

УДК 669.15-194.1:669.295.7

Остапенко А.Ю.¹ Алексєєнко О.В.²

¹ студ. гр. ІФ-126сп ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

ВПЛИВ ТИТАНУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ

Дослідження структури і властивостей сталі показали, що нітрид титану є активним центром кристалізації і має істотний вплив на поліпшення властивостей сталі. Так, в модифікованій високо марганцевій сталі (0,03...0,10 % Ti) середній розмір зерна аустеніту зменшується в ~2 рази, помітно знижується дендритність структури і схильність литва до тріщин на 15-25 %, що підвищує значення механічних властивостей сталі.

Чудова властивість модифікованої сталі – це одночасне зростання міцносних та пластичних показників при незмінному або дуже не значному збільшенні твердості. Виливки з високомарганцевій сталі, модифікованої титаном, характеризуються більш високою (~ у 1,5 разів) зносостійкістю та кращими експлуатаційними показниками.

Великий інтерес представляють дослідження властивостей сталей, комплексно легованих на базі кремнемарганцевій сталі. Сталь, легована комплексом (Cu+Mo+Ti), тобто зміст 0,80 % Cu, 0,15 % Mo та 0,13 % Ti, виділяється високою межею плинності і високим співвідношенням значень σ_T та σ_B , а також високою в'язкістю при відповідних температурах відпуску. У разі легування сталі великою кількістю Ti (0,24 %) спостерігається значне падіння в'язкості (з 7 до 4,5 кг·м/см⁴), після низького відпуску, а після середнього і високого відпуску поєднання міцності, пластичності і в'язкості цілком задовільне. Проте, введення в дану комплексно леговану сталь ще більшої кількості Ti (0,32 %), викликає падіння ударної в'язкості до 1...2 кг·м/см². До температури 300 °С характеристики міцності сталі зберігаються практично незмінними ($\sigma_d = 175...178$ кг·м/см²; $\sigma_T = 163...166$ кг·м/см²). При відпуску ж понад 400 °С ці показники різко знижуються.

Зниження в сталі вмісту Ti і збільшення в ній Cr призводять до поліпшення її пластичності і в'язкості. У сталі, що містить 0,34 % C, 1,16 % Mn, 1,64 % Cr і 0,08 % Ti, спостерігається значне підвищення в'язкості вже при відпуску 450 °С та немає різкого падіння межі міцності і межі плинності на усьому інтервалі відпуску, як у тієї, що розглядається вище сталі. Комплексна добавка Mo, V і Ti навіть в незначних кількостях (0,03...0,05 % Ti, 0,1 % V і 0,2...0,3 % Mo) збільшує стійкість сталі.

Добавки Ti призводять до дуже значного (в 10 разів) збільшення надмірних карбідів. Останнє пояснюється тим, що при введенні Ti в розплав не утворюються спеціальні карбіди (TiC), що грають роль додаткових центрів кристалізації, які утворюються ж в інтервалі ліквідус–солідус переважно в міжосних ділянках карбіду Ti є лише додатковими концентраторами напруги. Тому сталь 4X5MФC з додаванням Ti має значно меншу пластичність і в'язкість в порівнянні з матеріалом звичайного складу.

Доктор техн. наук Гуляєв Б.Б. та інші дослідники дослідили вплив кінцевого розкислювання Ti на ударну в'язкість литої сталі. Розкислююча здатність Ti нижча, ніж Al. Проте Ti не лише розкислює сталь, але і сприяє очищенню її від неметалевих вкраплень флюсоуючою дією його оксидів на комплексні силікати Mn, Fe та ін. елементів. З'єднуючись з азотом, Ti утворює в рідкому розплаві дрібнодисперсний нітрид, який служить центром кристалізації і сприяє отриманню дрібнозернистої структури.

Не дивлячись на велику різницю у вартості Al і Ti для кінцевого розкислювання ефективніше використати Ti з розрахунку 0,02...0,06 % залишкового вмісту в готовому металі. Це відповідає найбільш сприятливому розташуванню включень, їх формі і розмірам, найменшій забрудненості сталі, що обумовлює високі значення ударної в'язкості.

Додаткове введення в марганцеві сталі Al, що розкислює, присадок Ti і Ca на 10...30 % підвищують рідкотекучість, на 5...10 % знижує ливарну усадку, в 2,5...4 рази зменшує зернистість первинної структури, зменшує зону стовпчастих кристалів, на 5...15 % збільшує об'єм концентрованої усадкової раковини при деякому зменшенні глибини її залягання (тобто збільшує зону щільного металу), на 40...60 % знижує брак від усадки, порізів та гарячих тріщин.