

УДК 669 187 526

**ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ НЕЛЕГОВАНОГО ТИТАНУ  
VT1-0<sup>1</sup>**

О. Ф. Коляда

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

*В роботі показані результати дослідження впливу електронно-променевої плавки на чистоту переплавляємих відходів титану GRADE2 (VT1-0). Досліджено вплив режимів електронно-променевої плавки на поведінку домішок і легуючих елементів. Показано, що режим електронно-променевої плавки значно впливає на ступінь рафінування металу.*

*В статье изложены результаты исследования влияния электронно-лучевой плавки на чистоту переплавляемых отходов титана GRADE2 (VT1-0). Исследовано влияние режимов электронно-лучевой плавки на поведение примесей и легирующих элементов. Показано, что режим электронно-лучевой плавки очень влияет на степень рафинирования металла.*

*The results of research is affection of the cathode-ray melting are in-process rotined on the cleanness of offcuts to titan Grade2 (Vt1-0). Investigational influence of the modes of the cathode-ray melting on the conduct of admixtures and alloying elements. It is rotined that the mode of the cathode-ray melting gives large influence on the degree of affinage of metal.*

**Вступ**

При виплавці зливків титану і його сплавів все більше застосування знаходить технологія електронно-променевої плавки з проміжною ємністю, яку використовують не тільки для утилізації лому титану, але для виплавки зливків із губчастого титану.

**Постановка задачі дослідження**

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

---

<sup>1</sup> - роботу виконана під керівництвом член-кореспондента НАН України, д.т.н., професора Д. Ф Чернеги. (НТУУ «КПІ») та д.т.н. Г. В. Жука, інститут електрозварювання ім. Е. О. Патона НАН України

Для цього застосована технологія виплавки зливків діаметром 200, 300, 400 мм довжиною до 2000 мм та слябів розміром 150×950×2000 мм нелегованої марки титану VT1-0 (GRADE2). Випробуваний хімічний склад, структура зливків, визначені закономірності поведінки легуючих компонентів і добавок, формування усадкової раковини в мовах ЕПП.

### **Методика проведення експериментів**

Для переплаву відходів була вибрана електронно-променева установка УЕ-182М.

Конструкція електронно-променевої установки УЕ-182М відрізняється технологічністю у виготовленні й високою надійністю, дозволяє здійснювати ряд технологічних процесів шляхом заміни одного оснащення на інше [1].

Основні вузли й агрегати установки: вакуумна камера, блок електронно-променевого нагрівача (ЕПН), кристалізатор, проміжна ємність, механізм подачі заготовки й витягування зливка, системи: вакуумної, водяного охолодження, керування й стабілізації струму променя. Установка має сім плоско-променевих гармат. Кожна гармата має своє джерело живлення та систему автоматичної стабілізації струму променя. Це визвало необхідність роздільного регулювання потужностями нагрівання в кристалізаторі, проміжній ємності та її зливному носку. Просторове управління променями здійснюють за допомогою відхиляючої електромагнітної системи. Відхилення електронних променів регулюють у двох взаємо-перпендикулярних напрямках, що дозволяє створювати найбільш сприятливу конфігурацію зони нагрівання металу.

Кристалізатор служив для формування зливка з переплавленого металу. Використання проміжної ємності дало змогу значно збільшити ступінь рафінування металу.

По закінченню плавки проводився процес виведення усадкової раковини. Для зливків різного діаметру цей процес проводиться по своїй технологічній карті, яка знаходиться у оператора ЕПП. Процес виводу усадкової раковини дозволяє проводити переплав відходів майже без втрат (до 95%), що допомагає значно економити енерговитрати.

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

До технічного титану відносяться сплави VT1-00 і VT1-0 (аналогі-американські сплави Grade1 й Grade2 ). Властивості цих сплавів визначаються властивостями металевого титану й залежать тільки від кількості домішок. VT1-00 є більш чистим по домішках, ніж VT1-0 (наприклад, припустимий вміст кисню становить 0.1% проти 0.2% у VT1-

0). Завдяки цьому, сплав VT1-00 характеризується меншою міцністю - 300-400 МПа проти 400-500 МПа [2].

Вміст алюмінію, ванадію й заліза в титані й сплавах на його основі визначались відповідно за ГОСТ 19863.1-91,ГОСТ 19863.2-91 ГОСТ 19863.5-91 атомно-абсорбційним методом за допомогою приладів Сатурн-1 та "Perkin Elmer" (США). Вміст вуглецю визначають за ГОСТ 9853.3-86 на експрес-аналізаторі АН-7560.

Для визначення вмісту кисню, азоту, водню виготовлялися зразки МІ-99 циліндричної форми діаметром 3 мм і довжиною 3 мм з металу, що залишається на зливальному носку проміжної ємності при останньому зливі в кристалізатор.

### Результати досліджень і їх обговорення

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

**Таблиця 1** Хімічний склад нелегованого титану після трьох експериментальних плавок

№ плавки	Вміст елементів, мас. %								
	Легуючі		Домішки, не більше						Сума інших
	Al	V	Fe	Si	C	O	H	N	
1	1,0	0,01	0,14	0,08	0,03	0,12	-	0,04	0,24
2	0,9	-	0,17	0,1	0,05	0,14	0,007	0,03	0,29
3	0,7	0,005	0,7	0,08	0,06	0,18	0,01	0,01	0,2

Універсальна установка УЕ-1850, служила для оплавлення бічної поверхні зливок. Вона складалася з трьох аксіальних гармат, камери та валків на яких обертався зливок. Процес оплавлення дозволив замінити трудомісткий спосіб обточування зливок, на більш простий та зменшити затрати металу. Після процесу оплавлення проводиться торцювання зливка на токарному станку та набивається номер.

### Висновки

Таким чином, проведені досліді по електронно-променевої плавці відходів нелегованого титану показали, що в процесі плавки додаткове забруднення металу шкідливими домішками не відбувається.

За допомогою ЕПП можна регулювати хімічний склад та службові властивості титану.

Застосування електронно-променевого переплаву з проміжною ємністю приводить до зниження забруднення титану від неметалічних включень. При цьому отриманий метал після ЕППЕ повністю відповідає вимогам технічних умов на поставку великогабаритних виробів [3].

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

Процес ЕППЕ є ефективним методом отримання бездефектних зливок титану з високою долею (95%) використання відходів.

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 застосована технологія переробки відходів титану GRADE2 для отримання зливок круглого перетину та слябів, гарантованого хімічного складу, відповідаючим стандартам.

#### **Література**

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