**Чейлях Олександр Петрович. Розвиток наукових основ створення і зміцнення економнолегованих метастабільних сплавів: дисертація д-ра техн. наук: 05.16.01 / Запорізький національний технічний ун-т. - Запоріжжя, 2003. - На обклад.: ...національный техничний...; ...створення и ....**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Чейляха О.П. Розвиток наукових основ створення і зміцнення экономнолегованих метастабільних сплавів.- Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.01.- Металознавство і термічна обробка металів. Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, 2003 р.  Встановлено загальні закономірності і принципи формування метастабільних станів і цілеспрямованого використання керованих деформаційних фазових перетворень (мартенситних, динамічного деформаційного і термо-деформаційного старіння та ін.) у керуванні механічними й експлуатаційними властивостями сталей і чавунів різного функціонального призначення. На основі наукових положень, проведених системних досліджень впливу хімічного складу і різноманітних обробок на структуру, фазові перетворення і властивості, розроблені економічні (яки не містять дефіцитних компонентів Ni, Mo, V, Nb і ін.) метастабільні сплави: високоміцні, корозійностійкі і жаростійкі сталі, зносостійкі сталі і чавуни з підвищеними фізико-механічними й експлуатаційними властивостями. На основі обґрунтованого принципу гетерогенізації аустеніту й інших положень розроблені способи і технології термічної, термо-деформаційної, хіміко-термічної обробок для керування фазовими перетвореннями і властивостями розроблених і низки стандартних конструкційних, інструментальних і зносостійких сталей і чавунів, поверхневих шарів, що дозволяєть істотно підвищувати їх механічні й експлуатаційні характеристики. Показано великі можливості створення деформаційної метастабільності не тільки в проектованих сплавах, але й що дуже важливо, у стандартних сталях і чавунах, яки широко застосовуються за рахунок використання при термообробці систематизованих фізико-хімічних факторів і механізмів стабілізації і дестабілізації аустеніту. Розроблені зносостійкі чавуни, корозійностійка і жаростійка стали, способи і технології зміцнення впроваджені у виробництво. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі здійснені нові научно-обгрунтовані розробки в галузі металознавства і термічної обробки, що забезпечують вирішення значної науково-технічної і прикладної проблеми для України – створення економічних різнофункціональних сплавів, яки не містять гостродефіцитних легуючих компонентів, і ефективних зміцнюючих технологій для підвищення їхніх якісних показників.  1. Сформульовано нові теоретичні положення, узагальнено закономірності і принципи створення і зміцнення економічних метастабільних сплавів, що базуються на формуванні метастабільних станів аустеніту будь-яких морфологічних типів, керованості кінетикою його деформаційних фазових перетворень при випробуваннях і експлуатації, кількісно взаємопов’язаної з формуванням властивостей (у комплексі з традиційними механізмами) в залежності від умов їхньої реалізації. Їхнє використання при створенні метастабільних сталей і чавунів різних систем легування, структурних класів і функціонального призначення дозволяє заощаджувати дорогі і дефіцитні легуючі компоненти (Ni, Mo, V, Nb і ін.) і підвищувати комплекс механічних і експлуатаційних властивостей розроблюваних сплавів і таких, що вже широко застосовуються.  2. На основі запропонованого принципу оборотності взаємозв’язку кінетики ДФП і формування властивостей з використанням розробленої математичної моделі встановлені кількісні аналітичні і графічні залежності механічних і експлуатаційних властивостей метастабільних сплавів різного легування, структурних класів і призначення від кінетичних параметрів ДФП, з урахуванням складу, структурного стану, спільної дії основних механізмів попереднього зміцнення метастабільного аустеніту, що дозволяє ефективно керувати їхніми властивостями. Запропоновано доповнення до відомої схеми взаємозв’язку напруження і температури утворення мартенситу (Г. Олсона і М. Коэна), що розширює температурний діапазон на інтервал точок Мн – Мк можливого прояву метастабільності сплавів.  3. На основі системних досліджень узагальнені закономірності зміни кінетики деформаційних мартенситних перетворень від вихідного вмісту метастабільного аустеніту будь-яких фазово-морфологічних типів у сталях і чавунах усіх структурних класів, різних систем легування і призначення, де він може бути присутнім, незалежно від напружено-деформаційних умов їхньої реалізації. Відхилення фазового складу в ту чи іншу сторону незалежно від причин, що викликали його, закономірно змінює кінетику ДМПВ відповідно до повної кінетичної мартенситної кривої.При однаковому вихідному фазовому складі сплаву реверсування деформації і збільшення її швидкості, зменшення твердості напруженого стану знижують інтенсивність ДМП. Переривання ДМП, витримка під дією дотичних напружень, здатні як гальмувати, так і активізувати наступне перетворення в залежності від їхньої величини і кількості отриманого мартенситу. Ці закономірності й особливості необхідно враховувати в реальних умовах експлуатації.  4. На основі проведених системних досліджень впливу легування (С, Si, Cr, Mn) на фазові перетворення, структуру і властивості розроблені нові економнолеговані високоміцні сталі систем легування Fe-14 % Cr-7 % Mn-(0,1-0,4) % С; Fe-(2-8) % Cr-6 % Mn-0,3 % С; Fe-7 % Mn-(1-2) % Si-0,2 % С, які володіють підвищеним комплексом механічних властивостей у порівнянні з дорогими хромонікелевими сталями. Розроблено способи термічної і термо-деформаційної обробок для керування кінетикою ДМПВ і властивостями нових сталей, що дозволило підвищити їхній комплекс.  5. З використанням побудованих фізико-математичних моделей розчинення – виділення надлишкових фаз в аустеніті в різних температурно-кінетичних умовах теоретично й експериментально обґрунтований принцип гетерогенізації аустеніту, що передує мартенситним перетворенням. Його реалізація дозволяє одержувати сукупність фазово-структурних переваг і метастабільних станів аустеніту, комплексно використовувати основні зміцнюючі механізми у поєднанні з ДФПВ для підвищення механічних і експлуатаційних властивостей різнофункціональних сплавів.  6. На основі принципу гетерогенізації аустеніту з використанням побудованих фізико-математичних моделей і розрахунків розроблені способи і технології термообробки: швидкісне високотемпературне загартування, низькотемпературне загартування з регламентованим розчиненням надлишкових фаз з (Агет+К) стану, загартування зі східчастим нагріванням і витримкою в докритичній (a+К) і міжкритичній (a+g+К) областях, загартування зі східчастим охолодженням (на повітрі), термоциклічні обробки (ВТЦО, СТЦО, НТЦО) і нові способи термо-деформаційної і комбінованої обробок. Вони дозволяють створювати метастабільні гетерофазні стани, керувати ступенем метастабільності аустенітної фази й істотно підвищувати механічні й експлуатаційні властивості розроблених високоміцних і стандартних конструкційних, корозійностійких і зносостійких сталей і чавунів.  7. У результаті проведених досліджень впливу легуючих елементів (Cr, Mn, С, Cu, Ti) на фазові перетворення і властивості розроблені нові економнолеговані зносостійкі метастабільні чавуни на Fe-Cr-Mn-C, Fe-Mn-C основах, які за механічними і службовими характеристикаи не поступаються дорогим дефіцитно легованим аналогам. Показано, що зміною вмісту легуючих елементів і температурно-тимчасових параметрів термообробки – загартування, відпуску, НТЦО можна в широких межах регулювати фазовий склад, ступінь метастабільності аустенітних фаз і керувати кінетикою ДФПВ в поверхневих (що зношуються) шарах, що забезпечує підвищення властивостей розроблених зносостійких чавунів.  8. Випробування, проведені за допомогою побудованої лабораторної установки і розробленої методики ударно-абразивного зношування, і вивчення фазового складу рентгеноструктурним, електронно-мікроскопічним і магнітометричним методами вперше дозволили установити кількісні взаємозв’язки між кінетикою ДФПВ, що реалізуються в поверхневих шарах, кінетикою зношування і формуванням ударно-абразивної й абразивної зносостійкості розроблених метастабільних чавунів і цементованих сталей. Збільшення інтенсивності ДФПВ в поверхневих шарах під впливом легування або обробок супроводжується зниженням інтенсивності зношування, а відносна ударно-абразивна й абразивна зносостійкість лінійно залежить від кількості твердих фаз (мартенситу і карбідів), яки утворюються, що можна використовувати для підвищення довговічності і надійності деталей, які швидко зношуються.  9. Дослідженнями й випробуваннями встановлено, що одержання метастабільного Аост і регулювання кінетики його ДМПВ за рахунок використання систематизованих у роботі фізико-хімічних факторів і механізмів стабілізації аустеніту, можна керувати властивостями й істотно підвищувати їхній комплекс стандартних сталей різних класів і призначення - 20Х13, 30Х13, 6ХС, 55С2, 45ХН2МФА, Х12М, Х12Ф1, ХВГ, 5ХНМ, 7Х3 і високоміцному чавуні ВЧ52, які широко застосовуються у виробництві.  10. На основі досліджень впливу легування (7,5-15,5 % Cr; 5-12 % Mn) на фазовий склад, метастабільність аустеніту, кінетику ДМПВ і властивості, розроблена більш економічна наплавочна порошкова стрічка Пл-Нп-25Х14Г12Ф-А-Ф (ПЛН-7), яка забезпечує одержання метастабільного аустеніту наплавленого металу переважаючого за властивостями, зносостійкістю (у 2,5-3,8 рази) і експлуатаційною довговічністю відомі більш дорогі аналоги (ПЛН-4 і ПЛН-6).  11. Дослідженнями впливу параметрів обробок і легуючих елементів на структуру, фазовий склад і властивості сталей систем легування Fe-Cr-Mn-C, Fe-Cr-C і Fe-Mn-C показані перспективні можливості формування фазово-структурних модифікацій і метастабільних станів у поверхневих шарах методами ХТО (цементація, зневуглецювання) у поєднанні з термообробкою. Керована реалізація ДФПВ в зміцнених шарах дозволяє істотно підвищувати зносостійкість у поєднанні при необхідності з корозійною стійкістю, жаростійкістю поверхні, високою міцністю, або навпаки підвищеною в'язкістю і пластичністю серцевини.  12. На основі дослідження впливу легуючих елементів (14-22 % Cr, 6-12 % Mn, 0,24-2,34 % C) і параметрів термообробки на структуру, фазові перетворення і властивості розроблені економічні безнікелеві корозійностійкі і жаростійкі сталі аустенітно-феритного, аустенітно-карбідного, ферито-аустенітно-карбідного, ферито-карбідного класів.  За механічними властивостями, зносостійкістю (у 2,5-3,8 рази) вони перевершують дорогі хромонікелеві сталі (відповідно 10Х18Н10Л, 35Х23Н7СЛ) і відповідні їм по корозійній стійкості в деяких середовищах і жаростійкості (при 1000-1050 С). Уперше показані можливості підвищення їхніх властивостей за рахунок керування кінетикою ДМПВ параметрами загартування, що змінюють співвідношення між феритом і аустенітом.  13. Дослідження службових властивостей і виробничі випробування розроблених метастабільних зносостійких чавунів (ЧХ12Г4Д2, ЧХ15Г5ТЮ), корозійностійкої (12Х16Г10ДСТЛ) і жаростійкої (35Х23Г3СФЛ) сталей, наплавочної порошкової стрічки (Пл-Нп-25Х14Г12Ф-А-Ф (ПЛН-7), технологій термообробки стандартних сталей (20Х13, Х12М), що забезпечують формування метастабільних станів, показали високі їхні експлуатаційні характеристики, які не поступаються, (а в ряді випадків перевершують) відомі дорогі дефіцитно леговані аналоги. Впровадження розроблених матеріалів і зміцнюючих технологій на машинобудівних і металургійних підприємствах дозволило одержати значний економічний ефект: фактичний – понад 1 млн. грн.; очікуваний – понад 5 млн. грн. | |