

УДК 669.018.4

**ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕПЛАВУ ВІДХОДІВ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ  
І СПЛАВІВ НА ОСНОВІ НІКЕЛЮ<sup>1</sup>***В. О. Усович**Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”*

*Відходів гранульованих порошків жароміцних сплавів і сплавів на основі нікелю при виготовленні деталей доволі багато (30-40%). За допомогою індукційної плавки в секційному кристалізаторі надається можливість найкращої їх переробки. Такий процес переробки порошків дозволяє зберегти розміри гранул, структуру, хімічний склад і вміст легуючих елементів.*

*Отходы гранулированных порошков жаропрочных сплавов и сплавов на основе никеля при изготовлении деталей много (30-40%). С помощью индукционной плавки в секционном кристаллизаторе представляется наилучшим способом их переработки. Такой процесс переработки гранулированных порошков позволяет сберечь размеры гранул, структуру, химический состав и содержание легирующих элементов.*

*Waste of the granulated powders of heat resisting alloys and alloys on the basis of nickel at manufacturing of details it is a lot of (30-40 %). By means of induction fusion in section crystallizer possibility in the best way of their processing. Such process of processing granule powders allows to save up the sizes of granules, structure, a chemical compound and the maintenance alloying elements.*

**Вступ**

Зерниста технологія знаходить широке застосування в літакобудуванні і космічних розробках для виготовлення лопаток турбін і елементів корпусу з термостійких сплавів на нікелевій та титановій основі. При виготовленні таких деталей залишаються відходи.

Відходи з злитка, який пішов на виготовлення виробу, здатні до подальшої переробки і складають 25-30 % Найбільш раціональним методом

---

<sup>1</sup> - роботу виконано під керівництвом доцента, к.т.н., доцента М. О. Кравченко, НТУУ „Київський політехнічний інститут”

утилізації відходів гранульованих порошків є сучасні процеси переплаву, такі як вакуумно-дуговий, електронно-променевий або плазмово-дуговий [2].

### **Постановка задачі дослідження**

При обробці відходів матеріалів зі стандартним хімічним складом, одна з проблем, що виникає при переробці гранульованих порошків є збереження розмірів гранул.

### **Методика проведення експериментів**

При вакуумному переплаві (вакуумно-дуговий і електронно-променевий переплав) втрата легуючих елементів з високою пружністю пари, наприклад, алюмінію – є неминучою. До того ж, виникають труднощі при переплаві цих відходів в електронно-променевих печах із за необхідності використовувати допоміжні засоби (вакуумні вентилі і насоси), щоб попередити взаємодію гранулята [2].

Переплаву гранульованих порошків в плазмово-дугових установках перешкоджає видування порошку з кристалізатора газовими потоками від плазмових дуг.

Отже, аналізуючи потенціал традиційних процесів переплаву спеціальної металургії (ВДП, ЕЛП і ПДП) бачимо, що неможливо ефективно використовувати гранульовані порошки для плавлення.

В зв'язку з цим, переплав відходів гранульованих порошків (розмір гранул 150-300 мм) титанового жароміцного сплаву і сплаву на основі нікелю випробовувався в установках індукційного переплаву в секційному кристалізаторі діаметром 70 мм [1].

### **Результати досліджень**

Так процес індукційного переплаву в секційному кристалізаторі супроводжується віджимом розплаву в зоні індуктора і формуванням випуклого меніска [3]. Гранульовані порошки (відходи) з бункера установки постійно підживлюють верхню частину меніска протягом всього процесу переплаву (рис. 1) [1].

Вміст газів в переплавляемому металі залежить від чистоти інертного газу, який захищає метал під час плавлення. При переплавленні в атмосфері аргону, вміст кисню, азоту і водню в металі злитків постійно вищий, ніж в процесі переплаву в гелії.

Виплавлені зливки мають гарну якість поверхні, в поверхневому шарі відсутні дефекти. Нагрів, під інтенсивними силами перемішування метала при атмосферному тиску в інертному газі в камері плавлення, не приводить до втрат легуючих елементів типу олова і алюмінію, які мають достатньо високу пружність пари (табл. 1) [1].

**Таблиця 1** Хімічний склад зливоків, виплавлених з відходів гранульованих порошоків [1]

Сплав, вибраний зразок		Вміст елементів (мас.%)								
		Al	Cr	W	Mo	Sn	[C]	[O]	[N]	[H]
на титановій основі										
Первинний порошок		5,42	-	-	-	2,68	0,018	0,08	0,011	0,005 0
Злиток	Аргон	5,41	-	-	-	2,66	0,018	0,09	0,023	0,0046
Злиток	Гелій	5,41	-	-	-	2,66	0,018	0,084	0,017	0,0042
Стандарт		4,0-5,0	-	-	-	2,3-3,0	0,05	0,12	0,04	0,008
на основі нікелю										
Первинний порошок		1,06	32,7	4,7	2,4	-	0,04	0,005	0,007	0,0005
Злиток	Аргон	1,05	32,7	4,7	2,4	-	0,04	0,005	0,007	0,0005
Злиток	Гелій	1,05	32,7	4,7	2,4	-	0,037	0,008	0,010	0,0003
Стандарт		0,05-1,10	32,0-33,6	4,3-5,3	2,3-3,3	-	0,10	Не визначено	Не визначено	Не визначено

Макроструктура зливоків, виплавлених з гранульованих порошкових відходів, щільна і, головним чином, має осьовий напрямок кристалів (рис. 2). Розмір макрозерен в зливках не відрізняється від зерен в первинних

злитках з таким же діаметром, виплавлених в вакуумно-дугових електродних печах [1].

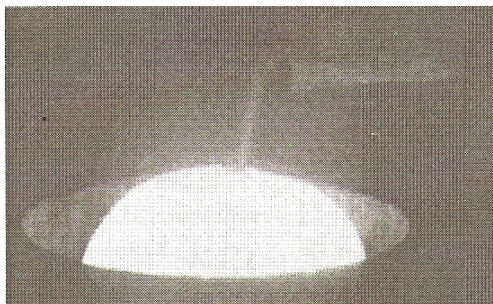


Рис. 1. Випуклий меніск розплаву в секційному кристалізаторі діаметром 70 мм [1, 3]



Рис.2. Макроструктура злитку діаметром 70 мм, виплавленого з відходів гранульованого порошку (титановий сплав) [1]

### **Висновок**

Отже, оптимальною технологією для переробки відходів жароміцних сплавів і сплавів на основі нікелю у вигляді гранульованого порошку - є індукційна плавка в секційному кристалізаторі, котра дозволяє зберегти розміри гранул, структуру, хімічний склад і вміст легуючих елементів.

### **Література**

1. Sheiko I. V. Latash Y. V. Induction melting with on ingot formation in a sectional mould. *Welding and surfacing Reviews// Mater.Sci.* – 1999. P. 98.
2. . Линчевский Б. Н. Вакуумна плавка. – М.: Металургія, 1975. - 240с.
3. Методичні вказівки до самостійної роботи, курсового та дипломного проектування з курсу «Технологія та устаткування спеціальної металургії»./Уклад. Г.О.Ремізов, І.В. Шейко. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2004. – 35с.