**Лихошва Валерій Петрович. Процеси взаємодії лазерного випромінювання з дисперсними частками у гетерогенних матеріалах : дис... д-ра техн. наук: 05.03.07 / Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т". - К., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Лихошва В.П. Процеси взаємодії лазерного випромінювання з дисперсними частками в гетерогенних матеріалах. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за фахом 05.03.07 - Процеси фізико-технічної обробки.- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, 2005.  Дисертація присвячена дослідженню і розробці нових високоефективних лазерних процесів обробки матеріалів і металевих розплавів, створенню наплавлень на основі твердих розчинів, рідкометалічних емульсій і суспензій, розробці способів одержання литих композиційних матеріалів за допомогою лазерного опромінення і створенню пристроїв для реалізації зазначених процесів. Проведено детальні теоретичні дослідження, математичне і фізичне моделювання явищ, що протікають при взаємодії лазерного променя з твердими і рідкими металами і сплавами. Виявлено поведінку неметалічних включень у чавунах і сталях та їхню роль у процесі формування структурно-фазового стану в зоні впливу лазерного випромінювання. Досліджено вплив комбінованого лазерно-плазмового джерела енергії на поверхню залізовуглецевих сплавів, механізми їхнього спільного впливу на формування мікрометалургійної ванни розплаву, кінцеву структуру і властивості сплаву. Виконано теоретичні дослідження взаємодії лазерного випромінювання з дисперсними частками. Визначено принципи формування емульсійного і суспензійного розплавів в умовах лазерного опромінення твердих матеріалів і порошкових сумішей. Сформульовано принципи одержання лазерних композиційних наплавлень заморожуванням емульсійних і суспензійних розплавів. На основі математичного моделювання обґрунтовано процеси лазерної аморфізації сплаву, одержання і нанесення аморфно-мікрокристалічних покриттів. Під час досліджень процесів лазерного опромінення поверхні металевих розплавів виявлено зміни структури і фазового складу обробленого алюмінієвого сплаву. Проведено теоретичні й експериментальні дослідження взаємодії газолазерного потоку з модельними і металевими рідинами при дії його на поверхню й в умовах занурення. Промодельовано і вивчено процеси додання сипучих інгредієнтів (неметалевих та металевих часток) на поверхню та всередину розплаву в газолазерному потоці. Розроблено нові методи одержання литих композиційних матеріалів на основі створення емульсійних і суспензійних розплавів при впливі газолазерного потоку. | |
| |  | | --- | | Дисертаційна робота присвячена розвитку теорії взаємодії лазерного випромінювання з твердим і рідким металом і дисперсними частками, формування наплавлення на основі твердих розчинів, рідкометалічних емульсій і рідкометалічних суспензій, розробці способів одержання литих композиційних матеріалів за допомогою лазерного опромінення і створенню пристроїв для реалізації зазначених процесів. Сукупність наукових положень і технічних розробок, представлених у дисертації, складає рішення важливої науково-прикладної проблеми створення високоефективних способів лазерної обробки матеріалів і вносить значний вклад у розвиток лазерних технологій. Основні результати і висновки роботи полягають у наступному:   1. Розвити теоретичні основи процесів взаємодії лазерного випромінювання з твердими та рідкими металевими гетерогенними системами, запропоновані механізми поведінки дисперсних часток та масоперенесення елементів, обумовлені впливом термокапілярної конвекції, молекулярної дифузії, індукованим магнітним полем. 2. Встановлено, що всі включення в залізовуглецевих сплавах незалежно від їх форми і розмірів рухаються в мікрометалургійній ванні розплаву, потрапляючи під гідродинамічні потоки в умовах термокапілярного перемішування, що виникає під впливом лазерного опромінення. Перенос включень у ванні розплаву з глибини до поверхні здійснюється в умовах як імпульсного, так і безперервного опромінення і забезпечує їхнє видалення з зони оплавлення. 3. Експериментально визначено і теоретично обґрунтовано області різного переважаючого впливу термокапілярної конвекції і молекулярної дифузії в зоні оплавлення. Встановлено, що зміна співвідношення їхнього впливу визначає формування хімічної і структурної неоднорідністей у зоні оплавлення та зоні термічного впливу. 4. Виявлено, що перенесення включень до поверхні розплаву залежить від геометричних розмірів і форми ванни розплаву, що, у свою чергу, визначається енергетичними параметрами лазерного випромінювання і місцем розташування включення у ванні розплаву. На границі зони фазового переходу швидкість міграції пропорційна швидкості руху фронту плавлення. 5. Визначено, що основним джерелом аномального масопереносу елементів у зоні оплавлення и зоні термічного впливу є неметалічні включення (оксиди, сульфіди, нітриди, карбіди і тверді розчини та сполуки на їх основі). Перерозподіл елементів у зоні лазерного впливу забезпечується за рахунок міграції неметалічних включень у зоні термічного впливу, їх розпадом і дифузією елементів у розплаві. 6. Експериментально виявлено і теоретично обґрунтовано наявність голкоподібніх каналів-тріщин, що утворюються в зоні термічного впливу внаслідок термічних напружень поблизу неметалічних включень з довжиною співрозмірною з зоною термічного впливу, що є каналами міграції неметалічних включень і газів, а також рідкофазної дифузії елементів у зоні термічного впливу. 7. Висловлено припущення, що фактором утворення аномалій перерозподілу і масопереносу елементів і фаз у зоні лазерного впливу є магнітне поле, индуковане лазерним випромінюванням. З боку цього поля на компоненти сплаву парамагнетики і діамагнетики в зоні оплавлення і зоні термічного впливу діють сили, що мають різні напрямки вектора, що залежать від магнітних властивостей компонентів. 8. Сформульовано необхідні умови аморфізації при лазерному опроміненні сплавів на основі системи залізо – бор. Теоретично обґрунтована й експериментально підтверджена можливість одержання аморфно-мікрокристалічних наплавочних покриттів сплавів Fe-Nd-B, Fe-Ni-B, Fe-Mo-Cr-B, що мають високі експлуатаційні властивості. 9. Розроблено теоретичні основи одержання лазерних композиційних наплавочних покриттів з регулярною структурою на основі рідкометалічних емульсій і суспензій. Визначено основні технологічні параметри одержання композиційних лазерних наплавлень – енергетичні параметри випромінювання, фракційний склад порошкових матеріалів і їхня витрата, швидкості наплавлення. 10. Досліджено взаємодію лазерного випромінювання, газового і газолазерного потоку з модельними рідинами в умовах обробки поверхні і занурення всередину рідини. Встановлено, що при накладенні ефектів впливу газового і лазерного потоків формується парогазовий канал, глибина якого у підсумку залежить від впливу тиску газового струменя і струменя віддачі пари лазерного опромінення. 11. Встановлено закономірності впливу комбінованого лазерно-плазмового джерела на поверхню залізовуглецевих сплавів, механізми спільного впливу лазерного і плазмового джерел енергії на формування мікрометалургійної ванни розплаву, кінцеву структуру і властивості металу. 12. Виявлено, що при лазерній обробці металевого розплаву обсяг зони гідродинамічного перемішування розплаву значно перевершує розміри зони оплавлення при опроміненні твердої поверхні металу. Внаслідок цього введені на поверхню розплаву під лазерний промінь дисперсні частки за рахунок гідродинамічного перемішування і зміни їх фізичних властивостей під впливом опромінення занурюються і розподіляються у всьому обсязі розплаву. Керування цими процесами є основою для одержання литих композиційних сплавів. 13. Доведено можливість глибинної обробки металевого розплаву газолазерними потоками з введенням у глиб розплаву дисперсних часток, що забезпечує максимальне використання енергії лазера. Теоретично обґрунтовано і практично виявлено внесок плазмових процесів у формування каверни та збільшення ефективності глибинної обробки розплаву газолазерними потоками. 14. Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено можливість одержання литих композиційних сплавів лазерною обробкою потоку рідини з введенням дисперсних часток. Розроблено новий спосіб одержання литих композиційних матеріалів при випуску металу на жолоб в умовах лазерної обробки і подачі сипучих інгредієнтів. | |