



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 10.56197/2786-5827/2024-3-2-3

УДК 339.924:[338.45(477):669]

Ципліцька Олена Олександрівна,
доктор економічних наук, доцент,
старший науковий співробітник відділу промислової політики,
Державна установа “Інститут економіки та прогнозування
Національної академії наук України”,
вул. Панаса Мирного, 26, м. Київ, 01011, Україна
email: o.liakhovetz@gmail.com,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3803-9421>
Researcher ID: T-7569-2017
Scopus ID: 56177612800

Tsyplitska Olena,
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,
Senior Research Officer of the Department of Industrial Policy,
State Organization “Institute for Economics and
Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine”,
Panasa Myrnogo str., 26, Kyiv, Ukraine, 01011
email: o.liakhovetz@gmail.com,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3803-9421>
Researcher ID: T-7569-2017
Scopus ID: 56177612800

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНІ ЛАНЦЮГИ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ З ВИРОБНИЦТВА ТИТАНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

POSSIBILITIES OF INTEGRATION OF UKRAINE INTO GLOBAL VALUE CHAINS OF TITANIUM PRODUCTS FOR MEDICAL PURPOSES PRODUCTION

Вступ. Повномасштабне вторгнення РФ в Україну знижує лояльність іноземних держав до закупівель металевого титану у країні-агресора і відтак створює для України перспективу заміщення на глобальному ринку, а також інтеграції до ланцюгів доданої вартості не лише авіаційного виробництва, а й виготовлення титановмісної медичної продукції. Метою дослідження виступає визначення потенціалу вітчизняного титанового виробництва для розширення внутрішнього ринку України та інтеграції у глобальні ланцюги доданої вартості титановмісної медичної продукції.

Матеріали та методи. Дослідження ґрунтується на офіційних даних Державної служби статистики України та Державної митної служби України, на аналітичних даних і звітах міжнародних статистичних та маркетингових організацій, результатах наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених, інші джерела інформації. Використано такі загальнонаукові методи як аналіз, синтез, порівняння, індукція і дедукція, а також спеціальні

методи економічної науки – статистико-економічний аналіз, експертні оцінки.

Результати і обговорення. Попит на медичний титан та медичну продукцію з нього в світі зростає; розширюється і внутрішній ринок України. Водночас, Україна залишається імпортозалежною від іноземної медичної продукції з титану – інструментів, протезів та інших засобів для стоматології, хірургії, неврології та інших сфер. Обсяги виробництва титановмісної медичної продукції в Україні щороку зменшується. Налагодження власного виробництва потребує модернізації виробництва металевого титану та його сертифікації, а також розвитку власних науково-дослідних центрів і виробництв медичної продукції проміжного й кінцевого споживання. Це дозволить забезпечити поглиблення переробки титанової сировини та підвищити конкурентоспроможність національної промисловості.

Висновки. Україна володіє власною сировинною базою, яку можна нарощувати, для вироблення металевого титану належної якості та стандартів для застосування у виробництві продукції медичного призначення. Реалізація цього потенціалу вимагає значних капіталовкладень в обладнання (зокрема, придбання вакуумно-дугових печей) та сертифікацію, а також державної підтримки на різних етапах розвитку виробництва – від кредитного забезпечення до заходів економічної дипломатії у просуванні продукції національного виробництва на світових ринках.

Ключові слова: титановмісна продукція для медичного застосування, міжнародна торгівля, металургійне виробництво, технологічна модернізація, глобальний ринок

Introduction. The full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine reduces the loyalty of foreign countries to the procurements of metal titanium from the aggressor country and therefore creates for Ukraine the prospect of replacement on the global market, as well as integration into the global value chains of not only aviation production, but also the manufacture of titanium-containing medical products. The purpose of the study is to determine the capability of the national titanium production for the expansion of the domestic market of Ukraine and integration into global value chains of titanium-containing medical products.

Materials and methods. The study is based on official data of the State Statistics Service of Ukraine and the State Customs Service of Ukraine, on analytical data and reports of international statistical and marketing organizations, the results of scientific research obtained by domestic and foreign scientists, and other sources of information. Such general scientific methods as analysis, synthesis, comparison, induction, and deduction were used, as well as special methods of economic science – statistical and economic analysis, expert evaluations.

Results and discussion. The global demand for medical titanium and products made of it is increasing; the domestic market of Ukraine is also expanding. At the same time, Ukraine remains import-dependent on foreign medical products made of titanium – instruments, prostheses and other means for dentistry, surgery, neurology and other fields of medicine. The volume of production of titanium-containing medical products in Ukraine decreases every year. Establishing own production requires modernization of metal titanium production and its certification, as well as development of own research centers and production sites for medical products of intermediate (components, parts) and final consumption. This will make it possible to deepen the processing of titanium raw materials and increase the competitiveness of the national industry.

Conclusions. Ukraine has its own raw material base, which can be expanded, to produce metal titanium of appropriate quality and standards to use in the production of medical goods. The realization of this potential requires significant capital investments in equipment (in particular, the purchase of vacuum-arc furnaces) and certification, as well as state support at various stages of production development – from credit support to economic diplomacy measures in the promotion of nationally produced products on world markets.

Keywords: titanium-containing products for medical purposes, international trade, metallurgy production, technological modernization, global market

JEL Classification: F15, I11, L61, O14

Вступ. Воєнні події в Україні створили критичні загрози для розвитку такої галузі промисловості як титанова та її позицій на світовому ринку. Наслідками війни вже стали численні зруйновані підприємства, розірвані ланцюги постачань, проблеми з правами власності на майно агресора в Україні та звуження споживчих ринків. Через повномасштабне вторгнення в глобальних ланцюгах доданої вартості титанового виробництва виникла напруженість, що певною мірою обмежує розвиток виробництва залежних галузей у зарубіжних країнах, але й водночас створює майбутні перспективи для України як потенційного постачальника металевого титану та медичної продукції.

Мета статті полягає у визначенні потенціалу вітчизняного титанового виробництва для розширення внутрішнього ринку України та інтеграції у глобальні ланцюги доданої вартості титановмісної медичної продукції.

Проблеми розвитку поглибленої переробки титану за рахунок модернізації виробництва та вітчизняних інновацій в Україні досліджували такі вчені та економісти як В. Венгер, О. Кушніренко, Н. Гахович, О. Биконя, А. Амелін, Л. Таранюк, Г. Рудько, Г. Бала, О. Ганжа, Г. Кузьманенко, Т. Охоліна, О. Ремезова. Питання застосування титану в медичних виробках вивчали у своїх роботах Д.М. Брунетт, А.Т. Сідамбе, М. Текстор, П. Тенгвал, М. Томсен. Технологічні аспекти виробництва медичного титану розкриті в роботах К. Фенга, М. Халлуфі, О. Древелля, Г. Соуси, З. Фанга, Х. Лефлера, Ф. Фроуза, І. Чжанга.

Матеріали та методи. Дослідження ґрунтується на офіційних даних Державної служби статистики України та Державної митної служби України, на аналітичних даних і звітах міжнародних статистичних та маркетингових організацій, результатах наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених, інші джерела інформації. Використано такі загальнонаукові методи як аналіз, синтез, порівняння, індукція і дедукція, а також спеціальні методи економічної науки – статистико-економічний аналіз, експертні оцінки.

Результати і обговорення. Титан та його сплави широко використовуються у виробництві компонентів медичних пристроїв й інших продуктів завдяки поєднанню міцності, легкості, біологічної сумісності, можливості виготовлення структурованих поверхонь, оптимізованих за морфологією і пористістю, хімічній пасивності і, відтак, стійкості до корозії, гіпоалергенності (Brunette, 2001; Sidambe, 2014), остеоінтеграції (Mohammed, 2012) (рис. 1).

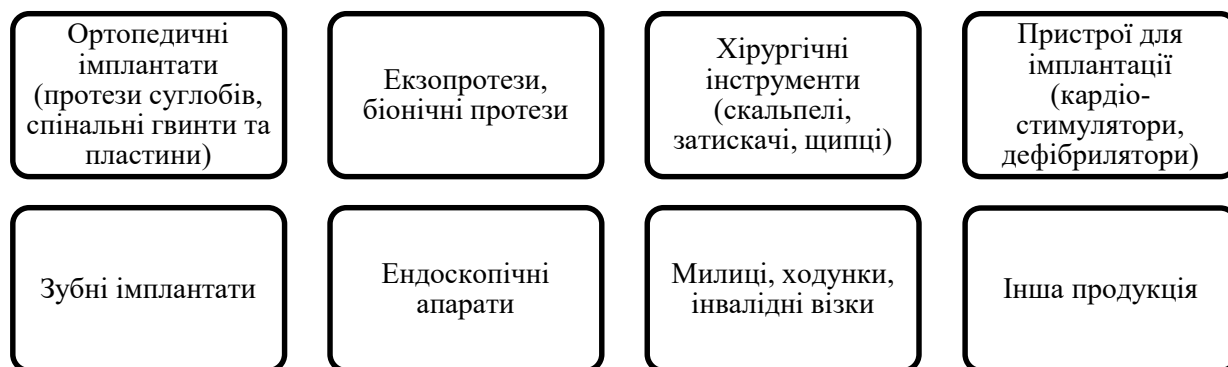


Рис. 1. Медична продукція з використанням титану

Джерело: авторська розробка

Усього можна говорити про декілька десятків найменувань номенклатури продукції медичного призначення, в якій використовується комерційно чистий титан (марки I, II, III, IV–98-99,6% чистого титану) та його сплави (Ti-6Al-4V, Ti-6Al-4V ELI, Ti-6Al-7Nb, Ti-5Al-2.5Fe, Ti-13Nb-13Zr, Ti-12Mo-6Zr-2Fe, TiAlN). За маркетинговими оцінками, сплав Ti-6Al-4V є найбільш популярним на світовому ринку¹, зокрема, завдяки можливості його застосування у продукції різноманітних галузей – біомедицині, авіабудуванні, адитивному виробництві, морських технологіях, газових турбінах, зброї тощо. Також титан застосовується для виготовлення покриттів різноманітних виробів, зокрема стоматологічних імплантатів.

¹ URL: <https://virtuemarketresearch.com/report/medical-grade-titanium-alloy-market> (дата звернення 05.05.2024)

Слід відмітити ще один дотичний до медицини напрям – виробництво фармацевтичного обладнання з титану, яке володіє кращими корозієстійкими властивостями, ніж вироблене зі сталі. Титанові пристрої витримують агресивне кислотне, лужне і сольове середовище протягом понад семи років і зберігають чистоту речовин, що використовуються для виробництва фармпрепаратів². Найбільше затребуваним титанове обладнання є для виготовлення таких препаратів як вітаміни В₁, С, антибіотики (хлорамфенікол), наркотичні засоби (анестетики) тощо.

Через повномасштабне вторгнення РФ в Україну та торгові війни наразі в світі виникла напруженість в глобальних ланцюгах доданої вартості. Це накладає певні обмеження на розвиток виробництва залежних галузей в країнах світу. Але створює майбутні перспективи для України, яка може стати одним з основних постачальників титану для європейської галузі з виробництва медичних товарів, особливо, якщо разом із розвитком переробки титану будуть впроваджуватися екологічніші технології.

В Україні перероблення титанового концентрату на губку використовується метод Кролла, що характеризується високою енергоємністю, шкідливістю для довкілля та економічною неефективністю. В контексті Європейського зеленого курсу ця технологія має бути замінена або суттєво удосконалена.

Вченими світу продовжуються дослідження і розробки з удосконалення процесу Кролла (Fang, 2020), а також розроблення нових, більш «зелених» технологій в напрямках термічного відновлення й електролізу (Feng, 2023; Khalloufi, 2021). Зокрема, в США впроваджено новітню технологію для створення довговічних та міцних медичних і стоматологічних виробів. Це технологія металотермічного відновлення воднем HAMR (Hydrogen Assisted Metallothermic Reduction), яка дозволяє виробляти не лише металевий титан, а й титановий порошок, придатний для 3D-друку виробів складних форм для медичного застосування. І хоча подекуди цей метал конкурує з силіконом та поліетиленом, у виробництві 70% хірургічних та 95% ортопедичних імплантатів використовується титан³.

Глобальний ринок медичного титану та виробів з нього є доволі значним: у 2028 році прогнозується зростання до 27,4 млрд. дол. США (із середнім темпом у 13,13%)⁴. Найбільшу частку на цьому ринку займають ортопедичні вироби та кардіоваскулярні прилади, трохи меншу – стоматологічне обладнання та імплантати, найменшу – прилади та вироби для черепно-лицьових і неврологічних хвороб. На глобальному ринку для імплантації щороку споживається понад 1000 тонн титану (Амелін, 2020). При цьому для усіх медичних виробів ще у 2010 році споживалося 2000-2500 тонн титанового прокату (Вольф, 2010).

Імплантування та протезування з титанових сплавів створили високомаржинальний нішевий ринок, що привабив багато виробників. Серед найбільших – американські компанії Titanium Industries, Inc., ATI Inc., Supra Alloys, Inc., Metalmen Sales Inc., United Titanium, Inc., Corrosion Materials, Inc., A. M. Castle & Co, Arconic Corporation, Accro-Met, Inc. та китайська Baoji Titanium Industry Co.

В Європі працює близько 35 тис. компаній в сфері медичних технологій, серед яких 92% МСП. Європейський ринок медичних приладів займає 26,4% світового ринку і є другим найбільшим ринком в світі після США (46,6%). За Європою слідують Китай (6,6%), Японія (4,9%), Канада (1,9%), Південна Корея (1,9%), Мексика (1,4%). У 2022 р. європейський ринок медичного обладнання та технологій складав приблизно 160 млрд. євро⁵. Найбільші країни-виробники продукції – Німеччина, Франція, Велика Британія, Італія, Іспанія. Серед компаній, які використовують металевий титан у медичних виробках, – Lima Corporate (Італія), Anton Nipp GmbH (Німеччина), Metron Additive Engineering (Велика Британія), LCI Medical

² URL: <https://www.toptitech.com/info/application-of-titanium-in-the-pharmaceutical-75687359.html> (дата звернення 05.05.2024)

³ URL: <https://infomeddnews.com/titanium-the-metal-of-choice-for-medical-devices/> (дата звернення 05.05.2024)

⁴ URL: <https://www.cognitivemarketresearch.com/medical-titanium-market-report> (дата звернення 05.05.2024)

⁵ URL: https://www.medtecheurope.org/wp-content/uploads/2023/10/the-european-medical-technology-industry-in-figures_2023.pdf (дата звернення 05.05.2024)

(Франція), Ames Medical (Іспанія).

Понад 60% кованого титану в Європейському Союзі імпортується для подальшої переробки. Однак обсяг його споживання для виробництва медичних виробів входить у 2% загальної групи споживчих та інших товарів, які також включають спорттовари, запчастини для автомобілів, будівельну продукцію тощо (European Commission, 2022). В цілому на глобальному ринку лише 3-4% від загальної кількості виробленого в світі титану використовується в медичній сфері (Амелін, 2020; Fang, 2020; Khalloufi, 2021).

Україна виступає великим споживачем медичних виробів: у 2020 р. обсяг ринку медичних товарів становив 549,6 млн. дол. США⁶, а воєнні події з трагічними наслідками для життя і здоров'я населення будуть зумовлювати суттєве зростання попиту на такі вироби (зокрема, протези й імплантати) у воєнні і повоєнні роки.

Тенденції розвитку ринку України за окремими видами титановмісної продукції до повномасштабного вторгнення представлені на рис. 2.



Рис. 2. Склад та динаміка обсягу реалізації медичної титановмісної продукції, 2013-2021, млн. грн

Джерело: розроблено на основі даних Державної служби статистики України⁷.

У натуральному вираженні за період 2013-2021 рр. відбулося скорочення обсягів реалізації вказаної продукції в діапазоні від 21,8% (інструменти і прилади, що використовуються у медицині, хірургії або ветеринарії, н.в.і.у.) до 88,6% (протези суглобів). Слід відмітити, що суттєве падіння обсягів реалізації припало на пандемічні роки – 2020-2021, коли неургентні операції не проводилися або переносилися на більш пізній період.

Наразі більшість медичних виробів та обладнання, що містять титан, завозяться з-за кордону (переважно Китай і Європа). Структуру і динаміку імпорту та експорту титановмісної продукції (коди УКТЗЕД 901849, 90183210, 90183290, 90189075, 9018902000, 9021310000, 9021399000, 902110, 9021219000, 900490) у вартісному вираженні подано на рис. 3.

⁶ URL: <https://www.export.gov/apex/article2?id=Ukraine-Medical-Equipment> (дата звернення 05.05.2024)

⁷ URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 05.05.2024)

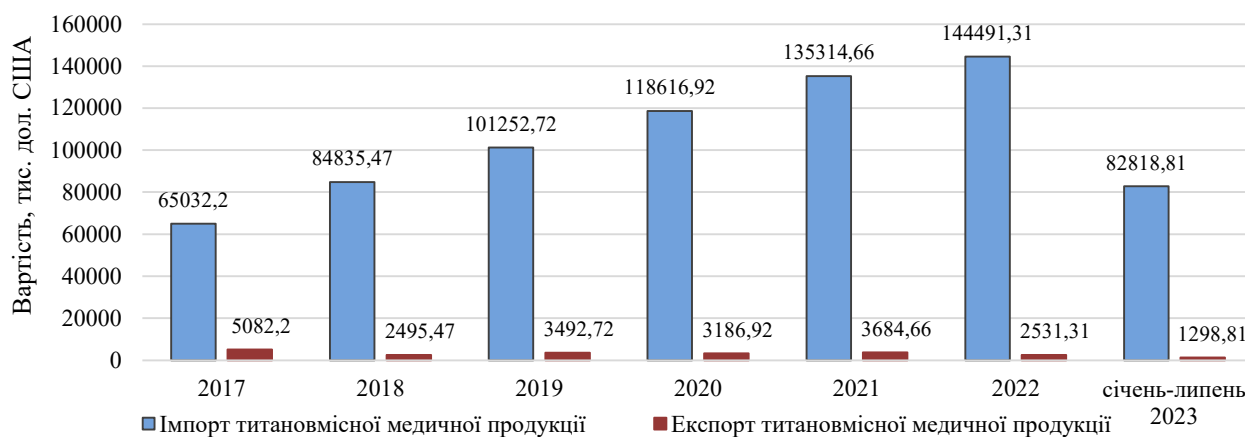


Рис. 3. Порівняння обсягів експорту та імпорту титановмісної медичної продукції, 2017-2023 рр., тис. дол. США

Джерело: розроблено на основі даних Державної митної служби України⁸

З наведених на рис. 4 даних можна побачити, що обсяг експорту у 2022 р. порівняно з 2017 р. скоротився удвічі, в той час як імпорт постійно зростає. Розрив між експортом та імпортом продукції медичного призначення з титану за аналізований період збільшився з 12,8 до 63,8 разів. Цим підтверджується й той парадоксальний факт, що Україна є одним з провідних світових імпортерів титанових сплавів, включаючи відходи та брухт (Педько, 2018).

У табл. 1 представлено динаміку експорту та імпорту по найбільш використовуваних для медичного виробництва титанових матеріалів: 810890300 «Прутки, профілі та дріт» та 810890500 «Пластини, листи, стрічки та фольга».

Таблиця 1

Експорт та імпорт титанових матеріалів в Україні

Показник	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<i>810890300 Титан і вироби з титану, включаючи відходи і брухт: інші: прутки, профілі та дріт</i>						
Експорт, млн дол. США	1,55	1,13	4,10	1,66	1,15	0,77
Імпорт, млн дол. США	3,34	11,38	6,33	9,20	20,16	12,89
<i>810890500 Титан і вироби з титану, включаючи відходи і брухт: інші: пластини, листи, стрічки та фольга</i>						
Експорт, млн дол. США	8,42	9,16	12,52	4,57	0,03	0,00
Імпорт, млн дол. США	3,47	6,82	2,99	1,99	3,73	6,46

Джерело: розроблено на основі даних Державної митної служби України⁹

Дані з табл. 1 свідчать, що Україна тривалий час була імпортозалежною від титанових виробів проміжного споживання таких як прутки, профілі та дріт, а також з 2021 р. стала залежною від імпорту пластин, листів, стрічок та фольги. Причиною є критичний стан єдиного в Україні переробного підприємства з середньо- і великосерійним виробництвом титанової губки, зливків та слябів ТОВ «ЗТМК» (Гахович, 2023).

Водночас, враховуючи, що в середньому на виробництво продукції медичного призначення спрямовується до 2% всього титану (і виробленої з нього продукції проміжного споживання), то на внутрішньому ринку споживається зазначених виробів з титану для виготовлення продукції медичного призначення на суму до 400-500 тис. дол. США. При цьому, за інформацією ТОВ «Титан-Мед» забезпеченість населення медичною продукцією, зокрема протезами, складає усього 10%.

Перспективи України у розширенні ринку титановмісної медичної продукції можна розглянути з двох позицій.

⁸ URL: <https://bi.customs.gov.ua/uk/trade/> (дата звернення 05.05.2024)

⁹ URL: <https://bi.customs.gov.ua/uk/trade/> (дата звернення 05.05.2024)

По-перше, Україна може постачати катаний металевий титан європейським виробникам медичної продукції, забезпечивши його відповідність європейським та міжнародним стандартам. Однак, структура ринку виробництва аналогічної продукції в ЄС є олігополістичною: існує декілька великих компаній – французькі корпорації Aubert & Duval, EcoTitanium, Timet Savoie, італійська компанія Tifast Titanium, румунська компанія Ziron Titanium, німецькі AMG Titanium Alloys & Coatings, VDM Metals GmbH. Тож бар'єри для входження на ринок ЄС разом із необхідністю сертифікації та зміни виробничої технології є значною. Проте, володіючи власним ресурсним потенціалом, Україна має значні порівняльні переваги і може конкурувати по ціні (Ганжа, 2022; Рудько, 2021). При цьому виникає потреба у технічному переоснащенні виробників, які перероблятимуть титанові концентрати на катану проміжну титанову продукцію. Зокрема, мова йде про необхідність придбання печей вакуумно-дугового переплаву (наразі використовується електродуговий переплав) (Гахович, 2023).

Прутки, профілі, дроти, пластини, стрічки тощо з титану на сьогодні провідні європейські виробники медичної продукції – Німеччина, Франція, Італія, Іспанія закупають в Китаї, рф, США та в рамках взаємної торгівлі в європейському просторі. За даними ІТС Trade Map¹⁰, у 2022 р. зазначеними країнами було придбано 38,4 тис. тонн катаної титанової продукції. Враховуючи, що лише до 2% її спрямовується на виробництво медичного призначення, потреба цих чотирьох країн становить в середньому 600 тонн продукції, що у вартісних показниках становить приблизно 13–14 млн. дол. США. Лише цей географічний сегмент може виявитися економічно доцільним для розвитку напрямів поглибленої переробки титанової руди.

По-друге, Україна може налагодити власне виробництво медичної титановмісної продукції для внутрішніх потреб економіки. Зокрема, за розрахунками, використання титанового прокату до таких кінцевих виробів, як медичні протези, спортивний інвентар або оправа для окулярів можуть давати доданої вартості від 600% до 1200% (Таранюк, 2019). Однак розбудова цих ланцюгів доданої вартості вимагатиме значно вищих капіталовкладень і часових ресурсів, пов'язаних із сертифікацією продукції та пошуком бізнес-моделей, що забезпечать високу конкурентоспроможність на світовому ринку порівняно з американськими, європейськими та азійськими виробниками.

За даними Опендатабот¹¹, за кодом ВЕД 32.50 «Виробництво медичних і стоматологічних інструментів і матеріалів» в Україні станом на травень 2024 р. налічується близько 230 підприємств, які виготовляють продукцію медичного призначення, у тому числі таку, що містить титан.

Наприклад, ТОВ «Титан-Мед» на сьогодні володіє необхідним потенціалом і технологіями для виробництва титанових ендопротезів, екзо-ендопротезів та біонічних протезів. За розрахунками підприємства, при вкладенні інвестицій в обсязі 2 млн. євро для запуску виробництва, буде досягнуто здешевлення однієї одиниці продукції у 10 разів (з 20 тис. євро до 2 тис. євро) без втрати якості, а загальний економічний ефект від імпортозаміщення тільки за цією позицією титановмісних медичних виробів може скласти понад 14 млрд. грн. (330 млн. дол. США).

Досягнення розширення використання титанової сировини і металевого титану в Україні шляхом поглиблення переробки є економічно доцільним шляхом відновлення та зростання національної економіки (Venger, 2024). Досягти цього можливо за рахунок дерегулювання бізнесу; вирішення питань з правом власності на вилучені активи російських бізнесменів; проведення ефективної приватизації; державної підтримки розвитку титанової галузі; проведення промислової та торговельної політики, орієнтованої на поліпшення позицій українських виробників на зарубіжних ринках; стимулювання технологічної модернізації переробних підприємств та досліджень і розробок у цій сфері.

Висновки. Поглиблена переробка титану відіграє критичну роль у розвитку сучасних

¹⁰ URL: <https://www.trademap.org/> (дата звернення 05.05.2024)

¹¹ URL: <https://opendatabot.ua/c/kved/C/32.50?offset=0> (дата звернення 05.05.2024)

технологій, особливо в аерокосмічній та медичній сферах. Просування по ланцюгах доданої вартості виробництва продукції медичного призначення з вмістом титану буде сприяти збільшенню доданої вартості, створеної в Україні, на 600-1200%, що важливо як для відновлення вітчизняної економіки, так і для закладення основ довгострокового економічного зростання.

Зокрема, інтеграція у ланцюги доданої вартості продукції для медичного застосування з титану лише в таких країнах ЄС як Німеччина, Франція, Італія та Іспанія дозволить збільшити обсяги реалізації проміжних виробів з металевого титану на 10-20 млн. дол. США, забезпечивши при цьому зростання робочих місць та мультиплікативні ефекти в економіці.

Внутрішній ринок України також не забезпечений якісною вітчизняною медичною титановмісною продукцією за широкою номенклатурою, по якій країна є імпортозалежною. За умови розвитку ланцюгів доданої вартості кінцевої медичної продукції на території України ємність внутрішнього ринку складе 400-500 тис. дол. США проміжної титанової продукції. Водночас, майже по всім аналізованим видам медичної продукції, що містить титан, обсяги виробництва та реалізації (у натуральних показниках) на поточний момент скоротилися.

Україна володіє значним сировинним потенціалом для поглибленої переробки титану, але розбудова економічного потенціалу вимагає значної підтримки держави – від створення нових виробництв до доступу до фінансових ресурсів на технологічну модернізацію, сертифікацію, дослідження і розробки тощо.

Розширення присутності України з титановою продукцією на світовому ринку відкриває можливості для залучення іноземних інвестицій та оновлення технологій. Критично важливим в перспективі стає удосконалення процесу Кролла або його заміна на інноваційну технологію маловідходної й низьковуглецевої переробки титанових концентратів.

Україна, як один із провідних виробників титанових ресурсів, має потенціал стати ключовим гравцем на міжнародному ринку. А розвиток української титанової промисловості може зменшити залежність від імпорту та забезпечити внутрішній ринок високоякісною продукцією.

Список використаних джерел

1. Brunette D.M., Tengvall P., Textor M., Thomsen P. Titanium in Medicine: Material Science, Surface Science, Engineering, Biological Responses and Medical Applications. Springer Berlin, Heidelberg. 2001. 1019 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56486-4>
2. Sidambe A.T. Biocompatibility of Advanced Manufactured Titanium Implants – A Review. *Materials (Basel)*. 2014. Vol. 7. No. 12. pp. 8168–8188. URL: <https://doi.org/10.3390/ma7128168>
3. Mohammed M.T., Khan Z.A., Siddiquee A.N. Titanium and its Alloys, the Imperative Materials for Biomedical Applications. *International Conference on Recent Trends in Engineering and Technology (ICRTET2012)*. 2012. pp. 91-95. URL: https://www.researchgate.net/publication/279202072_Titanium_and_its_Alloys_the_Imperative_Materials_for_Biomedic_al_Applications
4. Fang Z. Z., Lefler H. D., Froes F. H., Zhang Y. Introduction to the development of processes for primary Ti metal production. In *Extractive Metallurgy of Titanium*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 2020. pp. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817200-1.00001-6>
5. Feng Q., Lv M., Mao L., Duan B., Yang Y., Chen G., Lu X., Li C. Research Progress of Titanium Sponge Production: A Review. *Metals*. 2023. Issue 13, no. 2, 408. URL: <https://doi.org/10.3390/met13020408>
6. 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>
7. Амелін А. Стратегія титанової галузі України 2030. *Ukraine Economic Outlook, Ukrainian Institute for the Future*. 2020. 102 с. URL:

https://drive.google.com/file/d/1S4Or6XWo9lFf7Rwwjf_bN4T_oZD5-CT_/view

8. Вольф О.О. Застосування титану в медицині. *Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра*. 2010. С. 107-209. URL: http://www.fhotm.kpi.ua/sworks/05/volf2_article_2010.pdf

9. European Commission. Titanium metal: Impact assessment for supply security. JRC 129594. 2022. 12 p. URL: https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/220616_Briefing_Titanium.pdf

10. 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>

11. Гахович Н.Г., Венгер В.В., Кушніренко О.М. Передумови та перспективи розвитку титанової галузі в Україні у повоєнний період. *Науковий вісник Міжнародної асоціації науковців. Серія: економіка, управління, безпека, технології*. 2023. Т. 2, №3. URL: <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2023-2-3-3>

12. Ганжа О., Кузьманенко Г., Охоліна Т., Ремезова О. Сучасний стан мінерально-сировинної бази розсіпних родовищ титану України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2022. Вип. 4, т. 99. С. 60-66. URL: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.99.08>

13. Рудько Г. І., Бала Г. Р. Критична мінеральна сировина та її перспективи в Україні. *Мінеральні ресурси України*. 2021. №2. С. 3-14. URL: <https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.3-14>

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

15. Venger V.V., Bykonja O.S., Hakhovych N.G., Kushnirenko O.M., Tsyplitska O.O. Development of titanium production in Ukraine: evolving prospects based on national R&D. *Science and Innovation*. 2024. Vol. 20 No. 3. pp. 40–52. URL: <https://doi.org/10.15407/scine20.03.040>

References

1. Brunette, D.M., Tengvall, P., Textor, M. and Thomsen, P. (2001), Titanium in Medicine: Material Science, Surface Science, Engineering, Biological Responses and Medical Applications. Springer Berlin, Heidelberg. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56486-4>

2. Sidambe, A. T. (2014). Biocompatibility of Advanced Manufactured Titanium Implants – A Review. *Materials (Basel)*, 7(12), pp. 8168–8188. URL: <https://doi.org/10.3390/ma7128168>

3. Mohammed, M.T., Khan, Z.A. and Siddiquee, A.N. (2012), “Titanium and its Alloys, the Imperative Materials for Biomedical Applications”, *International Conference on Recent Trends in Engineering and Technology (ICRTET2012)*, pp. 91-95. URL: https://www.researchgate.net/publication/279202072_Titanium_and_its_Alloys_the_Imperative_Materials_for_Biomedical_Applications

4. Fang, Z. Z., Lefler, H. D., Froes, F. H., Zhang, Y. (2020), Introduction to the development of processes for primary Ti metal production. In *Extractive Metallurgy of Titanium*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817200-1.00001-6>

5. Feng, Q., Lv, M., Mao, L., Duan, B., Yang, Y., Chen, G., Lu, X. and Li, C. (2023), Research Progress of Titanium Sponge Production: A Review. *Metals*, 13(2), 408. URL: <https://doi.org/10.3390/met13020408>

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

7. Amelin, A. (2020), Strategiiia tytanovoyi galuzi Ukrajinyy 2030 [Strategy of titanium industry in Ukraine 2030]. Ukraine Economic Outlook, Ukrainian Institute for the Future. URL: https://drive.google.com/file/d/1S4Or6XWo9lFf7Rwwjf_bN4T_oZD5-CT_/view

8. Volf, O. O. (2010), Zastosuvannia tytanu vmedytsyni [Use of titanium in medicine], *Spetsialna metalurhiia: vchora, sohodni, zavtra*, pp. 107-209. URL: http://www.fhotm.kpi.ua/sworks/05/volf2_article_2010.pdf
9. European Commission (2022). Titanium metal: Impact assessment for supply security. JRC 129594. 12 p. URL: https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/220616_Briefing_Titanium.pdf
10. Pedko, A.B., Hubarenko, L.M. and Voloshyna, A.S. (2018), “Estimation of current status and basic problems of development of titanic industry of Ukraine”, *Globalni ta natsionalni problemy ekonomiky*, 23, pp. 287-291. URL: <http://global-national.in.ua/archive/23-2018/56.pdf>
11. Gakhovych, N., Venger, V. and Kushnirenko, O. (2023), “Prerequisites and prospects for the Ukrainian titanium industry development in the postwar period”, *Scientific Bulletin of the International Association of Scientists. Series: Economy, Management, Security, Technology*, 2(3). URL: <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2023-2-3-3>
12. Ganzha, O., Kuzmanenko, H., Okholina, T., Remezova, O. (2022), “Current state of mineral base of titanium deposits of Ukraine”, *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*, 4(99), pp. 60-66. URL: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.99.08>
13. Rudko, H., Bala, H. (2021), “Critical mineral raw materials and their prospects in Ukraine”, *Mineral resources of Ukraine*, 2, pp. 3-14. URL: <https://doi.org/10.31996/mru.2021.2.3-14>
14. Taraniuk L., Makarenko T. (2019), “Research of titanium industry activities in the formation system of Euro-integration development of the country economy”, *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu*, 34, pp. 41-44. URL: <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2019-34-8>
15. Venger, V. V., Bykonja, O. S., Hakhovych, N. G., Kushnirenko, O. M., and Tsyplitska, O. O. (2024). Development of Titanium Production in Ukraine: Evolving Prospects Based on National R&D. *Sci. innov.*, 20(3), pp. 40–52. URL: <https://doi.org/10.15407/scine20.03.040>

Стаття надійшла до редакції 13.05.2024

Рецензовано 20.05.2024

Опубліковано 30.05.2024