

УДК 621.74

Кармазін М.О.<sup>1</sup>, Мітін В.К.<sup>2</sup>, Кудін В.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> асп. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> студ. гр. ІФ-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

## **ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФЕРОТИТАНОМ НА СТРУКТУРУ ВИСОКОМАРГАНЦЕВОЇ СТАЛІ**

Дивлячись на багаторічний досвід виробництва високомарганцевої сталі 110Г13Л та багаточисленні дослідження впливу різних факторів на весь комплекс ливарних, механічних та експлуатаційних властивостей, витрати і брак виливків залишаються досить високими. Навіть однотипові виливки, в практично однакових умовах відрізняються між собою по стійкості (терміну експлуатації) в 2-5 разів. Цей факт свідчить, що резерви покращення якості деталей із високомарганцевої сталі далеко ще не вичерпані. Тому важливою і актуальною задачею є підвищення якості виливків за рахунок раціонального модифікування або легування сталі різними елементами.

В даній роботі вивчали вплив модифікування титаном на неметалеві включення та структуру високомарганцевої сталі 110Г13Л, яку виплавляли методом переплаву в індукційній печі ИСТ-0,16. Після розплавлення шихти, рідкий метал нагрівали до температури 1600°C, яку контролювали вольфрам-молібденовою термпарою. Для модифікування сталі використовували феротитан марки ФТи70С05. На АТ «МОТОР СІЧ» проводили металографічні дослідження структури на термооброблених зразках.

При додаванні в сталь невеликої кількості титану він, з'єднуючись з киснем, азотом і вуглецем, утворював тугоплавкі неметалеві включення, які знаходилися у вигляді дисперсних твердих багатограничних кристалів. Поряд з видимими на мікрошліфах включеннями була значна кількість частинок колоїдальних розмірів, добре спостережуваних в електронному мікроскопі. Поряд з розорієнтованими та рівномірно розподіленими включеннями нітридів, карбонітридів та оксидів виявлені дрібні рядки, які склалися в окремі найдрібніші неметалеві включення, імовірно сульфід титану, що розташовувалися в міжвузлях дендритів.

Для дослідження зміни складу неметалевих включень були проведені плавки з додаванням різної кількості титану. Неметалеві включення виділяли електролітичним методом в електроліті: 3% розчину сірчанокислого закисного заліза з добавками 1% пористого натрію та 0,2% сегнетової солі. Необхідно відмітити, що в процесі виділення неметалевих включень сульфідів, карбідів та фосфідів вони були

частково зруйновані при розчиненні. У складі неметалевих включень повністю були відсутні оксиди заліза та магнію.

У сталі без титану основними типами неметалевих включень є кремнезем, глинозем, оксид кальцію і незначна кількість оксиду марганцю. При введенні в сталь титану загальна кількість неметалевих включень зменшувалася незначно, всього на 5%, однак відбувався суттєвий перерозподіл складу неметалевих включень. Зменшувалася кількість кремнезему і глинозему, практично зникав оксид марганцю, але значно збільшувалася кількість нітридів титану (3 рази) та оксидів титану (10 разів). Подальші присадки титану призводили до повного зникнення включень оксиду марганцю та різкого (2–3) рази зниження вмісту кремнезему і глинозему. При введенні в сталь 0,15% титану переважаюча більшість включень відноситься до нітриду та оксиду титану.

Введення в сталь більше 0,3% титану призводила до різкого забруднення сталі включеннями, з яких більше 90% припадала на частку нітридів та оксидів титану, що відбувалося за рахунок включень нітридів титану. Металографічними дослідженнями встановлено, що забрудненість оксидними і сульфідними включеннями різко зменшувалася вже після перших присадок титану, а при вмісті титану більше 0,2% вони вже практично не утворювалися. Присадки титану знижували індекс забрудненості сталі включеннями фосфідної евтектики за рахунок карбідної складової. Утворені титаном тверді, тугоплавкі включення нітридів та карбідів були центрами кристалізації, що призводило до подрібнення аустенітного зерна (табл. 1).

Таблиця 1 - Вплив титану на розмір зерна та щільність сталі 110Г13Л

Вміст титану, %	Сліди	0,049	0,104	0,151	0,203	0,322	0,500
Протяжність границь зерен, мм/мм <sup>2</sup>	21,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	35,0
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	7784	7805	7800	7780	7762	7742	7720

Подрібнення аустенітного зерна призводило до підвищення щільності сталі. Дані показали, що найкращі показники досягали при кількості титану 0,05-0,10%, при збільшенні присадок титану щільність сталі зменшувалася, що можна пояснити інтенсивним забрудненням сталі неметалевими включеннями. Встановлено позитивний вплив модифікування титаном на механічні властивості. Високомарганцева сталь 110Г13Л модифікована титаном мала тонші та чистіші границі зерен від фосфору, що спостерігалось на рентгенівському мікροаналізаторі. Позитивний вплив титану, як модифікатора, відбувався за рахунок очищення границь зерен від фосфідів та фосфідної евтектики.