

DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.317756>

УДК 553.4:622.3(477)

E-mail:
alla_vas@ukr.net

Ключові слова: мінерально-сировинна база титану; титанові руди; корінні, розсіпні та залишкові родовища.

Keywords: mineral resource base of titanium; titanium ores; indigenous, placer and residual deposits.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2024. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2024. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

СУЧАСНИЙ СТАН МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ТИТАНУ УКРАЇНИ

THE CURRENT STATE OF MINERAL RAW MATERIAL BASE OF TITANIUM OF UKRAINE

А. П. Василенко
Alla P. Vasylenko

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str.,
Kyiv, Ukraine 01601

У зв'язку зі стрімким зростанням у світі попиту на титанову продукцію виникла гостра потреба в залученні до розробки титанових руд з вигідними економічними показниками. Метою даної роботи є аналіз, узагальнення, систематизація стану мінерально-сировинної бази (МСБ) титанових руд України та надання рекомендацій щодо її удосконалення і розширення відповідно сучасним умовам. При проведенні робіт були використані фондові, опубліковані матеріали, а також власні напрацювання автора за результатами проведення моніторингу та наукового супроводження промислової розробки розсіпних родовищ титану Волинського рудного району в 2012–2014 рр. В процесі досліджень було встановлено, що забезпеченості розсіпних родовищ запасами титану за нинішніх темпів видобутку вистачить на найближчі 10–15 років. Більшість родовищ, що знаходяться на балансі ДНВП «Геоінформ» були відкриті в 1960–1980 рр. і їх оцінювання проводилося за старою радянською системою без врахування екологічних, економічних та соціальних чинників, що не відповідає сучасним міжнародним стандартам. На даний час відсутня система моніторингу перспективних площ та рудопроявів титану, що потребують подальшого довивчення за рахунок інвестицій. За результатами проведених досліджень розроблено рекомендації щодо розширення, удосконалення та осучаснення МСБ титанових руд.

Due to the rapid growth in global demand for titanium products, there is an urgent need to involve titanium ores with favorable economic indicators in the development of titanium ores. The purpose of this study is to analyze, summarize and systematize the state of the mineral resource base (MRB) of titanium ores in Ukraine and provide recommendations for its improvement and expansion in line with current conditions. The research was based on stock, published materials, as well as the author's own findings based on the results of monitoring and scientific support of the industrial development of placer titanium deposits in the Volyn ore district in 2012–2014. The research has established that the availability of titanium reserves in placer deposits at current production rates will be sufficient for the next 10–15 years. Most of the deposits on the balance sheet of Geoinform were discovered in 1960–1980 and their assessment was carried out according to the old Soviet system without taking into account environmental, economic and social factors, which does not meet modern international standards. At present, there is no system for monitoring prospective areas and titanium ore occurrences that require further exploration through investment. Based on the results of the research, recommendations were developed to expand, improve and modernize the titanium ore MRB.

Цитування: Василенко А. П. Сучасний стан мінерально-сировинної бази титану України. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2024. Том 17, вип. 2. С. 26–37. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.317756>.

Citation: Vasylenko A. P., 2024. The current state of mineral raw material base of titanium of Ukraine. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 17. Iss. 2. Pp. 26–37. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.317756>.

ВСТУП

Титанові руди є стратегічно важливими корисними копалинами України. За ресурсами й запасами титану наша держава входить до числа провідних країн світу і відома як важливий виробник титанових (ільменітових) концентратів. Використання титанових руд разом із іншими пріоритетними видами сировини забезпечує стабільну роботу національної економіки, високотехнологічні виробництва, приносить певний обсяг валютних надходжень від експорту, що позитивно впливає на стабільність національної валюти. Тому виробництво концентратів і сполук титану (титановий шлак, діоксид титану та ін.), а в перспективі — металу належить до пріоритетних напрямів розвитку промислового комплексу нашої держави.

Титан також внесений до списку критичної сировини Європейського Союзу. З огляду на високий попит на цю продукцію надзвичайно актуальним завданням є створення потужної мінерально-сировинної бази титану, яка забезпечить сталий і незалежний розвиток як національної, так і європейської економіки у тривалій перспективі, а нині має бути спрямована на розвиток оборонної галузі промисловості нашої держави.

СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

В Україні запаси руд титану зосереджені у північно-східній частині Українського щита, Дніпровсько-Донецькій западині та частині південно-західного схилу Воронезького кристалічного масиву загальною площею більш як 200 тис. км². На території України запаси руд титану розвідано у Сумській, Житомирській, Харківській областях, а їх видобуток відбувається у Дніпропетровській, Житомирській та Кіровоградській областях. У Дніпропетровській області видобування титанових (ільменітових) концентратів здійснює Вільногірський гірничо-металургійний комбінат, а у Житомирській — Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат. Сумарна продуктивна потужність підприємств станом на кінець 2020 р. сягала 700 тис. т концентратів на рік.

Інформація щодо балансових запасів руд титану в Україні є державною таємницею. У зв'язку з цим офіційні дані Державної служби геології та надр щодо запасів руд титану відсутні у вільному доступі. Авторитетним і достовірним джерелом ведення статистики про запаси мінеральної сировини у світі вважаються дослідження Державної геологічної служби США — Mineral Commodity Summaries (MCS), які щорічно публікуються у віль-

ному доступі. Відповідно до дослідження MCS щодо мінеральних ресурсів за 2021 р. запаси руд титану (ільменіт, рутил) України станом на кінець 2020 р. становили 8400 тис. т, тобто 1,13% світових запасів (Mineral Commodity Summaries, 2024).

За даними Державної геологічної служби США у 2022 і 2023 рр. в Україні було вироблено відповідно 190 і 60 тис. т ільменітового та 95 і 50 тис. т рутилового концентратів. А до великомасштабної агресії Росії у 2020 р. в Україні обсяг титанових концентратів становив 564 тис. т, з яких ільменітового концентрату — 470 тис. т і рутилового — 94 тис. т. Сукупний обсяг виробництва титанових концентратів в Україні оцінений в розмірі 6,87% від обсягу світового виробництва (Mineral Commodity Summaries, 2024).

Родовища титану в Україні належать до різних генетичних типів: алювіальних і прибережно-морських розсипів, гіпергенних (залишкових) і корінних покладів у магматичних породах. Звичайно руди титану комплексні: поряд із головним рудним мінералом ільменітом наявні рутил і цирконій, визначено підвищений вміст ванадію, фосфору, скандію (Бочай та ін., 1998; Харитонов, 2015; Василенко, 2014).

Корінні титанові родовища України становлять 53,6% усіх запасів, прибережно-морські циркон-рутил-ільменітові розсипи — 27,2%, ільменітові алювіальні розсипи — 8,9%, кори вивітрювання — 10,3% (Галецький, 2009). Основу сучасного видобутку титан-цирконієвих мінералів України складають розсипні та, частково, залишкові родовища. Видобуток ведеться безпосередньо з похованих прибережно-морських і алювіальних розсипів. Поклади корінних титанових руд, на даний час не видобуваються в Україні, але мають особливе значення, як масштабний резерв рудної бази (Василенко, Сукач, 2023).

МЕТА РОБОТИ

Проаналізувати, узагальнити та систематизувати дані стосовно перспективних об'єктів різних генетичних типів титанових руд; з метою залучення інвестицій визначити проблеми та надати рекомендації щодо розширення та удосконалення мінерально-сировинної бази титану відповідно до сучасних умов.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

При проведенні аналізу, узагальнення та систематизації даних стосовно перспективних об'єктів

були використані фондові та опубліковані дані щодо мінерально-сировинної бази титанових руд України, а також авторські матеріали за результатами проведення моніторингу та наукового супроводження промислової розробки розсипних родовищ титану Волинського рудного району в 2012–2014 рр.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧНИХ ТИПІВ ОСНОВНИХ РОДОВИЩ ТИТАНУ

Корінні поклади титану в магматичних породах. Магматичні корінні родовища ільменітових і ільменіт-титаномагнетитових руд, які просторово розміщені в Північно-Західному і Центральному районах Українського щита (УЩ), просторово і генетично пов'язані відповідно з Коростенським і Корсунь-Новомиргородським ультрабазит-базит-гранітоїдними плутонами, які несуть рудовмісну габроанортозитову формацію.

У північно-західній частині УЩ родовища корінних титан-фосфатних руд приурочені до Коростенського габроанортозит-рапаківігранітного плутону і його обрамленням. Фосфор-титанова спеціалізація характерна для всіх основних порід Коростенського плутону, що взагалі властиве докембрійським інтрузіям такого петрохімічного і формаційного типу. В утворенні промислових родовищ (корінних, елювіальних і алювіальних) беруть участь базити переважно двох великих масивів: Володарсько-Волинського і Чоповицького. За їхніми межами відомі лише рудопрояви і невеликі родовища таких руд.

Центральні частини великих масивів основних порід складені грубозернистими габроанортозитами, переважно лейкократовими. У краях масивів, уздовж їхніх контактів із гранітами і породами рами простежуються переривчасто-безперервні смуги більш дрібнозернистих і більш меланократових порід: габро, габронорити, габромонзоніти — так звана крайова фація або крайовий комплекс базитів плутону (Тарасенко, 1987).

Підвищені концентрації ільменіту, титаномагнетиту й апатиту характерні для всіх тіл габроїдів. Проте в породах крайової фації й у деяких малих інтрузіях такі концентрації недостатньо високі. Вони утворюють бідні забалансові руди в корінному заляганні — надійне першоджерело для формування промислових родовищ у зоні гіпергенезу (елювіальних і розсипних). Промислові корінні родовища апатит-ільменітових руд приурочені лише до малих інтрузій. Умовно всі відомі до

цього часу родовища поділено на дві групи за формою рудоносних малих інтрузій: 1 — лополіто-або лаколітоподібні з більш меланократовими і більш багатими рудами в їх центральних частинах (Стремигородське, Федорівське, Кропивнянське); 2 — розшаровані моноклінально-пластоподібні, в яких меланократові рудні шари чергуються з прошарками більш лейкократових бідних руд і безрудних порід (Видиборське, Паромівське, Юрівське і, можливо, слабо вивчене Меленівське родовища) (Тарасенко, 1990).

Рудні тіла великі і середні за розмірами, штокоподібні, пластові, лінзоподібні. Це поклади ільменітових, апатит-ільменітових і апатит-ільменіт-титаномагнетитових комплексних руд. Переважають бідні і середньовкраплені руди з TiO_2 – 5–10%, P_2O_5 – 1,5–5,0%. Є і багаті густовкраплені (TiO_2 до 20%) і суцільні (TiO_2 до 35%) ільменітові руди (Гурський та ін., 2006).

Типовим прикладом корінних покладів титану в магматичних породах є **Стремигородське родовище**, детально розвідане в 1981 р. Воно локалізується в малій інтрузії рудних габроїдів серед габроанортозитів Чоповицького масиву. Мала інтрузія штокоподібної своєрідної форми контролюється зоною великого (міжрегіонального) Центрального розлому. Анортозити, що вміщують рудні тіла, у зонах контактів зазнали істотних структурних, мінералогічних і хімічних змін.

У межах родовища виділено три групи порід: лейкократові, мезократові і меланократові, що одночасно є природними різновидами апатит-ільменітових руд. У цілому інтрузив характеризується добре вираженою об'ємно-зональною будовою: від периферії до центру і з глибини до поверхні збільшується меланократовість порід (лейкократові габроїди послідовно змінюються мезократовими і меланократовими). У цьому самому напрямку зростає вміст рудних мінералів (Тарасенко, 1990).

У плані рудне тіло має форму неправильного овалу, у розрізі його форма лійкоподібна, контакти з вмісними габроанортозитами різкі, падіння круте, будова тіла концентрично-зональна (рис. 1).

Меланократові породи (плагіоклазові перидоти, троктоліти) приурочені до центральної частини тіла, поступово замінюючись до периферії лейкократовими троктолітами, олівін-піроксеновим габро, габромонзонітами, монзонітами і габропегматитами. Стремигородське родовище характеризується комплексним апатит-ільменітовим зруденінням з підвищеними вмістом ванадію,

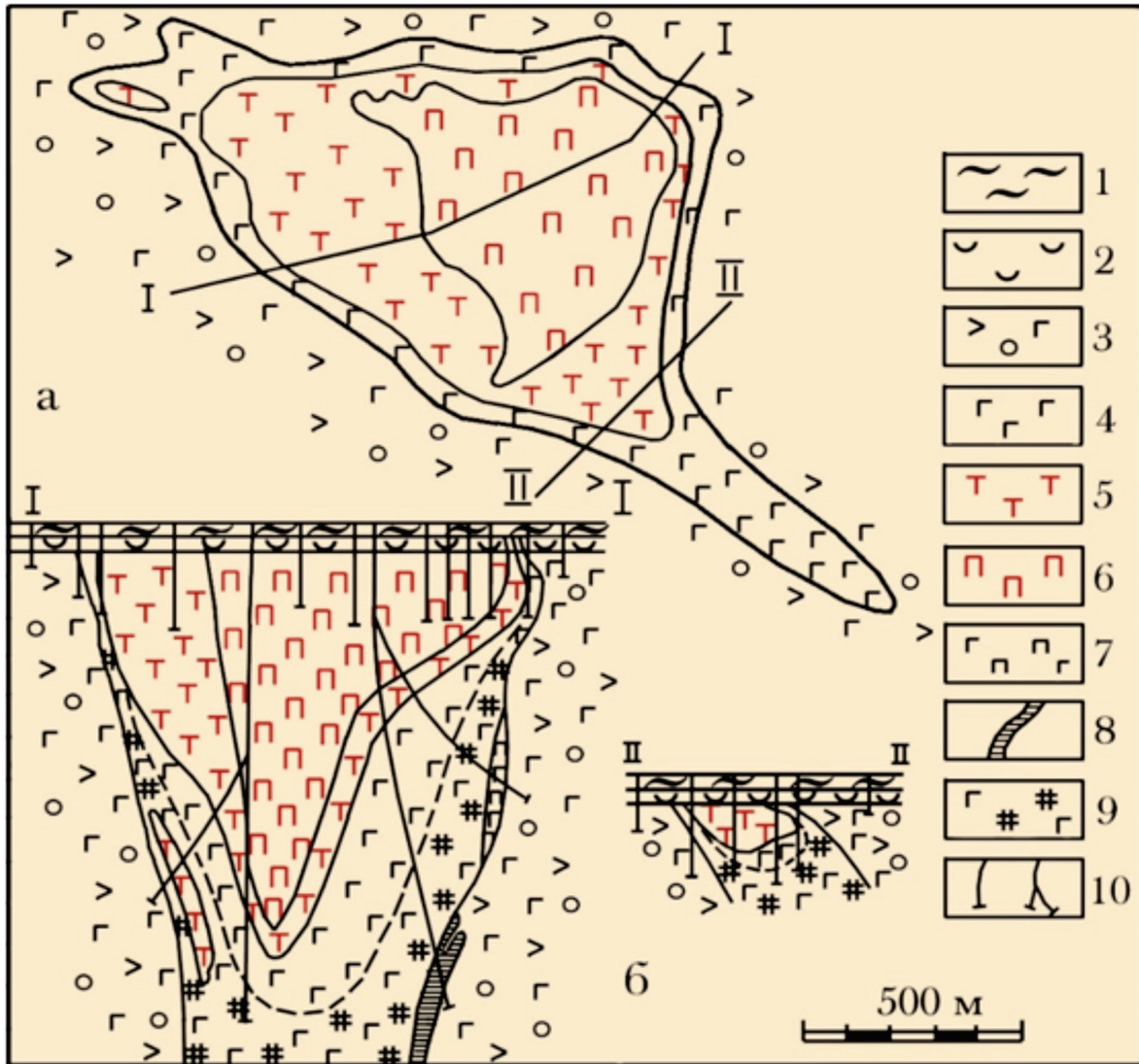


Рис. 1. Схематична геологічна карта (а) і розрізи (б) Стремигородського родовища (Тарасенко, 1990): 1 – породи осадового чохла; 2 – кора вивітрювання; 3 – габроанортозити; 4 – габро; 5 – рудоносні троктоліти; 6 – рудоносні плагіоклазові перидотити і меланократові троктоліти; 7 – габропегматити; 8 – олівінові габропегматити; 9 – габромонзоніти і кварцові андезиніти; 10 – бурові свердловини.

Fig. 1. Schematic geological map (a) and sections (b) of the Stremigorodske deposit (Tarasenko, 1990): 1 – sedimentary cover rocks; 2 – weathering crust; 3 – gabbroanorthosite; 4 – gabbro; 5 – ore-bearing troctolites; 6 – ore-bearing plagioclase peridotites and melanocratic troctolites; 7 – gabbropegmatites; 8 – olivine gabbropegmatites; 9 – gabbro-monzonite and quartz andesinite; 10 – drill holes.

скандію, фтору. Ільменіт і апатит – головні компоненти; ванадій, скандій і фтор можуть вилучатися попутно.

Найбагатші апатит-ільменітові руди центральної частини родовища містять 6,9–8,17% TiO_2 і 2,8–4,9% P_2O_5 , габроїди які розміщені ближче до периферії – відповідно 3,36–5,9% і 0,65–1,5%, а андезиніти і габромонзоніти периферичної зони – не більше 1% TiO_2 і 0,5% P_2O_5 . Вміст

TiO_2 у корі вивітрювання – 8–10%, а P_2O_5 – 25% (Проскурін та ін., 1977;1984).

Промислове зруденіння простежено до глибини 1200 м, можливо, воно має розвиток і глибше. За встановленими особливостями геологічної будови і складу мінеральних фаз Стремигородське родовище можна розглядати як розшароване магматичне утворення.

На даний час родовище пропонується інвесторам для проведення геологічного вивчення,

у тому числі і дослідно-промислової розробки корисних копалин з подальшим видобуванням (Інвестиційний..., 2024).

Окрім Стремигородського в межах Коростенського плутону розміщується Федорівське та Кропивнянське родовища корінних руд титану, які приурочені до Володарськ-Волинського габроанортозитового масиву. Для цих родовищ характерний високий вміст заліза.

Кропивнянське родовище — є типовим титаномагнетитовим, пов'язаним із габро В ньому трапляється також ульвошпінель, що вказує на особливі умови утворення інтрузії. Домішки титаномагнетиту, часто у зростках з ільменітом, характерні для Федорівського та Видиборського родовищ (Шумлянський, Дюшен, 2005).

На Кропивнянському родовищі виділено два природних типи руд — корінних порід і кір вивітрювання. Рудний поклад корінних руд приурочений до базит-ультрабазитів, які утворюють чашоподібне тіло. Центральна частина рудного покладу складена густо вкрапленими габроперидотито-

вими мелано-, мезо- і лейкогабро з поступовим зменшенням вмісту корисних компонентів до фонових. Вміст TiO_2 змінюється від 0,74 до 11,91% і в середньому дорівнює 6,50%. Вміст P_2O_5 змінюється від 0,01 до 7,37% і у середньому становить 2,50%. Головним рудним мінералом корінних руд є титаномагнетит, вміст якого коливається від 6,7 до 27,53%, у середньому — 18,24%. Вміст апатиту сягає 6–8%, ільменіту — до 4%, сульфідів (пентландит, пірит, халькопірит) в сумі не перевищують 12–2% (Гурський та ін., 2006).

На даний час родовище пропонується інвесторам для видобування (Інвестиційний..., 2024)..

Іншим районом поширення корінних ільменітових і апатит-ільменітових руд є Корсунь-Новомиргородський габроанортозит-гранітоїдний плутон. Найбільш вивченим є **Носачівське родовище**, яке розміщується у південній частині Смілянського габроанортозитового масиву. Рудоносний поклад має лінзоподібну, зрізану конічну форму з розмірами по верхньому інтервалу до 1,5 км (рис. 2).

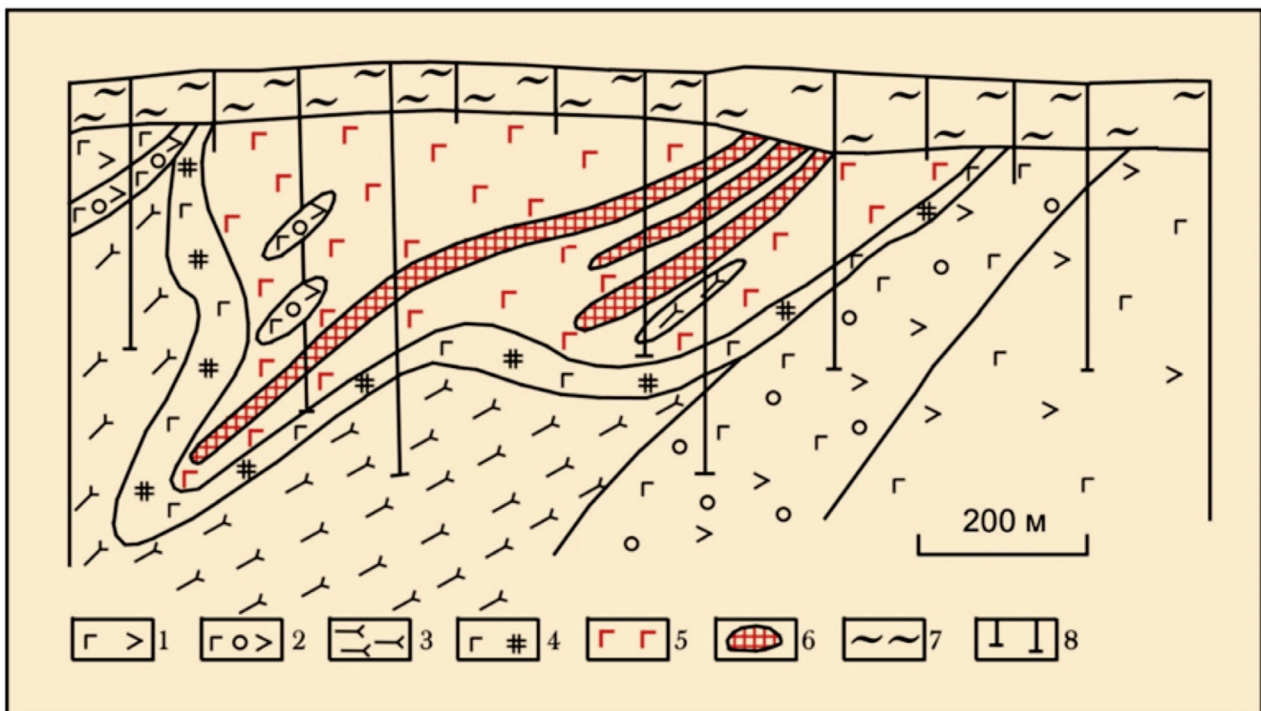


Рис. 2. Схематичний геологічний розріз Носачівського родовища (Тарасенко, 1990):

1 — габроанортозити; 2 — калій-фельдшпатизовані габро-анортозити; 3 — кварцові андезиніти; 4 — монзогабронорити; 5 — габронорити з розсіяним ільменітовим зруденінням; 6 — багаті ільменітові руди; 7 — осадовий покрив; 8 — бурові свердловини.

Fig. 2. Schematic geological section of the Nosachivske deposit (Tarasenko, 1990):

1 — gabbro-anorthosite; 2 — potassium-feldspathised gabbro-anorthosite; 3 — quartz andesinite; 4 — monzogabbro-norite; 5 — gabbro-norite with scattered ilmenite mineralisation; 6 — rich ilmenite ores; 7 — sedimentary cover; 8 — drill holes.

Рудоносні породи — габронорити і монцогабронорити з пластовими тілами багатих ільменітових руд; вмісні породи — монцогабронорити, кварцові андезиніти, габроанортозити і калійфельдшпатизовані габроанортозити.

Пошукове оцінювання об'єкта показало, що на родовищі виділяються три витримані поклади, однак із низьким бортовим вмістом TiO_2 . За кількістю і якістю можливих запасів вони явно поступаються Стремигородському родовищу. В разі підвищення бортового вмісту (до 10–12% TiO_2) руди стають багатшими, але поклади розпадаються на серію дрібних лінз, що різко скорочує запаси родовища (Гурський, 2006). З урахуванням значної потужності пухкого розкриття і господарських перешкод на його поверхні, економічна доцільність розвідки й освоєння Носачівського родовища сумнівні. Разом з тим його існування безумовно вказує на можливість відкриття в цьому районі інших родовищ багатих корінних руд.

Гіпергенні (залишкові) родовища. Представлені площинними і лінійними корама вивітрювання кристалічних, звичайно докембрійських порід, збагачених титановими мінералами, а також корінних титанових руд. Є давні (поховані) і сучасні, площинні й лінійні кори вивітрювання. Ці залишкові руди несуть ільменіт, рутил, анатаз, перовськіт, лопарит та ін.

Ільменітові кори вивітрювання звичайно розвинені на базит-ультрабазитових породах, кори з рутилом, анатазом, перовськітом і т.п. — на лужних і карбонатитових. Середній вміст стійких титанових мінералів варіює: ільменіт — до $n \cdot 100$ кг/м³, рутил — до $n \cdot 10$ кг/м³. У корах по одноманітних породах розподіл і вміст титанових мінералів відносно рівномірні, а їх склад і вміст практично цілком залежать від цих показників у корінних породах. Із зростанням ступеня вивітрювання збільшується і ступінь лейкоксенізації ільменіту і, як наслідок цього, підвищується кількість TiO_2 і зменшується — заліза. Ільменіти з кір вивітрювання базитів містять відносно менше хрому порівняно з материнськими породами. Вміст TiO_2 у рудах кір вивітрювання — 3–30%. Крім титанових мінералів у корах містяться й інші стійкі мінерали, що розвинені в материнських породах, зокрема апатит, рідкісноземельні і т.п. (Гурський та ін., 2006).

Ільменітові концентрати з кір вивітрювання є високоякісними і придатними для отримання пігменту високих сортів за будь-якою технологією.

Найбільш репрезентативним об'єктом цього типу є **Торчинське родовище**, яке розміщується у південно-східній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід. Велика внутрішня частина масиву складена безрудними лейкократовими породами (анортозитами і габроанортозитами), а його ендоконтактова частина — слабо і помірно рудоносними габроноритами крайової фації. Останні ритмічно розшаровані на меланократові рудні, мезократові слаборудні і лейкократові практично безрудні шари і пачки порід. У межах масиву породи крайової фації мають великі ресурси бідних апатит-ільменітових руд із середнім вмістом P_2O_5 до 5% (Володарськ-Волинська, Рижани-Паромівська та інші ділянки). Однією з таких ділянок є первинні малорудні габронорити Торчинського родовища, що утворюють нахилену на схід (4–10°) пачку в ендоконтакті масиву потужністю 40–60 м. Пачка складається з трьох шарів (одного ритму): верхній — збагачений магнетитом, титаномагнетитом, ільменітом і апатитом; середній — істотно ільменітовий, у верхах — з апатитом; нижній шар не містить значних концентрацій рудних мінералів. У основі пачки залягають безрудні анортозити й габро-анортозити. У корінних рудах родовища середній вміст P_2O_5 становить 3,3%, тобто вони не мають практичного значення (Гурський та ін., 2006).

У зоні гіпергенезу внаслідок винесення літофільних компонентів сформувалося залишкове родовище ільменіту. Потужності зон кори вивітрювання: вивітрілого габро — від сантиметрів до 30 м, у середньому — 1,5 м; жорстви до 15 м, у середньому — 2,6 м; первинних каолінів — від десятків сантиметрів до 28 м, у середньому — 7,0 м. У контурі підрахунку запасів середня потужність продуктивної кори вивітрювання становить 11,1 м. У каолінах міститься близько 65% запасів, у жорстві — 20–25%, у вивітрілих габроїдах — близько 10% (Гурський та ін., 2006).

Накладення зон гіпергенезу на субгоризонтальне первинне розшарування руд зумовило певну внутрішню зональність рудного покладу. Більш багатою є нижня частина покладу, що виходить на ерозійний зріз уздовж західного краю покладу і розвинена по іншому шару пачки продуктивних габроноритів. Поклад великий, його довжина і ширина вимірюються кілометрами. Промислове рудне тіло розміщується в його центрально-західній частині. Середній вміст ільменіту тут становить 110 кг/м³, апатиту — 13 кг/м³. Ільменіт свіжий, нелейкоксенізований, містить 51,2% TiO_2 і при-

датний для отримання вищих сортів пігментної TiO_2 . Попутними компонентами є ванадій і скандій в ільменіті. Частина глинистих відходів збагачення можна використовувати у виробництві грубої будівельної кераміки (Гурський та ін., 2006; Фігура, Ковальчук, 2024).

Рудний поклад родовища перекритий піщано-глинистими відкладами неоген-четвертинного віку, їхня середня потужність у контурах проектного кар'єру — 16,7 м.

Торчинське родовище може бути освоєно у складі першої черги майбутнього Стремигородського ГЗК у зв'язку з близькістю речовинного складу його залишкових руд і аналогічних руд Стремигородського родовища і меншою потужністю розкриття його рудного тіла. Зокрема, на Торчинському родовищі, разом з титаном в ільменіті міститься фосфор у формі апатиту із запасами 563 тис. т. Середній вміст апатиту в рудній масі — 9 кг/м³ (Гурський та ін., 2006).

Розсипні родовища. Головна маса промислових розсипів утворилася на платформах і на схилах щитів; при трансгресіях морів формуються прибережно-морські розсипи, а при регресіях — континентальні розсипи (у долинах і дельтах річок, у балках, лиманах і т.п.).

Мінеральний склад розсипів різноманітний: ільменітовий, рутиловий, лейкоксеновий, а найчастіше комплексний з ільменітом, рутилом, цирконом, монацитом, силіманітом та іншими важкими, стійкими мінералами. Континентальні розсипи звичайно одноманітні за складом, найчастіше одно- або двомінеральні; прибережно-морські звичайно полімінеральні. Ільменіт розсипів порівняно з корінними родовищами внаслідок його різностадійної, звичайно значної лейкоксенації несе більш високий вміст титану і більш низький заліза, насамперед закисного, тому в ньому більш високий відношення Fe_2O_3 / FeO .

В Україні розсипні родовища представлені типами: 1 — алювіальні, алювіально-делювіальні й озерно-алювіальні; 2 — прибережно-морські. При цьому найбільшого розвитку алювіальні розсипи набули на північному заході УЩ, а прибережно-морські — у центральній частині Правобережної України (північно-східний схил УЩ).

Серед алювіальних розсипів розрізняють алювіальні, алювіально-делювіальні й озерно-алювіальні. Вони розміщуються в північно-східній частині щита, в районі Коростенського плутону, у центральній частині щита в районі Корсунь-Новомиргородського базит-ультрабазит-

гранітоїдного плутону і в інших районах. Для розсипів Волинського (Коростенського) і Корсунь-Новомиргородського районів характерні тісні просторовий зв'язок з корінними джерелами рудних мінералів — тілами продуктивних габроїдів, істотно ільменітовий склад. У формаційному відношенні — це титанова розсипна алювіальна й алювіально-делювіальна рудна формація з ільменітовим і циркон-ільменітовим мінеральними типами руд (Гурський, та ін., 2006).

Розсипи сформувалися як результат розмиву мезозойських і четвертинних кір вивітрювання ільменітоносних габроанортозитів і ільменітових руд указаних вище плутонів, а також інших ільменітоносних магматичних і метаморфічних базит-ультрабазитових комплексів. Це розсипи континентального типу, приурочені до палеодолин і долиноподібних знижень.

Серед алювіальних розсипів виділяють сучасні і давні утворення. Усі давні розсипи є похованими. Найбільше промислове значення мають розсипи ближнього зносу. Останні характеризуються тісним генетичним і просторовим зв'язком з корінними джерелами, якими були кори вивітрювання ільменітоносних ультрабазит-базитових порід, нині місцями цілком еродовані. Розсипи локалізуються в алювіальних і алювіально-делювіальних верхньоярських, нижньокрейдових, палеогенових, четвертинних і сучасних відкладах. Найбільші і найбагатші поховані розсипи створювалися в пізньоярську і ранньокрейдову епохи в часи інтенсивного вивітрювання і короутворення на УЩ. Довжина їх до 5 км, ширина — до 1 км, потужність рудних пластів до — 10 м. Вміст ільменіту — 150–300 кг/м³ (Гурський та ін., 2006).

Переважно нижньокрейдові багаті і великі розсипи ільменіту збереглися, зокрема, поблизу Володарськ-Волинського масиву габролабрадоритів унаслідок більш низького гіпсометричного залягання продуктивних пластів порівняно з навколишніми більш стійкими до вивітрювання кислими породами і завдяки наявності тут шару кременистих відкладів туруну, що відіграли роль їх захисної покришки проти ерозії. Сучасні розсипи, як правило, більш дрібні, оскільки в четвертинний час основні джерела зносу були перекриті безрудними відкладами, а з гіпсометрично піднятих відкритих місць кора вивітрювання кристалічних порід УЩ була практично вся змита.

Алювіальні розсипи північного заходу УЩ належать до Іршанського рудно-розсипного району (рис. 3), переважно ільменітові мономінеральні,

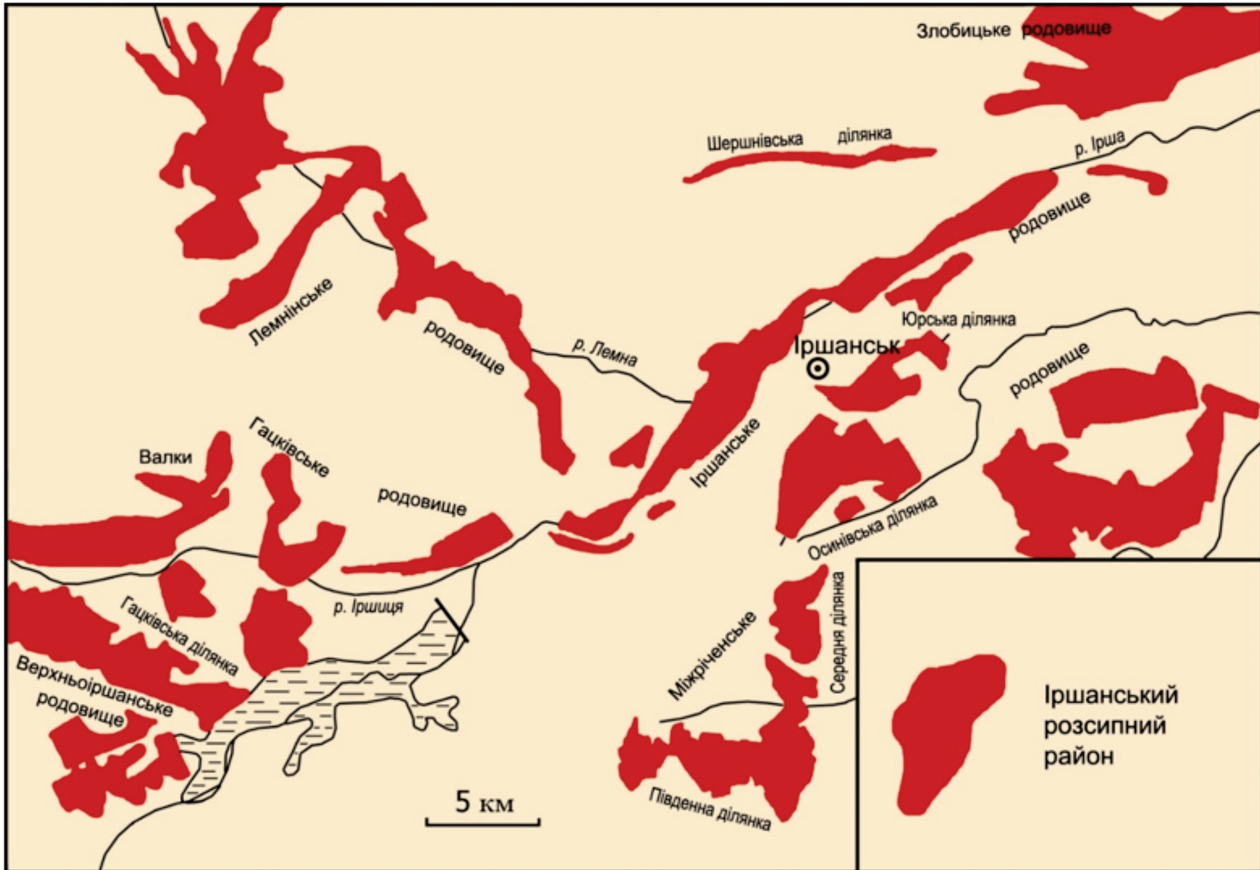


Рис. 3. Схема розміщення розсипних родовищ і ділянок Іршанського рудно-розсипного району (Гурський та ін., 2006).

Fig. 3. Scheme of placer deposits and placer areas of the Irshanskoeye ore placer district (Gursky ta in., 2006).

рідше – двомінеральні (ільменіт, апатит), у промислових концентраціях містяться ільменіт і продукти його зміни – звичайно лейкоксенований ільменіт.

Характерною рисою розсипів північного заходу України є низький вміст хрому в ільменіті ($Cr_2O_3 \leq 0,05\%$), що забезпечує використання його концентратів для виробництва пігментного двооксиду титану. Разом з тим ільменіти алювіальних і елювіальних розсипів Коростенського рудного району (Злобицьке, Валки-Гацьківське, Правобережне, Червонорічанське й інші родовища) несуть $V_2O_5 - 0,23\%$, Sc – 0,01%, що успадковано від корінних джерел. Ільменіти розсипів Іршанської групи родовищ містять, г/т: Sc – 88,8–91,7; V – 453,6–485,5; Ce – 74,6–98,4; Nb – 194,6–196,0; Ta – 13,7–14,4; Hf – 12,4–15,1; Th – 4,7–4,8; ільменіти Торчинського родовища містять, г/т: Sc – 74; V – 1800; Nb – 220; Ta – 8,7; Zr – 455; Hf – 15; Co – 88. Розсипи цього району формують родовища Лемнинське,

Червонорічанське, Шершнівське, Злобицьке, Межирицьке й ін. При розробці цих розсипів (рис. 4) добувають ільменітовий концентрат (Бочай та ін., 1998).

Алювіальні й алювіально-делювіальні розсипи Корсунь-Новомиргородського району представлені Бирзулівським та Лікарівським родовищами, де на даний час ведеться видобуток ільменіту ТОВ «Велта». Крім того, в районі є розсипи з оціненими перспективними ресурсами та виконаним початковим геолого-економічним оцінюванням (Андріївський, Новомиргородський, Валуївський та ін.).

Прибережно-морські розсипи – це здебільшого змішані пляжеві, донні і дельтові утворення. Найбільш продуктивними у формуванні циркон-ільменітових комплексних розсипів є піщано-глинисті відклади прибережно-морських фацій міоценового й олігоценного морів.

Розсипи розміщуються уздовж північно-і південно-східних схилів УЩ і по південно-



Рис. 4. Промислова розробка розсипних титанових руд Іршанського рудно-розсипного району (Василенко, 2014).

Fig. 4. Commercial development of placer titanium ores in the Irshansk alluvial ore district (Vasylenko, 2014).

і північно-східних бортах Дніпровсько-Донецької западини та локалізуються серед дрібнозернистих пісків, у вигляді порівняно добре відсортованими товщ з продуктивними горизонтами потужністю до 10 м. Рудні розсипи залягають звичайно у верхніх частинах розрізів, тому що збагачення пісків рудними мінералами звичайно відбувалося внаслідок перевідкладення нижніх продуктивних горизонтів. Основна частина прибережно-морських розсипів витягнута вузьким ланцюжком уздовж берегової лінії полтавського басейну осадо накопичення. Просторовий і генетичний зв'язок розсипних концентрацій мінералів з їх корінними джерелами цілком відсутній.

Комплексні рутил-циркон-ільменітові розсипи локалізуються в осадових товщах сарматського ярусу і полтавської світи платформного чохла на північно-східному борті (схилі) УЩ. Тут уже встановлені родовища: Малишівське (найбільше і розроблюване), Зеленоярське, Тарасівське, Селищанське, Правобережне, Вовчанське. Площі рудних полів цих родовищ від — 1,4 до 800 км², потужності продуктивних покладів 2–25 м (Бочай та ін., 1998; Гурський та ін., 2006).

У межах Дніпровсько-Донецької западини локалізується Краснокутське родовище, що являє

собой дельтовий розсип ільменіту, лейкоксену, циркону та інших мінералів у піщано-глинистих породах неогену.

Найбільш продуктивною і перспективною є Придніпровська розсипна зона, що простягається уздовж північно-східного схилу УЩ на відстань понад 700 км за ширини 50–100 км. Це зона шельфового розсипоутворення з розсипами далекого перенесення рудних мінералів.

Найбільш відомим представником групи цих прибережно-морських розсипів є **Малишівське (Самотканське) родовище** в Середньому Придніпров'ї. Воно локалізоване у східній та центральній частинах північного борту осадового чохла УЩ. Це похований комплексний розсип, промислова його частина простежується на відстань 19 км за ширини 2,5 км. Промислові концентрації рудних мінералів пов'язані з товщами дрібно- і тонкозернистих пісків сарматського ярусу і полтавської світи потужністю до 35 м. Переважна частина важких мінералів локалізована в товщах середнього сармату.

У вертикальному розрізі родовища виділено два рудні пласти, що залягають майже горизонтально один над іншим. Верхній шар складений дрібнозернистими пісками сарматського ярусу,

за потужності рудного пласта 10–15 м (середня – 11,5 м). Нижній шар складений тонкозернистими пісками полтавської світи і залягає або безпосередньо під верхнім, або відділений від нього безрудним прошарком потужністю до 6–7 м. Потужність нижнього пласта становить у середньому 4,5 м. У сарматському (верхньому) ярусі рудні мінерали поширені в усьому розрізі, а в товщі полтавської світи (нижньої) локалізуються лише у верхній частині шару (Гурський та ін., 2006).

У сарматських відкладах вміст важких мінералів у розсіпах, %: ільменіту – 30–37, рутилу – 13–18, циркону – 8–12, дистену-силіманіту – ($\approx 1:1$) 8–12, ставроліту – 6–16, турмаліну – 3–4, хроміту і хромшпінелі ≈ 1 , монациту < 1 . У важкій фракції полтавського горизонту вміст ільменіту становить (%) 40–45, рутил – 15–20, циркон – 4–5. У цілому ільменіт містить 63% TiO_2 , рутил – 94% TiO_2 , циркон – 65% ZrO_2 . У пісках розвинені також ксенотим, анатаз, малакон та інші важкі мінерали. Співвідношення ільменіту до рутилу – від 3 до 8. Розміри ільменіту – 0,07–0,25 мм, рутилу – 0,07–0,15 мм. Ільменіт завжди лейкоксенований відносно сильно, середній вміст TiO_2 – 67,7%. Рудні поклади пластові, рідше лінзоподібні (Цимбал, Полканов, 1975).

На родовищі виділено три паралельні поклади з промисловим вмістом важких мінералів, що витягнуті відповідно до загального простягання родовища: південний, середній і північний. Північний поклад переривається за простяганням, середній – у східному напрямку розширюється на відстань до 1000 м і поділяється на два паралельні поклади. У поперечній будові кожного покладу спостерігається закономірне поступове збільшення вмісту важких мінералів від периферії до центру (Бочай, 1998).

Родовище – комплексне. При його розробці вилучають насамперед ільменіт, рутил, циркон; побіжні концентрати – дистен-силіманіт, ставроліт, а також кварц. Рядовий кварцовий пісок (SiO_2 – 95–98%) може використовуватися як формувальний і будівельний матеріал; очищений кварцовий пісок (SiO_2 – 99,0–99,6%, Fe_2O_3 – 0,02–0,03%) придатний для виробництва скла (Гурський та ін., 2006).

Запаси підраховано на умовний ільменіт за таких перехідних коефіцієнтів: ільменіт – 1; рутил – 3,3; циркон – 2; дистен + силіманіт – 0,14; ставроліт – 0,06. Вміст умовного ільменіту в сарматських пісках багатий і становить 250–300 kg/m^3 , у полтавських пісках він помітно нижчий (близько

45 kg/m^3). Крім того, полтавські піски є більш важкозбагачуваними, вилучення корисних компонентів низьке (Гурський та ін., 2006).

Далі на схід розміщуються Вовчанське і Воскресенівське родовища, на яких потужності рудних пластів становлять відповідно 6 і 7 м, довжина 8–10 км за ширини до 2 км. Середній вміст рудних мінералів родовищ, kg/m^3 : ільменіту – 77, рутилу – 25 і 12, циркону – 5,5 і 3,7 kg/m^3 . Крім того, на обох родовищах наявні силіманіт, кіаніт і ставроліт (Бочай та ін., 1998; Гурський та ін., 2006).

ВИСНОВКИ

Аналіз мінерально-сировинної бази титану засвідчує, що Україна володіє значними запасами титанових руд різних генетичних типів, які в даний час не розробляються. На балансі ДНВП «Геоінформ України» перебуває 27 родовищ титану: розсіпні, корінні, залишкові. Основу мінерально-сировинної бази складають руди в корінних породах. Видобуток цих руд складніший і набагато затратніший ніж розробка розсіпів і кір вивітрювання. На цей час розробляють лише розсіпні родовища, запаси яких швидко вичерпуються, а деякі з них (Іршанське, Іршинське, Лемненське, Лемненське-Західне) вже вичерпали свій ресурс. Забезпеченості розсіпних родовищ титану запасами за нинішніх темпів видобутку вистачить на найближчі 10–15 років (Державний ..., 2024).

Із загальної кількості розвіданих в Україні родовищ, що числяться на Державному балансі, кількість об'єктів, розробка яких на сьогодні є економічно доцільною, не перевищує 1/3. Більшість з них відкрито в 1960–1980 роках. Під час оцінювання раніше розвіданих родовищ не звертали увагу на питання які в даний час є дуже важливими: цільове призначення земель і форма власності на них, природоохоронні, санітарні та інші обмеження (вибухонебезпечні зони, підземні і наземні комунікації та ін.). Сьогодні, істотне значення має і соціальний фактор – громадська думка.

Недостатнє висвітлення мінерально-сировинної бази титану України є важливою проблемою інформування інвесторів. На жодному з аукціонів продажу спеціальних дозволів на користування надрами, які проходили до 2020 р. включно, не було представлено ділянок для проведення геологічного вивчення або видобування. І лише починаючи з 2021 р. ділянки з видобування руд титану вперше додали до списку лотів.

З огляду на перспективність і зростання попиту на титанову продукцію у світі, а також на пріоритетність виробництва Україною титанових концентратів, і на збільшення валютних надходжень від його експорту, постала гостра потреба в залученні у розробку нових об'єктів титанових руд з вигідними економічними показниками. Для розширення та удосконалення мінерально-сировинної бази титану до сучасних умов пропонуються таке.

1. До системи моніторингу залучати окрім відомих родовищ перспективні площі та рудопрояви, які потребують подальшого довивчення за рахунок інвестицій. При цьому, надавати перевагу об'єктам, які розміщуються у межах відомих рудних районів, де або уже ведеться розробка покладів титану (Волинський рудний район, район Корсунь-Новомиргородського плутону), або планується (північно-східний район УЩ).

2. Для залучення інвесторів, зокрема іноземних, необхідно привести оцінку запасів і ресурсів

титану до міжнародних стандартів (JORC, CRIRSCO) з урахуванням геологічних, технологічних, економічних, екологічних та соціальних чинників.

3. На кожному з аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами до списку лотів слід додавати об'єкти титанових руд, що потребують довивчення та подальшого видобутку.

4. Впроваджувати нові технології видобування і збагачення титанових руд з використанням комп'ютерних геолого-технологічних моделей родовищ.

Робота виконана за темою «Стратегічна мінеральна сировина для відновлення економіки України: аналіз ресурсів та запасів, розробка критеріїв пошуку для нарощування їх мінерально-сировинної бази» (2023–2024) (№ державної реєстрації – 0123U100855; фінансування за КПКВК 6541230).

REFERENCES

Bochai L. V., Gursky D. S., Veselovsky G. S., 1998. Main geological and industrial types of titanium and zirconium placer deposits of Ukraine and conditions of their formation. *Mineral Resources of Ukraine*. No 3. Pp. 1013. (In Ukrainian).

Vasylenko A. P., 2014. Mineral resource base of Ukraine. Article 2. The state of the mineral resource base of metallic minerals of Ukraine and the main directions of geological exploration of the shield. *Mineral resources of Ukraine*. No 3. Pp. 4–8. (In Ukrainian).

Vasylenko A. P., Sukach V. V., 2023. Building up the mineral resource base of Ukraine with new objects of titanium ores. *Mineralogical Journal*. Vol. 45, No 3. Pp. 97–105. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.03.097>.

Galetskiy L. S., 2009. The state and prospects of titanium production in Ukraine. Report on research work. Kyiv: Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. (In Ukrainian).

Gursky D. S., Esipchuk K. Y., Kalinin V. I., Kulish E. O., Nechayev S. V., Tretyakov Y. I., Shumlyansky V. O. et al., 2006. Metal and non-metallic minerals: in 2 vols. Vol. I. Metal minerals. Edited by M. P. Shcherbak and O. Bobrov. Kyiv-Lviv: Centre of Europe. Pp. 149–173.

Atlas of Investment Opportunities. Ferrous Metals. 2023. Ukrainian Geological Survey www.geo.gov.ua/investicijnij-atlas-nadrokoristuvacha.

Proskurin G. P., Proskurina V. F., Fomin A. B., Metalidi S. V., 1977. About ore tractolites of the Korosten pluton (USh). *Dokl. of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*. Ser.B. No 12. Pp. 1080–1083. (In Russian).

Proskurin G. P. Geological structure and material composition of ores of apatite-ilmenite deposit of Chepovichi massif: autoref.

Бочай Л. В., Гурський Д. С., Веселовський Г. С. Головні геолого-промислові типи титанових і цирконієвих розсіпних родовищ України та умови їх утворення. Мінеральні ресурси України. 1998. № 3. С. 10–13.

Василенко А. П. Мінерально-сировинна база України. Стаття 2. Стан мінерально-сировинної бази металічних корисних копалин України та основні напрямки геологорозвідувальних робіт щита. Мінеральні ресурси України. 2014. № 3. С. 4–8.

Василенко А. П., Сукач В. В. Нарощування мінерально-сировинної бази України новими об'єктами титанових руд. Мінералогічний журнал. 2023. Т. 45, № 3. С. 97–105. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.03.097>.

Галецький Л. С. Стан та перспективи розвитку титанового виробництва в Україні. Звіт з науково-дослідної роботи. Київ: Інститут геологічних наук НАН України. 2009.

Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І., Куліш Є. О., Нечаєв С. В., Третяков Ю. І., Шумлянський В. О. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини: в 2 т. Т. I. Металічні корисні копалини. За ред. М. П. Щербака та О. Б. Боброва.. Київ-Львів: Центр Європи. 2006. С. 149–173.

Інвестиційний атлас надрокористувача. Металічні корисні копалини. Державна служба геології та надр України. 2023. www.geo.gov.ua/investicijnij-atlas-nadrokoristuvacha.

Проскурин Г. П., Проскурин В. Ф., Фомин А. Б., Металиди С. В. О рудних трактолитах Коростенского плутона (УЩ). Докл. АН УССР. Сер. Б. 1977. № 12. С. 1080–1083.

Проскурин Г. П. Геологическое строение и вещественный состав руд апатит-ильменитового месторождения Чеповичского

dis. kand. geol-min. sciences: 04.00.08. Kiev, 1984. 25 p. (In Russian).

Tarasenko V. S. 1987. Petrology of anorthosites of the Ukrainian Shield and geological and genetic model of phosphate-titanium ore formation. *Geological Journal*. No 4. Pp. 43–52. (In Russian).

Tarasenko V. S. 1990. Rich titanium ores in gabbro-anorthosite massifs of the Ukrainian Shield. *Izvestia of the USSR Academy of Sciences. Ser. geol.* No 8. Pp. 35–44. (In Russian).

Figura L., Kovalchuk M., 2024. Spatial distribution of ilmenite and apatite in crystalline rocks and weathering crust of the Torchyn deposit. *Lviv University Bulletin. Geological Series*. Iss. 38. Pp. 15–27. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30970/vgl.38.02>

Kharitonov V.M., 2015. Geological and industrial types of titanium deposits. Collection of materials of the participants of the International Forum of Miners (Dnipropetrovs'k National University, 3 October 2015). Dnipropetrovs'k, T. 3. С. 81–85. (In Ukrainian).

Tsymbal S. N., Polkanov Y. A., 1975. Mineralogy of titanium-zirconium placers of Ukraine. Vydavnytstvo "Naukova Dumka", Kyiv. 248 p. (In Ukrainian).

Shumlyansky L. V., Duchene J.-C. 2005. Ore minerals of the Fedorivske deposit of titanium phosphorus. Scientific works of the Institute of Fundamental Research. Vydavnytstvo "Logos", Kyiv. Pp. 65–83. (In Ukrainian).

Mineral commodity summaries 2024: U. S. Geological Survey, 212 p. <https://doi.org/10.3133/mcs2024>.

массива: автореф.дис. канд. геол-мин. наук: 04.00.08. Киев, 1984. 25 с.

Тарасенко В. С. Петрологія анортозитів Українського щита і геолого-генетическа модель фосфатно-титанового рудо-образовання. *Геологічний журнал*. 1987. № 4. С. 43–52.

Тарасенко В. С. Богатые титановые руды в габбро-анортозитовых массивах Украинского щита. *Известия АН СССР. Сер. геол.* 1990. № 8. С. 35–44.

Фігура Л., Ковальчук М. Просторовий розподіл ільменіту й апатиту у кристалічних породах та корі вивітрювання Торчинського родовища. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2024. Вип. 38. С. 15–27. DOI

Харитонов В. М. Геолого-промислові типи родовищ титану. Збірник матеріалів учасників міжнародного форуму гірників (Дніпропетровський нац. університет, 3 жовтня. 2015 р.) Дніпропетровськ, 2015. Т. 3. С. 81–85.

Цымбал С. Н., Полканов Ю. А. Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины. Киев: Наукова думка. 1975. 248 с.

Шумлянський Л. В., Дюшен Ж.-К. Рудні мінерали Федорівського родовища фосфору та титану. *Наукові праці інституту фундаментальних досліджень*. Київ: Логос. 2005. С. 65–83.

Mineral commodity summaries 2024: U. S. Geological Survey, 212 p. <https://doi.org/10.3133/mcs2024>.

Manuscript received October 29, 2024;
revision accepted December 20, 2024.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна