**Мамешин Валерій Сергійович. "Удосконалення технології pідкофазного відновлення на основі дослідження гідродинаміки ванни методом холодного моделювання" : Дис... канд. наук: 05.16.02 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Мамешин В.С. “Удосконалення технології pідкофазного відновлення на основі дослідження гідродинаміки ванни методом холодного моделювання“**. - Рукопис  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.16.02 - Металургія чорних и кольорових металів і спеціальних сплавів. - Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2008.  Дисертаційна робота присвячена актуальній науково-технічній проблемі з удосконалення технології pідкофазного відновлення на основі дослідження гідродинаміки ванни методом холодного моделювання.  Уточнено механізм фізико-хімічної взаємодії вугільних часток зі шлаком в процесі pідкофазного відновлення при перемішуванні шлакової ванни барботажним дуттям за рахунок зовнішнього джерела газу. На основі термодинамічних і кінетичних розрахунків показано, що основна частина заліза відновлюється твердим вуглецем по одностадійній (контактній) схемі в газо-шлако-вугільній суспензії, що розташована у верхньому шарі барботуємої шлакової ванни.  Вперше визначена гідродинамічна структура рідкої ванни агрегату pідкофазного відновлення «Romelt». Встановлено, що ванна складається з осередків барботажу, які ініціюються горизонтальними газовими струменями, що вдмухують в об'єм шлакової ванни. При цьому, горизонтальний газовий струмінь в об'ємі рідини може розглядатися, як лінійне джерело барботажу. Встановлено динаміку формування горизонтального газового струменя в рідині при продувці під рівень і визначені основні параметри зони продувки й барботажних комірок. Виявлено, що в зоні виходу барботуючого газу шлако-вугільна суспензія відтискується в зону спадних потоків барботажних комірок і займає не більше половини площі дзеркала шлакової ванни.  Вперше проведений аналіз роботи агрегату «Romelt» на базі математичних моделей проточного реактора безперервної дії. Визначено час перебування і час відновлення оксидів заліза в шлаковій ванні. Встановлено фазовий склад шлакової ванни.  На підставі аналізу матеріальних потоків та їхнього взаємозв'язку з тепловими, запропоновано раціональне конструктивне компонування агрегату, що дозволяє забезпечити більш стабільну й високопродуктивну роботу агрегату «Romelt». Запропоновано технологічну схему одержання сталі, засновану на безперервному рафінуванні рідкого чавуну, отриманого в агрегаті «Romelt» у САБД конвертерного типу. | |
| |  | | --- | | 1. З нових процесів, що освоєні у промисловому масштабі, й тих, що перебувають на стадії промислового освоєння, найбільш перспективним для України може бути одностадійний процес рідкофазного відновлення «Romelt», технологія якого заснована на відновленні оксидів заліза з розплавлених шлаку енергетичним вугіллям.  2. Проведено теоретичний аналіз механізмів відновлення оксиду заліза зі шлакового розплаву. Виявлено, що для процесу рідкофазного відновлення монооксиду заліза твердим вуглецем зі шлакового розплаву двоступінчаста схема Байкова не може відігравати переважаючу роль. Це пов'язано з низьким температурним рівнем процесу, неможливістю навуглецьовування заліза до значних концентрацій через газову фазу, низьким ступенем використання реагенту – відновника.  Основна частина заліза відновлюється по одностадійній (контактній) схемі, яка припускає, що реакції йдуть на поверхні розподілу трьох фаз - рідкого шлаку, вуглецю коксового залишку й СО. Одночасно з відновленням відбувається навуглецювання й утворення чавуну.  3. Вперше встановлена динаміка формування горизонтального газового струменю у рідині при продувці під рівень, починаючи з моменту подачі газу.  Зона продувки складається з суцільної струмінної ділянки, довжина якої близька до величини , і газо-рідинного потоку, що вигинається догори під дією сил Архімеду і переходить у барботажний стовп.  4. Вперше встановлено, що швидкості газу на кінці суцільної ділянки струменю відповідають швидкостям бульбашкового витікання. Висунуто припущення, що суцільна ділянка є своєрідним продовженням сопла, стінками якого є межа розділу фаз газ-рідина. Горизонтальний газовий струмінь у рідині є лінійним джерелом газу, розташованим на відстані ,м від сопла, довжиною ,м.  5. Гідродинаміка рідкої ванни визначається спливанням газових об’ємів і залежить від глибини розташування сопла. Вперше встановлено, що при розміщенні сопла на глибині 7,5 вихід газу через поверхню ванни відбувається у вигляді великих бульбашок зі значним викидом рідини. При розміщенні сопла на глибині більше 20 газорідинний потік перетворюється в барботажний стовп. При цьому, у верхніх шарах ванни спостерігається зона, де відбувається подрібнення великих газових об’ємів на відносно невеликі бульбашки, утворюється барботажна зона з рівномірним розподілом бульбашок в об’ємі рідини. Зона виходу газу характеризується рівномірним кипінням. У перехідному режимі (=7,5...20) відбувається кипіння з періодичним виділенням великих бульбашок. Зона виходу газу має форму еліпсу, більша вісь якого спрямована по осі струменю. У зоні виходу газу ванна спучується. При наявності у ванні плаваючої твердої фази відбувається оголення дзеркала ванни.  7. Тверда фаза, що плаває на поверхні ванни, відтискується з зони виходу газу та частково затягується в об’єм рідини спадними потоками. Частка твердої фази в об’ємі рідини визначається інтенсивністю барботажу, критичним діаметром часток і симплексом . Частка вугільних часток в об’ємі шлаку не перевищує 8 % від його витрати.  8. Вперше встановлено, що барботажна шлакова ванна складається з комірок циркуляції, кожна з яких має зону висхідного (барботажний стовп) і спадного потоків шлаку. Барботажні стовпи формуються за рахунок дуття, що подається крізь нижній ярус фурм. Кількість циркуляційних комірок дорівнює кількості барботажних фурм. Межі комірок та масообмін між ними проходять у зоні спадних потоків. Газ, що виділився при відновленні, піролізі вугілля й випару вологи, виходить з ванни, в основному, поза барботажними стовпами. Таким чином, поза барботажними стовпами, в поверхневому шарі шлакової ванни реалізується режим динамічної піни, а в надфурменій зоні – режим барботування.  9. Вперше проведений аналіз роботи агрегату «Romelt» на базі математичної моделі проточного реактора безперервної дії. Показано, що барботажна зона агрегату являє собою багатофазну систему, що містить рідкий шлак, у якому перебуває тверда фаза (шматки руди, коксу, вапна), краплі чавуну й газова фаза. Маса твердої фази у рідкому шлаку визначається часом її розчинення, а розподіл в об’ємі ванни - гравітаційними силами й гідродинамікою потоків рідини. Легка тверда фаза (коксовий залишок, вапно), в основному, перебуває на поверхні шлакової ванни, а великі шматки залізорудних матеріалів занурюються в шлак. Розрахункова товщина шару твердої фази, притопленого у верхньому шарі шлакової ванни, становить 200 – 300 мм. У цьому трьох фазному шарі йде відновлення оксидів заліза вуглецем коксового залишку вугілля й, одночасно, навуглецювання та утворення крапель чавуну. Цей шар є реакційним об’ємом.  10. Внаслідок інтенсивного перемішування шлак в барботажній зоні досить однорідний, як по хімічному складу, так і по температурі, що дозволяє розглядати цю зону з позиції математичної моделі проточного реактору ідеального змішування. Ванна чавуну практично не перемішується. Вона може бути описана математичною моделлю проточного реактору ідеального витиснення.  11. Зроблено розрахунок КВП для зони допалювання, що базується на розподілі кисню між горючими компонентами залежно від їхнього хімічного потенціалу. Залежно від ступеня допалювання величина КВП перебуває в діапазоні 0,15 – 0,6. Проведено аналіз надходження теплоти з зони допалювання в шлакову ванну.  12. На підставі аналізу матеріальних потоків та їхнього взаємозв'язку з тепловими потоками запропоноване раціональне конструктивне компонування агрегату, що дозволяє забезпечити більш стабільну й високопродуктивну роботу агрегату «Romelt». Запропоновано технологічну схему одержання сталі засновану на безперервному рафінуванні рідкого чавуну, отриманого в агрегаті «Romelt» та САБД конвертерного типу.  13. Розрахунок економічних показників виробництва чавуну по різних технологічних схемах показав, що вартість продажу чавуну для процесу «Romelt» (при ступеню допалювання 71%), становить 72,53% від вартості виробництва чавуну в доменній печі. При виробництві сталі за схемою ««Romelt» – конвертер» її собівартість становить 77,78% від собівартості сталі, виробленої за традиційною схемою «доменна піч – конвертер». | |
|  |