**Редько Галина Олександрівна. Гідродинамічні і теплофізичні процеси під час формування зливків в умовах пульсаційного впливу : Дис... канд. наук: 05.14.06 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Редько Г.О. "Гідродинамічні і теплофізичні процеси під час формування зливків в умовах пульсаційного впливу". – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 - технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. - Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, 2002.  В роботі вирішується актуальна проблема побудови узагальненої схеми розвитку взаємозумовлених гідродинамічних і теплофізичних процесів під час формування сталевих зливків в умовах пульсаційного впливу і розробки теоретичних положень та рекомендацій щодо вибору раціональних режимів пульсаційної обробки з метою пригнічення лікваційних та усадкових дефектів литої структури і підвищення виходу годного.  Врезультаті математичного моделювання та обчислювальних експериментів визначені характерні зміни структури гідродинамічних течій, температурних полів та кінетики кристалізації, що зумовлюються пульсаційним впливом і призводять до пригнічення лікваційних дефектів та зменшення глибини усадкової раковини: формування зони інтенсивних вихоревих течій в центральній частині зливка та зони спрямованих догори конвективних течій в періферійній частині рідкої ванни, зміщення теплового центру до більш високих горизонтів, зміна поля температур в прибутковій частині внаслідок локальної активізації процесів росту глобулярних кристалів, уповільнення руху фронту кристалізації в прибутковій частині зливка. Шляхом порівняння з даними фізичного моделювання підтверджена адекватність розробленого математичного забезпечення. Одержані універсальні залежності для визначення оптимальної тривалості і частоти пульсаційної обробки багатотонажних зливків.  Впровадження розроблених рекомендацій до промислових умов сприятиме перетворенню пульсаційної обробки в конкурентоздатну технологію високого рівня. | |
| |  | | --- | | 1. Сформульована математична модель і на базі її кінцево-різницевої апроксимації розроблені обчислювальний алгоритм та програмне забезпечення для чисельних досліджень полів швидкості, температури і кінетики кристалізації розплаву при різних режимах пульсаційного впливу. Шляхом порівняння результатів математичного моделювання з даними експериментальних досліджень на фізичних моделях доведено, що розроблене математичне забезпечення адекватно відтворює процеси гідродинаміки, теплопереносу і кристалізації як в умовах природної конвекції, так і в разі вимушеної конвекції, зумовленої пульсуючим зануреним струменем (розходження розрахункових і експериментальних значень не перевищує 20%).  2. В результаті чисельного моделювання визначено, що ефект підігріву переохоложденого розплаву внаслідок перекриття теплових пограншарів кристалів може спостерігатися, коли частка твердої фази в розплаві досягає рівня 0.1-1 %, і найбільш інтенсивно розвивається для кристалів малого розміру (0.1-0.3 мм). Показано, що це явище може бути використане в якості керівного фактору для пригнічення усадкових дефектів і запропоновано методику його урахування при математичному моделюванні кристалізації в умовах пульсаційної обробки.  3. В результаті обчислювальних експериментів визначено, що внаслідок застосування пульсаційного впливу відбувається кардинальна зміна характеру гідродинамічних процесів в рідкій ванні, яка полягає в формуванні зони інтенсивних вихоревих течій в центральній частині зливка (де максимальні швидкості досягають 0.5-1.2 м/с), та розвиткові спрямованих догори конвективних течій на періферії рідкої ванни (швидкість яких складає близько 0.2-0.3 м/с і майже вдвічі перевищує швидкість спрямованих вниз течій, зумовлених природною конвекцією). Такий характер руху перешкоджає розвиткові течій природної конвекції, пригнічує пов’язані з нею негативні лікваційні процеси, і забезпечує формування більш однорідної литої структури.  4. Показано, що в умовах пульсаційного перемішування спостерігаєтья підвищення температури в зоні теплового ядра в порівнянні з випадком природної конвекції, яке досягає 20-30C на пізніх етапах кристалізації (Fo=0.5Foзатв і вище), а саме теплове ядро перміщується до більш високих горизонтів. Внаслідок цього, на заключних етапах формування зливка рух фронту кристалізації в прибутковій частині істотно уповільнюється (приблизно на 50% ), рідка ванна буде мати чашовидну форму, а її нижня границя переміщується до верхньої частини прибутку (тоді як в контрольному зливку ділянка рідкого розплаву локалізується на нижчих горизонтах прибуткової частини). Зазначені явища призводять до зменшення розрахункової глибини усадкової раковини на 25-30% в порівнянні з випадком формування зливка в умовах природної конвекції.  5. В результаті багатоваріантних чисельних досліджень визначено, що оптимальне значення тривалості обробки складає 0.3 від розрахункового часу кристалізації зливка (Fooбр.опт=0.3Foзатв), а оптимальна частота пульсаційних імпульсів дорівнює половині частоти власних коливань в системі (Woбр.опт=0.5W0). Підтверждено, що наведені залежності діють для зливків тонажу від 1.8 т до 42 т.  6. Розроблене математичне забезпечення використовувалось для розрахунку оптимальних технологічних режимів пульсаційної обробки на заводі “Енергомашспецсталь”(м.Краматорськ); впроваджено до виробничного циклу підприємства ДП “Завод УБ і ВТ” (м.Суми), що дозволило досягти збільшення виходу годного і одержати річний економічний ефект 22.5 тис. грн. Розроблені рекомендації і програмні засоби можуть також бути запропоновані для використання на інших підприємствах металургійної і машинобудівної галузей. | |