

УДК 553.495 (477)

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.99.08>

О. Ганжа, канд. геол. наук, наук. співроб.,

E-mail: oag2909@gmail.com;

Г. Кузьманенко, канд. геол. наук, наук. співроб.,

E-mail: geology7@ukr.net;

Т. Охоліна, канд. геол. наук, ст. наук. співроб.,

E-mail: svilya@ukr.net;

О. Ремезова, д-р геол. наук, доц.,

E-mail: elena.titania2305@gmail.com;

Інститут геологічних наук НАН України,

вул. О. Гончара, 55 б, м. Київ, 01054, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ РОЗСИПНИХ РОДОВИЩ ТИТАНУ УКРАЇНИ

(представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В. А. Михайловим)

Проаналізовано сучасний стан світових титанових родовищ та місце України у світі за запасами титанових руд. Наведено перелік країн-лідерів за запасами розсіпних титан-цирконієвих руд і динаміку їх видобутку, а також перелік наявних гірничих підприємств зі збагачення і виробництва титанових виробів у межах України. Закономірності співвідношення країн у лідерстві за запасами та видобутком не спостерігається. Показано карту країн, куди Україна експортує титанову сировину, і динаміку цін на діоксид титану за останні п'ять років. Представлено загальну характеристику мінерально-сировинної бази титану України з картою сучасного стану ільменітових і комплексних циркон-ільменітових розсіпів української розсіпної провінції.

Ключові слова: титанові родовища, діоксид титану, комплексні циркон-ільменітові розсіпи, Україна, запаси мінералів титанової групи.

Постановка проблеми. Постійне зростання попиту на мінеральну сировину, а особливо певних її видів, вимагає повної консолідації світової спільноти. Відбувається поступове заміщення впливу вуглецевої сировини (нафта, газ тощо) застосуванням електричних автомобілів, вітрових турбін, сонячних панелей і енергетичних сховищ. Такий технологічний зсув залежить від надійного доступу до критично важливих сировинних матеріалів, що використовуються для цих приладів. ЄС визначив 30 сировинних матеріалів, які є критичними для такого переходу. Україна має резерви за 21 із цих 30 найменувань. У зазначеному переліку важливе місце посідають мінерали титанової групи.

Зазначається безпосередній зв'язок між споживанням титану й економічним розвитком країни. Найбільшими споживачами титану у світі (понад 80 %) є країни з найвищими показниками ВВП: Велика Британія, США, Японія, Німеччина, Франція, Китай, Італія та ін.

За підсумками конференції "Стратегічне партнерство між Європейським Союзом і Україною у сфері критичної сировини та батарей" (17.04.2022) було підписано Меморандум про розуміння щодо критичної сировини, а також наголошено, що Україна і ЄС мають здійснити кроки, щоб сприяти інвестиціям і створити можливості для фінансування. Тому виникає необхідність у висвітленні сучасного стану мінерально-сировинної бази титану України, а також ролі України у світовому видобутку мінералів титанової групи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному світі особливо актуальним є питання дослідження особливостей хімічного складу, умов накопичення та ресурсів мінералів титанової групи. У своїх публікаціях ці питання підіймали дослідники з усього світу. Серед останніх слід виділити К. Перкса (Perks and Mudd, 2021), М. Поунсебі (Pownceby, 2010), Г. Мадд (Mudd and Jowitt, 2016), Г. Мейнхольда (Meinhold, 2010), В. Бруккарда (Bruckard et al., 2015), Ван Госена (Van Gosen et al., 2019), Л. Рейнеке (Reyeneke and Wallmach, 2007), Р. Адамса (Adams, 2017), Х. Чі (Chi et al., 2001), А. Брітта та ін.

Серед української наукової школи слід відзначити Л. С. Галецького, О. О. Ремезову, Д. П. Хрущова, С. М. Цим-

бала, М. С. Ковальчука, О. О. Комлева, Т. В. Охоліну, О. А. Ганжу, Ю. В. Крошко, С. П. Василенко та багатьох інших (Galetskyi and Revezova, 2011; Khrushchov et al., 2017; Ganzha et al., 2019; Komliev et al., 2021). Зокрема, під керівництвом Д. П. Хрущова було розроблено методику структурно-літологічного моделювання титан-цирконієвих розсіпів, яка успішно була застосована на таких родовищах, як Злобицьке, Тарасівське, Зеленоярське, Краснокутське, Бирзулівське, Воскресенівське тощо.

Дані К. Перкса (Perks and Mudd, 2021) свідчать, що 327 родовищ корисних копалин у 25 країнах містять 2648 млн т TiO_2 в ільменіті; в рутилі та лейкоксені – 155 млн т; мінералів Zr – 23,5 млн т. Лише 31 % TiO_2 існує у традиційних осадових відкладах (розсіпні та палеорозсіпні відклади), а решта міститься в магматичних (54 %), метаморфічних (1 %) і латеритних відкладах (14 %). Однак розсіпні родовища залишаються провідним і найбільш рентабельним типом родовищ титану у коротко- та середньотерміновій перспективі. Наприклад, за одними джерелами, близько 96 % циркону, 90 % рутилу, 30 % ільменіту та 80 % монациту, видобутого світовою промисловою індустрією корисних копалин, було отримано з покладів прибережних розсіпів (Chi et al., 2001); інші посилання свідчать, що у 2020 році на розсіпні родовища припадало близько 60 % виробництва ільменіту та лейкоксену і 100 % виробництва рутилу та циркону (USGS, 2021).

Існує різна аналітика стосовно світових лідерів за запасами мінералів титанової групи (Van Gosen et al., 2019; Perks and Mudd, 2021), однак завжди незмінними лідерами залишаються Австралія і Китай.

Важливо зазначити, що більшість титанових мінеральних ресурсів Китаю належать не до розсіпних родовищ, а до первинних магматичних у вигляді ванадієвих титаномангнетитових руд – такі поклади становлять 94 % від загальних запасів оксиду Ti (близько 800 млн т) (Liu et al., 2016), а розсіпні родовища – решту, тобто 6 %.

Запаси ж Австралії представлені розсіпними прибережно-морськими, частково похованими, комплексними ільменіт-рутил-цирконовими родовищами, причому оцінка цих запасів суттєво відрізняється у різних авторів.

© Ганжа О., Кузьманенко Г., Охоліна Т., Ремезова О., 2022

Наприклад, (Mudd and Jowitt, 2016) оцінюють виміряні ресурси в 435,2 млн т ільменітового, 60,7 млн т рутилового та 111,4 млн т цирконового концентрату; USGS підраховує, що запаси Австралії становлять 150 млн т ільменіту, 27 млн т рутилу та 48 млн т діоксиду цирконію (Perks and Mudd, 2019). Брітт та ін. (Britt et al., 2016) оцінюють її запаси в 267,8 млн т ільменіту, 36,9 млн т рутилу та 81,4 млн т цирконію. Різниця в цих показниках залежить від оцінки запасів або ресурсів (в одних випадках не враховані запаси, які недоступні для видобутку через екологічні обмеження, політику уряду або військові землі), а також від перерахунків запасів ільменіту в TiO_2 .

Незмінним залишаються запаси України в рейтингу світових запасів, оскільки, незважаючи на величезні запаси ільменіту, існує проблема невисвітленості наших даних у рейтингових світових журналах. Камерон Перкс та ін. (Perks and Mudd, 2021) представили запаси TiO_2 в Україні як 6,4 млн т, що далеко не відповідає дійсності. Ще в 1956 р. попередні запаси Малишевського (на той час Самотканського) родовища були затверджені ДКЗ СРСР за категоріями $A_2+B+C_1+C_2$ у кількості 4339 тис. т титану і 678 тис. т цирконію (Вадимов, Тимошенко, 1958). А це хоч і найбільше розсіпне, проте тільки одне з багатьох родовищ України. Насправді, за підрахунками українських вчених, близько 20 % запасів і ресурсів світу належать Україні (Галецький, Ремезова, 2007).

Розгляд нерозв'язаних аспектів загальної проблеми. Аналіз літературних джерел демонструє невтомний розвиток науки і промисловості. Статистичні дані постійно змінюються і вимагають оновлення та зведення уже отриманої інформації. Тому виникає необхідність у висвітленні впливу титанової галузі України на економіку як самої країни, так і її частини у світовому титановому експорті, дослідженні динаміки цін на основні мінерали титанової групи, представленні діючих підприємств титанової галузі України та можливості їх розширення за рахунок існуючих перспективних ільменітових і титан-цирконієвих родовищ.

Світовий видобуток титану. У рейтингу світового видобутку мінералів титанової групи Україна займає шосте місце (0,53 млн т). За підсумками 2021 р. світовий

видобуток двоокису титану з ільменіту і рутилу представлено на рис. 1. Лідером з видобутку титанових мінералів є Китай, який добув 3,0 млн т діоксиду титану, що більш ніж удвічі перевищує видобуток Південної Африки, яка посіла друге місце (1,0 млн т); у п'ятірку лідерів також входять Мозамбік (0,97 млн т), Канада (0,6 млн т) і Австралія (0,6 млн т), яка за сукупним видобутком ільменіт + рутил випереджає Норвегію (0,44 млн т).

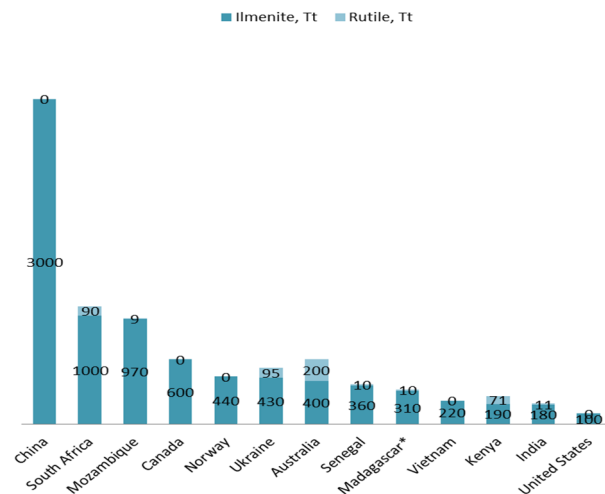


Рис. 1. Країни-лідери з видобутку титанових мінералів (ільменіту та рутилу) у 2021 році (Mine production of titanium minerals worldwide..., 2021)

За сучасної, досить високої, ціни на ільменітовий концентрат (більше 150 \$ за тону) Україна експортує свою сировину до більш ніж 30 країн світу: Китаю (близько 20 % від усього імпорту), Німеччини (12,5 %), Російської Федерації (11 %), Естонії (10 %), Італії (10 %), Кореї (9 %), Нідерландів (8 %), Індії (5 %), США (4 %), Чеської Республіки (4 %), Об'єднаних Арабських Еміратів (2,5 %) та ін. (рис. 2).

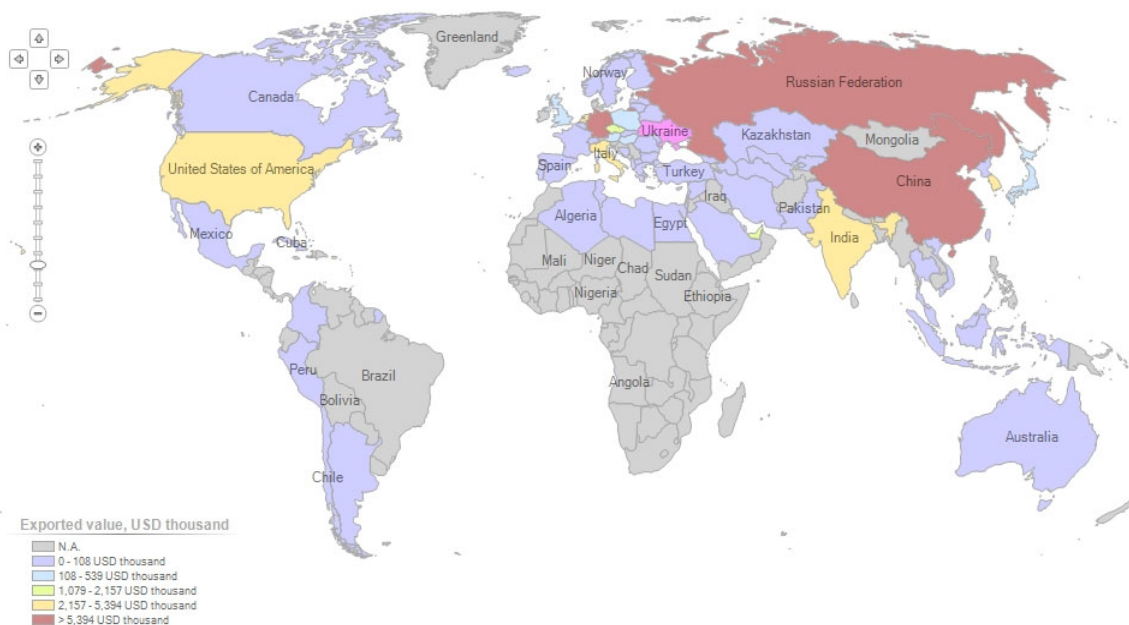


Рис. 2. Перелік країн, куди Україна експортує титан і вироби з нього (за даними Державної служби статистики України, 2020)

В Україні титанова сировина проходить через три етапи: видобування рудної маси на розсипних кар'єрах (на території України лише відкритим способом), збагачення отриманої маси до концентратів (гірничо-збагачувальні та гірничо-металургійні комбінати) і виробництво базової титанової продукції (титанові злитки тощо).

Діючі гірничі підприємства України. За даними *(Карта спеціальних дозволів..., 2022)* на сьогоднішній день титанову мінеральну сировину видобувають і збагачують чотири компанії, дві з яких мають філії.

1. Об'єднана гірничо-хімічна компанія (ОГХК), яка утворилась у 2014 році шляхом об'єднання потужностей Вільногірського гірничо-металургійного комбінату (ГМК) у Дніпропетровській області та Іршанського гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) у Житомирській області, на двох філіях – Вільногірській та Іршанській – здійснюється збагачувальне виробництво концентратів титанових руд (АТ ОГХК..., 2022).

На Вільногірському ГМК розробляється унікальне Малишівське (Самотканське) родовище, видобуток титано-цирконієвих руд здійснюється з 50-х років минулого століття. За даними (АТ ОГХК..., 2022), запаси на цьому родовищі майже вичерпані й у найближчі 5–10 років родовище буде повністю відпрацьоване.

Іршанський ГЗК здійснює розробку ділянок Юрська, Осинаво та Букінська Межиріченського родовища.

Крім двох згаданих вище родовищ, у 2021 році ОГХК було придбано ліцензію на геологічне вивчення, у тому числі й дослідно-промислове розроблення родовищ загальнодержавного значення, зокрема Селищанського, розташованого в Житомирській області. На сьогодні жодні роботи в межах цього родовища не проводяться.

Саме Іршанський ГЗК має великі можливості з наращування сировинної бази, оскільки в його межах розташована велика кількість розсипних родовищ, частина з яких перебувають на державному балансі, частина попередньо розвідані, а є родовища на стадії пошуково-оціночних робіт.

2. Диверсифікована міжнародна група компаній, основні інвестиції якої зосереджені в азотному, титановому та газовому бізнесах (Group DF) *(Диверсифікована міжнародна група компаній..., 2022)*, до якої входять:

1) ТОВ "Мотронівський гірничо-збагачувальний комбінат" (Дніпропетровська обл., Україна). На цьому підприємстві здійснюється розроблення Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишівського родовища, яка введена в експлуатацію у 2018 році, і нині підприємство ще не повністю виходить на промислові потужності. Також цьому підприємству належить Північно-Західна ділянка Малишівського родовища, яке теж поки не відпрацьовується у зв'язку з невеликим вмістом корисного компонента і великим коефіцієнтом розкриття.

ТОВ "Межиріченський гірничо-збагачувальний комбінат" розробляє Ісаківську ділянку Межиріченського родовища, яке розташоване в смт. Іршанськ, Житомирська область, Україна.

ТОВ "Валки-Ільменіт" (Іршанськ, Житомирська обл., Україна) веде видобуток Валки-Гацківського родовища.

3. ТОВ "Велта" *(Титан сьогодні..., 2022)* розробляє Бирзулівське родовище титанових руд, яке розташоване у Новомиргородському районі Кіровоградської області.

Цей гірничо-збагачувальний комбінат має великі можливості наращування сировинної бази, оскільки неподалік є ще п'ять родовищ на різних стадіях розвитку. З метою наращування сировинної бази діючого ГЗК у 2019 році компанія взяла ліцензію терміном на 20 років на видобуток Лікарівського родовища, що є другим за запасами в цьому регіоні після Бирзулівського.

4. ТОВ "Демурінський ГЗК" нині розробляє запаси титано-цирконієвих пісків Вовчанського родовища для видобутку ільменітового, рутилового, цирконієвого, кіаніт/сіліманітового і ставролітового концентратів (ТОВ "Демурінський ГЗК", 2022).

5. ТОВ з і.п. "Кольорові метали" розробляє західну та східну ділянки родовища Балка Крута, яке є техногенним родовищем циркон-рутил-ільменітових рудних пісків Малишівського родовища *(Мінеральні ресурси України..., 2021)*.

6. За даними *(Карта спеціальних дозволів..., 2022)*, ТОВ "ЖИТОМИРБУРРОЗВІДКА" належать ліцензії на видобуток Тростянецького та Лівобережного розсипних родовищ ільменіту. Ліцензії було придбано у 2013 році, термін дії ліцензій – 20 років, але на сьогоднішній день розроблення цих родовищ не проводиться.

В Україні переробку концентратів ільменіту титанових родовищ з отриманням пігментного діоксиду титану ведуть ПАТ "Сумихімпром" і ТОВ "Запорізький титано-магнієвий комбінат". До продукції ПАТ "Сумихімпром" належать шість видів діоксиду пігментного титану *(Сумихімпром..., 2022)*. ТОВ "Запорізький титано-магнієвий комбінат" виготовляє титанові злитки, губчатий титан, титановий шлак, тетрафторид титану очищений, сплав на основі заліза, виливки титанові фасонні та феротитан *(Запорізький титано-магнієвий комбінат..., 2022)*.

В Україні виробляється до 1 млн т титанових концентратів на рік, при цьому основні їхні обсяги відправляються на експорт, тому що потужності виробництва концентратів значно перевищують внутрішній попит. Саме експорт концентратів дає в титановій галузі значну виручку. За інформацією, отриманою від Держстату, у 2020 році було реалізовано руд і концентратів титанових вартістю 4 591,59 млн грн. Дані звітів, наданих компаніями АТ "Об'єднана гірничо-хімічна компанія" і ТОВ ВКФ "Велта", дещо відрізняються (табл. 1). Основними внутрішніми споживачами ільменітових концентратів є "Запорізький титано-магнієвий комбінат" і "Сумихімпром" (виробництво діоксиду титану). Проектна потужність ЗТМК – 20 тис. т губчастого титану на рік. Однак через зношування виробничих фондів підприємство може випускати тільки 10 тис. т. Споживач рутилового концентрату – компанія "Плазматек" (виробництво зварювальних електродів). Також в Україні організоване виробництво безшовних титанових труб авіаційного і загального призначення – ТОВ "ВСМПО Титан Україна", яке є "дочкою" російської компанії "ВСМПО-АВІСМА", що в умовах війни Росії проти України є неприйнятним *(Скільки титану в Україні..., 2020)*.

Таблиця 1

Виручка від реалізації товарної продукції власного видобутку підзвітними компаніями галузі з видобування руд титану у 2020 р. *(Портал даних видобувної галузі України..., 2022)*

Підприємство	Обсяги видобування незбагаченої руди	Обсяги реалізації товарної продукції, тис. т	Виручка від реалізації товарної продукції на території України (без ПДВ), млн грн	Виручка від експорту товарної продукції (без ПДВ), млн грн
ТОВ ВКФ "Велта"	213,11 тис. т	212,06	53,85	1 043,40
АТ "Об'єднана гірничо-хімічна компанія"	6 932,00 тис. м ³	560,96	687,56	2 438,21
Всього	-	773,02	741,41	3 481,61

З табл. 1 видно, що обсяги реалізації продукції компаній-виробників титанових концентратів на внутрішньому ринку в кілька разів нижчі, ніж на експорт, тобто ситуація, коли основний обсяг концентратів титанових мінералів спрямовується на експорт, пов'язана з дефіцитом потужностей у переробному секторі титанової галузі, а звідси – і відсутністю значного внутрішнього споживання. Тому Україна експортує концентрат і напівфабрикати, а також продукцію з невисокою доданою вартістю: титанові шлак і губку, діоксид титану. Для порівняння: якщо ціна ільменіту на біржах становить близько \$ 300–350 за тону, ціна рутилу – \$ 1800 за тону, то ціна титанового лому і злитків – \$ 10–15 тис. за тону (*Чого очікувати від приватизації ОГХК...*, 2021).

Ситуація могла б змінитися, якби держава доклала зусиль щодо залучення іноземних стратегічних інвесторів (*Михайленко, Краснікова, 2021*). Зважаючи на значні запаси ільменітових руд, тобто сировини для виробництва титану, Україна могла б із легкістю розширити як видобування, так і виробництво титанової продукції. Розширення виробничих потужностей, а також створення нових ланок виготовлення титанової продукції може стати одним із післявоєнних кроків, необхідних для розвитку української економіки.

Важливим економічним фактором є постійне зростання цін на ільменіт та рутил. За даними (*MINERAL COMMODITY SUMMARIES... 2022*), спостерігається динаміка зростання цін на умовах CIF на рутил, ільменіт і лейкоксен, насипний ільменіт і титановий шлак. Для оцінювання розглянемо період із 2017 по 2021 рік (рис. 3). Спостерігається зростання цін на всі компоненти титанової сировини. За цей період вартість рутилу збільшилася майже вдвічі, що пов'язано з розширенням його використання у високотехнологічних галузях, таких як авіаційна промисловість, медицина тощо. Останнім часом також розвивається виробництво біметалічних сполук і труб: титан + мідь, титан + ніобій, титан + тантал, титан + нейтралізуюча сталь, титанових труб з відносно великою товщиною стінок та акумуляторів, у тому числі літій-титанових, що викликає підвищений попит на сировину для металічного титану. Вартість ільменіту та лейкоксену за останні п'ять років зросла із 393 до 640 \$ США за тону. Більш стабільна цінова політика тримається для насипного ільменіту і титанового шлаку.

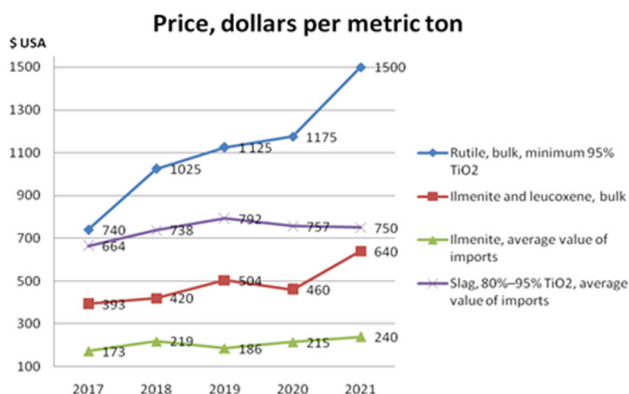


Рис. 3. Динаміка зростання цін на умовах CIF на рутил, ільменіт і лейкоксен, насипний ільменіт і титановий шлак у період 2017–2021 років. Побудовано за даними USG

Мінерально-сировинна база титану України. Враховуючи наявність в Україні значних запасів ільменіту та рутилу, діючих гірничо-збагачувальних і гірничо-металургійних комбінатів, постійне збільшення попиту на

титанову сировину в сучасному світі, що супроводжується зростанням її вартості, можна впевнено стверджувати про наявність перспектив розвитку титанової галузі в Україні.

Родовища титану в Україні представлені різними генетичними типами: розсипними алювіальними і прибережно-морськими розсипами, залишковими і корінними родовищами.

Корінні родовища України становлять 53,6 % всіх 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 становлять розсипні та, частково, залишкові родовища. Видобуток ведеться безпосередньо з похованих прибережно-морських і алювіальних розсипів.

Слід зазначити, що за якісними характеристиками родовища титану в Україні загалом не поступаються зарубіжним аналогам. Вміст ільменіту в родовищах України, що розробляються, коливається від 34,8 до 75,7 кг/м³. Для порівняння: у родовищі Річардс-Бей (ПАР) міститься 50 кг/м³ ільменіту, Еніба (Австралія) – 37 кг/м³, Чаварра (Індія) – 122 кг/м³. Отже, вміст ільменіту в родовищах України – на рівні світових аналогів або й вищий.

Порівняно з іншими країнами Україна має значний потенціал комплексних родовищ, а також родовищ, ільменіт з яких може застосовуватись у виробництві пігментів. Родовища прибережно-морські є сировинним потенціалом для розширення виробництва титанової губки. Гірничо-геологічні умови експлуатації більшості родовищ сприятливі для експлуатації відкритим способом.

Родовища України складені в різному ступені змієним ільменітом – в родовищах Іршанської групи він становить 50–54 %, у прибережно-морських розсипах – 58–63 %. Якість руд титанових родовищ України здатна задовольнити як пігментну промисловість, так і металургію (*Галецький, Ремезова, 2011*).

На сьогоднішній день у межах України налічується більше 40 родовищ різного рівня вивченості, серед яких 2 унікальні, 12 великі, 10 середні, 4 техногенні, а також 280 перспективних рудопроявів (*Карта спеціальних дозволів... 2022*). Всі вони розташовуються в межах української розсипної провінції, що, у свою чергу, поділяється на 13 розсипних районів (рис. 4). Основними областями розвитку давніх титан-цирконієвих розсипів на території України є Український щит і Дніпрово-Донецька западина. Розсипи утворюють дві великі зони, одну з яких простежено протягом 700 км уздовж північно-східного схилу УЩ, другу – протягом 200 км на північно-східному борті ДДЗ. У їхніх межах виявлено низку розсипних родовищ і велику кількість перспективних проявів.

Загалом серед районів української розсипної провінції можна виділити такі генетичні типи:

- поховані родовища прибережно-морського генезису (Правобережний, Лівобережний, Харківський, Гуляйпільський, Сквирський, Сумський райони);
- поховані родовища континентального генезису (Новомиргородський, Зеленоярський райони);
- сучасні родовища (частина Каховського і Токмацький райони);
- змішані: поховані прибережно-морські та континентальні (Волинський, Білоцерківський, Мокрояринський райони).

На сьогодні діючі підприємства та гірничо-збагачувальні або гірничо-металургійні комбінати зосереджені у Волинському, Правобережному, Новомиргородському та Лівобережному районах.

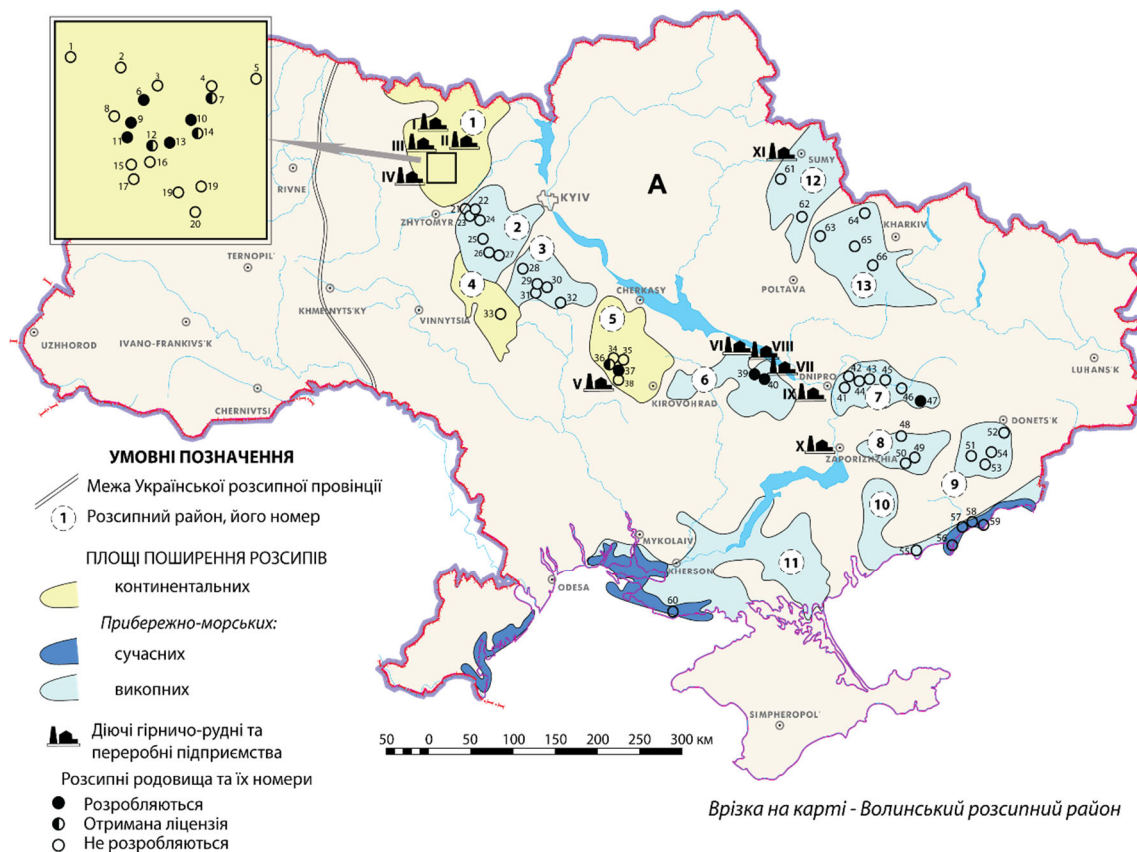


Рис. 4. Сучасний стан ільменітових і комплексних циркон-ільменітових розсипів української розсипної провінції (побудована з використанням (Галецький, 2001))

Умовні позначення: Розсипні райони: 1 – Волинський; 2 – Скви́рський; 3 – Білоцерківський; 4 – Зеленоярський; 5 – Новомиргородський; 6 – Правобережний; 7 – Лівобережний; 8 – Гуляйпільський; 9 – Мокрозялинський; 10 – Токмацький; 11 – Каховський; 12 – Сумський; 13 – Харківський.

Розсипні родовища: 1 – Ушицький розсип; 2 – Ушомирський розсип; 3 – Іванівський розсип; 4 – Злобичське родовище; 5 – Шевченківський розсип; 6 – Лемненське родовище; 7 – Селищанський розсип; 8 – Ставищанський розсип; 9 – Валки-Гацьківське родовище; 10 – Іршанське родовище; 11 – Верхньоіршанське родовище; 12 – Лівобережне родовище; 13 – Межиріченське родовище; 14 – Тростянецьке родовище; 15 – Правобережне родовище; 16 – Червоноріченське родовище; 17 – Поромівське родовище; 18 – Очеретянський розсип; 19 – Видибірський розсип; 20 – Федорівський розсип; 21 – Березівський розсип; 22 – Юр'ївський розсип; 23 – Козіївський розсип; 24 – Браженецький розсип; 25 – Мар'янівський розсип; 26 – Голубятинський розсип; 27 – Почуйківське родовище; 28 – Тарасівське родовище; 29 – Улашівський поклад; 30 – Тарашанський поклад; 31 – Петровський поклад; 32 – Медвинський поклад; 33 – Зеленоярське родовище; 34 – Андріївський розсип; 35 – Новомиргородський розсип; 36 – Лікарівський розсип; 37 – Бірзулівське родовище; 38 – Валуєвський розсип; 39 – Мотронівсько-Аннівське родовище; 40 – Малишівське (Самотканське) родовище; 41 – Південне родовище; 42 – Північно-Самарське родовище; 43 – Воскресенівське родовище; 44 – Юр'ївське родовище; 45 – Петропавлівське родовище; 46 – Миколаївське родовище; 47 – Вовчанське родовище; 48 – Новомиколаївська група покладів; 49 – Ульянівський поклад; 50 – Стульнівський поклад; 51 – Мокрозялинська група розсипів; 52 – Жовтневе родовище; 53 – Лазарівський розсип; 54 – Валі-Тарамське родовище; 55 – Ногайське родовище; 56 – Бердянське родовище; 57 – Новопетрівське родовище; 58 – Ганжуківське родовище; 59 – Новосарайське родовище; 60 – Джарилгацький розсип; 61 – Лебединське родовище; 62 – Куземинське родовище; 63 – Краснокутське родовище; 64 – Богодухівське родовище; 65 – Мерчикське родовище; 66 – Нововодолазьке родовище.

Діючі гірничо-рудні та переробні підприємства: I – ТОВ "Житомирбуррозвідка"; II – ОГКХ (Іршанський ГЗК); III – Group DF (ТОВ "Межиріченський ГЗК"); IV – Group DF (ТОВ "Валки-Ільменіт"); V – ТОВ "Велта"; VI – ОГКХ (Вільногірський ГМК); VII – Group DF ТОВ "Мотронівський ГЗК"; VIII – ТОВ з і.л. "Кольорові метали"; IX – ТОВ "Демурінський ГЗК"; X – ТОВ "Запорізький титано-магнієвий комбінат"; XI – ПАО "Сумхімпром"

Висновки. Україна володіє значними запасами титанових руд, здійснює значний експорт титанової продукції до десятків країн світу. На сьогодні на території України розробляють розсипні (і частково – залишкові) титанові родовища. Наявність перспективних розсипних ільменітових і комплексних циркон-титанових родовищ (як найбільш рентабельних), а також низка позитивних економічних факторів (підвищення попиту на титанову сировину, постійне зростання цін, зацікавленість іноземних інвесторів тощо) створюють сприятливі умови для розроблення нових родовищ і розширення потужностей у титановому виробництві. Збільшення виробничих

потужностей і створення нових ланок виготовлення титанової продукції можуть стати одним із поствоєнних кроків, необхідних для розвитку української економіки.

Попит на металічний титан обумовлений насамперед розвитком машинобудування. З відновленням і нарощуванням виробничих потужностей машинобудування в Україні попит на титанову сировину зростатиме. У зв'язку із цим необхідно дослідити ємність ринку титанових виробів, визначити потреби в титановій сировині, оцінити обсяги експорту титанових продуктів. Найбільш потужними споживачами титанової продукції мають бути літако-, автомобіле- та суднобудування, виробництво

труб для нафтогазового комплексу, з розвитком яких зростатиме попит на ці вироби.

При цьому залишається стабільним попит на ільменітові концентрати для хімічної промисловості. Ураховуючи переважання сульфатної технології отримання пігментного двоокису титану, слід приділити увагу освоєнню таких родовищ. Це розсипи делювіально-алювіального генезису, поширені переважно у Волинському районі.

Однією із проблем розвитку розглядуваної галузі є недостатнє висвітлення мінерально-сировинної бази титану України для світової спільноти. Це є одним із перших завдань, які необхідно розв'язувати в науковій сфері. Представлено карту розсипних ільменітових і комплексних циркон-ільменітових родовищ та розсипів Української розсипної провінції, яка відображає об'єкти за ступенем їх освоєння (родовища, які розробляються; родовища, на які взята ліцензія; родовища, які стоять на балансі ДКЗ).

Незважаючи на те, що в попередні роки була підготовлена надійна мінерально-сировинна база титану на тривалу перспективу, що включає унікальні та великі родовища, ці об'єкти досліджені нерівномірно. Багато родовищ вичерпується, однак на зміну їм вводяться в експлуатацію складні за геологічною будовою, із вмістом важкозбагачуваних літологічних відмін (сильно глинисті, каоліністі відміни, дрібнозернисті піски) родовища. Питання розроблення технологічних рішень для таких родовищ можуть бути розв'язані шляхом побудови й аналізу комп'ютерних геолого-технологічних моделей родовищ, а згодом – упровадженням нових технологій видобування і збагачення.

На особливу увагу заслуговує можливість комплексного освоєння зазначених родовищ і перерахування запасів перспективних мінералів з урахуванням сучасних технологічних можливостей і за сучасними класифікаціями запасів із застосуванням найкращих світових і європейських практик. Це дасть змогу провести ранжування (переоцінювання) родовищ за пріоритетністю розроблення і виділити високоперспективні ділянки. Для економічного обґрунтування геологорозвідувальних робіт потрібні високоперспективні ділянки, які в нинішніх умовах можна виділити тільки науково обґрунтованими методами. Методика оцінювання перспективності титан-цирконієвих руд шляхом побудови візуалізації родовищ важких мінералів розробляється співробітниками Інституту геологічних наук НАН України та може бути впроваджена на засадах співпраці з діючими підприємствами.

Дослідження, що покладені в основу цієї роботи, проводилися за підтримки гранту НАН України дослідницькими лабораторіями / групами молодих учених НАН України за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки "Ретроспективно-статичне моделювання титан-цирконієвих розсипів Української розсипної провінції" (державний реєстраційний номер: 0121U110428).

Список використаних джерел

- АТ ОГХК. (2022). Отримано 10 квітня 2022 року, із <https://www.umcc-titanium.com>
- Вадимов, Н.Т., Тимошенко, О.Д. (1958). Генеральный подсчет запасов титана и циркония в песках Самотканского месторождения. *Отчет по научно-исследовательской работе*. Верховцево.
- Галецький, Л.С. (2009). Стан та перспективи розвитку титанового виробництва в Україні. *Звіт з науково-дослідної роботи*. Київ: Інститут геологічних наук НАН України.
- Галецький, Л.С. (Ред.). (2001). Атлас "Геологія і корисні копалини України". Масштаб 1 : 5 000 000. Київ: НАН України, Міністерство екології та природних ресурсів.
- Галецький, Л.С., Ремезова, О.О. (2007). Міжнародна конференція "Ті 2007 в СНД". *Геолог України*, 1, 3-5.
- Галецький, Л.С., Ремезова, О.О. (2011). Стратегія розвитку мінерально-сировинної бази титану України. *Геологічний журнал*, 3, 66-72.

Ганжа, Е.А., Охолина, Т.В., Крошко, Ю.В. (2019). Геологическое строение и рудоносность Зеленоярского титан-циркониевого месторождения. *Збірник наукових праць УкрДГРІ*, 3-4, 26-38.

Диверсифікована міжнародна група компаній. (2022). Отримано 07 квітня 2022 року, із <https://groupdf.com/uk/nash-biznes-2/titanoviyu-biznes/>.

Запорізький титано-магнієвий комбінат. (2022). Отримано 6 березня 2022 року, із <https://ztmc.zp.ua>.

Карта спеціальних дозволів на користування надрами. (2022). ДНВП "Геоінформ України". Отримано 3 лютого 2022 року, із <https://minerals-ua.info>.

Михайленко, О.Г., Краснікова, Н.А. (2021). Конкуреноспроможність України на світовому ринку мінеральної продукції. *Економічна наука*, 7, 71-82. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.7.71.

Мінеральні ресурси України. (2021). Отримано 04 квітня 2022 року, із https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2021/11/m_r_2021.pdf.

Портал даних видобувної галузі України. (2022). Отримано 25 березня 2022 року, із <https://www.eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/rudi-titanu>.

Скільки титану в Україні. (2020). Отримано 22 травня 2022 року, із <https://www.dsnews.ua/ukr/economics/blagaya-vest-dlya-firtasha-zachem-kabmin-podnimaet-titanovuyu-otrasl-29092020-400803>.

Сумхімпром. (2022). Отримано 5 березня 2022 року, із sumykhimprom.com.ua.

Титан сьогодні. (2022). Отримано 02 травня 2022 року, із <https://velta-ua.com>.

ТОВ "Демурінський ГЗК". (2022). Отримано 02 травня 2022 року, із https://demgok.com/index_ua.html.

Хрущов, Д.П., Ковальчук, М.С., Ремезова, Е.А., Лаломов, А.В., Цымбал, С.Н., Босевская, Л.П., Лобасов, А.П., Ганжа, Е.А., Дудченко, Ю.В. (2017). Структурно-литологическое моделирование осадочных формаций. Киев: Интерсервис.

Чого очікувати від приватизації ОГХК. (2021). Отримано 23 грудня 2021 року, із https://biz.censor.net/columns/3292054/chogo_ochukuvati_vd_privatizats_oghk.

Adams, R. (2017). Informa Perth conference: assessing the need for new sources of TiO₂ and ZrSiO₄ raw materials. *Foc. Pigmen.*, 9, 1-4.

Britt, A., Summerfield, A., Senior, D., Roberts, A., Kay, D., Hitchman, P., Champion, A., Huston, D., Simpson, D., Smith, R., Sexton, M., Schofield, A. (2016). Australia's Identified Mineral Resources 2016. Geoscience Australia, Canberra.

Bruckard, W. J., Pownceby, M. I., Smith, L. K., Sparrow, G. J. (2015). Review of processing conditions for Murray Basin ilmenite concentrates. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy* (Trans. Inst. Min Metall. C), 124, 47-63.

Chi, H., Li, X., Zheng, Z. (2001). Littoral placer mineralization and prospectivity in Shandong province. *Shandong Geology*, 17, 24-31. [in Chinese]

Ganzha, E.A., Lalomov, A.V., Chefranov, A.V., Grigoreva, A.V., Magazina, L.O. (2019). Lithostructural geological-genetic model and mineral composition of the Krasnokutsk rare metal-titanium placer deposit (Ukraine). *Lithology and Mineral Resources*, 54(6), 465-479.

Komliev, O., Bortnyk, S., Remezova, O., Spytsia, R., Vasylenko, S., Zhylykin, S. (2021). The use of data on the material composition of sediments during forecasting works of titanium root and placer deposits. *Geoinformatics*, 5, 11.

Liu, Q., Baker, P., Zhao, H. (2016). Titanium sponge production technology in China. In Venkatesh, V. et al. (Eds), *Proceedings of the 13th World Conference on Titanium: The Minerals, Metals & Materials Society*, (pp. 177-182).

Meinhold, G. (2010). Rutile and its applications in earth sciences. *Earth-Sci. Rev.*, 102.

Mine production of titanium minerals worldwide. (2021). Retrieved January 10, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/759972/mine-production-titanium-minerals-worldwide-by-country/>.

MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (2022) Retrieved May 20, 2022, from <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>.

Mineral Commodity Summaries: Titanium Mineral Concentrates. (2021). US Geological Survey (USGS), Reston, Virginia, USA.

Mudd, G.M., Jowitt, S.M. (2016). Rare earth elements from heavy mineral sands: assessing the potential of a forgotten resource. *Appl. Earth Sci.*, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1080/03717453.2016.1194955>.

Perks, C., Mudd, G. (2019). Titanium, zirconium resources and production. A state of the art literature review. *Ore Geology Reviews*, 107, 629-646. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.02.025>.

Perks, C., Mudd, G. (2021). Soft rocks, hard rocks: the world's resources and reserves of Ti and Zr and associated critical minerals. *International Geology Review*. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1904294>.

Pownceby, M.I. (2010). Alteration and associated impurity element enrichment in detrital ilmenites from the Murray Basin, southeast Australia: a product of multistage alteration. *Aust. J. Earth Sci.*, 57, 243-258.

Reyneke, L., Wallmach, T. (2007). Characterization of Fe-Ti-oxide species occurring in the Ranobe heavy mineral deposit, Madagascar. *The 6th International Heavy Minerals Conference 'Back to Basics. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*.

Van Gosen, B.S., Hou, B., Song, T. (2019). Heavy Mineral Sands Resources in China. In: Mineral deposits of China. (pp. 581-593). China: Society of Economic Geologists. <https://doi.org/10.5382/sp.22.XX>.

References

- Adams, R. (2017). Informa Perth conference: assessing the need for new sources of TiO_2 and ZrSiO_4 raw materials. *Foc. Pigment.*, 9, 1–4.
- Britt, A., Summerfield, A., Senior, D., Roberts, A., Kay, D., Hitchman, P., Champion, A., Huston, D., Simpson, D., Smith, R., Sexton, M., Schofield, A. (2016). Australia's Identified Mineral Resources 2016. Geoscience Australia, Canberra.
- Bruckard, W. J., Pownceby, M. I., Smith, L. K., Sparrow, G. J. (2015). Review of processing conditions for Murray Basin ilmenite concentrates. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy* (Trans. Inst. Min Metall. C), 124, 47–63.
- Chi, H., Li, X., Zheng, Z. (2001). Littoral placer mineralization and prospectivity in Shandong province. *Shandong Geology*, 17, 24–31. [In Chinese]
- Data portal of the mining industry of Ukraine. (2022). Retrieved March 25, 2022, from <https://www.eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/ruditanu>. [In Ukrainian]
- "DEMURINSKY MINING AND PROCESSING PLANT" LLC. (2022). Retrieved May 02, 2022, from https://demgok.com/index_ua.html. [In Ukrainian]
- Galets'kyi, L.S., Remesova, O.O. (2007). International Conference "Ti 2007 in the CIS". *Geologist of Ukraine*, 1, 3–5. [In Ukrainian]
- Galets'kyi, L.S., Remesova, O.O. (2011). Strategy for the development of the titanium mineral resource base of Ukraine. *Geological journal*, 3, 66–72. [In Ukrainian]
- Galets'kyi, L.S. (2009). Stan ta perspektyvy rozvytku tytanovogo vyrobnytstva v Ukraini. *Research report*. Kyiv: Instytut geologichnykh nauk NAN Ukrainy. [In Ukrainian]
- Galets'kyi, L.S. (Ed.). (2001). Atlas "Geology and Minerals of Ukraine". Scale 1: 5 000 000. Kyiv: NAS of Ukraine, Ministry of Ecology and Natural Resources. [In Ukrainian]
- Ganzha, E.A., Lalomov, A.V., Chefranova, A.V., Grigoreva, A.V., Magazina, L.O. (2019). Lithostructural geological-genetic model and mineral composition of the Krasnokutsk rare metal–titanium placer deposit (Ukraine). *Lithology and Mineral Resources*, 54(6), 465–479.
- Ganzha, E.A., Okholina, T.V., Kroshko, Yu.V. (2019). Geological structure and ore-bearing capacity of the Zelenoyarsk titanium-zirconium deposit. *Collection of scientific works of UkrDGRI*, 3–4, 26–38. [In Russian]
- How much titanium in Ukraine. (2020). Retrieved May 22, 2022, from <https://www.dsnews.ua/ukr/economics/blagaya-vest-dlya-firtasha-zachemkabmin-podnimaet-titanovuyu-otrasl-29092020-400803>. [In Ukrainian]
- International group of the companies. (2022). Retrieved April 07, 2022, from <https://groupdf.com/uk/nash-biznes-2/titanovyyi-biznes/>. [In Ukrainian]
- Khrushchev, D.P., Kovalchuk, M.S., Remezova, E.A., Lalomov, A.V., Tsybal, S.N., Bosevskaya, L.P., Lobasov, A.P., Ganzha, E.A., Dudchenko, Yu.V. (2017). Structural and lithological modeling of sedimentary formations. Kyiv: Interservice. [In Russian]
- Komliev, O., Bortnyk, S., Remezova, O., Spytisia, R., Vasylenko, S., Zhylykin, S. (2021). The use of data on the material composition of sediments during forecasting works of titanium root and placer deposits. *Geoinformatics*, 5, 11.
- Liu, Q., Baker, P., Zhao, H. (2016). Titanium sponge production technology in China. In Venkatesh, V. et al. (Eds), *Proceedings of the 13th World Conference on Titanium: The Minerals, Metals & Materials Society*, pp. 177–182.
- Map of special permits for subsoil use. DNVP "Geoinform of Ukraine". (2022). Retrieved February 3, 2022, from <https://minerals-ua.info>. [In Ukrainian]
- Meinhold, G. (2010). Rutile and its applications in earth sciences. *Earth-Sci. Rev.*, 102.
- Mine production of titanium minerals worldwide. (2021). Retrieved January 10, 2020, from <https://www.statista.com/statistics/759972/mine-production-titanium-minerals-worldwide-by-country/>
- MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (2022) Retrieved May 20, 2022, from <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>
- Mineral Commodity Summaries: Titanium Mineral Concentrates. (2021). US Geological Survey (USGS), Reston, Virginia, USA.
- Mineral resources of Ukraine. (2021). Retrieved April 4, 2022, from https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2021/11/m_r_2021.pdf [In Ukrainian]
- Mudd, G.M., Jowitt, S.M. (2016). Rare earth elements from heavy mineral sands: assessing the potential of a forgotten resource. *Appl. Earth Sci.*, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1080/03717453.2016.1194955>.
- Mykhailenko, O.G., Krasnikova, N.A. (2021). Competitiveness of Ukraine in the world market of mineral products. *Economics*, 7, 71–82. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.7.71> [In Ukrainian]
- Perks, C., Mudd, G. (2019). Titanium, zirconium resources and production. A state of the art literature review. *Ore Geology Reviews*, 107, 629–646. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.02.025>.
- Perks, C., Mudd, G. (2021). Soft rocks, hard rocks: the world's resources and reserves of Ti and Zr and associated critical minerals. *International Geology Review*. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1904294>.
- Pownceby, M.I. (2010). Alteration and associated impurity element enrichment in detrital ilmenites from the Murray Basin, southeast Australia: a product of multistage alteration. *Aust. J. Earth Sci.*, 57, 243–258.
- Reyneke, L., Wallmach, T. (2007). Characterization of FeTi-oxide species occurring in the Ranobe heavy mineral deposit, Madagascar. *The 6th International Heavy Minerals Conference 'Back to Basics. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*.
- Sumykhimprom. (2022). Retrieved March 5, 2022, from <https://sumykhimprom.com.ua>. [In Ukrainian]
- Titanium today. (2022). Retrieved May 02, 2022, from <https://velta-ua.com>. [In Ukrainian]
- UMCC. (2022). Retrieved April 10, 2022, from <https://www.umcc-titanium.com>. [In Ukrainian]
- Vadimov, N.T., Tymoshenko, O.D. (1958). Generalnii podschet zasobov titana i zirkoniia v peskah Samotkanskogo mestorozhdeniia. *Research report*. Verkhovtsevo. [In Russian]
- Van Gosen, B.S., Hou, B., Song, T. (2019). Heavy Mineral Sands Resources in China: In: Mineral deposits of China. (pp. 581–593). China: Society of Economic Geologists. <https://doi.org/10.5382/sp.22.XX>.
- What to expect from privatization UMCC. (2021). Retrieved December 23, 2021, from https://biz.censor.net/columns/3292054/chogo_ochkuvaty_vd_privatizats_oghk. [In Ukrainian]
- Zaporozhye titanium-magnesium combine. (2022). Retrieved March 6, 2022, from <https://ztmc.zp.ua>. [In Ukrainian]

Надійшла до редколегії 01.08.22

O. Ganzha, PhD (Geol.), Researcher,
E-mail: oag2909@gmail.com;
H. Kuzmanenko, PhD (Geol.), Researcher,
E-mail: geology7@ukr.net;
T. Okholina, PhD (Geol.), Senior Researcher,
E-mail: svilya@ukr.net;
O. Remezova, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.,
E-mail: elena.titania2305@gmail.com;
Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,
55 b O. Honchar Str., Kyiv, 01054, Ukraine

CURRENT STATE OF MINERAL BASE OF TITANIUM DEPOSITS OF UKRAINE

The current state of titanium deposits in the world and Ukraine's place in the world of titanium ore reserves are analyzed. The list of leading countries in terms of reserves of loose titanium-zirconium ores and the dynamics of production is given. There is no regularity of the ratio of countries in terms of reserves and countries in terms of production. A map of the countries to which Ukraine exports titanium raw materials and the dynamics of titanium dioxide prices over the past 5 years are presented. The list of available mining enterprises for enrichment and production of titanium products within Ukraine is given. The general characteristic of the mineral resource base of titanium of Ukraine with the map of the current state of ilmenite and complex zircon-ilmenite placers of the Ukrainian Placer Province is provided.

Keywords: titanium deposits, titanium dioxide, complex zircon-ilmenite placers, Ukraine, reserves of minerals of the titanium group.