**Ахонін Сергій Володимирович. Процеси рафінування у вакуумі та оптимізація режимів електронно-променевої плавки високореакційних та тугоплавких металів. : Дис... д-ра наук: 05.16.07 - 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Ахонин С.В. Процеси рафінування у вакуумі та оптимізація режимів електронно-променевої плавки високореакційних та тугоплавких металів. -Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.07 - Металургія високочистих металів та спеціальних сплавів. - Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ, 2002 р.  Дисертація присвячена визначенню кінетичних закономірностей видалення домішок і випаровування легуючих елементів під час ЕПП високореакційних і тугоплавких металів і розробці на цій основі оптимізованих режимів плавки. Отримано кінетичні рівняння десорбції водню, азоту, кисню і вуглецю з рідких металів у вакуумі, які описують процеси видалення газів з мінливою під час рафінування ланкою, що лімітує швидкість реакції. Встановлено залежність швидкості розчинення включень нітриду титану в рідкому титані від їхніх розмірів, вмісту азоту і температури розплаву в умовах ЕПП. Побудовано математичні моделі процесів видалення газів з тугоплавких металів, а також десорбції водню й алюмінію з титану і його сплавів під час ЕПП, які визначають концентрацію домішкових і легуючих елементів в злитках в залежності від технологічних режимів плавки. Визначено чисельні значення кінетичних констант десорбції азоту з розплавів тугоплавких металів, а також водню й алюмінію з розплаву титану. Розроблено оптимізовані технологічні режими ЕПП тугоплавких металів, титану і сплавів на його основі, які забезпечують при одержанні високоякісних злитків високу економічну ефективність процесу ЕПП. | |
| |  | | --- | | 1. Аналіз застосування технології електронно-променевої плавки для виробництва злитків тугоплавких металів, титану і сплавів на його основі показав, що, поряд із якісними показниками, велике значення має зниження собівартості технології ЕПП. Це завдання може бути вирішено шляхом оптимізації технології ЕПП, що потребує вивчення кінетичних закономірностей процесів дегазації і випаровування металів у вакуумі в умовах нагрівання поверхні розплаву електронним променем. 2. Методи математичного моделювання дозволяють ефективно здійснювати оптимізацію технологічного процесу ЕПП. Розробляти математичні моделі процесів рафінування під час ЕПП необхідно при одночасному врахуванні масопереносу домішок і легуючих елементів в розплаві і газовій фазі, а також фізико-хімічних реакцій і температурних умов на поверхні розплаву. 3. Отримано кінетичні рівняння десорбції водню, азоту, кисню і вуглецю з рідких металів у вакуумі, а також випаровування легуючих елементів з розплавів сплавів без припущень щодо ідеальності розчину. Показано високу збіжність отриманих розрахункових кінетичних залежностей з експериментальними даними. Встановлено, що побудовані кінетичні рівняння дозволяють описувати процеси видалення газів з мінливою під час рафінування ланкою, що лімітує швидкість реакції, а також процеси, які протікають в проміжній області реакції.   4. Побудовано математичну модель процесу розчинення неметалевих включень титану, які містять азот (тверді частки *a*-титану, насиченого азотом, або нітрид титану), в рідкому титані в умовах ЕПП. Встановлено залежності часу повного розчинення таких включень від їхніх розмірів, вмісту азоту і часу перебування включення в розплаві. Показано, що включення a-титану, що містять азот, розчиняються в 1,6...1,7 разу швидше, ніж включення нітриду титану, а залежність часу існування включення в розплаві від його розмірів має практично лінійний характер.  5. Встановлено закономірності процесів видалення азоту, кисню і вуглецю з тугоплавких металів під час ЕПП, а також десорбції водню з титану під час ЕПП з проміжною ємністю, і визначено залежності ефективності рафінування і виходу придатного металу від технологічних режимів і параметрів плавки.  6. Створено математичну модель процесу випаровування легуючих елементів з високою пружністю пару (наприклад, алюмінію) з титанових сплавів під час ЕПП, що одночасно враховує масоперенос в розплаві і фізико-хімічні реакції випаровування з поверхні розплаву і визначає концентрацію легуючих елементів в злитках в залежності від технологічних режимів і параметрів плавки. Показано, що відповідно до критерію Фішера, побудована математична модель адекватна процесам, що описуються.  7. Для досліджуваних діапазонів технологічних параметрів ЕПП експериментально визначено чисельні значення коефіцієнтів масопереносу: азоту в рідкому танталі - 2.49Ч10-4 м/с, водню в рідкому титані - 3.110-3 м/с і алюмінію в рідкому титані - 1.110-4 м/с. Встановлено, що в умовах електронно-променевого нагрівання для розплавів тугоплавких металів константи швидкості хімічної реакції молізації азоту на міжфазній поверхні складають (1.1...1.2) 104 м/(%Чс), а водню на поверхні рідкого титану - 0.60 м/(%с).  8. Розроблено оптимізовані високоефективні технології багаторазового переплаву тугоплавких металів з використанням електронно-променевих установок з радіальним нагріванням і вертикальною подачею заготовок при питомій потужності нагрівання розплаву в кристалізаторі 10...18 МВт/м2 і лінійними швидкостями витягування злитка (1.0...2.4) 10-4Чм/с, які забезпечують одержання високоякісних злитків при максимальних техніко-економічних показниках. Для танталу оптимізована технологія ЕПП підвищує вихід придатного металу на 3.7% (абс.), збільшує продуктивність електронно-променевих установок на 17%, а також зменшує питомі витрати електроенергії на 23%.  9. Експериментально встановлено, що технологія ЕПП губчатого титану марок ТГ-90...ТГ-130 за рахунок проведення плавок при тиску залишкових газів в камері плавки 0.01…0.1 Па забезпечує одержання злитків титану і його сплавів, які за вмістом домішок відповідають вимогам стандартів.  10. Розроблено методику вибору технологічних режимів ЕПП сплавів на основі титану для використання у промислових цілях, яка визначає лінійну швидкість витягування злитка (1.4...2.0)10-4 м/с, питому потужність електронно-променевого нагрівання розплаву в кристалізаторі - 0.8...1.0 МВт/м2 і питому потужність електронно-променевого нагрівання розплаву в проміжній ємності - 1.3...1.6 МВт/м2 і забезпечує одержання високоякісних злитків, що відповідають вимогам стандартів по хімічному складу. Механічні властивості титанових поковок, листа і труб, виготовлених з металу ЕПП, цілком відповідають вимогам стандартів.  11. Вирішено важливе народногосподарське завдання виробництва на підприємствах України методом електронно-променевої плавки конкурентноспроможних якісних злитків високореакційних і тугоплавких металів з високими техніко-економічними показниками. | |