

УДК 334.025

JEL Classification: D20, D29, D84

*Силенко О.М.,  
відмінник освіти, головний бухгалтер університету,  
Національний університет «Запорізька політехніка»*

## **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ НАПІВФАБРИКАТІВ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ДЛЯ АВІА- ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Постановка проблеми.** Наскрізь монополізована і технологічно застаріла українська титанова промисловість поступово витісняється загальносвітовими тенденціями на периферію. Причиною тому, насамперед, є відсутність в Україні прокатних потужностей для переробки титану губчатого, внаслідок чого Україна, будучи однією з країн із числа найбільших продуцентів титанової продукції у світі, за обсягами виробництва знаходиться наприкінці списку світових виробників титанових сплавів. До тепер переважна частка обсягів титану експортується в інші країни, в той час як вітчизняне авіа- та ракетно-космічне машинобудування все більше потребує на титанові сплави авіакосмічної якості.

Уповільнити ці деструктивні процеси для України та забезпечити подальший розвиток авіа- та ракетно-космічного машинобудування можливо лише за умови запровадження у практиці вітчизняних металургійних підприємств інноваційних ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій виробництва, однією серед яких є технологія виробництва титанових сплавів на основі методів порошкової металургії за інтенсивної пластичної деформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема оновлення технологій виробництва титанових сплавів в Україні назріла ще з радянських часів, адже і тоді технологій виробництва титану

були високо енерго- та ресурсозатратними. Тож, питання запровадження інноваційних технологій виробництва титанових сплавів вже не одне десятиріччя залишаються предметом численних досліджень науковців [1–3; 8]. Зокрема, О. Капустян, О. Овчинников, Д. Павленко, Т. Янко та ін., які в своїх працях розглядають можливість отримання напівфабрикатів титанових сплавів методом порошкової металургії із забезпеченням необхідної концентрації елементів за технологією спікання титанових сплавів [2, с. 99] та ін. Разом з тим, незважаючи на значну кількість наукових напрацювань, питання економічного обґрунтування екологічно чистої технології виробництва титанових сплавів на основі методів порошкової металургії за інтенсивної пластичної деформації, як запоруки успішного розвитку авіа- та ракетно-космічне машинобудування, залишаються остаточно не вирішеними, що саме і потребує подальших досліджень.

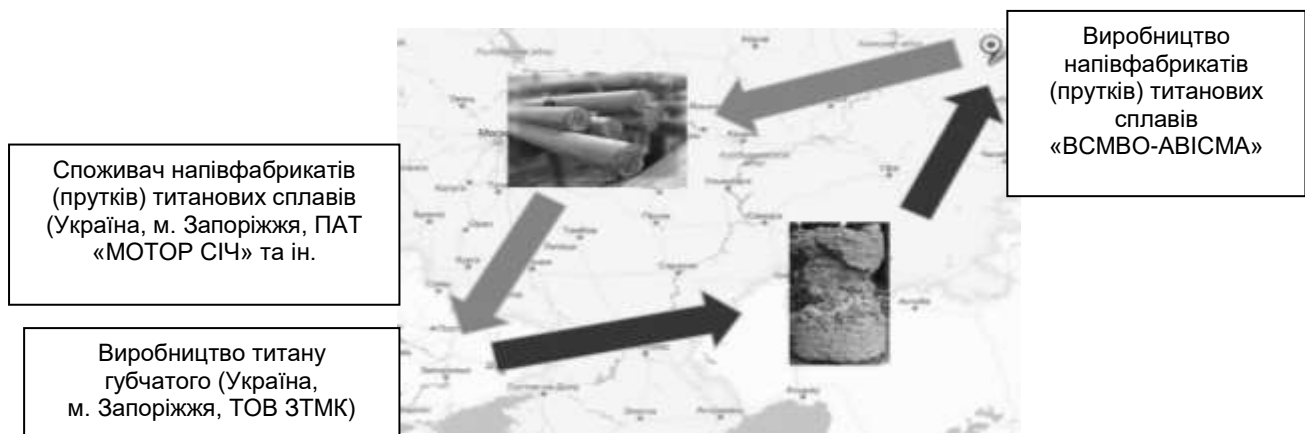
**Постановка завдання.** Мета дослідження полягає в економічному обґрунтуванні доцільності запровадження у практиці вітчизняних підприємств технології виробництва титанових сплавів на основі методів порошкової металургії за інтенсивної пластичної деформації.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- розглянути технологію виробництва титанових сплавів на основі методів порошкової металургії за інтенсивної пластичної деформації;
- економічно обґрунтувати доцільність реалізації інноваційного проекту із запровадження у практиці вітчизняних металургійних підприємств запропонованої технології виробництва титанових сплавів;
- здійснити оцінювання економії матеріальних витрат споживачів у придбанні напівфабрикатів (прутків) складнолегованого титанового сплаву, виготовлених за технологією інтенсивної пластичної деформації.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Україна, володіючи досить великим запасом титанових руд, на жаль, має виробничі потужності, придатні лише для первинної обробки титану. Підприємства ж авіа- та ракетно-космічного машинобудування задля подальшого розвитку та упередження таким чином втрати Україною статусу космічної держави, все більше потребують на напівфабрикати (прутки) титанових сплавів авіа- та космічної якості, постачальником яких до воєнного конфлікту на Сході України були російські товаровиробники. Зокрема, Березніківський титано-магнієвий комбінат і «ВСМВО» («Верхньосалдинське металургійне виробниче об'єднання»), нині об'єднані у єдину корпорацію «ВСМВО-АВІСМА», що здійснює виробництво титанового прокату відповідно до вимог авіа- та ракетно-космічного машинобудування.

Тож, забезпечення напівфабрикатами (прутками) складнолегованих титанових сплавів вітчизняних підприємств авіа- та ракетно-космічного машинобудування, зокрема таких, як ПАТ «МОТОР СІЧ», ДП «Запорізьке машинобудівне КБ «Прогрес» ім. О. Г. Івченко», ДП КБ «Південне», ДП «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. Макарова», ПАТ «ХАРТРОН» та ін. роками здійснювалось за схемою, представленою на рис. 1.

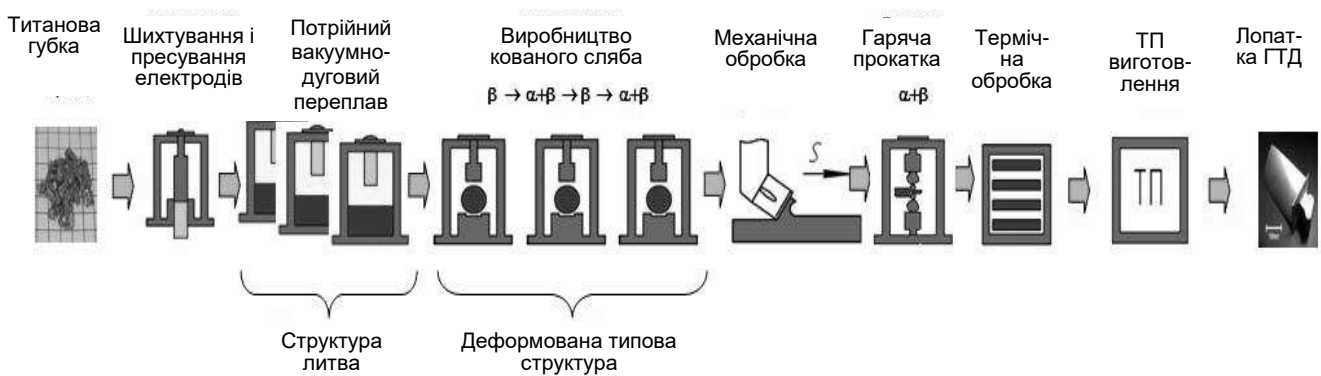


**Рис. 1. Схема забезпечення підприємств авіа- та ракетно-космічного машинобудування напівфабрикатами (прутками) складнолегованих титанових сплавів до воєнного конфлікту на Сході України**

Джерело: [1, с. 24]

З розгортанням воєнного конфлікту на Сході України зв'язки з російськими постачальниками припинено, що суттєво ускладнило формування ресурсного забезпечення вітчизняних підприємств авіа- та ракетно-космічного машинобудування напівфабрикатами (прутками) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру.

Організація ж виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів вітчизняними металургійними підприємствами, зокрема, за технологіями «ВСМВО-АВІСМА», потребує значних, як на наш погляд, непосильних на теперішній час для України інвестицій та є досить енерго- й ресурсозатратною (рис. 2), оскільки ґрунтується на багаторазовому переплавленні титанової губки та деформаційній обробці злитків, які супроводжуються значним споживанням електроенергії та природного газу. До того ж технології «ВСМВО-АВІСМА» передбачають лише масове виробництво, що суттєво ускладнює виготовлення малих партій компактних сплавів зі спеціальним хімічним складом та властивостями.



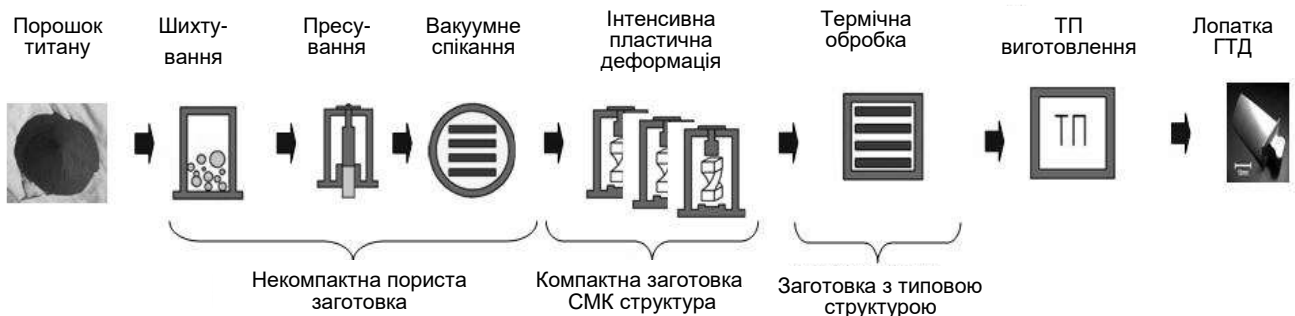
**Рис. 2. Схема технологічного процесу виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, заснована на переплаві титану губчатого**

Джерело: [2, с. 100]

Вирішення ж питання ресурсозабезпечення вітчизняних підприємств авіа- та ракетно-космічного машинобудування напівфабрикатами (прутками) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру можливе за умови активного впровадження методів порошкової металургії. Однак, не є таємницею, що заготовки, одержані у такий спосіб, мають (у порівнянні з компактними матеріалами) високу залишкову пористість і, як наслідок, недостатню міцність та пластичність.

Найпоширенішими методами зниження залишкової пористості у титанових сплавах є заліковування пор шляхом пластичної деформації: гарячого штампування у відкритих і закритих штампах, пресування у гідро- та газостатах. Однак ці методи не дозволяють досягти рівня залишкової пористості менше ніж 2%. Знизити пористість до десятих часток відсотка і суттєво підвищити механічні характеристики титанових сплавів можливо завдяки методам інтенсивної пластичної деформації, серед яких на увагу заслуговує метод гвинтової екструзії [1, с. 25].

Схема виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру за технологією інтенсивної пластичної деформації за методом гвинтової екструзії є менш капіталовимогливою та енерго- й ресурсозберігаючою (рис. 3).



СМК – субмікросталічна структура матеріалу

**Рис. 3. Схема технологічного процесу виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру за технологією інтенсивної пластичної деформації**

Джерело: [2, с. 102]

Запровадження даної технології можливе з реалізацією інноваційного проекту з виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, на початковому етапі якого передбачається малотоннажне виробництво напівфабрикатів (прутків) з подальшим переходом до дрібносерійного виробництва високоякісних титанових напівфабрикатів спеціального хімічного

складу відповідно до замовлень споживачів – підприємств авіа- та ракетно-космічного машинобудування.

Цінність даного інноваційного проекту та доцільність прийняття рішення щодо надання йому життя у практиці вітчизняних підприємств розглянемо за можливими сценаріями його реалізації:

– ТОВ «Запорізьким титано-магнієвим комбінатом» (далі – ТОВ «ЗТМК») шляхом модернізації обладнання;

– ПАТ «МОТОР СІЧ» шляхом створення окремого структурного підрозділу по малотоннажному виробництву напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру.

Для оцінювання очікуваного ефекту від виготовлення у такий спосіб напівфабрикатів (прутків) складнолегованого титанового сплаву розрахунки здійснимо, виходячи з річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ» у напівфабрикатах (прутків) складнолегованого титанового сплаву ВТ3-1, ВТ-6, ВТ-8, ВТ-8М1 малого діаметру (табл. 1).

Таблиця 1

**Річна потреба ПАТ «МОТОР СІЧ» у напівфабрикатах (прутках) складнолегованого титанового сплаву за номенклатурою**

Найменування матеріалів	Діаметр прутка, мм	ДСТУ	Річна потреба, кг	Ціна за 1 кг, грн.
пруток сплаву ВТ3-1	12	1 90173-75	9000	5400
	14		100	
	16		350	
	18		300	
	12	1 90006-86	120	5500
	14		150	
18	700			
пруток сплаву ВТ-6	18	1 90173-75	10	5300
	16	1 90266-86	300	5400
			1000	
пруток сплаву ВТ-8	12	1 90173-75	100	6953,24
	16		100	
	18		120	
	12	1 90006-86	4000	7700
	14		1300	
	18		5000	
пруток сплаву ВТ-8М1	12	1 90006-86	120	8200
	14		50	
	16		270	
Разом	x	x	23000	x

Джерело: [9]

Потреба у порошкових матеріалах, необхідних для виготовлення 1 т напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів, зокрема, діаметром 225×10×10 мм характеризується даними, поданими у табл. 2.

Таблиця 2

**Склад порошків легуючих елементів у розрахунку на 1 т напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів діаметром 225×10×10 мм**

Марка сплаву	Склад порошків легуючих елементів (масова частка, % / на 1 т. сплаву, кг.)					
ВТ3-1	Порошок титану ПТ5-1 (90% / 900 кг)	Порошок алюмінію АД0 (7% / 70 кг)	Порошок хрому Х-99 (2% / 20 кг)	Порошок молібдену МЧ (3% / 30 кг)	Порошок цирконію ПЦрК-1 (0,5% / 5 кг)	Порошок кремнію (0,4% / 4кг)
ВТ-6	Порошок титану ПТ5-1 (90% / 900 кг)	Порошок алюмінію АД0 (6% / 60 кг)	Порошок ванадію ВнМ1 (4% / 40 кг)	-	-	-
ВТ8, ВТ8М1	Порошок титану ПТ5-1 (90% / 900 кг)	Порошок алюмінію АД0 (5,5% / 55 кг)	Порошок молібдену МЧ (4% / 40 кг)	Порошок цирконію ПЦрК-1 (0,3% / 3 кг)	-	-

Джерело: [1, с. 24]

Тож, за умови реалізації інноваційного проекту ТОВ «ЗТМК» матеріальні витрати у розрахунку на обсяг виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру відповідно до річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ» (виходячи з норм витрат порошків легуючих елементів у розрахунку на 1 т напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів діаметром 225×10×10 мм, поданих в табл. 2 та середніх ринкових цін придбання порошкового матеріалу у 2018 році), складуть понад 15 млн грн.

За умови ж виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру структурним підрозділом ПАТ «МОТОР СІЧ» матеріальні витрати (за цінами придбання порошкового матеріалу у 2018 році) складуть майже 20 млн. грн., що підтверджується даними табл. 3.

**Таблиця 3**

**Очікувана собівартість 1 кг напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів діаметром 225×10×10 мм за обсягу виробництва в межах річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ», грн.**

Статті калькуляції	ТОВ «ЗТМК»	ПАТ «МОТОР СІЧ»
Матеріальні витрати	15473261	19837513
Вартість спожитих послуг, разом в т.ч.		
- енергопостачання;	16534355	16534355
- водопостачання;	5855	5855
- тепlopостачання;	44812	44812
- інші.	89234	174973
Витрати на оплату праці	745200	745200
Резерв відпусток	71539	71539
Витрати по соціальному страхуванню	179682	179682
Витрати по утриманню основних засобів (в т.ч. амортизація, витрати на поточний ремонт)	1619280	1619280
Загальновиробничі витрати	2475721	3174002
Втрати від браку	-	-
Адміністративні витрати	1392593	1785376
Інші витрати	309465	309465
Виробнича собівартість, всього в т. ч. за 1 кг	38940997 1693	44482052 1934
Витрати по збуту	1961211	2317892
Повна собівартість, всього в т. ч. за 1 кг	40902208 1778	46799944 2035
Прибуток в розрахунку на 1 кг (25%)	445	509
Відпускна ціна	2223	2544
ПДВ (20%)	445	509
Ціна реалізації	2668	3053

*Джерело: власні розрахунки*

Враховуючи, що для розміщення обладнання з гвинтової екструзії, застосування якого передбачено технологією інтенсивної пластичної деформації титанових сплавів, потреба у виробничих приміщеннях складає до 100 м<sup>2</sup>, то витрати по утриманню основних засобів (з урахуванням амортизації та витрат на поточний ремонт) у розрахунку на обсяг виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру в межах річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ» складуть понад 1,6 млн. грн.

Очікувані ж витрати по енергопостачанню, відповідно до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (далі – НКРЕКП) від 11.12.2018 р. за № 1833 «Про затвердження для ПАТ «Запоріжобленерго» тарифів на електроенергію I та II класу напруги» [5], сягнуть понад 16,5 млн. грн.

Витрати ж по водопостачанню, відповідно до постанови НКРЕКП від 17.09.2019 р. за № 1968 «Про затвердження тарифів на централізоване водопостачання та водовідведення для споживачів послуг КП «Водоканал»» [7], за обсягу виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру відповідно до річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ» складуть майже 6 тис. грн.

В свою чергу, витрати по тепlopостачанню відповідно до тарифів, визначених постановою НКРЕКП від 10.12.2018 р. за № 1724 «Про встановлення тарифів на теплову енергію, її виробництво

транспортування та постачання для потреб населення Концерну «Міські теплові мережі» [4], очікуються на рівні майже 45 тис. грн (при незмінних протягом життєвого циклу інноваційного проекту тарифах на послуги з тепlopостачання).

Оскільки для виготовлення напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру в межах річної потреби ПАТ «МОТОР СІЧ» передбачається залучити фахівців V розряду, зокрема, терміста, оператора пресу та фрезерувальника, фахівців III розряду – оператора прокатного стану та робітника, а також контролера VI розряду, то очікувані витрати на оплату праці складуть в межах 0,75 млн. грн. При цьому витрати по статті «Резерв відпусток» (9,6% від фонду оплати праці) складуть понад 71 тис. грн.

Витрати по соціальному страхуванню, виходячи зі ставки єдиного соціального внеску 22%, визначеної Законом України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» від 08.07.2010 р. № 2464-VI [6], очікуються на рівні 0,18 млн. грн.

Загальновиробничі та адміністративні витрати розподілено відповідно до бази розподілу.

Підсумовуючи виробничі витрати, визначено виробничу собівартість напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру за умови реалізації інноваційного проекту ТОВ «ЗТМК» на рівні 1693 грн/кг та за умови реалізації інноваційного проекту ПАТ «МОТОР СІЧ» – на рівні 1934 грн/кг.

З урахуванням витрат по збуту, очікуваного прибутку на рівні 25% від суми понесених витрат та ПДВ, можлива ціна реалізації 1 кг напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, виготовленого ТОВ «ЗТМК» досягне рівня майже 2700 грн. Собівартість же виготовлених у ПАТ «МОТОР СІЧ» напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру складе 2035 грн/кг, при ціні закупки у імпортерів, зокрема, напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів ВТ-8 діаметром 225×10×10 мм за ціною 6953 грн/кг.

Отже, економія матеріальних витрат ПАТ «МОТОР СІЧ» при виготовленні лопастей для авіадвигунів на кожному кілограмі використаних напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, придбаних у ТОВ «ЗТМК», складе 98,6 млн. грн. та при власному виготовленні напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів – 113,1 млн. грн.

**Висновки з проведеного дослідження.** За результатами дослідження здійснено компаративний аналіз ефективності реалізації інноваційного проекту із запровадження у практиці вітчизняних підприємств виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованого титанового сплаву за технологією інтенсивної пластичної деформації. Встановлено, що за будь-якого з варіантів його реалізації чи ТОВ «ЗТМК», чи ПАТ «МОТОР СІЧ» очікується успішна результативність – триєдина ефективність у вигляді економічного ефекту від скорочення майже у тричі матеріальних витрат на виробництво лопаток ГТД для авіа- та ракетно-космічного машинобудування, у вигляді екологічного ефекту від скорочення викидів в атмосферу та у вигляді соціального ефекту внаслідок поліпшення умов праці та скорочення випадків профзахворювань.

Тож, основні положення даного дослідження у формі практичних рекомендацій можуть бути використані вітчизняними підприємствами авіа- та ракетно-космічного машинобудування при прийнятті рішення щодо поліпшення ресурсозабезпечення та скорочення витрат на придбання у імпортерів напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру.

#### Бібліографічний список

1. Павленко Д.В. Материаловедческие аспекты ресурсосберегающей технологии получения титановых полуфабрикатов. *Технологические системы*. 2013. № 4(65). С. 21-29.
2. Павленко Д.В., Овчинников А.В. Технично-экономические аспекты технологических схем получения заготовок из титановых сплавов для лопаток ГТД. *Вестник двигателестроения*. 2014. № 1. С. 98-103.
3. 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. Випуск 23. С. 287-291.
4. Про встановлення тарифів на теплову енергію, її виробництво транспортування та постачання для потреб населення Концерну «Міські теплові мережі»: Постанова НКРЕКП від 10.12.2018 р. за № 1724. URL: <https://www.nerc.gov.ua> (дата звернення: 10.12.2019).
5. Про затвердження для ПАТ «Запоріжжобленерго» тарифів на електроенергію I та II класу напруги: Постанова НКРЕКП від 11.12.2018 р. за № 1833. URL: <https://www.nerc.gov.ua> (дата звернення: 10.12.2019).
6. Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закон України від 08.07.2010 р. № 2464-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/2464-17> (дата звернення: 10.12.2019).

7. Про затвердження тарифів на централізоване водопостачання та водовідведення для споживачів послуг КП «Водоканал»: Постанова НКРЕКП від 17.09.2019 р. за № 1968. URL: [www.nerc.gov.ua](http://www.nerc.gov.ua) (дата звернення: 10.12.2019).

8. Производство титановых сплавов и деталей экономичным методом порошковой металлургии для широкомасштабного промышленного применения / Ивасишин О.М. и др. *Наука та інновації*. 2005. № 2. Т. 1. С. 44-57.

9. Регулярна інформація ПАТ «МОТОР СІЧ». URL: [www.motorsich.com>othetnost>reg\\_inform](http://www.motorsich.com>othetnost>reg_inform) (дата звернення: 16.12.2019).

## References

1. Pavlenko, D.V. (2013), "Material science aspects of resource-saving technology for producing titanium semi-finished products", *Tekhnologicheskie sistemy*, no. 4(65), pp. 21-29.

2. Pavlenko, D.V. and Ovchinnikov, A.V. (2014), "Technical and economic aspects of technological schemes for producing blanks from titanium alloys for GTE blades", *Vestnik dvigatelestroeniia*, no. 1, pp. 98-103.

3. Pedko, A.B., Hubarenko, L.M. and Voloshyna, A.S. (2018), "Assessment of the current state and main problems of the titanium industry in Ukraine", *Hlobalni ta natsionalni problem ekonomiky*, Issue 23, pp. 287-291.

4. Natsionalna komisiiia, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh (2018), *Pro vstanovlennia taryfiv na teplovu enerhiuu, yiyi vyrobnytstvo transportuvannia ta postachannia dlia potreb naselennia Kontsernu «Miski teplovi merezhi»* [About setting tariffs for thermal energy, its production of transportation and supply for the needs of the population of the City Thermal Networks Concern], Postanova dated 10.12.2018 no. 1724, available at: <https://www.nerc.gov.ua> (access date December 10, 2019).

5. Natsionalna komisiiia, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh (2018), *Pro zatverdzhennia dlia PAT «Zaporizhoblenerho» taryfiv na elektroenerhiuu I ta II klasu napruhy* [About approval of tariffs for electricity of class I and II of PC "Zaporizhoblenergo"], Postanova dated 11.12.2018 no. 1833, available at: <https://www.nerc.gov.ua> (access date December 10, 2019).

6. Verkhovna Rada Ukrainy (2010), *Pro zbir ta oblik yedynoho vnesku na zahalnooboviazkove derzhavne sotsialne strakhuvannia* [About the collection and accounting of the single contribution to compulsory state social insurance], Zakon Ukrainy dated 08.07.2010 no. 2464-VI, available at: <https://zakon.rada.gov.ua>2464-17> (access date December 10, 2019).

7. Natsionalna komisiiia, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh posluh (2019), *Pro zatverdzhennia taryfiv na tsentralizovane vodopostachannia ta vodovidvedennia dlia spozhyvachiv posluh KP «Vodokanal»* [About approval of tariffs for centralized water supply and drainage for consumers of services of ME "Vodokanal"], Postanova dated 11.12.2018 no. 1833, available at: <https://www.nerc.gov.ua> (access date December 10, 2019).

8. Ivasishin, O.M., Savvakina, D.G., Bondareva, K.A., Mokson, V.S. and Duz, V.A. (2005), "Production of titanium alloys and parts using an economical powder metallurgy method for large-scale industrial applications", *Nauka ta innovatsii*, no. 2, Vol. 1, pp. 44-57.

9. *Rehuliarna informatsiia PAT «MOTOR SICH»* [Regular information PC "MOTOR SICH"], available at: [www.motorsich.com>othetnost>reg\\_inform](http://www.motorsich.com>othetnost>reg_inform) (access date December 16, 2019).

## Силенко О.М. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ НАПІВФАБРИКАТІВ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ДЛЯ АВІА- ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

**Мета.** Економічне обґрунтування доцільності запровадження у практиці вітчизняних підприємств технології виробництва титанових сплавів на основі методів порошкової металургії за інтенсивної пластичної деформації.

**Методика дослідження.** Під час проведення дослідження використано загальнонаукові та спеціальні методи економічних досліджень, зокрема: системний підхід – при виявленні економічного ефекту за результатами реалізації інноваційного проекту з виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру; логічний метод – при калькулюванні собівартості їх виготовлення за технологією інтенсивної пластичної деформації методом гвинтової екструзії; метод компаративного аналізу – при порівняльному оцінюванні економічного ефекту за результатами реалізації інноваційного проекту з виробництва вказаних напівфабрикатів.

**Результати.** Обґрунтовано доцільність прийняття рішення щодо надання життя інноваційному проекту з виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, виготовлених за технологією інтенсивної пластичної деформації за методом гвинтової екструзії.

**Наукова новизна.** Проведено компаративний аналіз очікуваного економічного ефекту за результатами реалізації інноваційного проекту з виробництва напівфабрикатів (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру, виготовлених за технологією інтенсивної пластичної деформації за методом гвинтової екструзії.

**Практична значущість.** Основні положення даного дослідження у формі практичних рекомендацій можуть бути використані при прийнятті рішення щодо поліпшення ресурсозабезпечення вітчизняних підприємств авіа- та

ракетно-космічного машинобудування напівфабрикатами (прутків) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру.

**Ключові слова:** ресурсозабезпечення, ресурсозберігаюча технологія, напівфабрикати (прутки) складнолегованих титанових сплавів малого діаметру.

**Sylenko O.M. EVALUATION OF PRODUCTION EFFICIENCY ON RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF TITANIUM ALLOYS FOR AVIA AND ROCKET-SPACE ENGINEERING**

**Purpose.** The aim of the article is the economic substantiation of the feasibility of introducing in the practice of domestic enterprises technologies of production of titanium alloys on the basis of powder metallurgy methods with intensive plastic deformation.

**Methodology of research.** General and special methods of economic researches are used during the research, in particular: systematic approach – at detection of economic effect as a result of realization of innovative project for production of semi-alloy small-diameter titanium alloys; logical method – when calculating the cost of their manufacture by technology of intensive plastic deformation by the method of screw extrusion; method of comparative analysis – in the comparative evaluation of the economic effect on the results of the implementation of an innovative project for the production of these semi-finished products.

**Findings.** The expediency of making decision on giving life to an innovative project for the production of semi-finished (rods) of semi-alloy titanium alloys made by intensive plastic deformation technology by the method of screw extrusion is substantiated.

**Originality.** A comparative analysis of the expected economic effect is carried out as a result of the implementation of an innovative project for the production of semi-finished (rods) titanium alloys of small diameter, made by the technology of intensive plastic deformation by the method of screw extrusion.

**Practical value.** The main provisions of this study, in the form of practical recommendations, can be used in deciding to improve the resourcing of domestic aviation and rocket-space machinery with semi-finished products (rods) of small-diameter titanium alloys.

**Keywords:** resource supply, resource-saving technology, semi-finished products (rods) of small-diameter complex titanium alloys.

**Силенко О.М. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ АВИА- И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Цель.** Экономическое обоснование целесообразности внедрения в практике отечественных предприятий технологии производства титановых сплавов на основе методов порошковой металлургии, основанных на интенсивной пластической деформации.

**Методика исследования.** При проведении исследования использованы общенаучные и специальные методы экономических исследований, в частности: системный подход – при выявлении экономического эффекта по результатам реализации инновационного проекта по производству полуфабрикатов (прутков) сложнолегированных титановых сплавов малого диаметра; логический метод – при калькулировании себестоимости их изготовления по технологии интенсивной пластической деформации методом винтовой экструзии; метод сравнительного анализа – при сравнительном тестировании экономического эффекта по результатам реализации инновационного проекта по производству указанных полуфабрикатов.

**Результаты.** Обоснована целесообразность принятия решения о предоставлении жизни инновационному проекту по производству полуфабрикатов (прутков) сложнолегированных титановых сплавов малого диаметра, изготовленных по технологии интенсивной пластической деформации методом винтовой экструзии.

**Научная новизна.** Проведен компаративный анализ ожидаемого экономического эффекта по результатам реализации инновационного проекта по производству полуфабрикатов (прутков) сложнолегированных титановых сплавов малого диаметра, изготовленных по технологии интенсивной пластической деформации методом винтовой экструзии.

**Практическая значимость.** Основные положения данного исследования в форме практических рекомендаций могут быть использованы при принятии решения по улучшению ресурсообеспечения отечественных предприятий авиа- и ракетно-космического машиностроения полуфабрикатами (прутков) сложнолегированных титановых сплавов малого диаметра.

**Ключевые слова:** ресурсообеспечение, ресурсосберегающая технология, полуфабрикаты (прутки) сложнолегированных титановых сплавов малого диаметра.