**Бірюков Олексій Борисович. Удосконалення технологічних та конструктивних параметрів високошвидкісної розливки сталі на сортових МБЛЗ : Дис... канд. наук: 05.16.02 - 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Бірюков О.Б. Удосконалення технологічних і конструктивних параметрів високошвидкісної розливки сталі на сортових МБЛЗ– Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.02- Металургія чорних металів. – Донецький національний технічний університет, Донецьк, 2005.  Дисертація присвячена оптимізації процесів безперервної розливки сталі на високошвидкісних сортових МБЛЗ.  Розроблено математичну модель процесів безперервної розливки в сортові заготовки на радіальних машинах, що характеризується урахуванням впливу конвективних процесів у рідкій лунці на динаміку кристалізації та дозволяє задавати граничні умови теплообміну в ЗВО, зважаючи на локальну нерівномірність відведення тепла.  Розроблено теоретичні основи для розрахунку природньої усадки заготовки, інтенсивності силової взаємодії, що має місце в кутових елементах кристалізатора. Запропоновано ряд способів підвищення стійкості внутрішньої поверхні гільз кристалізаторів при застосуванні гільзи одного профілю для розливки всього сортаменту марок сталі. Розроблено профілі кристалізаторів, що відповідають усадці заготовок з деяких марок сталі. Обгрунтовано необхідність розподілу всіх марок сталі на декілька груп і розробки для кожної групи індивідуального профіля кристалізатора. Досліджено вплив висоти падіння відкритого струменя на нерівномірність кристалізації у різних граней радіальної заготовки. Відпрацьовано використання математичної моделі для оптимізації роботи вторинного охолодження за критерієм рівномірного розподілу температур по поверхні заготовки. Теоретично обгрунтовано й практично перевірено режим ЗВО, що дозволяє розширити осьову зону рівновісних кристалів заготовок, розлитих на високошвидкісних радіальних МБЛЗ. Результати роботи знайшли реалізацію на МБЛЗ ЗАТ «ММЗ «ІСТІЛ (Україна)» | |
| |  | | --- | | 1. Отримано наукові і технічні рішення в області покращення якості заготовок, що розливаються на високошвидкісних сортових МБЛЗ, і підвищення стійкості внутрішньої поверхні кристалізаторів. Покращення якості заготовок досягається за рахунок зменшення нерівномірності затвердівання біля радіальних граней заготовки, зниження термічних напруг у кірці заготовки, що формується, і розширення вісьової зони рівновісних кристалів. Підвищення стійкості кристалізаторів високошвидкісних МБЛЗ досягається за рахунок коригування робочого діапазону швидкості розливання і керування рівнем металу в кристалізаторі при використанні одного внутрішнього профілю для розливання сталей усього марочного сортаменту й у результаті використання кристалізаторів із внутрішнім профілем, що відповідає усадці заготовок із конкретних груп марок сталі.  2. Розроблено підходи в області математичного моделювання процесів безперервного розливання сталі, що дозволяють уточнити розрахункову інформацію про динаміку формування заготовки та її температурне поле. Отримано залежність для визначення значення коефіцієнта ефективної теплопровідності для кожного елементарного об’єму рідкої лунки як функції абсолютного значення і напрямку швидкості рідкого металу, що дозволяє одержати інформацію про вплив на процес затвердівання безперервнолитої заготовки динамічних явищ у рідкій лунці. Розроблено аналітичну залежність, що визначає зв'язок між середнім для факела форсунки ЗВО коефіцієнтом тепловіддачі і коефіцієнтами тепловіддачі, що відповідають центру факела і його периферії. Використання цієї залежності необхідно для диференційованого завдання граничних умов на поверхні заготовки, що формується в зоні вторинного охолодження.  3. Запропоновано теоретичний підхід для вивчення усадки сортових заготовок у кристалізаторі, заснований на визначенні температурного поля розрахункового перерізу, що рухається, за допомогою математичної моделі і його розміру з урахуванням лінійної усадки. За допомогою даного підходу встановлено, що профіль кристалізатора виробництва фірми Europe Metalli для розливання заготовок перерізом 125х125 мм у достатній мірі відповідає усадці заготовок із марок сталі із вмістом вуглецю 0,05-0,07% С та 0,16-0,18% С; у той же час для деяких марок сталі названа невідповідність досягає значної величини, його максимальне значення складає 0,53 мм для сталей із вмістом вуглецю 0,29-0,31% С.  4. Доведено доцільність використання керування рівнем металу в кристалізаторі як інструмента підвищення ступеня відповідності кривої усадки заготовок із різних марок сталі і внутрішнього профілю гільзи кристалізатора. Так, для кристалізатора виробництва фірми Europe Metalli для розливання заготовок перерізом 125х125 мм зниження рівня металу з 100 мм до 150 мм дозволяє зменшити активну конусність кристалізатора на 0,15 мм, що для ряду марок сталі дозволить цілком усунути названу невідповідність, а для інших істотно зменшити її. Особливо перспективним є використання цього способу керування при змушеному значному зниженні швидкості розливання.  5. Запропоновано залежність для визначення інтенсивності силової взаємодії між кіркою заготовки, що формується, і матеріалом гільзи кристалізатора в його кутових елементах, викликаного невідповідністю внутрішнього профілю кристалізатора усадці заготовки. Установлено, що найбільші значення інтенсивності силової взаємодії в кутових елементах кристалізатора характерні для випадку розливання марок сталі з високим ступенем невідповідності усадки заготовок внутрішньому профілю кристалізатора, що і є причиною зношення їхньої внутрішньої поверхні.  6. Експериментально і теоретично встановлено факт існування оптимального діапазону швидкості розливання для кожного конкретного внутрішнього профілю кристалізатора, значення якого визначається залежністю інтенсивності силової взаємодії в кутових елементах від швидкості розливання, у якому підвищується стійкість кристалізаторів за рахунок зниження потужності тертя в кутах кристалізатора. Так, для МБЛЗ ЗАТ «ММЗ «ІСТІЛ (Україна)» зміна діапазону швидкостей розливання заготовок із сталей усього марочного сортаменту перерізом 125х125 мм із 2,8-3,0 м/хв на 3,3-3,5 м/хв дозволило на 40-50 % підвищити стійкість внутрішнього профілю кристалізатора, що особливо важливо для випадку розливання всього марочного сортаменту сталей через багатоконусні (параболічні) кристалізатори одного внутрішнього профілю.  7. Запропоновано концепцію кристалізатора з внутрішнім профілем, що повторює криву термічної усадки заготовок, із кожної конкретної марки сталі для застосовуваних параметрів температурно-швидкісного режиму. У даній роботі спроектовані кристалізатори для розливання марок сталі із вмістом вуглецю 0,06, 0,09, 0,17, 0,20, 0,38, 0,45 % С. На практиці всі марки сталі, що розливаються, необхідно розбити на кілька груп за критерієм схожості профілів кристалізаторів, що повторюють їхню усадку, і для кожної групи шляхом усереднення одержати кристалізатор із оптимальним внутрішнім профілем. Використання таких кристалізаторів сприяє значному підвищенню стійкості їхньої внутрішньої поверхні.  8. У результаті проведення чисельних експериментів установлено характер впливу висоти падіння струменя металу на нерівномірність кристалізації біля радіальних граней сортових заготовок для високих швидкостей розливання 3-5 м/хв. При розливанні металу відкритим струменем із висоти 600 мм спостерігається відставання в просуванні фронту кристалізації біля грані малого радіуса. При зменшенні висоти падіння струменя металу до 400 мм спостерігається вирівнювання швидкості кристалізації для всіх граней заготовки.  9. Запропоновано спосіб оптимізації роботи ЗВО за критерієм мінімізації локальної нерівномірності тепловідведення, заснований на проведенні чисельних експериментів за допомогою розробленої математичної моделі з диференційованим підходом до завдання граничних умов і наступним аналізом нерівномірності визначеного температурного поля заготовки. Обґрунтовано можливість використання даного способу для вивчення умов формування заготовки при відхиленнях роботи ЗВО, визначення того, чи є відхилення критичним чи можливе продовження роботи з одержанням кондиційних заготовок. Установлено кількісний вплив ряду можливих на практиці комбінацій елементарних відхилень роботи ЗВО на температурне поле заготовки, що формується.  10. Теоретично й експериментально перевірено вплив зменшення витрати охолоджувача на грань малого радіуса на скорочення зони стовпчастих кристалів, що ростуть від цієї грані для високих швидкостей розливання (більш 3 м/хв). Установлено, що 20 %-не зменшення витрати охолоджувача приводить до зниження величини теплового потоку, що відводиться від фронту затвердівання на 6-8%, і до розширення площі вісьової зони рівновісних кристалів на 10-16%. Особливо перспективним є використання даного підходу при розливанні високоякісних марок сталі, схильних до транскристалізації,.  11. Коригування швидкості розливання заготовок із сталей усього марочного сортаменту через кристалізатори одного внутрішнього профілю або використання кристалізаторів із конусністю, що відповідає температурній усадці заготовок із визначених груп марок сталі, дозволяє знизити зношення кристалізаторів і значно підвищити їхню стійкість. Відповідно до приведеної оцінки економічного ефекту від використання кристалізаторів із оптимальною конусністю, річний прибуток від проведення цього заходу складає 381000 грн/рік. | |