

Бондар Т.С., Федоров Г.Є.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)
ЛИВАРНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖАРОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ З ВИСОКИМ
ВМІСТОМ ХРОМУ

Аналіз літератури щодо жаростійких сплавів на основі заліза з високим вмістом хрому дає можливість оцінити, що певну жаростійкість сплави набувають після додавання в них понад 13% хрому, а задовільні ливарні та механічні властивості зберігають до 35% хрому. Підвищити технологічні й експлуатаційні характеристики залізохромистих сплавів можна легуванням їх алюмінієм.

Рідкотекучість. Визначали за температури $(1580 \pm 10)^\circ\text{C}$ за методикою стабільних витрат металу та його тиску з використанням спіралі Керрі.

Установлено, що з підвищенням вмісту хрому рідкотекучість сталей зростає в результаті зниження температури плавлення сталі й зменшення інтервалу кристалізації відповідно до діаграми стану Fe-Cr. Додавання алюмінію в хромисті сталі до 1,0...1,5% залишає їх практичну рідкотекучість на високому рівні, однак подальше підвищення вмісту алюмінію до 2...3% дещо знижує її.

Такий вплив алюмінію на рідкотекучість хромистих сталей можна пояснити так: невеликі присадки алюмінію добре розкислюють метал, надають йому гомогенності, тому рідкотекучість залишається високою.

Отже, для збереження високої рідкотекучості хромистих сталей вміст алюмінію в них має не перевищувати 2%.

Лінійна усадка. Хром має необмежену розчинність в α -залізі, тому збільшує кількість феритної складової структури й знижує лінійну усадку досліджених сталей. На зменшення лінійної усадки сталі, після підвищення концентрації хрому, істотний вплив робить також зміцнення міжатомних сил зв'язку в кристалічних ґратах легованого фериту. Додавання невеликої кількості алюмінію помітно знижує усадку хромистих сталей у результаті ще більшого звуження γ -області в сталях і збільшення кількості феритної складової. Металографічними дослідженнями встановлено, що сталь із 30% хрому й 1% алюмінію має феритну структуру із дрібними включеннями карбідів. Крім того, коефіцієнт термічного стискування фериту в 1,6 рази ($14,5 \cdot 10^{-6}$ 1/град проти $23 \cdot 10^{-6}$ 1/град) менше, ніж аустеніту. Це суттєво знижує лінійну усадку металу. Додавання алюмінію в хромисті сталі істотно зменшує також загальний вміст газів у металі внаслідок утворення тугоплавких оксидів і нітридів. Тугоплавкі сполуки стають додатковими центрами кристалізації, подрібнюють первинне зерно й підвищують щільність металу ще на ранній стадії реєстрації лінійної усадки. Підвищення вмісту алюмінію понад 2% збільшує лінійну усадку сталей внаслідок перебудовування кристалічних ґраток фериту в результаті підвищеного вмісту алюмінію та різниці коефіцієнтів термічного стискування, оскільки збільшується розчинність алюмінію у фериті до 30%. Коефіцієнт термічного стискування алюмінію $23,8 \cdot 10^{-6}$ 1/град, заліза – $11,8 \cdot 10^{-6}$ 1/град, а хрому – $6,7 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Таким чином, для зменшення лінійної усадки хромистих сталей вміст у них алюмінію має не перевищувати 2%. Це стосується, насамперед, виробництва геометрично складних і великогабаритних виливків.

Тріщиностійкість. Відомо, що причиною виникнення гарячих тріщин у виливках є механічні й термічні гальмування, які створюються геометрією вилівка й усадкою. Гарячі тріщини зароджуються при температурах, близьких до температур завершення первинної кристалізації. Для високолегованих сталей інтервалом зародження гарячих тріщин є $1450 \dots 1250^\circ\text{C}$.

Сталі із хромом й алюмінієм мають низьку теплопровідність, у результаті чого виникає більша різниця температур між поверхневими й внутрішніми шарами металу, що призводить до появи внутрішніх гарячих тріщин, які згодом (під час експлуатації) поширюються до поверхні вилівка. Однак зниження коефіцієнта термічного стискування, що обумовлено ростом феритної складової структури після підвищення вмісту хрому й оптимальних добавок алюмінію, позитивно впливає на тріщиностійкість досліджених сталей.

Об'ємна усадка. Підвищення вмісту хрому в сталях знижує її теплопровідність, що істотно погіршує умови формування якісних виливків. Зниження теплопровідності сталей після підвищення в них хрому й алюмінію сприяє збільшенню усадкових дефектів і сконцентрованої усадкової раковини.