ISSN 2786-5827

Електронне наукове видання
НАУКОВИЙ ВІСНИК МІЖНАРОДНОЇ АСОЦІАЦІЇ НАУКОВЦІВ.
Серія: економіка, управління, безпека, технології
SCIENTIFIC BULLETIN OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENTISTS.
Series: Economy, Management, Security, Technology
Том 3, № 3, 2024 **Volume 3, Issue 3, 2024** www.man.org.ua

Наказом МОН України від 10.10.2022 р. №894 видання включено до **категорії «Б»** за спеціальностями: 051 – економіка; 072 – фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок; 073 – менеджмент; 076 – підприємництво, торгівля та біржова діяльність; 292 – міжнародні економічні відносини

DOI 10.56197/2786-5827/2024-3-3-4
УДК 661.882.22-14: 33.338

Хаустов Володимир Кирилович,
кандидат технічних наук,
вчений секретар,
Державна установа “Інститут економіки та прогнозування НАН України”
вул. Панаса Мирного, 26, м. Київ, 01000, Україна,
email: khau@ief.org.ua
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3572-7595
Researcher ID: CYR-7546-2022
Scopus ID: 55269221400

Khaustov Volodymyr,
PhD in Technical Sciences,
Scientific Secretary,
State Organization “Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine”,
Panasa Myrnoho str., 26, Kyiv, Ukraine, 01011
email: khau@ief.org.ua
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3572-7595
Researcher ID: CYR-7546-2022
Scopus ID: 55269221400

РИНКИ ПРОДУКЦІЇ З МЕТАЛЕВОГО ТИТАНУ

MARKETS FOR PRODUCTS FROM METALLIC TITANIUM

Вступ. В Україні, як у країни з титановими родовищами одним з перспективних напрямів є виробництво титанової продукції. Для визначення перспективності необхідно досліджувати ринки металевого титану.

Матеріали та методи. При дослідження використано дані Державних органів, маркетингових організацій, досліджень, інші джерела. Використано методи: аналіз, синтез, порівняння, індукція і дедукція, статистико-економічний аналіз, експертні оцінки. Результати обгрутовано на основі інтегрованого підходу.

Результати і обговорення. Титановий ринок звичайно поділяють на ринки діоксиду титану та металевого титану. Більшість країн із значними покладами титанової руди формують у себе цикли повної переробки. 90-95% руди переробляється на діоксид титану. Попит на ринку металевого титану формують потужні міжнародні компанії. Найбільшими країнами – виробниками титану у світі є Китай, Японія, росія, Казахстан. Україна входить до світової 10 країн за видобутком усіх титановмісних мінералів і виробництва титанової сировини. У 2021 р. Україна посідала четверте місце серед експортерів титанових руд і концентратів за обсягами. Титанові підприємства України концентрувалися переважно на експорті титановмісної сировини. Вважається, що титан може стати одним із напрямів повоєнного відновлення України. Галузеві пріоритети ринку металевого титану показують деякі можливості України на входження до світових ринків. Проведений аналіз дозволив зробити висновки та пропозиції для відновлення титанової галузі України, яка може стати локомотивом економічного прориву України.

Висновки. Зусилля України щодо відродження титанової галузі мають базуватись на відмові від металургійного способу виплавки титанового шлаку; забезпеченні ведення процесів у твердій фазі, зменшення використання рідкофазних продуктів; розширенні сировинної бази титанової галузі з переробкою дешевих концентратів з невисоким (від 42%) вмістом діоксиду титану; підвищення комплексності переробки сировини за рахунок передачі в подальшу переробку побічних компонентів руди.

Ключові слова: титанова галузь, металевий титан, ільменіт, галузеві ринки металевого титану, виробники титану, перспективи зростання виробництва металевого титану.

Introduction. In Ukraine, as a country with titanium deposits, one of the promising directions is the production of titanium products. To determine the prospects, it is necessary to research the markets of metallic titanium.

Materials and methods. The research used data from state bodies, marketing organizations, research, and other sources. Methods used: analysis, synthesis, comparison, induction and deduction, statistical and economic analysis, expert evaluations. The results are compiled based on an integrated approach.

Results and discussion. The titanium market is usually divided into titanium dioxide and metallic titanium. Most of the countries with significant deposits of titanium ore are forming complete recycling cycles. 90–95% of the ore is processed into titanium dioxide. Powerful international companies form the demand on the titanium metal market. The largest titanium producing countries in the world are China, Japan, Russia, and Kazakhstan. Ukraine is among the world's top 10 countries in terms of the production of all titanium-containing minerals and the production of titanium raw materials. In 2021, Ukraine ranked fourth among exporters of titanium ores and concentrates by volume. Titanium enterprises of Ukraine concentrated mainly on the export of titanium-containing raw materials. It is believed that titanium can become one of the directions of the post-war recovery of Ukraine. Industry priorities of the metal titanium market show some opportunities for Ukraine to enter world markets. The conducted analysis made it possible to draw conclusions and proposals for the restoration of the titanium industry of Ukraine, which can become the engine of Ukraine's economic breakthrough.

Conclusions. Ukraine's efforts to revive the titanium industry should be based on abandoning the metallurgical method of smelting titanium slag; ensuring the conduct of processes in the solid phase, reducing the use of liquid phase products; expansion of the raw material base of the titanium industry with the processing of cheap concentrates with a low (from 42%) content of titanium dioxide; increasing the complexity of processing raw materials due to the transfer of by-products of ore to further processing.

Key words: titanium industry, metallic titanium, ilmenite, industry markets of metallic titanium, titanium producers, growth prospects of metallic titanium production.

JEL Classification: D42; L10, L60, L61, L72

Вступ. Україна багато років була помітною на ринку титану завдяки ключовій ролі України в СРСР як розробника технологій, наявності родовищ титанових руд, виробника титанової губки та діоксиду титану. Технології виробництва титанової продукції, розроблені та впроваджені в післявоєнні роки на сьогодні є неефективними, застарілими, обладнання зношене, морально застаріле і характеризується високим енергоспоживанням і суттєвим забрудненням довкілля. Виробництво металевого титану, як одного з найбільш витребуваних на світовому ринку матеріалів, в Україні на сьогодні, на жаль, в силу різних причин не ведеться. Відновлення виробництва титану в Україні на основі нових енергоощадних технологій є одним з першочергових завдань країни. Існуючі технології виробництва титану відомі і описані в низці праць по економічним проблемам розвитку титанової галузі, їм присвячені огляди ГМК-центру, роботи Українського інституту майбутнього та праці науковців (Banerjee, 2013; Firstov, 2004; Georgitzikis, 2022; Gonchar, 2023; Khalloufi, 2021; Liu, 2016; Nyamekye, 2023; Paton, 2011; Qiuand, 2022; Roux, 2020; Yamauchi, 2022; Ахонін, 2021; Капустян, 2018; Педько, 2018; Таранюк, 2019). Але залишаються недостатньо вивчені перспективи подальшого розвитку виробництва металевого титану, ринки металевого титану.

Матеріали та методи. Теоретико-методологічну базу дослідження складають загальні та спеціальні наукові методи. При вивчені технологій виробництва титану, перспектив розвитку, використовувалися методи монографічного дослідження, узагальнення інформації, аналізу та синтезу. В процесі аналізу ринків збуту та виробництва застосовувались методи монографічного дослідження, узагальнення, аналізу та синтезу, статистичні методи дослідження цифрових даних. При дослідженні динаміки змін ринків титану застосовано статистичні методи дослідження цифрових даних. При формуванні перспектив розвитку галузі виробництва титану застосовано метод абстракції та узагальнення інформації. Метод узагальнення дозволив зробити висновки із проведеного дослідження.

Результати і обговорення. У міжнародних дослідженнях титановий ринок поділяють на два окремих ринки – діоксиду титану та металевого титану. При цьому більшість країн із значними покладами титанової руди формують у себе цикли повної або первинної переробки. Загалом 90–95% титанової руди переробляється на пігмент діоксид титану. Світовий ринок металевого титану сегментований по видам первинної переробки (титанова губка та сплави), галузям кінцевих користувачів (аерокосмічна, автомобільна та суднобудівна, оборонна, хімічна, енергетична та опріснювальна тощо) та регіонах (Азіатсько-Тихоокеанський, Європейський, Північно-Американський тощо). Попит на ринку металевого титану формують потужні міжнародні компанії залежно від галузевої приналежності.

Руди високого вмісту двоокису титану використовуються для виготовлення титанової губки. Із неї плавлять сляби, зливки та роблять титанові вироби. Металевий титан знаходить широке застосування в аерокосмічній, морській, автомобільній та оборонній галузях завдяки своїй легкості та міцності. Титан використовується у виробництві реактивних двигунів, космічних кораблів, військового обладнання та бронежилетів, броні для транспортних засобів і морських суден, а також створенні сучасної зброї. Зокрема металевий титан є у ракетах, танках Abrams, БМП Bradley, гаубицях M777, гвинтівках Barrett, гвинтокрилах BlackHawk тощо. Ключовою тенденцією зростання ринку є нові сфери застосування титанових сплавів[1].

Ринки титану виявилися досить чутливими до загально-економічної та воєнно-політичної ситуації в світі. Мова йде про скорочення попиту під час пандемії COVID-19 у 2020 році та змінах постачань сировини й продукції в умовах російсько-української війни. Конфлікт між учасниками глобальних ланцюжків поставок може перешкодити здатності країни підтримувати високий рівень виробництва титану.

Потенціал світового ринку титанової сировини й місце України.

У виробництві металевого титану використовується титановий мінеральний концентрат – сировина, що виробляється з титановмісних мінералів (руд).

Лідером за сумарним видобутком усіх титановмісних мінералів і виробництва титанової сировини є Китай. Україна входить до 10 найбільших країн за цим показником[2].

---

[1] URL:https://www.technavio.com/report/titanium-market-analysis (дата звернення 19.05.2024).

[2] URL:https://biz.liga.net/ua/all/all/article/generaly-titanovyh-rud-kto-kontroliruet-strategicheskie-mestorojdeniya-ukrainy (дата звернення 19.05.2024)

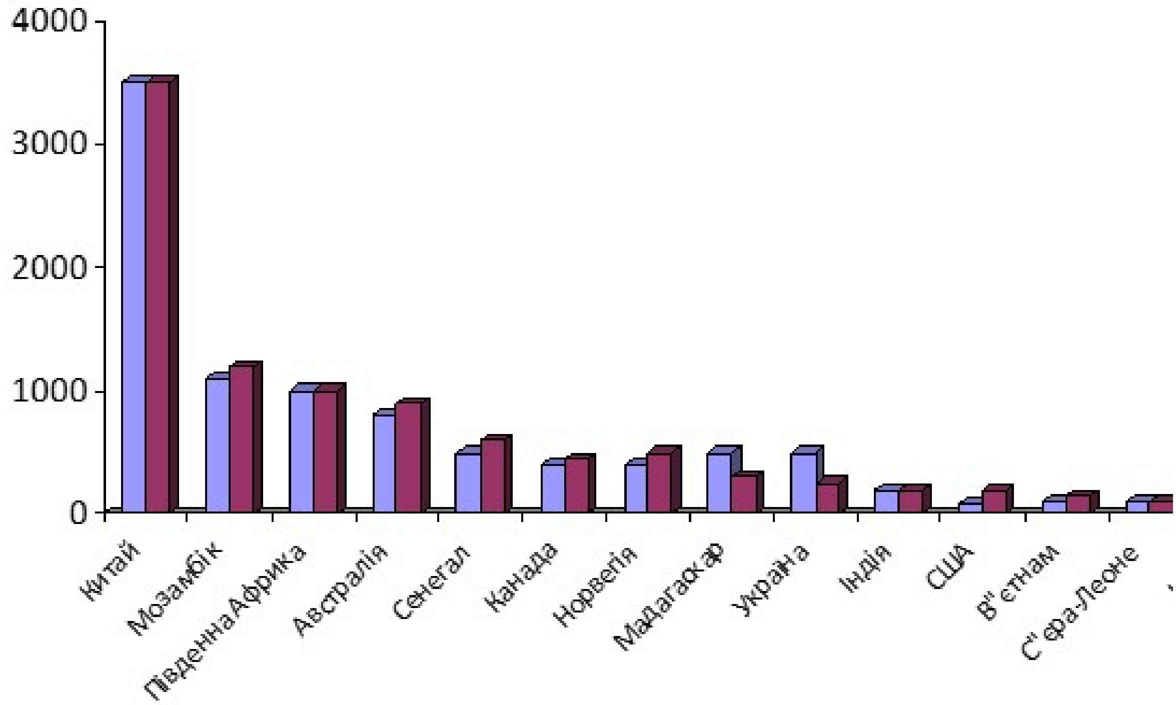

Рис 1. Обсяги ільменіту і рутилу у світі та в Україні (концентрати), за даними Mineral commodity summaries 2023 – Геологічної служби США (USGS)

Найбільші країни-виробники титану в усьому світі

У таблиці 1 наведено країни світу з найвищим річним видобутком титану станом на 2023 р[3].

Таблиця 1

Країни світу з найвищим річним видобутком титану у 2023 р.

Країна	Обсяги видобутку, тон
Китай	120,000
Японія	35,000
росія	27,000
Казахстан	16,000
Україна	5,400
Саудівська Аравія	3,700
Індія	0,250

Джерело: Titanium Production by Country 2024. URL:https://worldpopulationreview.com/country-rankings/titanium-production-by-country

Китай. Величезні розміри Китаю та прагнення до технологічного прогресу роблять його світовим лідером у багатьох галузях, у т.ч. у титановій промисловості. З річним видобутком близько 120000 метричних тон, це безперечно провідний світовий виробник титану. Китайський попит на титан значною мірою зумовлений бумом у певних галузях промисловості, включаючи аерокосмічну та військову.

Японія. Японія є світовим лідером у виробництві високоякісних титанових сплавів, необхідних для використання в медицині, аерокосмічній промисловості та подібних галузях. Вона також є другим у світі виробником титану з річним видобутком близько 35 000 метричних тон.

[3] URL:https://world population review.com/country-rankings/titanium-production-by-country (дата звернення 15.05.2024)

росія. З річним видобутком близько 27000 метричних тонн росія є третім у світі виробником титану. Значна частина видобутку в країні припадає на значні запаси титану, особливо в Уральських горах і навколо Кольського півострова.

Казахстан. Незважаючи на те, що Казахстан все ще є новою силою у світовій титановій промисловості порівняно з іншими країнами, він має щорічний видобуток приблизно 16000 метричних тон.

Серед інших країн, які постачають значні обсяги титану на світові ринки є: Україна, Саудівська Аравія, Індія, Мозамбік, Австралія та Південна Африка.

Хоча Сполучені Штати видобувають невелику кількість титану в межах своїх кордонів, вони здебільшого залежать від імпорту з таких країн, як Японія, Казахстан, Китай чи росія.

За даними Світового банку у довоєнному 2021 році Україна посідала четверте місце серед експортерів титанових руд і концентратів за вартісними обсягами (табл.2).

Таблиця 2

Провідні країни-експортери титанових руд і концентратів у 2021 р.

Країна	Обсяги експорту, тис. дол. США	Обсяги, кг
Південна Африка	379,322.73	671,599,000
Мозамбік	372,614.21	1,227,900,000
Кенія	192,407.03	444,620,000
Україна	159,072.06	549,426,000
Сенегал	158,403.43	587,819,000
Мадагаскар	138,931.13	570,575,000
Індія	78,218.71	209,218,000
Республіка Корея	23,437.81	302,062,000

Джерело: URL:https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2021/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/261400 (дата звернення 19.05.2024)

У 2021 році найбільшими імпортерами титанових руд і концентратів були Китай, Європейський Союз, США, Німеччина та Японія (табл. 3).

Таблиця 3

Провідні країни-імпортери титанових руд і концентратів у 2021 р.

Країна	Обсяги імпорту, тис. дол. США	Обсяги, кг
Китай	1,184,847.19	3,796,760,000
Європейський Союз	611,095.28	1,087,460,000
США	447,495.05	985,043,000
Німеччина	248,214.30	553,056,000
Японія	199,566.26	294,153,000
Бельгія	160,938.35	147,715,000
Сполучене Королівство	138,192.12	150,665,000
Саудівська Аравія	128,612.57	170,079,000

Джерело: URL:https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2021/tradeflow/Imports/partner/WLD/product/261400 (дата звернення 19.05.2024)

Донедавна металевий титан виробляли в 7 країнах: Індії, Казахстані, Китаї, США, росії (яка до повномасштабної війни сировину завозила з України), Україні та Японії. Український металевий титан виробляли на Запорізькому титано-магнієвому комбінаті, який не працює через війну. В Україні через війну ввели контроль за експортом титанової руди.

За даними Геологічної служби США, 2021 року український ільменіт становив близько 5% світового видобутку руд, які використовуються для виробництва титану.[4]

Титанові підприємства України сконцентрувалися переважно на постачанні титановмісної сировини за кордон. За даними Державної митної служби основними споживачами українських титановмісних руд та концентратів за 7 місяців 2023 р. були (рис. 2): Туреччина – 30,6%, Японія – 26,98% та Індія – 8,57%. У 2022 р. титановмісні руди експортували до Чехії (47,91%), США (11,94%) та Румунії (9,75%), а у 2021 р. – до Мексики (21,22%), Китаю (18,17%) та Чехії (14,07%).

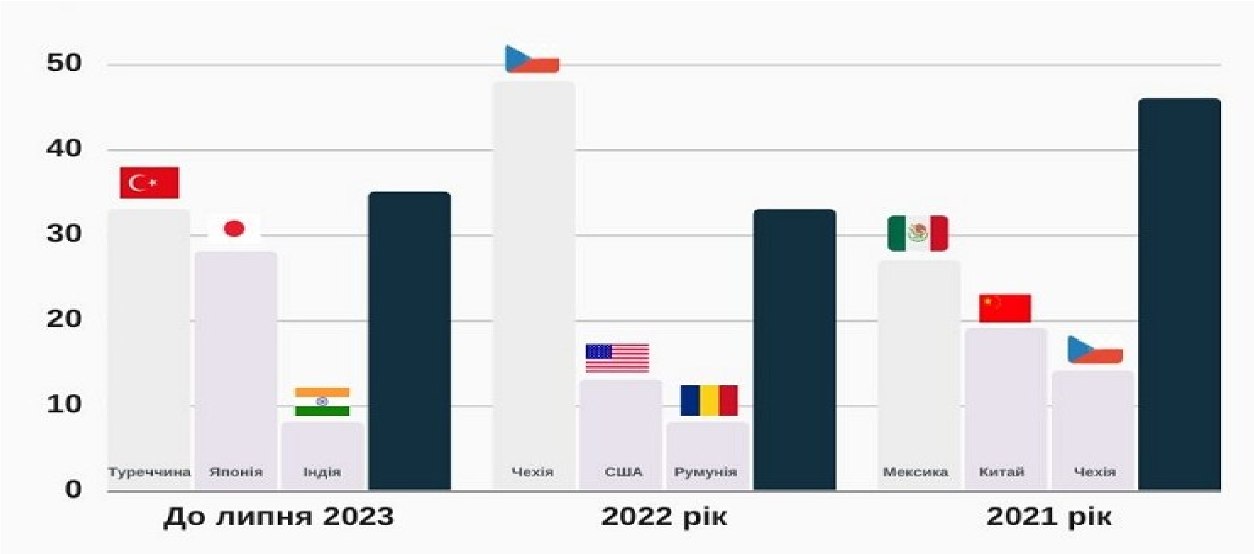

Рис. 2. Основні споживачі українських титановмісних руд та концентратів

Джерело: URL:https://biz.liga.net/ua/all/all/article/generaly-titanovyh-rud-kto-kontroliruet-strategicheskie-mestorojdeniya-ukrainy (дата звернення 19.05.2024)

За умови виваженої державної політики Україна має шанс інтегруватися у світові ланцюги постачань, перейти від продажу сировини до перероблювання та збагачення і, врешті решт, замістити РФ на глобальному титановому ринку. За даними Об'єднаної гірничо-хімічної компанії маржа (різниця між ціною і собівартістю) для 1 тони ільменітового концентрату – до 70 дол. США, натомість, для двоокису титану – до 600 дол. США, а для 1 тони титанової губки – до 2500 дол. США.

Війна призвела до того, що стратегічні плани розвитку української титанової галузі відкладено. Однак, незважаючи на бойові дії, українські титанові активи залишаються привабливим об'єктом для інвестування. Аналітики вважають, що титан може стати одним із елементів фундаменту для повоєнного відновлення України. Наразі США та союзні держави докладають усіх зусиль для виявлення, розробки та використання величезних запасів найважливішого металу на території України, що має вирішальне значення для передових військових технологій Заходу, які стануть основою майбутнього стримування росії та Китаю[5].

Основні тенденції та перспективи розвитку світового ринку металевого титану

Ринок металевоготитану розвивається значними темпами у різних секторах. За оцінками Market Research Future (MRFR) ринок має вірогідний шанс набрати 6,17% щорічного зростання за вартістю та 5,36% за обсягом протягом прогнозованого періоду 2022–2030 рр.[6]

---

[4]URL: https://gmk.center/ua/posts/ukrainskyj-tytan-u-2022-rotsi-eksport-tytanovmisnykh-rud-z-ukrainy-znyzyvsia-na-42-r-r/ (дата звернення 15.05.2024)

[5] URL:https://inventure.com.ua/uk/analytics/articles/titan-v-ukrayini:-vijskovo-ekonomichnij-kontekst (дата звернення 16.05.2024)

[6] URL:https://medium.com/@kinisovi/titanium-metal-market-which-is-growing-at-a-cagr-of-6-17-cagr-by-2030-f0f83b9afc6 (дата звернення 15.05.2024)

У 2022 р. розмір ринку титанового металу оцінювався в 1,9 млрд дол. США. Прогнозується, що галузь ринку титанового металу зросте з 2,017 млрд дол. США у 2023 р. і до 3,257 млрд дол. США до 2032 р. Застосування титанового металу у виробництві військових літаків і зростання попиту з боку автомобільного сектору є ключовими рушійними силами ринку[7] (рис. 3).

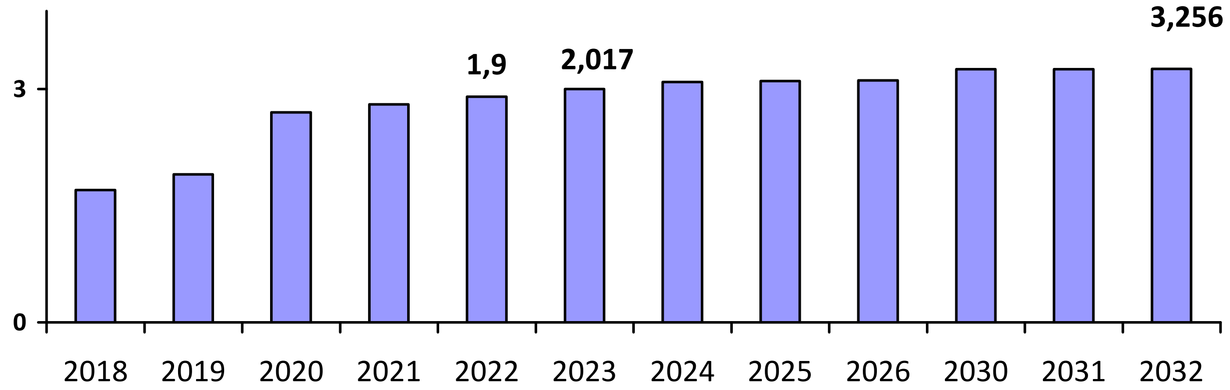

Рис. 3. Прогноз динаміки вартості ринку металевого титану.
Джерело: Global Titanium Metal Market Overview. URL:https://www.marketresearchfuture.com/reports/titanium-metal-market-7482

Зростання вартості призвело до значного зростання витрат на оборону в глобальному масштабі. Як наслідок, зростає попит на модернізацію та оновлення військової техніки, зокрема авіації.

Прогнозується домінування Азіатсько-Тихоокеанського регіону (рис. 4). Адже саме Азіатсько-Тихоокеанський регіон виділяється серед своїх конкурентів з точки зору контролю над ринком. Регіон контролює майже 41% світового ринку, отримує значний попит від основних галузей аерокосмічної, медичної, будівельної та хімічної. Зростаючий попит на літаки як у комерційному, так і в оборонному секторах сприяє зміцненню регіонального ринку, де до 2030 року він може досягти оцінки в 792,2 млн дол. США[8].

Європейський ринок титанового металу посідає друге місце за ринковою часткою завдяки зростанню виробництва та кількості пасажирських транспортних засобів. Крім того, німецький ринок титанового металу має найбільшу частку ринку, а британський ринок титанового металу був найшвидше зростаючим ринком у європейському регіоні.

Китай домінує на ринку пропозиції Азіатсько-Тихоокеанського регіону і очікується, що це буде й надалі.

Північна Америка має надзвичайну оборонну інфраструктуру, яка постійно створює попит на літаки. США в регіоні витрачають значну частину свого бюджету на оборонний сектор, і приватні інвестиції в цей сектор можуть забезпечити величезне зростання в найближчі роки. Регіональний ринок може отримати 498,4 млн дол. США до 2030 року[9]. Очікується, що ринок металевого титану в Північній Америці зростатиме з найшвидшим темпом з 2023 по 2032 роки. Крім того, ринок титанового металу в Канаді займав найбільшу частку ринку, а ринок титанового металу в США був ринком, що розвивався найшвидше в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (рис. 5).

[7] URL: https://www.marketresearchfuture.com/ reports/titanium-metal-market-7482 (дата звернення 19.05.2024)
[8] URL:https://prfree.org/@sneha_1234/titanium-metal-market-size-segment-value-share-leading-players-and-forecast-to-2027-ypm4qrd6ek85#google_vignette (дата звернення 19.05.2024)
[9] URL:https://medium.com/@kinisovi/titanium-metal-market-which-is-growing-at-a-cagr-of-6-17-cagr-by-2030-f0f83b9afc6 (дата звернення 19.05.2024)

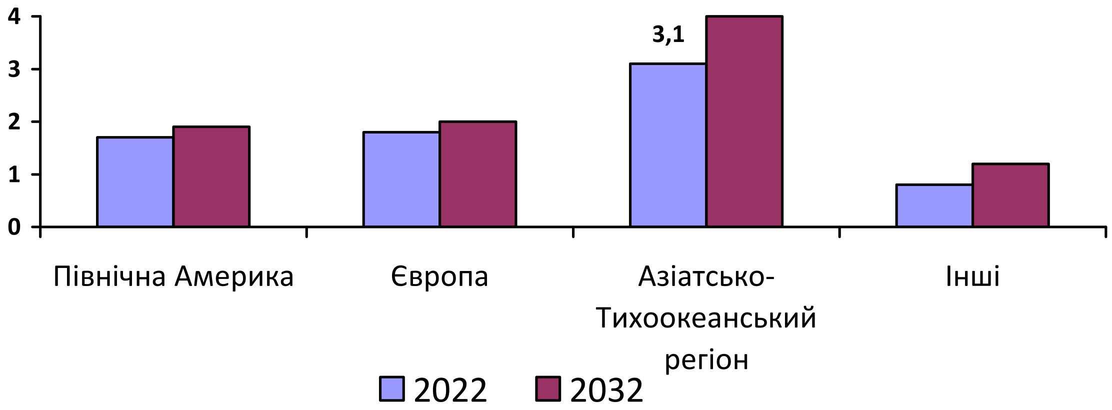

Рис. 4. Структура ринку металевого титану за регіонами, 2022 рік, млрд дол. США
Джерело: URL:https://www.marketresearchfuture.com/reports/titanium-metal-market-7482https://www.marketresearchfuture.com/reports/titanium-metal-market-7482 (дата звернення 19.05.2024)

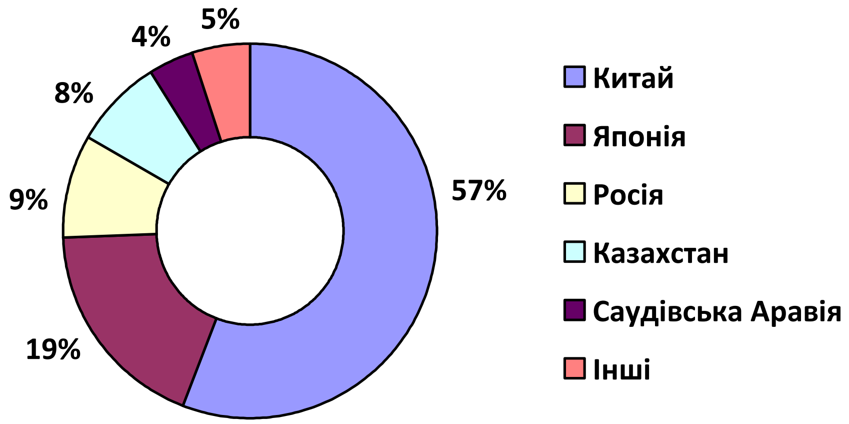

Рис. 5. Структура ринку виробників металевого титану Азіатсько-Тихоокеанського регіону
Джерело: URL:https://www.acuitykp.com/blog/titanium-empowering-industries-with-unprecedented-possibilities/ (дата звернення 19.05.2024)

Галузеві пріоритети ринку металевого титану.

Авіація та оборона: цей сектор використовує як чистий титан, так і титанові сплави для низки компонентів. На авіаційний сектор припадає приблизно 75% доступного високоякісного губчастого титану. Окрім використання в корпусах літаків (шасі, кріплення та лонжерони), він також використовується в двигунах, лопатях і валах.

Медицина: титан використовується в стоматологічних і хірургічних імплантатах, таких як каркаси та основи зубних протезів, з'єднувачі для стержнів, ортодонтичні дроти, тазостегнові суглоби, кісткові пластини та корпуси кардіостимуляторів.

Інші: це енергетика, хімічна промисловість, автомобілебудування та суднобудування. Використання титанових сплавів для кораблів (включаючи підводні човни і кораблі) зосереджено в росії, США, Японії та Китаї[10].

росія: російські атомні підводні човни класу "Тайфун" мають двокорпусну конструкцію. Всього в подвійній оболонці використовують 9000 тон титану.

США: високоефективні титанові сплави використовуються в таких кораблях, як атомні авіаносці, десантні кораблі-амфібії, десантні кораблі та прибережні дослідницькі кораблі.

[10] URL:https://www.acuitykp.com/blog/titanium-empowering-industries-with-unprecedented-possibilities/ (дата звернення 10.05.2024)

Японія: Японія використовує чистий титан для стійких до тиску корпусів глибоководних, комерційних і рибальських суден.

Китай: Китай використовує титанові сплави для корпусних конструкцій, силових установок, енергетичних систем, електронних інформаційних систем, допоміжних систем і спеціального обладнання.

Міжнародні компанії на ринку металевого титану.

Провідними компаніями, які сприяють зростанню світового ринку металевого титану, є Precision Castparts Corp. (США), ADMA Products, Inc. (США), Корпорація ВСМПО-АВІСМА (росія), CRISTAL (Саудівська Аравія), ATI (США), OSAKA Titanium Technologies Co., Ltd. (Японія), AMETEK Inc. (США), Global Titanium Inc. (США), TOHO TITANIUM CO., LTD. (Японія) і Metalysis (Великобританія)[11]. Ці компанії намагаються збільшити ринковий попит, інвестуючи в дослідження та розробки[12].

З початку російсько-української війни в лютому 2022 року існує постійна загроза санкцій і ембарго на сировину для російських компаній. російська ВСМПО-АВІСМА є найбільшим виробником титану, на частку якого припадає 90% російського виробництва та постачає близько 30% світового обсягу титану з паспортною потужністю 34 000 т/рік. Західна аерокосмічна компанія Boeing забезпечувала близько третини своїх потреб у титані, Airbus – близько половини, а Embraer – майже всі постачання з росії. Після конфлікту такі великі європейські та американські компанії почали шукати альтернативні джерела постачання.

Японські компанії, такі як Osaka Titanium, Toho Titanium і ATTM, мають приблизно вдвічі більшу потужність, ніж ВСМПО, з точки зору тоннажу титанової губки, і можуть заповнити прогалину в попиті, залишену ВСМПО. Американські ATI та Howmet Aerospace також можуть скористатися цією ситуацією.

Із зростанням попиту на титан очікується, що найбільше виграють країни з найбільшими потужностями виробництва титанової губки, такі як Китай, Японія, Казахстан і Саудівська Аравія.

Великими споживачами металевого титану є американська корпорація Boeing та французька Airbus, які виготовляють пасажирські літаки, військову техніку та зброю [13].

Boeing виробляє та обслуговує літаки, космічні апарати, супутники та оборонну продукцію, таку як високоточні крилаті бомби GLSDB (останні – в кооперації із шведською SAAB). До повномасштабного вторгнення росії в Україну близько третини титану Boeing купував у російської ВСМПО-Авісма, решту – в США, Японії, Китаї та Казахстані. Після вторгнення у Boeing призупинили співпрацю з росією, закрили інженерне бюро у Москві, навчальний центр у Сколково та припинили відправлення запчастин до літаків російським авіакомпаніям, теж переорієнтувавшись на США та Японію.

Airbus виготовляє літаки, безпілотники, танкери, супутники. Нещодавно компанія приєдналася до трансатлантичної місії зі створення нової космічної станції Starlab. Нещодавно французи потрапили у скандал щодо викреслення із санкційного списку ЄС російської компанії "ВСМПО-Авісма". Остання обслуговує російський ВПК, тому мала б бути під санкціями як виробник озброєння. Але влітку 2022 р. Авісму в останній момент прибрали з санкційного списку, бо проти виступили Франція, Німеччина, Іспанія та інші члени ЄС. Оскільки російська компанія є найважливішим постачальником титанової продукції Airbus. Противники санкцій мотивували відмову від заборони тим, що росія може у відповідь заблокувати постачання титану. У грудні 2022 р. в Airbus все ж заявили, що відмовляться від російського титану і що це "питання місяців". Reuters, посилаючись на джерела в галузі, пише, що Airbus "розширила закупівлі зі Сполучених Штатів і Японії". Але також шукає інші джерела постачання.

---

[11] URL:https://medium.com/@kinisovi/titanium-metal-market-which-is-growing-at-a-cagr-of-6-17-cagr-by-2030-f0f83b9afc6 (дата звернення 19.05.2024).

[12] URL:https://www.marketresearchfuture.com/reports/titanium-metal-market-7482 (дата звернення 19.05.2024)

[13] URL:https://biz.liga.net/ua/all/all/article/generaly-titanovyh-rud-kto-kontroliruet-strategicheskie-mestorojdeniya-ukrainy (дата звернення 10.05.2024)

Утім, як свідчать розслідування New York Times за травень 2023 р. та The Telegraph за серпень 2023 року, росія все-таки змогла отримати в обхід санкцій деталі до літаків Boing, Airbus та інших на десятки мільйонів доларів. Хоча і їй теж довелося переорієнтовуватися на інших постачальників. Так, після 24.02.2022 близько половини деталей до літаків та іншої важливої для війни продукції до РФ став завозити Китай, за ним іде Індія.

росія є однією з небагатьох країн, що мають повний ланцюжок поставок металевого титану, від губки до кованих виробів. У 2020 р. на росію припадало 13% і 12% світового виробництва та експорту титанової губки відповідно, а частка світового експорту необробленого титану та порошків становила 9%. Крім того, росія також є одним із провідних світових виробників та експортерів титанової продукції. У 2020 р. на його частку припадало 19% світового експорту продукції титанових виробів. До російсько-української війни росія також була значним джерелом металу для літакобудування. Роль росії в постачанні титану для аерокосмічної промисловості США та Європи оцінювалась як вирішальна[14].

російська корпорація "ВСМПО-Ависма" є найбільшим у світі вертикально інтегрованим виробником титану та виробів із титанових сплавів усіх форм (Александров, 2020). У 2019 р. російська компанія забезпечила 21% світового попиту на титан для виробів із кованого титану.

Наразі титан залишається звільненим від обмежень на торгівлю з росією. Прямі санкції щодо імпорту титану та титанової продукції після вторгнення росії в Україну поки що (червень 2022 р.) ЄС не запроваджено, а також ембарго на експорт, запроваджене росією у відповідь на західні санкції.

Україна є важливим виробником титанової корисної копалини (7% світового видобутку в 2019 р.). Крім того, ТОВ "Запорізький титано-магнієвий комбінат" (ТОВ "ЗТМК") виробляє губчатий титан і злитки титану та титанових сплавів. Завод розташований у Запоріжжі на південному сході України, яка зараз (травень 2022 р.) знаходиться під контролем України, але поблизу лінії фронту. Невідомо, чи працює виробнича лінія. У 2020 році Україна виробила 2% губчатого титану у світі. Її частка у світовому експорті становила 1% для губчастого титану, 7% для необробленого титану та 2% для обробленого титану за обсягом у 2020 р.

До 2021 р. Україна була основним джерелом імпорту титанового мінерального концентрату в росію з часткою від 70% до 90% в останні роки. Україна заборонила експорт до росії титанової сировини (ільменіту), а російський виробник титану ВСМПО-Ависма переорієнтував закупівлі в інші країни. Збій в українському експорті титанових концентратів через вторгнення росії не вплине безпосередньо на постачання металевого титану, оскільки він призначений виробникам TiO_2.

Переглядаючи минулі максимальні обсяги експорту від основних світових експортерів кованого титану, можна зробити висновок, що існують також джерела, достатньо великі, щоб дозволити змінити джерело походження імпорту в короткостроковій перспективі у разі глобального збою в ланцюжку поставок. Крім того, запаси, які могли утворитися через падіння світового попиту в 2020-2021 рр., можуть обмежити короткостроковий вплив. Прогноз щодо нижчого попиту з 2022 по 2026 рр. порівняно з 2019 р., який, як очікується, поступово відновиться до рівня до пандемії не раніше 2027 р., також може пом'якшити дефіцит ринку, особливо в короткостроковій перспективі.

Короткострокові наслідки та середньострокові перспективи в ЄС[15]

У разі шоку в пропозиції ЄС потрібно буде замінити загальний обсяг імпорту з росії та України від 8-9 тис. т (2022 р.) до 11-12 тис. т (очікується в 2026 р.), з яких приблизно 40% відповідає необробленому титану і 60% кованому титану.

ЄС має міцне партнерство зі США в торгівлі титаном. США є найбільшим джерелом імпорту всіх груп титанових виробів до ЄС, на них припадає більше однієї третини вартості імпорту ЄС. Крім того, ЄС є основним напрямком експорту кованих титанових виробів із

[14] URL:https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129594 (дата звернення 10.05.2024).
[15] URL:https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129594 (дата звернення 10.05.2024)

США. Крім того, США мають найбільші у світі потужності з титанових злитків після Китаю, і вони є провідним світовим експортером кованих виробів. Таким чином, США є ймовірним альтернативним джерелом імпорту необробленого титану (злитки) і найбільш вірогідним джерелом заміни імпорту виробленого титану з росії. Тим не менш, бурхливе зростання витрат на оборону в західних країнах може збільшити попит на титан, наприклад з оборонного сектору США та обмежити доступність експорту для європейської цивільної аерокосмічної промисловості відповідних марок титану.

Залежність аерокосмічної промисловості ЄС від росії

російська компанія ВСМПО-Авісма сертифікована на виробництво широкого асортименту аерокосмічної продукції на основі титану. Згідно з повідомленнями ЗМІ, раніше він постачав приблизно одну третину титану, який використовується в авіаційному секторі в усьому світі, і понад 45% титанових деталей для аерокосмічної галузі. Приблизно три чверті продажів припадає на аерокосмічний сектор. Airbus закуповував приблизно половину свого попиту на титан у російської компанії до пандемії, прямо чи опосередковано через ключових постачальників. Корпорація "ВСМПО-Авісма" також була найбільшим постачальником титану для комерційного виробництва Boeing; третина потреб Boeing у титані надходила з росії. У той же час російський виробник був значним постачальником титану для виробників реактивних двигунів, які є важливими постачальниками для виробників комерційної авіації. Французька Safran SA отримувала приблизно половину своїх потреб у титані з ВСМПО-АвісмаCorp, а британська Rolls-RoyceHoldingsPlc – 20%. Точних даних про залежність від російського титану немає у відкритому доступі.

Boeing створив російське спільне підприємство з ВСМПО-Авісма (Ural Boeing Manufacturing (UBM)), яке виробляє титанові деталі та поковки. У листопаді 2021 р. дві компанії домовилися розширити свою співпрацю щодо поставок титану та технологій. У січні 2022 р. російська компанія оголосила про угоди про постачання титану з іспанською Aernnova Aerospace до 2028 р. та британською Barnes Aerospace до 2026 р.

Повідомляється, що західні аерокосмічні компанії створюють запаси або прагнуть диверсифікувати свою базу постачання, щоб випередити будь-який збій у постачанні до російського вторгнення в Україну. Згідно з джерелами ЗМІ, Airbus заявив, що в короткостроковій/середньостроковій перспективі він захищений від дефіциту, оскільки накопичував титан протягом багатьох років, і зараз шукає альтернативні джерела титану, щоб захистити свої плани щодо збільшення виробництва. 24.02.2022 Safran оголосив, що накопичив запаси титану на кілька місяців вперед. На початку березня 2022 р. ЗМІ повідомили, що компанія Boeing призупинила закупівлі титану в росії, незважаючи на довгострокові відносини з ВСМПО-Авісма, оскільки за останні роки створила достатні запаси титану. Повідомляється, що запаси, створені виробниками літаків і двигунів, покривають шість-дев'ять місяців їхні потреби.

Казахстан, один із можливих постачальників необробленого титану в усьому світі для заповнення прогалин у постачанні, є другим за значенням джерелом імпорту необробленого титану в ЄС. Між французькою промисловістю та казахстанським виробником титану вже існує партнерство. Можливе обмеження поставок пов'язане з логістикою, оскільки транспортні маршрути казахстанського експорту до ЄС проходять через російські порти на Балтійському та Чорному морях. Зміцнення існуючих зв'язків у торгівлі титаном з Японією ─ ключовим гравцем на світовому ринку титану ─ також може посилити диверсифікацію поставок в ЄС, переважно необробленого титану. Однак зазначається, що, оскільки США є, безсумнівно, найбільшим напрямком експорту Японії, може виникнути конкуренція при закупівлі додаткових поставок з Японії. Великобританія, інший існуючий постачальник ЄС, також є альтернативним джерелом для заміни кованих титанових виробів російського походження. Нарешті, внутрішні виробничі потужності, створені у Франції для виробництва аерокосмічного титану з вторинних джерел, сприятимуть автономії ЄС від маршрутів постачання з росії.

Висновки. Локомотивом економічного прориву України може стати титанова промисловість через те, що для цього в Україні є об'єктивні та суб'єктивні передумови. Україна має повний цикл виробництва титану, включаючи випуск готової продукції. Однак номенклатура цієї продукції ще й досі обмежена: переважає виробництво губчастого титану, слабо розвинені потужності литва, прокату, мало продукується складних технічних титанових виробів. Все це призводить до того, що український ринок титану сильно залежить від зовнішніх чинників. Фактично наша країна залишається постачальником сировини для зарубіжжя. В останні роки титанова промисловість України переживає глибоку кризу, викликану застосуванням застарілих технологій, низьким технічним рівнем, перебоями у постачанні сировиною, недостатньою забезпеченістю впровадження необхідних інновацій. Проблемою залишається також велика зношеність обладнання. Зараз до цих факторів додалась війна. Сильними сторонами титанової галузі України є: наявність власних родовищ (в Україні зосереджено 20% світових ресурсів ільменіту); серйозна наукова база в титановій промисловості, яка залишилася від СРСР; Україна вже є активним учасником світового ринку, поставляючи на зовнішні ринки весь спектр титанової продукції (від сировини до кінцевих виробів, включаючи ільменіт, рутил, шлак, губку, пігмент, готові вироби з титану); наявність висококваліфікованих фахівців з усіх напрямків титанової галузі; наявність повного циклу виробництва в Україні; наявність великого обсягу геологічної інформації, отриманої в результаті розвідок СРСР.

Слабких сторін набагато більше. Відсутність державної стратегії розвитку титанової галузі і політики, спрямованої на її реалізацію. Більшість запасів титановмісної сировини в Україні знаходиться в твердій породі (корінні родовища). Українські родовища не мають геологічної оцінки за міжнародними стандартами. Малий обсяг виробництва кінцевої продукції в Україні, сировинна спрямованість експорту (80% концентрату експортується). Відсутність джерел фінансування. Вартість кредитних ресурсів для українських компаній – 15-20% (в Європі – 3%). Відсутність в Україні стратегії залучення інвестицій і роботи з інвесторами (як наслідок – непривабливість країни). Високий знос основних фондів – 80-90%.

Технологічна відсталість більшості видобувних і переробних підприємств. Високий рівень виробітку запасів на розсипних родовищах. Вік кваліфікованих українських фахівців галузі – 60+. Висока вартість готових виробів.

Рекомендації:

Стратегічно зусилля України щодо відродження своєї титанової галузі мають враховувати загальносвітові тенденції розвитку технологій і базуватись на таких принципах:

– відмова від енерговитратного металургійного переділу виплавки титанового шлаку;

– забезпечення ведення процесів у твердій фазі, зменшивши використання рідкофазних продуктів;

– розширення сировинної бази титанової галузі з залученням до переробки дешевих концентратів ільменіту з невисоким (від 42%) вмістом діоксиду титану;

– підвищення комплексності переробки сировини за рахунок передачі в подальшу переробку побічних компонентів – заліза, хрому, нікелю, кобальту, ванадію, скандію, літію та ін. металів, які знаходяться в руді.

Далі потрібно зробити ряд кроків:

1. Ухвалення та імплементація державної стратегії розвитку титанової галузі.

2. Технологічний прорив і зниження собівартості товарів з титану.

3. Перехід від сировинної моделі до моделі повного переділу, експорту готової продукції з високою доданою вартістю.

4. Перехід на міжнародні стандарти оцінки запасів руд з розширенням родовищ запасів титанової сировини.

5. Освоєння нових ринків виробів з заміною виробів з алюмінію і нержавіючої сталі на титанові.

6. Кооперація з найбільшими міжнародними компаніями різних секторів із локалізацією виробництва в Україні.

7. Підвищення інвестиційної привабливості українського титанового бізнесу, вихід на світові фондові ринки.

Список використаних джерел.

1. Banerjee D., Williams J.C. Perspectives on Titanium Science and Technology. *Acta Materialia*. 2013. 61(3). Pp. 844–879. URL: https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.10.043.

2. Firstov S. A. The main tendencies in elaboration of materials with high specific strength. *Metallic materials with high structural efficiency.* 2004. pp. 33-44. URL: https://doi.org/10.1007/1-4020-2112-7_3

3. Georgitzikis K., D`elia E., Eynard U. Titanium metal: Impact assessment for supply security. *European Commission.* 2022. JRC129594. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC129594/JRC129594_01.pdf

4. Gonchar A., Troshchylo V., Brodskyy A., Yarovynskyi V., Chukhmanov O. Development of a technology to produce titanium powder with a low carbon footprint. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies.* 2023. Vol. 2. no. 6. Pp. 42-54. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276746

5. Khalloufi M. El., Drevelle O., Soucy G. Titanium: An Overview of Resources and Production Methods. *Minerals*. 2021. 11(12). 1425. URL: https://doi.org/10.3390/min11121425

6. Liu Q., Baker P., Zhao H. 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.* 2016. Pp. 177-182. URL: https://doi.org/10.1002/9781119296126.ch27

7. Nyamekye P., Golroudbary S. R., Piili H., Luukka P., Kraslawski A. Impact of additive manufacturing on titanium supply chain: Case of titanium alloys in automotive and aerospace industries. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering.* 2023. Vol. 6. 100112. URL: https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100112.

8. Paton B. E., Trygub M. P., Akhonin S. V. Electron Beam Melting of Titanium, Zirconium and Their Alloys, E.O. Paton Electric Welding Institute. NASU. 2011. 216 p.

9. Qiuand G., Guo Y. Current situation and development trend of titanium metal industry in China. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*. 2022. Vol. 29. No. 4. Pp. 599-610. URL: https://doi.org/10.1007/s12613-022-2455-y

10. Roux R. N., Van der Lingen E., Botha A.P., Botes A.E. The fragmented nature of the titanium metal value chain. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2020. Vol. 120. No. 11. Pp. 633–640. URL: https://doi.org/10.17159/2411-9717/1126/2020.

11. Yamauchi M., Saito H., Sugimoto T., Mori S., Saito S. Sustainable organic synthesis promoted on titanium dioxide using coordinated water and renewable energies/resources. *Coordination Chemistry Reviews.* 2022. Vol. 472. 214773. URL:https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214773.

12. Ахонін С.В., Северин А.Ю., Березос В.О., Пікулін О.М., Крижановський В.А., Єрохін О.Г. Дослідження якості деформованих напівфабрикатів титанового сплаву ВТ9, отриманого способом електронно-променевої плавки. *Сучасна електрометалургія.* 2021. № 4. С. 20-24. URL: https://doi.org/10.37434/sem2021.04.03

13. Капустян О.Є., Овчинников О.В., Янко Т.Б. Спечені титанові сплави для ядерної енергетики. *Питання атомної науки і техніки.* 2018. №1 (113). С. 134-141.

14. Педько А. Б., Губаренко Л.М., Волошина А.С. Оцінка поточного стану й основних проблем розвитку титанової промисловості України. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2018. Вип. 23. С. 287-291. URL: http://global-national.in.ua/archive/23-2018/56.pdf

15. Таранюк Л.М., Макаренко Т.Ю. Дослідження діяльності титанової галузі в системі формування євроінтеграційного розвитку економіки країни. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія "Економічні науки".* 2019. Вип. 34. С. 41-44. URL: https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2019-34-8.

16. Venger V., Bykonia O., Gakhovych N., Kushnirenko O., Tsyplitska O. Development of Titanium production in Ukraine: Evolving prospects based on National. *Science and innovation*, 2024, 20(3), 40–52. URL: https://doi.org/10.15407/scIne20.03.04017

17. Олефір В. К. Державне стимулювання виробництва металевого титану в країнах світу. *Науковий вісник Міжнародної асоціації науковців. Серія: економіка, управління,*

безпека, технології. 2024. Том. 3. № 2 (2024). URL: https://doi.org/10.56197/2786-5827/2024-3-2-6

References.

1. Banerjee, D. and Williams, J. C. (2013), Perspectives on Titanium Science and Technology, *Acta Materialia,* 61(3), pp. 844-879. URL: https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.10.043.
2. Firstov, S. A. (2004), The main tendencies in elaboration of materials with high specific strength. *Metallic materials with high structural efficiency.* 2004. pp. 33-44. URL: https://doi.org/10.1007/1-4020-2112-7_3
3. Georgitzikis, K., D`elia, E. and Eynard, U. (2022), Titanium metal: Impact assessment for supply security, *European Commission,* JRC129594. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC129594/JRC129594_01.pdf (assessed 03 November 2023).
4. Gonchar, A., Troshchylo, V., Brodskyy, A., Yarovynskyi, V. and Chukhmanov, O. (2023), Development of a technology to produce titanium powder with a low carbon footprint, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2, no. 6, pp. 42–54. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276746
5. Khalloufi, M. El., Drevelle, O. and Soucy, G. (2021), Titanium: An Overview of Resources and Production Methods. *Minerals*, 11(12), 1425. URL: https://doi.org/10.3390/min11121425.
6. Liu, Q., Baker, P. and 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. URL: https://doi.org/10.1002/9781119296126.ch27 (дата звернення 03.11.2023).
7. Nyamekye, P., Golroudbary, S. R., Piili, H., Luukka, P. and Kraslawski, A. (2023), Impact of additive manufacturing on titanium supply chain: Case of titanium alloys in automotive and aerospace industries. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering,* vol. 6, 100112. URL: https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100112.
8. Paton B. E., Trygub M. P. and Akhonin S. V. (2011), Electron Beam Melting of Titanium, Zirconium and Their Alloys, E.O. Paton Electric Welding Institute, NASU, 216 p.
9. Qiuand, G. and Guo, Y. (2022), Current situation and development trend of titanium metal industry in China, *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials,* vol. 29, No. 4, pp. 599-610. URL: https://doi.org/10.1007/s12613-022-2455-y
10. Roux, R. N., Van der Lingen E., Botha, A.P. and Botes, A.E. (2020), The fragmented nature of the titanium metal value chain, *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, vol. 120, no. 11, pp. 633–640. URL: https://doi.org/10.17159/2411-9717/1126/2020.
11. Yamauchi, M., Saito, H., Sugimoto, T., Mori, S. and Saito, S. (2022), Sustainable organic synthesis promoted on titanium dioxide using coordinated water and renewable energies/resources, *Coordination Chemistry Reviews*, vol. 472, 214773. URL: https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214773
12. Akhonin, S. V., Severyn, A. Iu., Berezos, V. O., Pikulin, O. M., Kryzhanovskyi, V. A. and Yerokhin O. H. (2021), "Investigations of the quality of wrought semi-finished products of VT9 titanium alloy produced by electron beam melting", *Suchasna elektrometalurhiia,* vol. 4, pp. 20-24. URL: https://doi.org/10.37434/sem2021.04.03
13. Kapustian, O.E., Ovchynnykov, O.V. and Yanko, T.B. (2018), "Sintered titanium alloys for nuclear power", *Pytannia atomnoi nauky i tekhniky*, vol. 1, no. 113, pp. 134-141.
14. Pedko, A. B., Hubarenko, L.M. and Voloshyna, A.S. (2018), "The assessment of current state and main problems of titanium industry development in Ukraine", *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*, issue 23, pp. 287-291, URL: http://globalnational.in.ua/archive/23-2018/56.pdf (assessed 03 November 2023).
15. Taraniuk, L.M. and Makarenko, T.U. (2019), "Study of the activity of the titanium industry in the system of formation of the European integration development of the country's

economy”, *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriia “Ekonomichni nauky”*, issue 34, pp. 41-44, URL: https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2019-34-8.

16. Venger, V., Bykonia, O., Gakhovych, N., Kushnirenko, O., Tsyplitska, O. “Development of Titanium production in Ukraine: Evolving prospects based on National”, *Science and innovation*, 2024, 20(3), 40–52. URL: https://doi.org/10.15407/scIne20.03.04017

17. Olefir, B. (2024), “Government Stimulation of the Production of Metal Titanium in Countries of the World. *Scientific Bulletin of International Association of Scientists. Series: Economy, Management, Security, Technologies*, *3*(2). https://doi.org/10.56197/2786-5827/2024-3-2-6

Стаття надійшла до редакції 27.05.2024 р.
Рецензовано 16.08.2024 р.
Опубліковано 30.08.2024 р.

Дослідження виконано за кошти НАН України в рамках наукового проекту: “Інноваційна модернізація перспективних галузей промисловості України у повоєнний період на основі існуючого науково-технічного, виробничого та ресурсного потенціалу”. (II етап: “Перспективи створення в Україні інноваційних промислових майданчиків виробництва продукції з високою доданою вартістю у контексті інтеграції у міжнародні виробничі ланцюги”) (№ДР 0123U102325).