

УДК 669.187.526.002.6

ВПЛИВ СКЛАД ВИХІДНОЇ ШИХТИ НА ЯКІСТЬ ЗЛИВКІВ ТИТАНУ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕПП

Т. В. Вовк

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Досліджено вплив складу вихідної шихти на якість зливків титану, які виплавлено в електронно-променевої печі з проміжною ємністю. Вивчені механічні властивості. Проведена оцінка забрудненості неметалевими включенням.

Исследовано влияние состава исходной шихты на качество слитков титана, выплавленных в электронно-лучевой печи с промежуточной емкостью. Изучены механические свойства. Проведена оценка загрязненности неметаллическими включениями.

Influence of structure of initial charge on quality of final ingots of the remelted by means of electron beam furnace titanium using intermediate capacity was considered. Mechanical properties were studied and melt contamination by nonmetallic inclusions were investigated.

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

З ціллю вивчення впливу складу вихідної шихти на вміст домішок в зливках на електронно-променевої установці з проміжною ємністю УЕ-208 було проведено декілька серій експериментальних плавок. В якості вихідної шихти використовували губчастий титан різних марок. Плавки проводились в кристалізаторі діаметром 165 мм. Геометричні розміри проміжної ємності склали 380×250 мм.

Основною відмінністю ЕПП губчастого титану від плавки кускових відходів титану є підвищене розбрикування капелі металу в камері плавки та інтенсивне виділення газів із губки, що плавиться, перешкоджає стабільній роботі електронно-променевих гармат. Таке підвищене

виділення газів обумовлено тим, що в губчастім титані міститься легкі сполуки хлориду магнію, які при нагріві переходять в газоподібний стан.

Методика проведення експериментів

Вакуумування установки УЕ-208 здійснювалось паромасляним бустерним насосом НВБМ-5, який має максимальну продуктивність в діапазоні тиску 0.1...1,0 Па. Тому при максимальному газовиділенні тиск в камері плавки швидко відновлювався і плавка пройшла повністю. Крім того, для підвищення стійкості роботи вакуумної системи в умовах інтенсивного газовиділення до вихлопного патрубку насоса НВБМ-5 був підключений механічний двороторний насос ДВН-500.

Плавку титанової губки здійснювали без попереднього пресування. В процесі плавки губка горизонтальним механізмом подачі по спеціальному жолобу безперервно подавалася в робочу область над проміжною ємністю, де під дією електронних променів відбувалось її плавлення. По мірі накопичення розплаву в проміжній ємності рідкий метал зливали в кристалізатор, де і формувалася зливка. Процес плавки протікав стабільно, швидкість плавки і потужність електронно-променевого нагріву поверхні розплаву підтримувались постійними на протязі всієї плавки (табл. 1).

Максимальна швидкість плавки губки, отриманої на даній установці, складала 120 кг/год. До речі, фактором, що обмежує швидкість плавки, є потужність відкачної системи. При подальшому збільшенні швидкості плавки підвищується тиск в камері плавки із-за інтенсифікації газовиділення із розплавляємої губки, що призводило до порушення стабільності роботи електронно-променевих гармат і закінчення процесу плавки.

Таблиця 1 Технологічні режими експериментальних плавок титанової губки на електронно-променевої установці УЕ-208

Номер плавки	Потужність електронно-променевого нагріву, кВт	Швидкість плавки, кг/год	Питома витрата електроенергії, кВт×год/кг
1	150	35,7	4,2
2	170	54,3	3,1
3	170	41,1	4,1
4	155	54,4	2,9
5	165	63,5	2,6
6	230	122,2	1,9

Хімічний аналіз отриманих злиwkів нелегованого титану показав (табл. 2), що в процесі переплаву вміст домішок в титані не збільшується, а

концентрація хлору і водню зменшується, при чому водню це зменшення складає від 2 до 7 разів, а по хлору – від 2 до 3.

Таблиця 2 Вміст домішок в зливках титану, що отримані на електронно-променевої установці УЕ-208

Номер плавки	Концентрація елементів, мас. %						
	O	N	H	Fe	C	Al	Cl
Вихідна шихта	0,05	0,02	0,0077	0,11	0,005	0,045	0,07
1	0,097	0,020	0,0015	0,048	0,004	0,042	0,021
2	0,039	0,012	0,0010	0,062	0,020	0,056	0,023
3	0,048	0,009	0,0018	0,049	0,009	0,011	0,022
4	0,070	0,012	0,0022	0,10	0,010	0,032	0,029
5	0,067	0,014	0,0048	0,055	0,008	0,038	0,021
6	0,099	0,024	0,0054	0,07	0,010	0,06	0,022

Результати досліджень

Для вивчення впливу якості губчастого титану на хімічний склад зливок, що виплавляються була проведена серія експериментальних плавок з використанням в якості вихідної шихти губчастого титану різних марок (ГОСТ 17746-79). Марка губки відповідає максимально допустимій твердості цієї губки, що визначається по методу Бринеля. Наприклад, твердість губки марки ТГ-120 не повинна перевищувати 120 одиниць за шкалою Бринеля.

Результати хімічного аналізу складу зливок нелегованого титану, виплавлених із губчастого титану різних марок, показують (рис. і 2), що зі збільшенням твердості губки вміст домішок внесення (кисень, азот) в металі зливка, що виплавляється монотонно зростає.

Вміст всіх домішок в титані, крім азоту, не перевищує вимог вітчизняних (ГОСТ 17746-91) і закордонних (ASTM B348-99) стандартів для нелегованого титану в усьому досліджуваному діапазоні марок губчастого титану.

Кількість азоту в зливках, що виплавлені із губки марки ТГ-150 (рис. 2), може перевищувати вказані в стандартах граничні концентрації. Тобто для виробництва зливок нелегованого титану методом ЕПП може бути використана титанова губка наступних марок: ТГ-90, ТГ-100, ТГ-110, ТГ-120, ТГ-130.

Одним із важливіших техніко-економічних показників будь-якого металургійного переділу є вихід придатного металу.

В результаті обробки експериментальних даних (рис. 3) в діапазоні питомої витрати електроенергії від 2 до 7 кВт×год/кг було отримано

лінійну залежність.

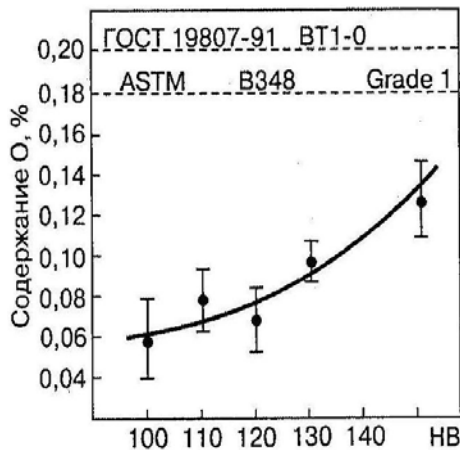


Рис. 1 Залежність вмісту кисню в зливках ЕПП від марки переплавляємої губки.

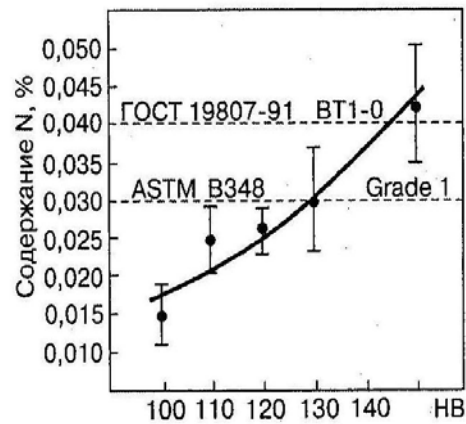


Рис. 2 Залежність вмісту азоту в зливках ЕПП від марки переплавляємої губки.

Потрібно відмітити велику залежність втрат металу на випаровування від питомої витрати електроенергії. Тому в промислових умовах плавки потрібно вести в діапазоні питомої витрати електроенергії 2...3 кВт×год/кг, при якому буде забезпечуватись вихід придатного металу на рівні 94...96 %.

На отриманих зливках бокова поверхня чиста, розриви і не проплави відсутні. Так як плавка проходила в вакуумі 0,01...0,1 Па, підвищена концентрація домішок на поверхні не спостерігається.

Механічні властивості отриманого методом ЕПП титану як в литому, так і деформованому стані характеризується високим рівнем пластичних характеристик (табл. 3), а ударна в'язкість литого металу при 20°C перевищує 3,6 МДж/м². Прокат, отриманий із титану ЕПП, по своїм властивостям повністю відповідає вимогам стандартів.

Висновки

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

Технологія ЕПП дозволяє отримувати зливки нелегованого титану, що повністю відповідають вимогам світових стандартів, безпосередньо із титанової губки марок ТГ-90, ТГ-100, ТГ-110, ТГ-120, ТГ-130 за один переплав. При цьому, в порівнянні з ВДП, із технологічного процесу переробки титанової губки виключається процес пресування щільних витратних електродів.

Таблиця 3 Середні значення механічних властивостей нелегованого титану, отриманого із титанової губки марки ТГ-100 методом ЕПП

Характеристика металу	Межа текучості $\sigma_{0.2}$, МПа	Межа міцності σ_B , МПа	Відносне подовження δ , %	Відносне звуження, ψ , %
Литий	237	330	27	65
Прокат	278	375	33	75
Прокат ASTM B265-95 Grade 2	>275	>345	>20	>30
Прокат ГОСТ 22178-91 BT1-0	>275	>345	>20	>30

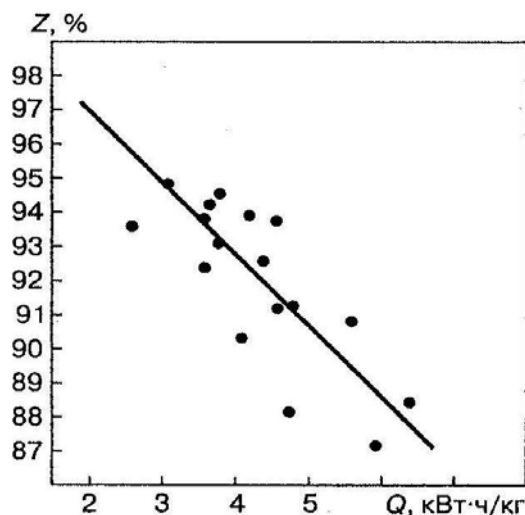


Рис. 3. Залежність вихід годного металу при ЕПП титанової губки від питомої витрати електроенергії.

Література

1. Электронно-лучевая плавка / Патон Б.Е., Тригуб Н.П., Козлитин Д.А. и др./ Наукова думка.-1997., 265 с.
2. Электронно-лучевая плавка металлов / Калугин А.С./ М.: Металлургия, 1980. – 168с.
3. Получение мелкокристаллических гомогенных слитков при ЭЛП с промежуточной емкостью /Б.Е. Патон, А.Л.Тихоновский, Д.А.Козлитин и др./ Пробл.Спец.Электрометаллургии. – 1990.- №1 – с. 57-61.