**Пашинський Володимир Вікторович. Розвиток наукових основ процесу формування структури багатофазних сплавів, що працюють при циклічному термомеханічному навантаженні : Дис... д-ра наук: 05.16.01 - 2009.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Пашинський В.В. «Розвиток наукових основ процесу формування структури багатофазних сплавів, що працюють при циклічному термомеханічному навантаженні». - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностю 05.16.01 «Металознавство та термічна обробка» – Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, 2009 р.  У дисертації вирішено важливу науково-технічну проблему підвищення службових характеристик багатофазних металевих сплавів, що працюють в умовах циклічної термічної і механічної дії на базі розвитку наукових основ процесу формування структури багатофазних металевих матеріалів з урахуванням структурних закономірностей дисипації енергії в гетерогенних структурах. Розвинуто теоретичні уявлення про процес накопичення енергії та руйнування при комбінованому зовнішньому впливі, визначені основні вимоги до структур з підвищеною стійкістю до такого впливу, розвинуті методи оцінки ступеню гетерофазності структури, розроблені методики визначення кількісних характеристик структури. Досліджено зв’язок параметрів структури із властивостями та службовими характеристиками твердих сплавів, інструментальних сталей та титанових сплавів, показано їх залежність від типу структури та її кількісних характеристик. Розроблені методи керування формуванням структури вказаних класів матеріалів, запропоновані методи оцінки структури та методики контролю якості матеріалів, що дозволило отримати дольовий економічний ефект 6324980 грн. | |
| |  | | --- | | *У дисертації вирішено важливу науково-технічну проблему підвищення службових характеристик багатофазних металевих сплавів, що працюють в умовах циклічної термічної і механічної дії, на базі розвитку наукових основ процесу формування структури багатофазних металевих матеріалів з урахуванням структурних закономірностей дисипації енергії в гетерогенних структурах.*  1. На основі аналізу стану проблеми показано, що для забезпечення розробки і виробництва високоефективних матеріалів з підвищеною працездатністю в умовах циклічної механічної та термічної дії необхідно: розвиток уявлень щодо взаємозв’язку кількісних характеристик структури матеріалів з їх фізико-механічними та службовими характеристиками; встановлення особливостей накопичення пошкоджень, зношування та руйнування матеріалів в залежності від структурних параметрів, розробка технологічних принципів формування структур з комплексом підвищених характеристик.  2. Отримали подальший розвиток основні положення структурно-енергетичної теорії руйнування стосовно процесів, що відбуваються в багатофазних сплавах при циклічному механічному і термічному навантаженні, які дозволяють врахувати ефекти адитивного впливу температури і механічної напруги на активацію дисипативних процесів в матеріалах з гетерогенною структурою залежно від геометричних характеристик ділянок фаз і їх фізичних характеристик – модуля нормальної пружності і густини. Встановлено, що для діапазону зміни характеристик фаз, типових для багатофазних сплавів, існує чисельне значення порогового розміру структурного елементу, що змінюється в межах від 10-6 до 10-3 м. При зменшенні розміру ділянки нижче порогового, його демпфуюча здатність різко знижується. Схильність матеріалу до дисипації енергії зовнішніх дій росте при збільшенні площі поверхні розділу фаз і відмінності в їх фізичних характеристиках.  3. Отримали подальший розвиток основні положення кількісної металографії і отримані нові залежності для кількісного визначення топологічних характеристик структури і параметрів форми окремих частинок. Розроблені залежності є інваріантними до форми частинок. Вперше отримані залежності для кількісної оцінки характеристик процесу перекристалізації і для визначення наявності в структурі конгломератів частинок. Отримані залежності, що дозволяють визначити мінімальний об'ємний зміст фази, при якому виникає каркасна структура, з урахуванням геометрії реальної частинки, застосовані для аналізу частинок у формі довільних опуклих багатогранників. Зокрема показано, що при збільшенні відношення максимального розміру частинки типу правильної трикутної і квадратної призми до мінімального від 1 до 4 – 5, це значення зменшується від 0,65 – 0,75 до 0,15 – 0,2 залежно від форми частинки.  4. Вперше встановлені особливості процесів поглинання і розсіювання енергії пружних механічних коливань в матеріалах з карбідною фазою, утворюючою каркасну і ізольовану структуру. Встановлено, що швидкість розповсюдження УЗК в діапазоні частот 1 – 10 Мгц в твердих сплавах підкоряється правилу адитивності з використанням значення суміжності карбідної фази як коефіцієнту і встановлено, що величина фону розсіювання УЗК характеризує пористість матеріалу в діапазоні розмірів пір 0,1 – 1 мм. Встановлено, що при одноразовій динамічній дії в твердих сплавах з каркасним типом структури виникає сигнал акустичної емісії, що характеризується лінійчатим спектром. Частоти основних максимумів спектру твердих сплавів корелюють із змістом фази, що пов'язує, і суміжністю карбідного каркаса. У високолегованих сталях з матричним типом структури спектр має безперервний характер з неявно вираженими локальними максимумами, а переважаюча частота спектру корелює з ударною в'язкістю і твердістю сталі.  5. Вперше встановлена особливість формування структури твердих сплавів, що отримують методом гарячого вакуумного пресування, що полягає у виникненні ієрархічної неоднорідності, яка описується методами фрактальної геометрії і визначені чинники, що впливають на її формування. Мінімальними елементами фрактала є конгломерати карбідних частинок, які послідовно об'єднуються в групи вищих порядків. Розмірність такого фрактала є дробною і змінюється в інтервалі від 1,3 до 2.  6. Вперше встановлений мікромеханізм пошкодження поверхні калібрів твердосплавних прокатних валків при експлуатації, що полягає в одночасному протіканні конкуруючих процесів зародження і зростання локальних зародків зносу і крихких тріщин. Встановлено, що на поверхні калібрів валків з твердих сплавів із змістом зв'язки 14 – 20% по масі і карбідними частинками розміром більше 4-5 мкм темп зародження зародків перевищує темп розвитку тріщин, що приводить до зростання тріщин між зародками і формування замкнутої сітки розпалу. У сплавах із зерном менше 1-2 мкм, швидкість росту тріщин перевищує швидкість зародження локальних зародків, що приводить до формування магістральних крихких макротріщин.  7. Розроблений показник *Кенерг*, для обґрунтованого вибору матеріалу валків з урахуванням температурно-силових параметрів прокатки, який обчислюється на основі температурно-силових характеристик процесу деформації. При значеннях *Кенерг*> 8-9 характер зносу міняється від переважно термічного на переважно механічний.  8. Встановлено, що для підвищення опору розповсюдженню тріщин у високолегованих сталях ледебуритного класу методами термічної обробки, слід прагнути до формування в структурі ізольованих ділянок карбідної фази з розміром 4 - 5 мкм і максимально можливою при даному вмісті карбідної фази вільною міжчастковою відстанню. Запропоновані режими термічної обробки, що забезпечують досягнення вказаного результату. Встановлено, що легування високохромистих сталей нікелем в кількості 4-5% дозволяє загальмувати виділення з аустеніту дисперсних карбідних частинок в широкому інтервалі швидкостей охолоджування, що сприяє отриманню оптимальних структур.  9. Експериментально встановлено, що процеси електрошлакової переплавки з введенням порошкоподібних компонентів в зону плавлення і рідкофазного гарячого вакуумного пресування дозволяють отримати карбідосталі системи WC – (Fe+Ni) і TiC - (Fe+Ni) з міцностними характеристиками, що перевищують показники матеріалів систем WC – (Со+Ni) і TiC - (Ni+Мо), отриманих методом твердофазного гарячого ізостатичного пресування на 10 - 20%.  10. Експериментально встановлені особливості формування структурної неоднорідності в титанових сплавах, що полягають в тому, що при камерному ЕШП розчинення нітридних включень з концентрацією азоту менше 30% ат. відбувається унаслідок їх перитектичного плавлення, що приводить до розвитку фазового перетворення в об'ємі частинки. Розчинення нітридных частинок стехіометричного складу відбувається унаслідок взаємодії включення з активною кальційвміщуючою шлаковою ванною. Показано, що утворення ділянок насиченого a- твердого розчину азоту в титані (твердих a- включень) при розчиненні нітридних частинок підвищує небезпеку накопичення пошкоджень унаслідок того, що ступінь зростання площі поверхні, на якій відбувається поглинання, перевищує ступінь зменшення коефіцієнта відбиття в 1,7 – 3,4 рази.  11. Розроблена і передана для практичного застосування методика ультразвукового контролю злитків титану після ЕЛП і КЕШП. Розмір порожнеч і нітридних включень, що надійно виявляються, складає 1 – 1,5 мм в злитках діаметром до 200 мм і 2 – 3 мм в злитках діаметром до 600 мм. Показано, що амплітуда фону УЗ сигналу пропорційна розміру дендритів в литій структурі. Результати УЗ контролю були використані при оптимізації технологічних параметрів процесу переплавки.  12. Розроблені нові методики кількісної оцінки структури і контролю якості твердих сплавів, які передані для промислового використання і включені в нормативну документацію. Оптимізація технологічних процесів на основі даних, отриманих з використанням запропонованих методик дозволила знизити частку продукції з відхиленнями від вимог ТУ на 2,97%.  13. Результати роботи використані при вдосконаленні існуючих і розробці нових технологічних процесів виробництва твердих сплавів. Це дозволили підвищити службові характеристики твердосплавних валків до рівня кращих світових аналогів, а для валків чистових клітей високошвидкісних блоків безперервних прокатних станів їх сплавів ТС11, ТС14 підвищити гарантований норматив напрацювання на валок за кампанію на 25% в порівнянні зі світовими аналогами.  14. З використанням результатів дисертаційної роботи були розроблені доповнення до ТУ У 13495380.003-98, що регламентують склади твердих сплавів для прокатних валків і методи контролю структури і властивостей. Впровадження результатів роботи в промислових умовах дозволило отримати пайовий економічний ефект, що належить авторові, у розмірі 6324980 грн. | |