпропетровська група родовищ; 2 - сульфідні мідно-нікелеві: 3 - Прутівський і Залізняківський рудопрояви, 4 - Каменський рудопроаяв, 5 - Демов'ярський рудопроаяв, 6 - Середньопридніпровська група родовищ, 7 - Миколаївське і Новотроїцьке родовища.

Інші умовні позначення див. на рис. 6.

На території Волинського мегаблоку Українського щита кобальт виявлено в сульфідних мідно-нікелевих рудах, приурочених до Прутівського, Залізняківського та Юр'ївського масивів, складених габро, габро-перидотитами й іншими базит-ультрабазитовими породами.

Потенційно на кобальт є мідно-нікелева мінералізація в інтрузіях ультраосновних і основних порід Середньопридніпровського району. Тут виявлено цілу низку рудопроявів, перспективними серед яких є Варварівський, Алферівський, Вільнохутірський та Червонобалківський, приурочених до дайкоподібних тіл ультрабазитів архейського віку.

У Середньому Побужжі кобальтова мінералізація пов'язана з олівіновими, піроксеновими, перидотитовими породами архею, які утворюють дайки і невеликі масиви (Капітанівський, Дерешинський та інші) у межах Голованівського блоку.

Загальні запаси кобальту в Середньому Придніпров'ї і на Півдні становлять 9,74 тис. т, при середньому вмісті металу в руді 0,045 %, а забалансові – 8,4 тис. т.

У межах поєднання Українського щита і складчастої області Волиня рудопрояви кобальту приурочені до Волноваської зони розломів (*Миколаївський рудопрояв*), яка розмежовує ці структурні одиниці. Рудна мінералізація локалізується серед брекчієвих тріщинистих порід девону у вигляді прожилків, вміст кобальту в них перевищує 1 %.

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

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

### 2.2.7. МОЛІБДЕН

Молібден відкрив у 1778 році шведський хімік В. Шеєльє, а в загальному вигляді його вперше виділив у 1882 році також швець Карл Хельм. На вигляд це срібно-сірий метал з характерним блискучим відтінком. Він стійкий у сірчаній та плавиковій кислотах, концентрованих розчинах лугів, але розчиняється в азотній і соляній кислотах царської горілки, суміші розбавлених азотної і сірчаної кислот. На поверхні за температури понад 400°C окислюється до молибденового ангідриду. У природних умовах дуже часто зустрічається разом з оловом, вольфрамом, берилієм, міддю, свинцем, цинком, ураном і ванадієм. Кларк молібдену в земній корі становить 0,0017 % (17 г/т).

З мінералів молібдену практичне значення мають *молибденіт*, *молибденіт*, *повеліт*, *молибдит* і *вульфеніт*. Окрім того, молібден входить до складу таких мінералів, як чилагіт, ліндреніт, кехлініт, спельманіт, умохоїт, мосуліт, молураніт, іригініт, ураномоліюдат, бараніт та інших, які не мають промислового значення.

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

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

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

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

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

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

Потреби України становлять близько 200 т молібдену на рік і покриваються вони за рахунок імпорту металу з Росії, Казахстану

в Узбекистану. Це зумовлено відсутністю на теренах нашої країни представлених до розробки рентабельних родовищ. Разом з тим Україна має передумови для створення власної мінерально-сировинної бази молибдену. У межах **Українського щита** відомо близько 100 провів молибдену. Це Вирівський молибденовий рудопрояв, кварцит-молибденове Вербинське родовище, Глушківський молибден-шпелітовий рудопрояв, молибден-поліметалічне зруденіння в метабазитах Пержанського рудного вузла, Сергіївське кварц-шпелітове зруденіння, зруденіння Балка Золота та інші (рис. 18).



Рис. 18. Схема розташування рудопроявів молибдену на території України

1 - Вирівський, Вербинський, 3 - Ясногірський і Томашигородський, 4 - Пержанський, 5 - Коростенський, 6 - Ярошівський, 7 - Малобраталівський, 8 - Липовеньківський, 9 - Майський, 10 - Кудашевський, 11 - Сергіївський, 12 - Токівський, 13 - Чернігівський, 14 - Салтичанський і Обіточненський, 15 - Манушський, 16 - Октябрський і Заноріжський.

Інші родові позначення див. на рис. 6.

На сьогодні практичний інтерес становить лише *Вербинське родовище*, розташоване в Житомирській області за 50 км на захід від м. Коростеня. Виявлено воно в 1982 р. і нині його вивчення перебуває на пошуково-оцінній стадії. Вміщуючими рудні тіла є граніти та метавулканогенно-осадові відклади палеопротерозою. Про-

гнозні ресурси молібдену до глибини 300 м оцінюють у 126 млн т. В асоціації з молібденом тут встановлено такі супутні компоненти як вісмут, срібло, реній, олово, поліметали і флюорит.

У межах *Середньопридніпровського мегаблоку* Українського щита типовими проявами молібденової мінералізації є Східноганняннівський, Східносергіївський та Солонянський.

*Східноганняннівський прояв* розташований на схід від Ганняннівського родовища залізистих кварцитів, яке знаходиться в північно-східній частині Криворізької структури. Тут молібденова мінералізація приурочена до контакту мікроклін плагіоклазових гранітів так званого демуринського комплексу мезоархею та метабазитів нижньої частини криворізького розрізу представлена прожилками, вкрапленням, плівками і примазками в тріщинах сколювання та сланцюватості. За складом рудні прошарки мономінеральні або кварц-молібденітові з халькопіритом, арсенопіритом, піротином, піритом, магнетитом, сфалеритом і галенітом.

*Східносергіївський прояв* розташований на східному фланзі Сергіївського родовища золота, що в Дніпропетровській області. До рудоносних належать кварцові жили з молібденовою і молібден-вольфрамовою мінералізацією, які локалізуються серед плагіогранітів мезоархею. Руди полімінеральні і, окрім молібдену, включають пірит, халькопірит, піротин, магнетит, рідше телуриди вісмуту, срібла, сфалерит, шееліт, галеніт і флюорит. Вміст молібдену в рудах коливається від 0,1 до 0,24 %, а перспективні ресурси підраховані до глибини 300 м, сягають 29749,8 т металу.

*Солонянський прояв* розташований на східному борті Балки Золотої (басейн ріки Сура), що на Дніпропетровщині. Рудоносними є вулкано-плутонічні утворення мезоархею Сурської зеленокам'яної структури, насичені прожилками кварцового, пірит-анкерит-карбонат-кварцового, епідот-кварцового складу, з якими і пов'язана молібденова мінералізація. Вміст молібдену в рудних тілах, де основним рудним мінералом є молібденіт, коливається від 0,05 до 1,18 %, а прогнозні ресурси металу в межах рудопрояву оцінюють у 24,0 тис. т.

У *Приазовському мегаблоці* молібденіт встановлено в карбонатитах (Чернігівський прояв), лужних породах (прояв Балка Мазурова) та гранітах (Дмитрівський прояв).

*Чернігівський прояв* знаходиться в межах однойменного інтрузивного масиву у східній частині Приазов'я. Рудна мінералізація тут

установлена вкрапленнями молібденіту в сієнітах і карбонатитах. Цей рудопрояв знаходиться на початковій стадії вивчення.

*Прояв Балка Мазурова* приурочений до Октябрського масиву північн. порід, який знаходиться в центральній частині Приазовського мегаблоку. Рудоносними є пегматитові жили і зони тріщинуватості сієніт-аплітів. Тут молібденіт утворює мономінеральні вкраплення, а також зустрічається в асоціації з халькопіритом, піритом, піротитом і сфалеритом. Середній вміст молібденіту в руді становить 0,018 %, а запаси руди перевищують 7,7 млн. т, у якій концентровано 1350 т металу.

*Дніпрівський прояв* знаходиться в гранітному кар'єрі поблизу с. Дніпрівка за кілька кілометрів на південний схід від смт Волочиська Донецької області. Тут прояв приурочений до тектонічної зони, закладеної в мікроклінових гранітах палеопротерозойського віку, які інтенсивно тріщинуваті та змінені процесами егіринізації. Рудна мінералізація вкрапленого і прожилкового типів. Рудопрояв знаходиться на стадії вивчення.

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

### 2.2.8. ВОЛЬФРАМ

Уперше вольфрам був виділений у вигляді вольфрамового шестифториду з мінералу *шеєліту* (тангштейну) Шведським хіміком Шеєлем в 1781 році, а двома роками пізніше (1783 р.) іспанський хімік д'Елуар отримав оксид вольфраму ( $WO_3$ ) з вольфраміту. Назва вольфрам – це переклад німецькою латинських слів «*lupi pennis*», що означає «вовча піна», які використовував Агрікола, оскільки на тодішніх копальнях Саксонії домішки цього мінералу в мінеральних рудах ускладнювали отримання олова, зумовлюючи його перехід в піну шлаків. Очевидно, щоб підкреслити первинне значення слова вольфрам, російською його ще називали «*волчец*».

Вольфрам – це тугоплавкий і хімічно стійкий метал світло-білого забарвлення. З киснем він починає взаємодіяти лише за температури  $400^\circ C$ . При низьких температурах він стійкий до соляної, сірчаної, азотної та інших кислот, але легко розчиняється в

суміші азотної з фтором. Його кларк у земній корі становить 0,0001 % (1 г/т). Підвищені вмісти вольфраму характерні для продуктів корової гранітної магми, перенасиченої глиноземом і деякими компонентами (фтором та бромом). Основними мінералами-носіями вольфраму є вольфраміт, шееліт, штольцит, санмартиновіт, феритунгстит, антуаніт.

Фізичні та хімічні властивості вольфраму забезпечили його широке застосування, зокрема для виготовлення сталей, що характеризуються високою твердістю, тугоплавкістю, еластичністю та міцністю; карбідів, боритів, матеріалів для електронної, електротехнічної, військової промисловості. Це основний матеріал, з якого виготовляють нитки розжарення електричних ламп, вольфрамовий дріт, електроди і контакти для електроніки та електротехніки. У хімічній промисловості вольфрам добре відомий як каталізатор, неорганічний пігмент, високотемпературне мастило.

Основним джерелом вольфраму є вольфрамові, молібден-вольфрамові і олов'яно-вольфрамові руди. Зазвичай вміст оксиду вольфраму в рудах становить 0,3–1 %, і тільки в багатих рудах він перевищує 1 %. Унікальні за запасами родовища вольфраму нараховують понад 250 тис. т  $WO_3$ , до великих належать родовища, запаси яких коливаються від 100 до 250 тис. т, середні родовища – це родовища із запасами 30–100 тис. т, а інші, у яких запаси менше 30 тис. т, визнають дрібними.

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

В Україні відсутня власна мінерально-сировинна база вольфраму. Проте потенційно перспективними на виявлення промислового вольфрамового зруденіння є породні комплекси *Українського щита*. Сьогодні відомі прояви вольфрамової мінералізації пов'язані з Пержанським, Коростенським, Корсунь-Новомиргородським і Кам'яномогильним інтрузивними комплексами (рис. 19).

Промисловість України потребує не більше 500 т вольфраму на рік, тому виявлення одного-двох дрібних родовищ із запасами не менше 15 тис. т  $WO_3$  дозволило б уникнути імпортного постачання металу з Росії, країн Західної Європи, Китаю, Японії.

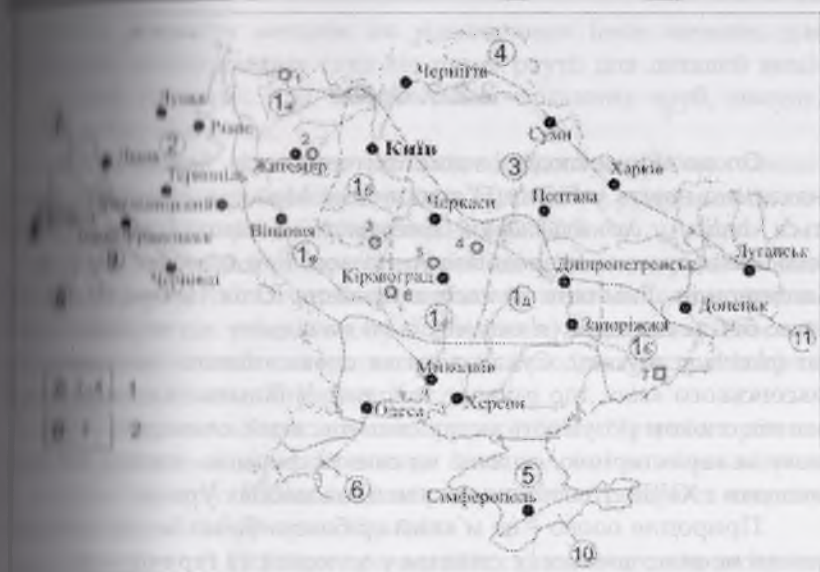


Рис. 19. Схема розташування рудопроявів вольфраму на території України

1 - в христітих породах докембрію: 1 - Пержанська група проявів, 2 - Кочерівська група проявів, 3 - Селищанський прояв, 4 - Миколаївсько-Камчатська і Жовтянсько-Успенівська групи проявів, 5 - прояви в межах золоторудного родовища Клинець, 6 - прояви в межах золоторудного родовища Майське; 2 - розсипи: 7 - Мануїльська зона. Інші умовні позначення див. на рис. 6.

Появи вольфрамової мінералізації, як це зазначалось вище, виникли в різних структурах **Українського щита**. У межах Волинського метаблоку - це Західний, Кочерівський, Глушковицький, Бесівський, Березова Гатка; у Дністровсько-Бузькому Придніпровський; на Кіровоградщині - Головінський, Добровеличківський, Чутівський, Днідобузький; у Середньому Придніпров'ї - Мотринський, Сурський; на Приазов'ї - Вербівський, Капланівський, Федорівський, Сорочинський, Монауський, Кичиксу, Кирилівський.

Перспективними на виявлення промислової молібден-вольфрамової мінералізації є Олександрівська та Ганнівська ділянки на Криворіжжі, а також Сергіївський, Сурозький, Східноюріївський, Адашський та інші золоторудні прояви, пов'язані із зеленокам'яними комплексами регіону.