**Жук Геннадій Віліорович. Основні закономірності впливу теплофізичних умов кристалізації металу під час електронно-променевої плавки на структуру і властивості зливків: дисертація д-ра техн. наук: 05.16.07 / НАН України; Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона. - К., 2003.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Жук Г.В. Основні закономірності впливу теплофізичних умов кристалізації металу при електронно-променевій плавці на структуру та властивості зливків. – 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, 2003 р.  Дисертація присвячена визначенню теплофізичних закономірностей формування структури зливка при електронно-променевій плавці з проміжною ємністю (ЕППЄ) в умовах високих швидкостей охолодження при кристалізації розплаву і розробці на цій основі оптимізованих режимів виплавки зливків.  Встановлено закономірності формування кристалічної будови зливків титанових і нікелевих сплавів при ЕППЄ з урахуванням швидкостей охолодження розплаву в кристалізаторі.  Методами математичного моделювання визначені залежності теплофізичних умов твердіння металу зливків титанових сплавів в кристалізаторі від технологічних параметрів ЕППЄ. Встановлено, що зниження потужності електронно-променевого нагрівання і зміщення його максимуму на периферію зливка дозволяє підвищити швидкість охолодження розплаву більш ніж у 10 разів, а швидкість кристалізації – в 30 разів. Експериментально встановлено, що високі швидкості охолодження розплаву при кристалізації дозволяють одержувати в зливках титанового сплаву Ti-6Al-4V рівноосну структуру по всьому перетині зливка при гомогенному розподілі легуючих елементів, структурних і фазових складових.  Запропоновано новий метод диспергування розплаву з проміжної ємності за допомогою барабана-диспергатора, який обертається з частотою до 2500 об/хв (ЕПДРЄ). Розроблено математичну модель формування зливка з диспергованого розплаву з використанням примусового охолодження зливка. Встановлено, що в процесі ЕПДРЄ досягаються швидкості охолодження розплаву при кристалізації до 105 К/с. Високі швидкості охолодження, характерні для ЕПДРЄ дозволяють одержувати зливки жароміцних сплавів з ультрадрібною структурою, волокнисті композиційні матеріали з мінімальною товщиною прошарку на границі волокно-матриця, з'єднувати зливки титанових сплавів без плавлення крайок.  Розроблено і прийнято у виробництво технологію виплавки методом ЕППЄ зливків-слябів титанового сплаву TI-6AL-4V з рівноосною структурою й ізотропними механічними властивостями. Структура є оптимальною для наступної прокатки слябів і одержання листа. | |
| |  | | --- | | 1. Аналіз існуючих методів виробництва зливків показав, що вирішальний вплив на структуру металу мають теплофізичні умови формування зливка. Широкі можливості в регулюванні нагрівання вільної поверхні зливка в кристалізаторі забезпечує електронно-променева плавка з проміжною ємністю. 2. Побудовано математичну модель переносу тепла у зливку, що формується, при електронно-променевому переплаві з проміжною ємністю. Встановлено залежність умов кристалізації титанового зливка від потужності і конфігурації електронно-променевого нагрівання, швидкості плавки і величини порцій рідкого металу. Розраховано режими електронно-променевого нагрівання зливка титанового сплаву Ti-6Al-4V, що дозволяють підвищити швидкість охолодження розплаву до 7 К/с, швидкість кристалізації металу до 1 мм/с. 3. Визначено технологічні умови формування в зливках і слябах титанового сплаву Ti-6Al-4V рівноосної структури по всьому їхньому перетину. Зливки характеризуються гомогенністю хімічного складу і високими механічними характеристиками. Середнє значення ударної в'язкості металу циліндричних зливків зростає на 20% у порівнянні з традиційною технологією. 4. Розроблений двостадійний процес виводу усадочної раковини в зливку після закінчення плавки. Визначено технологічні параметри виводу усадки для зливка Ti-6Al-4V діаметром 200 мм. 5. Розроблено технологію виробництва зливків -алюміниду титана як круглого, так і прямокутного перетинів методом ЕППЄ. Хімічний склад зливків цілком відповідає вимогам технічних умов. 6. Запропоновано новий метод електронно-променевого диспергування розплаву з проміжної ємності й устаткування для його реалізації. Метод характеризується кристалізацією розплаву в мікрооб’ємах при формуванні зливка, забезпечує стабільність процесу диспергування. 7. Створено математичну модель теплових процесів, що відбуваються при формуванні зливка на водоохолоджуваній підкладці з потоку розплаву, диспергованого з проміжної ємності. Установлено, що при формуванні зливка жароміцного нікелевого сплаву досягається швидкість охолодження розплаву до 105 К/с. Визначено оптимальні технологічні параметри одержання зливка методом ЕПДРЄ. Показано, що застосування примусового охолодження підкладки дозволяє стабілізувати температуру зливка, що формується. 8. Розроблено процес з'єднання зливків титанових сплавів методом електронно-променевого диспергування з проміжної ємності. Характерною рисою отриманих з'єднань є відсутність підплавлення крайок, що з'єднуються. 9. Побудовано математичну модель формування волокнистого композиційного матеріалу з диспергованого розплаву. Встановлено, що товщина ламкого прошарку на границі інтерметалідоутворюючих волокон і матриці складає 10...30 мкм. Визначено технологічні режими формування композиційного матеріалу, що сприяють мінімальній товщині прошарку при задовільному зчепленні матриці з волокном. 10. Методом ЕПДРЄ отримані заготівки дисків турбін реактивного двигуна з жароміцного нікелевого сплаву Udimet 720. Метал заготовок характеризується однорідною, дрібнодисперсною структурою і високими механічними властивостями в інтервалі температур до 1100С. 11. Розроблено технологію виробництва методом ЕППЄ слябів титанового сплаву TI-6AL-4V перетином 150х500 мм і довжиною до 2 м. Метал слябів відрізняється відсутністю спрямованої текстури, що визначає ізотропність механічних властивостей. При одержанні регламентованої структури напівфабрикатів застосування слябів з рівноосною литою структурою дозволило зменшити ступінь укову з 6 до 1.5-2. 12. Вирішено важливу народногосподарську задачу виробництва на підприємствах України методом ЕППЄ конкурентноздатних високоякісних зливків-слябів з одного з найбільш застосовуваних у світі титанового сплаву Ti-6Al-4V. Рівень механічних характеристик прокату, отриманого зі слябів, цілком відповідає вимогам зарубіжних та вітчизняних державних стандартів. | |