

Бубіс А.О., Федоров Г.Є.

(НТУУ «КПІ», м. Київ)

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖАРОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ МІКРОЛЕГУВАННЯМ І МОДИФІКУВАННЯМ

Дослідженнями ливарних, механічних і спеціальних властивостей сталей з високим вмістом хрому та алюмінію, встановлено, що такі матеріали здатні працювати тривалий час в умовах надвисоких температур і агресивних середовищ, тобто в екстремальних умовах, і можуть бути використані для виготовлення жаростійких деталей методами лиття. Сплави з високим вмістом хрому та алюмінію повною мірою відповідають вимогам, які до них пред'являють: мають високі температури плавлення та жаростійкість, задовільні ливарні властивості, є недорогими та недефіцитними. Відкритим залишається питання щодо з'ясування впливу процесів мікролегування та модифікування на властивості сталей цієї групи, оскільки ці процеси за літературними даними спроможні підвищувати характеристики сплавів на основі заліза. Проте інформація відносно впливу процесів мікролегування та модифікування на властивості сплавів з високим вмістом хрому та алюмінію практично відсутня. Отже дослідження в цьому напрямку є завданням досить актуальним у теперішній час.

Метою роботи є вивчення впливу процесів мікролегування та модифікування жаростійких сталей з високим вмістом хрому та алюмінію й вибір оптимального хімічного складу сталей для виробництва литих деталей, що працюють в екстремальних умовах. Об'єктом дослідження є процеси мікролегування та модифікування жаростійких сталей з високим вмістом хрому та алюмінію. Предметом дослідження є хімічний склад, ливарні, механічні та спеціальні властивості й структура жаростійких сталей з різним вмістом хрому та алюмінію.

У виробничих умовах використовують три способи покращання властивостей сплавів на основі заліза: легування, мікролегування та модифікування.

Легування – це додавання в розплав, розчинення або розплавлення в ньому легувальних елементів для одержання сплаву заданого хімічного складу, який забезпечує високі фізико-хімічні та механічні властивості металу у виробі.

Мікролегування – це процес введення в металевий розплав невеликих (до 0,1%) присадок легувальних елементів для зміни властивостей металу в рідкому стані та у виробі, оскільки ефективно впливає, перш за все, на чистоту меж зерен та зменшує шкідливий вплив легкоплавких домішок.

Модифікування у сучасному сталеливарному виробництві відіграє надзвичайну роль, оскільки значною мірою визначає характер кристалізації сталі, ступінь її гранулярності, що дуже важливо для високолегованих сталей, і комплекс її механічних і спеціальних властивостей.

Виплавляння досліджуваних сталей здійснювали методом переплавлення недефіцитних шихтових матеріалів і феросплавів в індукційній печі ІСТ-0,06 з основною футеровкою місткістю тигля 60 кг. Для визначення ливарних і механічних властивостей, структури, кінетики окиснення жаростійких металів та їх окалиностійкості використано сучасні методики. Металографічні дослідження сплавів виконували на мікроскопі МІМ – 8 з персональним комп'ютером.

Досліджено вплив РЗМ на ливарні, механічні й спеціальні властивості жаростійкої хромоалюмінієвої сталі 30Х30Ю2ТЛ. Встановлено, що присадка до 0,25% РЗМ у хромоалюмінієву сталь помітно підвищує її рідкотекучість внаслідок дегазації, дефосфорації й десульфурзації розплаву, при цьому РЗМ переводять неметалеві вкраплини з гострокутної форми в глобулярну. Присадка РЗМ у межах 0,25...0,35% позитивно впливає на лінійну усадку й тріщиностійкість.

Як мікролегувальні присадки та такі, що модифікують, досліджено: ітрій – до 0,6%; кальцій – до 0,1%; ванадій і цирконій – до 0,3%.

Найкращий комплекс ливарних, механічних й експлуатаційних властивостей хромоалюмінієва сталь набуває після оброблення її ітрієм у кількості 0,10...0,25% (за присадкою): рідкотекучість сталі підвищується на 35...40%, лінійна усадка знижується з 2,20 до 1,84%, а тимчасовий опір розриванню підвищується з 340 до 440 МПа. Окалиностійкість сталі підвищується після присадки ітрію у всьому дослідженому діапазоні, але найефективніша його дія у цьому напрямку – до 0,35%.

Кальцій у кількості до 0,1% сприяє збільшенню рідкотекучості, міцності й зниженню лінійної усадки. Маючи високу спорідненість до кисню, сірки й азоту, кальцій значною мірою змінює кількість, форму й морфологію неметалевих вкраплин, що покращує структуру металу й підвищує міцність і термостійкість виробів. Присадки до 0,2% ванадію трохи підвищують рідкотекучість хромоалюмінієвої сталі, а до 0,1% – знижують лінійну усадку, істотно підвищують тимчасовий опір розриванню й термостійкість, а також трохи підвищують окалиностійкість металу. Позитивний вплив на рідкотекучість, міцність й експлуатаційні характеристики хромоалюмінієвої сталі справляють присадки цирконію в кількості до 0,2%.

Отже можна зробити висновок, що серед вивчених мікролегувальних і модифікувальних присадок найпозитивніше впливає на властивості хромоалюмінієвих сталей ітрію, оптимальною присадкою якого має бути 0,15...0,25%.

Дослідженнями встановлено, що найкращий комплекс технологічних і спеціальних властивостей має жаростійкий сплав на основі заліза із вмістом 25...32% хрому й 1,5...3,0% алюмінію. Вміст вуглецю має не перевищувати 0,25%. Шкідливий вплив вуглецю на окалиностійкість частково або повністю можна усунути легуванням сталі титаном у кількості 0,25...0,60%.

У тих випадках, коли необхідно виготовляти вироби нескладної конфігурації, які працюють в умовах високих температур (до 1200 °С) заданий проміжок часу, можна скористатися результатами досліджень і рекомендаціями й використати сталь іншого хімічного складу, з іншими діапазонами концентрацій елементів, %: C = 0,25...0,35; Cr = 24...32; Al = 1,0...3,0; Ti = 0,25...0,60;

Для виготовлення складних за геометрією литих деталей із жаростійких сталей їх доцільно мікролегувати і модифікувати ітрієм, ванадієм, і кальцієм у вказаних вище діапазонах концентрацій.

Отримані експериментальні дані щодо ливарних, механічних і спеціальних властивостей жаростійких сталей із хромом та алюмінієм дали можливість запропонувати як ливарний матеріал для виготовлення тонкостінних великогабаритних литих деталей, що працюють за температур до 1300 °С, сталь 30X30Ю2ТЛ, а для виготовлення простих за конфігурацією литих деталей, які працюють за температур до 1150...1250 °С – сталь 25X24Ю3ТЛ.