## ЛЕКЦІЯ №3

## Модифікування сталі ТА неметалевих включень

Застосування різних методів з метою рафінування металу або видалення неметалевих включень, що утворються в ньому, не завжди виявляється результативним. Крім того, досягнення позитивного результату може бути пов'язане з невиправдано високими витратами й зниженням економічної ефективності процесу позаагрегатної обробки металу. У таких випадках доцільно застосовувати модифікування сталі й неметалевих включень, тобто вплив на кристалічну структуру металу та зміну складу, морфології і розмірів включень. Модифікування неметалевих включень не вимагає обов'язкового видалення їх з розплаву, що значно знижує питомі витрати на обробку. З метою модифікування найчастіше використовуються модифікатори на основі лужно- і рідкоземельних металів (ЛЗМ і РЗМ). Їх модифікуючу дію спрямовано насамперед на нейтралізацію негативного впливу включень, що містять кисень і сірку.

У більшості випадків модифікування сталі й неметалевих включень передбачає глобулярізацію включень з одночасним зменшенням їх розмірів і рівномірним розподілом в об'ємі металу. Глобулярізація включень дозволяє вирішити проблему концентрування напруг навколо включень неправильної (найчастіше гострокутної) форми і знизити таким чином вірогідність передчасного руйнування сталевих виробів.

Сульфіди, оксиди і оксисульфіди ЛЗМ і РЗМ, що утворюються в результаті модифікування, мають більш високу температуру плавлення, ніж сульфіди і оксиди заліза. Вони не деформуються в процесі гарячої обробки тиском і виключають явище розтріскування й розшарування металу при високій температурі, відоме як красноламкість.

Наявний практичний досвід дозволяє зробити наступні рекомендації з технології модифікування сталі [9].

1. Модифікатори повинні присаджуватися в попередньо розкислений метал, щоб виключити безпосередню взаємодію активних елементів (ЛЗМ і

РЗМ) з киснем розплаву, або вводитися у вигляді порошкового дроту або в струмені інертного газу на глибину, яка виключає їх миттєве випаровування і видалення з розплаву у вигляді пари (див. главу [6](#_bookmark86)).

1. Оптимальна питома витрата модифікатора залежить від його складу, способу введення, окисленості й забрудненості металу, конкретних особливостей його позаагрегатної обробки. Для деяких активних елементів (Ca, РЗМ, Ti, V та ін) існує їх оптимальна концентрація в металі, при досягненні якої рівень механічних та експлуатаційних характеристик одержуваної продукції максимальний. Наприклад, більшість дослідників відзначає наявність оптимальної витрати РЗМ, який визначається, в основному, вмістом кисню і сірки в металі.

Як правило, витрата модифікаторів в фракціонованому вигляді (крупці, шматках) становить 2,0–4,0 кг/т сталі. Присадка модифікатора на струмінь металу в ході його розливання дозволяє знизити витрату модифікатора до 1,0– 1,5 кг/т, а при введенні його в ківш у вигляді порошкового дроту – до 0,5– 0,7 кг/т.

1. При тривалому знаходженні раскисленного металу в ковші, особливо з кислою футеровкою і наявності окисного шлаку, хімічний склад металу наприкінці розливання може помітно змінюватися в порівнянні з його початком. Зокрема, відбувається збільшення концентрації азоту, істотне зниження вмісту алюмінію і марганцю. Може відбуватися також зменшення концентрації активних елементів (Ca, РЗМ, Ti і ін), в результаті чого ефект модифікування знижується і стає нестабільним.
2. Зниження забрудненості металу неметалевими включеннями після обробки його модифікаторами призводить до істотного підвищення рідкоплинності металу, що дозволяє знизити температуру його розливання на 20–30 °С і скоротити час розливання на 20 %.

В цілому модифікування сталі й неметалевих включень дозволяє отримати значний ефект при позаагрегатній обробці металу при мінімальних витратах, що становлять незначну частку в собівартості готового металу.