



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **164651** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
C22B 34/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2026 02695	(72) Винахідник(и): Овчинников Олександр Володимирович (UA), Сторчак Євгеній Алісович (UA), Осипенко Олександр Вікторович (UA), Єфанов Володимир Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.05.2026	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.10.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.10.2026, Бюл.№ 42	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010 (UA)

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ ГУБЧАСТОГО ТИТАНУ, ЛЕГОВАНОГО ВАНАДІЄМ ТА АЛЮМІНІЄМ

(57) Реферат:

Спосіб отримання губчастого титану, легованого ванадієм та алюмінієм, включає магнієрмічне відновлення очищеного тетрахлориду титану та подальшу вакуумну сепарацію отриманої реакційної маси. В процесі магнієрмічного відновлення вводять як легувальний елемент ванадію - ванадієвмісні відходи тетрахлориду ванадію, які одержані на стадії очищення технічного тетрахлориду титану, у вигляді суміші з тетрахлоридом титану та алюміній, у співвідношенні легувальних елементів релевантних відповідному сплаву титану.

UA 164651 U

UA 164651 U

Корисна модель належить до галузі кольорової металургії, а саме до виробництва губчастого титану та сплавів титану з використанням лігатур.

Модуль пружності титану, який майже вдвічі менший від заліза, не дозволяє ефективно застосовувати титан для жорстких конструкцій. Навіть невелика кількість домішок кисню, азоту, а особливо водню й вуглецю, істотно погіршує пластичність, хоч і підвищує міцність титану. Для того, щоб захистити рідкий метал від шкідливої дії повітря, його плавлять, розливають й зварюють у вакуумі або інертних газах.

Властивості нелегованого, технічного титану можливо змінити у бажаному напрямі завдяки введенню легуючих елементів: алюмінію, молібдену, ванадію, хрому, марганцю, заліза, танталу, ніобію, цирконію, олову, міді, вольфраму, кремнію, нікелю, свинцю, берилію, кобальту, гафнію, та ін., які утворюють з титаном тверді розчини заміщення. Залежно від системи легування отриманий титановий сплав може отримати підвищену або знижену температуру поліморфного перетворення, стати більш крихким, підвищити міцність, жаротривкість і температурну стабільність, або знизити пластичність титанових сплавів. Легуючі елементи також впливають і на зміцнення титанових сплавів термічною обробкою.

Основним легуючим елементом для більшості промислових сплавів титану є алюміній, який підвищує міцність і модуль пружності, водночас знижуючи їхню густину. Інші легуючі елементи, як уже зазначалося, переважно поліпшують механічні властивості сплавів титану.

Сплави титану з ванадієм відрізняються чудовою технологічною пластичністю.

А такий сплав, як Ti_6Al_4V - найбільш поширений сплав титану, який має чудові механічні властивості та використовується в авіаційній і ракетній техніці.

Для отримання титанових сплавів з певним вмістом ванадію та алюмінію розроблені технології легування сплавів шляхом використання спеціальних лігатур. Технологія виготовлення таких титанових сплавів за допомогою лігатур складна та витратна. Спрощення технології легування сплавів можливе за рахунок отримання губчастого титану із заданим вмістом ванадію та алюмінію.

З рівня техніки відомі близькі аналоги, що запропоновані, способи отримання легovanого губчастого титану, реалізовані в згаданих нижче способах.

Відомий спосіб отримання губчастого титану (UA46526, C22B 34/12, 06.07.2009), легovanого киснем, що включає магнієтермічне відновлення тетрахлориду титану з введенням кисню і подальшою вакуумною сепарацією отриманої реакційної маси, який відрізняється тим, що одночасно з введенням в процес тетрахлориду титану вводиться газоподібна суміш кисню з аргоном в масовому співвідношенні, визначуваному заданим вмістом кисню в губчастому титані.

Недоліком способу є те, що введення кисню в процес відновлення призводить до збільшення кількості окису магнію, що призводить до збільшення кількості шламу та погіршення якості хлориду магнію.

Відомий спосіб (UA70945, C01B 6/00, 30.12.2011) отримання гідриду титану губчастого, легovanого киснем, що включає розміщення титану губчастого в реакційній камері електроустановки, вакуумування робочого простору камери, подачу в реакційну камеру аргону до створення у ній надлишкового тиску 0,05-0,15 ат., наводнювання титану губчастого шляхом подачі водню в реакційну камеру електроустановки при надлишковому тиску в ній 0,2-0,7 ат. при підвищенні температури і наступне охолодження отриманого гідриду титану, який відрізняється тим, що як сировина використовується титан губчастий, легований киснем.

Недоліком способу є неможливість введення металевих легувальних елементів, таких як ванадій, алюміній, молібден, в процес магнієтермічного відновлення. При цьому введення кисню в процес відновлення призводить до збільшення кількості окису магнію, що призводить до збільшення кількості шламу та погіршення якості хлориду магнію.

Відомий спосіб (UA 54498, C22C 14/00, C22C 35/00, 21.05.2010) одержання титану губчастого, що містить кисень, залізо, хлор та азот, який відрізняється тим, що має наступне співвідношення компонентів, мас. %: кисень 0,12-0,50; залізо 0,05-0,13; хлор 0,08-0,10; азот 0,02-0,03; титан решта.

Недоліком відомого способу є неможливість введення металевих легувальних елементів, таких як ванадій, алюміній, молібден, в процес магнієтермічного відновлення.

Найбільш близьким за технічною суттю та вирішеного результату є "Спосіб отримання губчастого титану, легovanого ванадієм та алюмінієм", патенту на корисну модель UA 119521, 18.04.2017. який включає магнієтермічне відновлення тетрахлориду титану та подальшу вакуумну сепарацію отриманої реакційної маси. Як легувальні елементи в процес магнієтермічного відновлення вводять ванадій у вигляді тетрахлориду ванадію в суміші з тетрахлоридом титану та алюміній в масовому співвідношенні, визначених заданим вмістом ванадію та алюмінію в губчастому титані.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб виробництва і отримання якісного губчастого титану, легованого ванадієм та алюмінієм, спрощення та здешевлення технології виробництва шляхом виключення використання дороговартісних ванадієвих лігатур шляхом застосування відходів очищення тетрахлориду титану, як джерело надходження легувального елемента ванадію та використання ванадієвмісних відходів, які створюються при очищенні технічного тетрахлориду титану у виробництві титану легованого ванадієм та алюмінієм.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі отримання губчастого титану, легованого ванадієм та алюмінієм, що включає очищення технічного тетрахлориду титану з отриманням очищеного тетрахлориду титану та відходів у вигляді тетрахлориду ванадію, магнієтермічне відновлення очищеного тетрахлориду титану та подальшу вакуумну сепарацію отриманої реакційної маси, згідно з корисною моделлю, як легувальні елементи в процесі магнієтермічного відновлення вводять відходи очищення тетрахлориду титану, як джерело надходження легувального елемента ванадію, у вигляді тетрахлориду ванадію в суміші з тетрахлоридом титану, та алюміній, у співвідношенні легувальних елементів релевантних відповідному сплаву титану.

Введення легувальних елементів безпосередньо в процесі магнієтермічного відновлення тетрахлориду титану дозволяє отримати рівномірний їх розподіл в отриманому губчастому титані. Це дозволяє виключити операції додаткового переплаву для рівномірного розподілу легувальних елементів по всьому об'єму блока губчастого титану, що значно знижує витрати на виробництво титанових сплавів. Використання відходів очищення тетрахлориду титану, як джерело надходження легувального елемента ванадію, у вигляді тетрахлориду ванадію в процесі магнієтермічного відновлення робить процес очищення технічного тетрахлориду титану практично безвідходним та замкнутим.

Корисну модель виконують наступним чином.

Класичний технологічний процес виробництва губчастого титану магнієтермічним способом включає наступні етапи:

- підготовку шихти, що містить титановий шлак, відновник і хлористий натрій;
- хлорування шихти в хлораторі з отриманням технічного тетрахлориду титану;
- очищення технічного тетрахлориду титану з отриманням очищеного тетрахлориду титану;
- магнієтермічне відновлення титану з очищеного тетрахлориду титану з одержанням реакційної маси;
- вакуумну сепарацію реакційної маси з одержанням блока губчастого титану, -подрібнення та розсів губчастого титану.

Технологічна схема виробництва очищеного тетрахлориду титану передбачає дистиляцію, першу і другу ректифікацію в ректифікаційних колонах для видалення нижче- і вище киплячих домішок. По ходу очищення утворюються промпродукти технології у вигляді ванадієвмісного кубового залишку і легкокиплячого дистиляту. Промпродукти очищення зазнають додаткової переробки, їх переробляють для додобування тетрахлориду титану. Переробка кубового залишку полягає у випарюванні та сушінні згущеної частини пульпи на сипучий кек у печі тигля. Відігнаний конденсат повертається на очищення, а сухий ванадієвмісний залишок нейтралізується вапном. Нейтралізований ванадієвмісний залишок прямує у відвал.

Тобто сировина, яка здатна стати легуючим елементом, за класичною технологією стає відходом.

Приклад здійснення корисної моделі.

Здійснення, вказаного способу отримання губчастого титану легованого ванадієм та алюмінієм в процесі магнієтермічного відновлення, в лабораторних умовах полягала в наступному: хлорування титановмісних матеріалів виконували на лабораторній установці, з сольовим розплавом газоподібним хлором, що подавався зі спеціального балона. Подрібнені компоненти шихти (ільменіт, кокс, електроліт магнієвого виробництва як сполучного матеріалу) подавали окремо на дзеркало розплаву хлоратора вручну, попередньо зважуючи на електронних вагах. Хлор вводили в нижню частину зони розплаву хлоратора, де при температурах від 720 °C до 740 °C у присутності вуглецю протікали реакції хлорування окислив титану та супутніх домішок. Парогазова суміш, що утворювалась при цьому та, що містила тетрахлорид титану, окисли вуглецю, азот, хлориди заліза, алюмінію, хрому, марганцю, кремнію, ванадію та інших елементів надходила у систему конденсації для вилучення тетрахлориду титану. Сконденсований технічний тетрахлорид титану збирали в збірний бак та, в подальшому, піддавали ректифікаційній очистці.

Очистку технічного тетрахлориду титану проводили по ректифікаційній схемі. У результаті процесів масообміну з тетрахлориду титану відганяли нижчекиплячі домішки та виводили їх з

первинним легкокиплячим дистиллятом (ЛКД). Для осадження окситрихлориду ванадію й інших сполук елементів перемінної валентності в нижню частину колони ректифікації дозували пульпу нижчих хлоридів титану, отриману раніше відновленням тетрахлориду титану алюмінієвою пудрою. У результаті відновлення окситрихлорид ванадію переводився у нерозчинну сполуку.

5 Відділення тетрахлориду титана від вищекиплячих домішок та твердих продуктів реакції проводили у колонні ректифікації. Кубові залишки (V пульпа) направляли на отримання тетрахлориду ванадію.

В подальшому упарену пульпу з вмістом ванадію дозували в спеціальний хлоратор для хлорування ванадієвої пульпи. Для до хлорування нижчих хлоридів титану та ванадію у хлоратор подавали газоподібний хлор зі спеціального балона, а температуру у хлораторі підтримували у межах від 580 °С до 620 °С. Парогазову суміш з хлоратора, що складалося в основному з тетрахлориду титана та тетрахлориду ванадію, направляли на конденсацію. Випарений продукт, що представляв собою суміш тетрахлоридів ванадію та титану після конденсації у холодильнику збирали у збірній ємності.

15 Отримана по описаній технології суміш тетрахлоридів ванадію та титану є ванадійвмісною складовою для отримання інноваційного легованого в процесі магнієрмічного відновлення титану губчастого.

Надалі у реторту герметичного апарата відновлення завантажували магній та алюміній, апарат встановлювали в електропіч, проводили вакуумування до залишкового тиску 0,1 кПа. Потім подавали в нього аргон до надмірного тиску 101 кПа. Апарат нагрівали до температури 800 °С, після чого здійснювали процес магнієрмічного відновлення з подачею суміші тетрахлоридів титану та ванадію. Процес вакуумної сепарації, отриманої реакційної маси, здійснювали за класичною технологією. Після охолодження апарата вакуумної сепарації блок губчастого титану, легований ванадієм та алюмінієм, виймали, подрібнювали до розміру частинок від 0,25 до 1,0 мм.

В результаті здійснення корисної моделі було отримано зразки губчастого титану, легованого ванадієм та алюмінієм.

Таким чином, використання корисної моделі забезпечує виключення операцій багаторазового переплаву для забезпечення рівномірного розподілу легувальних елементів та застосування відходів очищення тетрахлориду титану, як джерело надходження легувального елемента ванадію при виробництві губчастого титану легованого ванадієм та алюмінієм безпосередньо в процесі магнієрмічного відновлення.

Спосіб може бути реалізований в умовах сучасного промислового виробництва з використанням стандартного обладнання, сировини та матеріалів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб отримання губчастого титану, легованого ванадієм та алюмінієм, що включає магнієрмічне відновлення очищеного тетрахлориду титану та подальшу вакуумну сепарацію отриманої реакційної маси, який **відрізняється** тим, що в процесі магнієрмічного відновлення вводять як легувальний елемент ванадію ванадійвмісні відходи тетрахлориду ванадію, які одержані на стадії очищення технічного тетрахлориду титану, у вигляді суміші з тетрахлоридом титану, та алюміній, у співвідношенні легувальних елементів, релевантних відповідному сплаву титану.