

Visnyk Universytetu «Ukraina». Informatics, Computer Science and Cybernetics. – 2019. – № 2 (23). – P. 142–150.

7. Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко, В. А. Агареев, А. Л. Билета [та ін.]. – Київ : Техника. 1987. – 793 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ЛІГАТУР РІЗНОГО СКЛАДУ

Гречанюк І. Н.¹, Гречанюк В. Г.², Чорновол В. О.²

¹НПП «Елтехмаш», с. Винниця, Ватутина, 25, e-mail: eltechnic777@ukr.net

²Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31

До останнього часу лігатури, які містять в своєму складі алюміній, титан, тугоплавкі і рідкоземельні елементи імпортують в основному з РФ і КНР. Якість лігатур для виплавки спеціальних сплавів не завжди відповідає сучасним вимогам. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки дослідно-промислових електронно-променевих технологій отримання лігатур Ni–Y, Hf–Ni, Al–Mo, V–Al, Zr–Ti, Nb–Ti. Плавку більшості лігатур здійснювали на електронно-променевої плавильній установці L-4, яка оснащена чотирма газорозрядними гарматами потужністю по 100 кВт кожна.

Принципова схема виплавки всіх лігатур однакова. Вихідну шихту завантажують в мідну водоохолоджувальну проміжну ємність розмірами 300 × 300 × 60 мм, яка в процесі плавки служить тиглем. При цьому важливу роль відіграє рівномірний розподіл шихтових матеріалів по площі проміжної ємності, а також по висоті – більш легкоплавкі і летючі метали розташовують ближче до дна. Вага шихти, яка завантажується, становить від 10 до 20 кг залежно від щільності металів і їх компактності.

Після досягнення необхідного вакууму в $1,3 \cdot 10^{-1}$ Па плавку починають з поступового нагрівання поверхні розфокусованим променем при струмі 0,5–1,0 А і прискорюючій напрузі 30 кВ. На цьому етапі відбувається прогрів камери, видалення залишкової вологи, поліпшення вакууму і активна дегазація з поверхні матеріалів шихти. Тривалість цього етапу залежить від чистоти матеріалу шихти. Потім відбувається безпосередньо плавка концентрованим променем при струмі до 2,3 А, залежно від тугоплавкості матеріалів, вакуум підтримується $6,6 \cdot 10^{-2}$ – $1,3 \cdot 10^{-2}$ Па.

Плавку зазвичай починають з одного кута, поступово переміщуючи рідку фазу по всій площі ємності. При цьому плавку ведуть

фактично однією гарматою, а другою з розфокусованим променем підтримують сусідню зону з рідкою ванною. Об'єм рідкої ванни становить не більше 15 % від загального об'єму металу в проміжній ємності.

Після охолодження прямокутну заготовку-сляб витягають і перевертають на 180° для повторного переплавлення, або поміщають в бічний лоток механізму для подачі заготовки в зону плавки (див. рис. 1). Такий спосіб завантаження для другого переплаву забезпечує краще перемішування сплаву, оскільки дозволяє одночасно оплавляти метал з більшої площі. Після другого переплаву тонкий шар поверхні заготовок зачищають механічним шляхом для видалення можливих порошкоподібних вуглецю, оксидів, карбідів, нітридів і при необхідності подрібнюють на куски.

Лігатура нікель-ітрію ІТН-1 містить 8–15% мас. ітрію користується найбільшим попитом (близько 1,5 т/рік).

Принципова схема виплавки даної лігатури повністю відповідає описаній вище.



Рис. 1. Зовнішній вид пристрою для плавки лігатур з використанням бічного механізму подачі заготовки в проміжну ємність

Як шихта використовують нікель катодний марки Н1 і Н0, порубаний на пластини розміром до 100 мм і ітрію чистотою 99,5–99,9 % мас. у вигляді кусків подрібнених зливків.

Стабільність проведення плавки залежить від якості ітрію. Порошковий спечений ітрію у вигляді напівсфер діаметром 40 мм виділяє в процесі плавки велику кількість газоподібних речовин, що призводить до розбризкування шихти в процесі плавки, тоді як сплавлений ітрію плавиться стабільно. Залежно від марки вихідного ітрію в його складі крім рідкоземельних елементів в загальній кількості до 0,2 % мас., також може бути присутнім вольфрам до 0,2 % мас., залізо до 0,1 % мас., а на поверхні – кальцій до 2 % мас.

Для плавки зазвичай завантажують 16–17 кг шихти (89–90 % нікелю і 10–11 % ітрію). На основі проведеного хімічного аналізу по висоті сляба (близько 100 вимірювань) можна зробити висновок про хороший взаємний розподіл елементів між собою. Типовий склад готової лігатури відповідає вмісту, % мас.: 10,5–12,0 ітрію, до 0,1 заліза, до 0,05 кремнію, інше нікель.

Аналіз отриманих злиwkів показав, що тільки у 20 % зразків вміст ітрію може незначно відрізнятися, але при цьому він знаходиться в діапазоні 8–15 %, що відповідає ТУ 48-4-484-87. Сумарний угар і розбризкування після дворазового переплаву становить 3,5–5 %, причому угар нікелю дещо більший, що підвищує відсоток ітрію в готовій лігатурі.

Лігатура алюміній-молібден містить 45–55 % мас. молібдену, решта алюміній. Зазначена лігатура характеризується складністю виплавки електронним променем через дуже велику різницю в температурах плавлення, густини компонентів і пружності пари. Однак, за діаграмою стану, в цьому діапазоні концентрацій існує інтерметалідна область «алюміній–молібден» с температурою плавлення +1737 °С. До того ж, порівняно, наприклад, з хромом або міддю, тиск пари алюмінію при високих температурах менший, тому завдання виплавки такої лігатури концентрованим джерелом енергії в високому вакуумі є можливим [1]. З метою оптимізації технології плавки виготовлено кілька дослідних партій лігатури з використанням різних фракцій вихідної шихти і методики її плавлення. Лігатуру алюміній-молібден виплавляли на установці L-4 в три етапи плавки. Як шихти використовували алюміній первинний високої чистоти в чушках і штабики ніобію НБШ 00 із загальним вмістом домішок до 0,1 % мас.

На першому етапі плавки штабики з перетином 17 · 15 мм подрібнювали на куски розмірами по 50–100 мм, а чушки алюмінію розрізали на куски по 1 кг кожен. Молібден розміщували у верхній частині проміжної ємності. Завантажували 5,56 кг (58 %) алюмінію і 4,0 кг (42 %) молібдену. Для стабільної роботи гармат на високих токах (близько 2 А) і напрузі 30 кВ проводили поступовий прогрів і оплавлення кусків молібдену. За цей час весь алюміній, який знаходиться в нижній проміжній ємності, розплавляється, а нерозплавлені куски молібдену осідають на дні.

На другому етапі плавки завантажували 6,04 кг (60 %) алюмінію і 4,0 кг (40 %) молібдену. Молібден подрібнений на максимально дрібні кусочки. В цьому випадку молібден плавити ще важче, оскільки кусочків стало істотно більше, а головне дрібні кусочки погано видно

в розплаві. Таким чином, після другого переплаву також не весь молібден розплавився, тому застосували додатковий третій переплав.

Після третього переплаву отримали сляб вагою 7,36 кг. Час однієї плавки становить 40 хв. Лігатура має однорідний хімічний склад. Елементний аналіз зливків показав вміст молібдену в середньому 53–54 % мас. Всього було виплавлено 8 заготовок загальною вагою 45,3 кг. Для переплаву використано 23,3 кг молібдену і 37 кг алюмінію. Загальний угар становить 25 %, угар молібдену – в межах 1 %.

Виплавка даної лігатури характеризується невеликою продуктивністю через низьку густину алюмінію, істотними енергетичними затратами, підвищеним ризиком для обладнання, а також складністю щодо прогнозу по угару алюмінію. Однак складність виникає в основному тільки при першому переплаві кусків молібдену, в подальшому молібден взаємодіє з алюмінієм і утворюючи відносно легкоплавкий сплав.

Отримана лігатура має високу якість і відповідає ТУ [2]. Витчизняна лігатура приблизно в 1,5 рази дешевше порівняно з аналогами в РФ і КНР.

Література

1. Гречанюк М. І. Патент України № 114451. Композиційний матеріал для електричних контактів та спосіб його отримання / М. І. Гречанюк, І. М. Гречанюк, В. Г. Затовський, В. Г. Гречанюк, бюл. № 11, 2017.
2. ТУ 1712–031–25087982–99 (с изм. 1).

РОЗРОБКА ЕКСПРЕС-ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ У ВОДІ

*Таранов В. В., Зацепкіна Н. М., Світа М. П., Мельниченко Д. С.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
E-mail: nanic1604@gmail.com, lambit@ukr.net*

На основі аналізу різних методів визначення нітратів у воді в реальному часі [1–3], найприйнятнішим, з точки зору тривалості вимірювання, а також оцінки достовірності є оптичний метод реєстрації нітратів у воді, зокрема, у проточній: смуги поглинання складних ефірів, амідів, галогенангідридів зміщені в короткохвильову область, а смуги тіокарбонільних – у довгохвильову область порівняно з смугами поглинання відповідних карбонільних з'єднань. Наприклад, внаслідок гібридизації неподіленої пари електронів азоту, що містять групу C = N, інтенсивність смуги-переходу $n \rightarrow \pi$ у них вища, ніж у карбонільних