

## ЕЛЕКТРОННО ПРОМЕНЕВА ПЛАВКА ВІДХОДІВ ТИТАНУ<sup>1</sup>

*Коляда О.Ф.*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут»*

В статті изложены результаты исследования влияния электронно-лучевой плавки на чистоту отходов титана GRADE2 BT1-0. Исследовано влияние режимов электронно-лучевой плавки на поведение примесей и легирующих элементов. Показано, что режим электронно-лучевой плавки оказывает большое влияние на степень рафинирования металла.

В роботі представлено результати дослідження впливу електронно променевої плавки на чистоту відходів титану GRADE2 BT1-0. Досліджено вплив режимів електронно променевої плавки на поведінку домішок і легуючих елементів. Показано, що режим електронно променевої плавки дає великий вплив на степінь рафінування металу.

Об'єктом досліджу були хімічний склад, механічні властивості, структура зливків титану, процеси кристалізації і поведінка летучих домішок і елементів пару в умовах високого вакууму та температур.

Метою роботи була розробка обладнання і технологія електронно променевого переплаву з проміжною ємністю для плавки титану, отримання бездефектних зливків гарантованого складу з високою хімічною однорідністю.

Для цього розроблена технологія виплавки зливків діаметром 200, 300 і 400 мм довжиною до 2000 мм та сляби розміром 150×950×2000 мм нелегованої марки титану BT1-0 (GRADE2). Випробуваний хімічний склад, структура зливків, визначені закономірності поведінки легуючих компонентів і добавок, формування усадкової раковини при умовах ЕПП.

Методи дослідження – математичне моделювання, експериментальні плавки на досвідно промисловій установці, хімічний аналіз, механічні випробування.

В результаті проведених дослідів виявлено, що якість металу отриманих методом ЕППЕ повністю відповідає вимогам вітчизняних і закордонних стандартів.

По способу застосування титанові сплави умовно можна розділити на технічний титан, сплави підвищеної пластичності, сплави середньої міцності, високоміцні сплави, жароміцні сплави, ливарні сплави та інші.

До технічного титану відносяться сплави BT1-00 і BT1-0 (аналогами є американські сплави Grade1 і Grade2 ). Властивості цих сплавів визначаються властивостями металевого титану й залежать тільки від кількості домішок. BT1-00 є

---

<sup>1</sup> Роботу виконано під керівництвом член-кор. НАН України, професора Чернеги Д.Ф. (НТУУ «КПІ») і д.т.н. Жука Г.В. (ІЕЗ ім. Е.О.Патона НАН України).

більш чистим по домішках, чим VT1-0 (наприклад, припустиме вміст кисню становить 0.1 мас.% проти 0.2 мас.%). Завдяки цьому, сплав VT1-00 характеризується меншою міцністю - 300-400 МПа проти 400-500 МПа. Технічний титан знаходить застосування, в основному, у хімічній промисловості (завдяки високій корозійній стійкості) і для конструкцій, що не несуть значного навантаження.

Вміст алюмінію, ванадію й заліза в титані й сплавах на його основі визначають відповідно за ГОСТ 19863.1-91, ГОСТ 19863.2-91 ГОСТ 19863.5-91 атомно-абсорбційним методом приладами Сатурн-1, Perking ELMER (США). Вміст вуглецю визначають за ГОСТ 9853.3-86 на експрес-аналізаторі АН-7560.

Для визначення вмісту кисню, азоту, водню виготовляють зразки МІ-99 циліндричної форми діаметром 3 мм і довжиною 3 мм. Зразки виготовляються з металу, що залишається на зливальному носку проміжної ємності при останньому зливі в кристалізатор. Вміст кисню, азоту й водню визначають методом плавлення аналізованого навішення в потоці газу-носія на приладах типу RO-316, TN-114, RH-3 фірми LECO (США).

Для переплаву було вибрано електронно-променевою установку УЄ-182.

Конструкція електронно-променевої установки УЄ-182М відрізняється технологічністю у виготовленні й високої надійності, дозволяє здійснювати ряд технологічних процесів шляхом заміни одного оснащення на інше.

Основні вузли й агрегати установки: вакуумна камера, блок електронно-променевого нагрівача (ЕПН), кристалізатора, проміжної ємності, механізму подачі заготовки й витягування злитка, системи: вакуумної, водяного охолодження, електроживлення ЕПН, керування й стабілізації струму променя.

Було проведено три експериментальні плавки. Після чого визначався хімічний склад цих зливоків, який наведений у таблиці 1.

Таблиця 1. Хімічний склад титану GRADE2 трьох експериментальних плавок

№ плавки	Вміст елементів, мас. %							Сума інших
	Легуючі		Домішки, не більше					
	Al	V	Fe	Si	C	H	N	
1	1,0	0,01	0,14	0,08	0,03	-	0,04	0,24
2	0,9	-	0,17	0,1	0,05	0,007	0,03	0,29
3	0,7	0,005	0,07	0,08	0,06	0,01	0,01	0,2

#### Висновки

З даного дослідження видно, що за допомогою ЕПП можна регулювати хімічний склад та службові властивості титану GRADE2.

Застосування електронно променевого переплаву з проміжною ємністю приводить до зниження забруднення титану від неметалічних включень. При цьому покращенні чистоти металу та структури приводить до кращої деформованості заготовки, а отриманий метал після ЕППЕ повністю відповідає вимогам технічних умов на поставку великогабаритних виробів.

Зливки титану отримані технологією ЕППЕ з відходів та лому, характеризуються високою однорідністю по висоті та перетину. Хімічний склад повністю відповідають вітчизняним та зарубіжним стандартам.

Процес ЕППЕ є ефективним методом отримання бездефектних зливок титану з високою долею (100 %) використання відходів.

Були експериментально вивчені процеси формування усадкових раковин в титанових зливках при виплавці в ЕПП з проміжною ємністю. Випробування проводились для зливок круглого перетину діаметрами 200,300,400 мм нелегованого титану марки ВТ1-0.

На основі вивчення процесу ЕППЕ розроблена технологія переробки відходів титану GRADE2 для отримання зливок круглого перетину та слябів, гарантованого хімічного складу, який відповідає стандартам. Розроблена схема виведення усадкової раковини з головної частини зливка.

#### Література

1. Мовчан Б.А., Тихоновский А.Л., Курапов Ю.А. Электронно-лучевая плавка и рафинирование металлов и сплавов. –Киев: Наукова думка, 1972. –240с.
2. Электронно-лучевая плавка/ Б.Е.Патон, Н.П.Тригуб, Д.А.Козлитин и др., Киев: Наукова думка, 1997. – 265 с.
3. Электронная плавка металлов / Заборонок Г.Ф., Зеленцов Г.И., Ронжин А.С., Соколов Б.Г. – М.: Металлургия, 1972. – 348с.
4. Добаткин В.И., Аношкин Н.Ф., Андреев А.Л. Слитки титановых сплавов. - М.: Металлургия, 1966. - 286 с.

Filename: Kolyada\_papaer  
Directory: C:\Mykhalenkov\Articles  
Template: C:\Documents and  
Settings\Mykhalenkov\Application  
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot  
Title: Об`єктом досліджується хімічний  
склад, службові властивості, структура зливків титану  
, процеси кристалізації поведінка летучих домішок і  
елементів пару в умовах високого вакууму та  
температур  
Subject:  
Author: Admin  
Keywords:  
Comments:  
Creation Date: 21/05/2008 2:03 PM  
Change Number: 2  
Last Saved On: 21/05/2008 2:03 PM  
Last Saved By: Kostyantyn Mykhalenkov  
Total Editing Time: 0 Minutes  
Last Printed On: 21/05/2008 2:03 PM  
As of Last Complete Printing  
Number of Pages: 3  
Number of Words: 959 (approx.)  
Number of Characters: 5,468 (approx.)