**Слинько Георгій Іванович. Розвиток основ структуроутворення і керування властивостями фосфористих чавунів, які працюють в умовах циклічних навантажень та підвищених температур. : Дис... д-ра наук: 05.02.01 - 2005.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Слинько Г.І. Розвиток основ структуроутворення і керування властивостями фосфористих чавунів, які працюють в умовах циклчних навантажень та підвищених температур. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – Матеріалознавство. – Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, 2004.  Дисертація присвячена розвитку основ структуроутворення і вибору методів керування властивостями фосфористих чавунів для литих заготовок деталей машин, які працюють в умовах циклічних навантажень та підвищених температур. Встановлено загальні закономірності і принципи формування мікроструктури чавунів з пластинчастим і кулястим графітом в залежності від ступеню їх легування фосфором і впливу масштабного чинника. Встановлено, що фосфідна евтектика у кількості 1...6 % є зміцнювальним структурним складником і підвищує міцність, твердість, зносостійкість, термостійкість, оброблюваність фосфористих чавунів. Негативний вплив фосфідної евтектики на пластичні властивості і циклічну тріщиностійкість менш значний у порівнянні з впливом зростаючих кількостей фериту, розмірів його зерен і графіту. Запропоновано комплексну систему керування властивостями чавунів, яка включає аналітичне визначення необхідних характеристик структурних складників і технологію їх отримання. На підставі наукових положень, проведених систематичних досліджень впливу фосфору і металургійних чинників на структуру і властивості розроблені економнолеговані фосфористі чавуни різних класів. Із врахуванням отриманних результатів взаємозв’язку характеристик структурних складників і властивостей фосфористих чавунів розроблені способи і технології їх плавлення, легування, модифікування, термічної обробки і поверхневого зміцнення, що дозволило забезпечити необхідний рівень механічних і експлуатаційних властивостей деталей машин. Розроблені фосфористі чавуни, способи і технології їх отримання і зміцнення поверхонь тертя впроваджені у виробництво. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі здійснені нові науково-обгрунтовані розробки в галузі матеріалознавства, що забезпечують вирішення важливої науково-технічної і практичної проблеми для України – створення економнолегованих ливарних чавунів різних класів, що не містять гостродефіцитних легувальних елементів і є зміцненими за рахунок армувальних властивостей фосфідної евтектики і ефективних зміцнювальних технологій для підвищення їхніх якісних і експлуатаційних показників.   1. Виходячи з аналізу літературних даних і досвіду виробництва встановлено, що багато деталей машин, зокрема двигунів внутрішнього згоряння виготовляється з чавунів з пластинчастим і кулястим графітом. Одним з найбільш ефективних і недефіцитних в Україні твердорозчинних зміцнювачів цих чавунів – є фосфор. Проте, процеси структуроутворення легованих фосфором чавунів вивчені недостатньо. Відсутні дані щодо ступеню впливу структурних складників на властивості фосфористих чавунів, що працюють в умовах статичних і циклічних навантажень та підвищених температур.   2. Вперше для характеристики процесів структуроутворення фосфористих чавунів і визначення впливу фосфідної евтектики на їх властивості застосовані індекси і параметри її форми. Отримано аналітичні формули для визначення кількості фериту і діаметрів його зерен та індексів і параметрів форми графіту в залежності від індексів і параметрів форми ФЕ і навпаки – характеристик ФЕ в залежності від характеристик графіту. Це дає можливість аналітично визначати структурний склад фосфористих чавунів за наявності хоча б однієї характристики структурних складників.  Досліджено процеси структуроутворення легованих фосфором чавунів з пластинчастим і кулястим графітом. Підтверджено відомі дані, що із збільшенням домішок фосфору в чавунах утворюється фосфідна евтектика, кількість і будова якої залежать від домішок фосфору та швидкості кристалізації чавуну. Визначено вплив ФЕ на процеси структуроутворення фосфористих чавунів при легуванні їх фосфором у межах 0,02...0,97%. Показано, що збільшення домішок фосфору сприяє їх графітизації: збільшується кількість фериту, кількість графіту і розміри графітових вкраплень; знижується ступінь сфероїдизації кулястого та спостерігається незначна коагуляція вершин пластинчастого графіту.  3. Вперше визначено оптимальні розміри фосфідної евтектики, довжина вкраплень якої в чавуні з пластинчастим графітом має бути не більшою 90 мкм, а в чавуні з кулястим графітом має перебувати у межах 90...120 мкм. Визначено, що оптимальними є довжина пластин графіту 60...90 мкм, а діаметр куль – 45...60 мкм.  4. Вперше, із застосуванням методів математичного аналізу і лінійної механіки руйнування визначено вплив ФЕ на міцність чавунів. Встановлено, що максимальна границя міцності при розтягуванні стандартних циліндричних зразків досягається за наявності 2...3 % фосфідної евтектики, розташованої у вигляді окремих вкраплень в металевій матриці. Розбіжність між розрахунковими та експериментальними даними складає ±3,5%, що підтверджує коректність аналітичних досліджень.  5. Методами металографічного і фрактографічного аналізів виконали феноменологічні дослідження мікромеханизмів руйнування фосфористих чавунів з пластинчастим і кулястим графітом в умовах статичного, динамічного і циклічного навантажень при температурах 20 і 450С та темоциклічного – при 400600С.  Вперше встановлено, що мікромеханізм руйнування фосфористих чавунів може характеризуватися трьома основними видами: транскристалічним сколом, змішаним та міжзеренним руйнуванням. Найбільш прийнятним, з точки зору зміцнення чавунів, є змішаний вид руйнування, який відбувається в межах домішок фосфору 0,1...0,6%. При цьому ФЕ є армувальним структурним складником, що гальмує тріщини. При більших домішках фосфору утворюється ФЕ у вигляді жорсткого каркасу, який спричиняє руйнування чавуну. Отримані дані узгоджуються з аналітичними дослідженнями.  6. Проведені всебічні дослідження впливу ФЕ на механічні, технологічні та експлуатаційні властивості ЧПГ і ЧКГ. Встановлено, що при легуванні фосфором:  підвищуються твердість та зносостійкість;  підвищуються до екстремальних значень, а потім знижуються міцність при розтягу при кімнатній та підвищеній температурах, міцність при стисканні, термостійкість, оброблюваність лезовим інструментом;  знижуються міцність при згинанні, ударна в’язкість, пластичність, статична та циклічна тріщиностійкість.  Оптимальним є легування чавунів фосфором в межах 0,1...0,6%, при цьому утворюється фосфідна евтектика, яка є армувальним структурним складником. Її кількість рекомендується в залежності від призначення та умов експлуатації чавунних деталей.  7. Вперше встановлено, що твердість оплавленого поверхневого шару чавуну підвищується із збільшенням домішок фосфору за рахунок утворення ледебуриту з дисперсними вкрапленнями фосфідної евтектики, що рекомендовано застосувати при виробництві розподільних валів та коромисел клапанів  8. Підтверджено відомі дані щодо впливу масштабного чинника на властивості чавунів з різною формою графіту. При цьому загальні закономірності впливу домішок фосфору на властивості чавунівзалишаються практично без змін.  9. Вперше із застосуванням комплексного статистичного аналізу взаємозв’язку властивостей фосфористих чаунів з їх фазовим складом підтвердили, що провідну роль у зміцненні чавунів відіграє фосфідна евтектика, а за її відсутності – зміцнена фосфором металева матриця.  10. Вперше методом детермінованого факторного аналізу підтверджено результати випробувань механічних властивостей фосфористих чавунів:  - легування чавунів фосфором у кількості до 0,09% сприяє підвищенню їх твердості і міцності;  - фосфідна евтектика сприяє підвищенню твердості чавунів. Частка її впливу більш значна у порівнянні з часткою впливу металевої матриці;  - встановлено, що фосфідна евтектика у кількості 1...6 % є зміцнювальним структурним складником і позитивно впливає на міцність фосфористих чавунів. Загальна частка впливу фосфідної евтектики співмірна з часткою впливу металевої матриці;  - пластичність фосфористих чавунів знижується при легуванні їх фосфором у межах 0,02...0,97%. Встановлено, що частка впливу фосфідної евтектики в зниженні пластичності у 1,2 рази менше у порівнянні з дією графіту та в 2,7 рази менше порівняно з дією металевої матриці.  11. В результаті проведених аналітичних і технологічних досліджень визначені оптимальні хімічні склади та мікроструктури чавунів для деталей двигунів внутрішнього згоряння різних класів та інших деталей машинобудування. Встановлено металургійні прийоми, необхідні для отримання у виливках заданих властивостей і мікроструктури. Розроблено і впроваджено у виробництво оптимізовані склади чавунів, технічні умови, технологічні процеси, інструкції, методики та інша нормативно-технічна документація. Впровадження фосфористих чавунів для деталей машинобудування дало змогу підвищити їх властивості та знизити або виключити вміст Cr, Mo, Ti, Ni.  Деталі, виготовлені з дослідно – промислових економнолегованих фосфористих чавунів, успішно пройшли випробування на двигунах. Розроблені матеріали впроваджені у виробництво із загальним річним економічним ефектом 4011,2 тис. гривень. | |