**Черниченко Валентина Григорівна. Розробка хімічного складу та режимів термомеханічної обробки боровмісної сталі для холодної об'ємної штамповки : Дис... канд. наук: 05.16.01 – 2006**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Черниченко В.Г. Розробка хімічного складу та режимів термомеханічної обробки боровмісної сталі для холодної об’ємної штамповки. – Рукопис.**  Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.01 – “Металознавство та термічна обробка металів” – Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, м. Дніпропетровськ, 2006.  На підставі зіставлення характеру розподілу надлишкових боридних фаз у структурі мікролегованій бором низьковуглецевої сталі для холодної об’ємної штамповки (ХОШ) і зміни вільної енергії Гібса при взаємодії бору з азотом, залізом і вуглецем при температурах 900–1200С науково обґрунтовано припущення про те, що боридні фази являють собою з’єднання типу BN і Fe2B, акарбід бору в розглянутій хімічній системі не утвориться через більшу спорідненість бору до заліза, ніж до вуглецю.  Розроблено хімічний склад сталі для ХОШ, що містить як основну систему легування 0,10-0,45 % вуглецю, 0,50-1,40 % марганцю, 0,10-0,30 % кремнію, 0,002-0,012 % азоту і 0,005-0,015 % бору. При цьому встановлене співвідношення, що визначає вміст бору й азоту в сталі виду: B/N=(1 + К/N), де К - коефіцієнт рівний 0,0025-0,0035.  Розроблено новий метод прогнозного визначення прогартовуваності боровмісної сталі для ХОШ, заснований на ідентичності твердості загартованого зразка-проби, відібраного від рідкої сталі і твердості теплотехнічно еквівалентного зразка, відібраного від готового прокату.  Розроблено і погоджено технічну угоду ТС/ТО-02-2003 на прокат з боровмісних сталей 12Г1Р, 20Г2Р та 30Г1Р, у яку внесено наступні основні вимоги: вміст бору загального в сталі має складати 0,005-0,012 %, що істотно перевищує звичайні норми (0,001-0,005 %); прогартовуваність, обумовлена за твердістю центральної зони загартованих натурних зразків прокату, повинна бути не менше HRC 35, HRC 37 і HRC 38 відповідно для сталі марок 12Г1Р, 20Г2Р та 30Г1Р.  Розроблено параметри знеміцнюючої ТМО прокату для ХОШ, із застосуванням якої були випущені дослідно-промислові партії прокату зі сталі, мікролегованої бором, за традиційною і новою технологічними схемами.  Незалежно від схеми мікролегування бором, виготовлені зі сталі 20Г2Р кріплення відповідали класу 8.8 після зміцнюючої термічної обробки. | |
| |  | | --- | | В роботі вирішено актуальну науково–технічну задачу, спрямована на підвищення комплексу механічних і технологічних властивостей прокату для ХОШ: розроблені хімічний склад боровмісної сталі нового покоління і режими знеміцнюючої термомеханічної обробки прокату з цієї сталі.  1. На підставі зіставлення характеру розподілу надлишкових боридних фаз у структурі низьковуглецевої сталі для ХОШ, мікролегованої бором, і змін вільної енергії Гібса при взаємодії бору з азотом, залізом і вуглецем при температурах 900–1200С науково обґрунтовано припущення про те, що боридні фази являють собою з’єднання типу BN і Fe2B, акарбід бору не утворюється через більшу спорідненість бору до заліза, ніж до вуглецю.  2. Розроблено хімічний склад сталі для ХОШ, що містить як основну систему легування 0,10-0,45 % вуглецю; 0,50-1,40 % марганцю; 0,10-0,30 % кремнію; 0,002-0,012 % азоту і 0,005-0,015 % бору. При цьому встановлено співвідношення, що визначає вміст бору й азоту в сталі виду: B/N = (1+К/N), де К - дорівнює 0,0025-0,0035 %.  На боровмісну сталь нового покоління подана заявка на патент № а200603210 від 27.03.06 р.  3. Розроблено новий метод прогнозного визначення прогартовуваності боровмісної сталі для ХОШ, заснований на ідентичності твердості загартованого зразка-проби, відібраного від рідкої сталі, і твердості теплотехнічно еквівалентного зразка, відібраного від готового прокату.  4. На підставі розрахунково–аналітичних досліджень встановлено наступне:  при наявності поверхневих дефектів на литій чи катаній заготовці глибиною 2,48; 1,88 і 1,49 мм глибина поверхневих дефектів на готовому прокаті діаметром 6,5; 9,0 і 12,0 мм, відповідно, не перевищує 0,1 мм;  для забезпечення відповідності каліброваного прокату вимогам квалітету h10 і h11, ступінь холодної деформації гарячекатаного прокату з глибиною поверхневих дефектів до 0,1 мм має бути не менше 19 %.  5. Розроблено і погоджено технічну угоду ТС/ТО-02-2003 на прокат з боровмісних сталей 12Г1Р, 20Г2Р та 30Г1Р, у яку внесено наступні основні вимоги:  вміст бору загальний в сталі має складати 0,005-0,012 %, що істотно перевищує звичайні норми (0,001-0,005 %);  прогартовуваність, обумовлена за твердістю центральної зони загартованих натурних зразків прокату, повинна бути не менше HRC 35, HRC 37 і HRC 38, відповідно, для сталі марок 12Г1Р, 20Г2Р та 30Г1Р.  6. Розроблено параметри знеміцнюючої ТМО прокату для ХОШ із боровмісної сталі, яка передбачає закінчення прокатки в дротовому блоці при температурі 1020-1070С, охолодження водою перед розкладкою у витки до 920-970С зі швидкістю 100-300С/с і повітряне охолодження витків прокату зі швидкістю 0,3-0,4С/с на транспортері дротового стану до 500–550С, а потім зі швидкістю 0,5-1,0С/с до ~ 350С.  При знеміцнюючій ТМО відбувається статична рекристалізація аустеніту і співвідношення фериту і перліту близько до рівноважного (Ф/П = 65/35), унаслідок чого механічні характеристики прокату відповідають вимогам ТС/ТО-02-2003.  7. Статистичними методами встановлено зв’язок між механічними характеристиками прокату для ХОШ з бористих сталей (міцностними і пластичними властивостями після знеміцнюючої ТМО і твердістю після загартування в маслі) і інтегральними (вуглецевий еквівалент Се, фізико-хімічний еквівалент Zу) чи індивідуальними показниками хімічного складу. Задовільна відповідність розрахункових і експериментальних значень механічних характеристик дозволяє прогнозувати властивості готового прокату зі сталі 20Г2Р за інтегральним показником Се чи Zу.  8. Методом багатокритеріальної оптимізації показано:  міцностні і пластичні характеристики прокату з бористих сталей, підданого знеміцнюючій ТМО, при спільному збільшенні вмісту азоту і бору зростають;  при вмісті азоту до 0,0074 % підвищення вмісту бору приводить до зниження міцностних і підвищенню пластичних характеристик прокату;  твердість серцевини загартованого в маслі прокату з бористих сталей, яка характеризує прогартовуваність, досягає максимальних значень при вмісті азоту і бору в межах 0,0062-0,0080 % і 0,0062-0,010 % відповідно.  Нижні межі вмісту азоту і бору характерні для сталей, у яких, разом з бором, містяться добавки алюмінію і титану, а верхні межі – для бористих сталей нового покоління.  9. Порівняльна оцінка результатів визначення глибини зневуглецьованого шару на прокаті зі сталі 20Г2Р за ГОСТ 1763 (метод М) і ІСО 4954 показала, що методика ІСО 4954, яка передбачає заміри твердості в поверхневих шарах зразка від попередньо загартованого в маслі прокату, дозволяє більш об’єктивно визначати глибину зневуглецьованого шару, середня величина якої на 0,65 % абс. менше, ніж обмірюваної за методикою ГОСТ 1763. Це дозволило зменшити відбраковування прокату для ХОШ через невідповідність його нормам за глибиною зневуглецьованого шару.  10. Показано, що прокат для ХОШ зі сталі 20Г2Р, вироблений за новою технологічною схемою, витримує випробування на холодну осадку за групами 66 і 75 і осаджені зразки відповідають балам 0 і 1 міжнародної еталонної шкали. Показники за холодним осадженням зразків від цього прокату були отримані без абразивного чи вогневого зачищення поверхні вихідної БЛЗ малого перетину (125х125 мм).  11. Показано, що незалежно від схем мікролегування сталі 20Г2Р бором (розроблена чи традиційна) болти, виготовлені методом ХОШ, після ідентичних режимів зміцнюючої термічної обробки (загартування + відпуск) відповідають класу 8.8. | |