

Винахід відноситься до чорної металургії, а саме до способу позапічної обробки високовуглецевої сталі.

Відомо, що існує спосіб отримання якісної сталі, по якому метал рафінують в ковші шлаками, а розкиснення проводять спочатку силікокальцієм, а потім алюмінієм (а.с. СРСР №447424). Цей спосіб використано в якості прототипу.

Недоліком способу є те, що при обробці сталі силікокальцієм і алюмінієм не враховується вміст сірки в металі. Тому при певних співвідношеннях кальцію, алюмінію і сірки в розплаві можуть утворюватися тверді неметалеві включення в вигляді  $Al_2O_3$  і  $CaO$ , які, з одного боку, зменшують розливні властивості сталі, а, з другого боку, є концентраторами напружень, які приводять до розвитку дефектів по причині втомленості металу, особливо в високонавантажних деталях.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити спосіб позапічної обробки високовуглецевої сталі алюмінієм і кальцієм таким чином, щоб була забезпечена можливість глобуляризації сульфідних включень і переводу твердого глинозема в рідкі (при температурах розливки) алюмінати кальцію. Така обробка підвищила б розливні і механічні властивості сталі. Ця задача вирішується шляхом установа п певної послідовності введення алюмінію і кальцію в розплав, а також установа оптимального співвідношення між кількістю алюмінію і сірки в розплаві.

Суттю винаходу є те, що в способі позапічної обробки високовуглецевої сталі, який містить в собі введення в розплав алюмінію і кальцію, алюміній юбють в розплав перед введенням силікокальцію, а витрати силікокальцію установають за обліком ступені усвоєння кальцію в залежності від усвоєного алюмінію і вмісту сірки в розплаві. При цьому нижню межу вмісту кальцію в розплаві визначають із співвідношення  $[Ca] = 0,01 [Al] + 0,0016\%$ , а верхню межу визначають при вмісту сірки в розплаві до  $0,014\%$  із співвідношення  $[Ca] = 0,036$ .

$[Al]$  +  $0,0026\%$  або із співвідношення

$[Ca] = 0,0037 - 0,042 [S]\%$  при вмісту сірки в розплаві більше  $0,014\%$ , де

$[Ca]$  - кількість кальцію, розчиненого в металі, %

$[Al]$  - кількість алюмінію, розчиненого в металі, %

$[S]$  - кількість сірки, розчиненої в металі, %

Силікокальцій бажано водити в ківш в вигляді порошкового дроту. Такий спосіб введення силікокальцію в метал забезпечує можливість тонкого регулювання кількості вводжуваного кальцію в залежності від вмісту алюмінію та сірки в металі.

Загальною з прототипом суттєвою ознакою винаходу є введення в розплав алюмінію і силікокальцію.

Відрізняючими від прототипа суттєвими ознаками винаходу є:

- введення алюмінію в розплав перед введенням силікокальцію;

- витрати силікокальцію установають з рахунком ступені усвоєння кальцію в залежності від усвоєного алюмінію і кількості сірки в розплаві. При цьому нижня межа вмісту кальцію в розплаві визначають із співвідношення  $[Ca] = 0,01 [Al] + 0,0016\%$ , а верхню межу визначають при кількості сірки в розплаві до  $0,014\%$  із співвідношення  $[Ca] = 0,036 [Al] + 0,0026\%$ , або  $[Ca] = 0,0037 - 0,042 [S]\%$ , при кількості сірки в розплаві більше  $0,014\%$ .

Додатковою ознакою є те, що силікокальцій в розплав вводять в вигляді порошкового дроту.

Між суттєвими ознаками і технічним наслідком - підвищенням литтєвих і механічних властивостей сталі існує причинно-наслідковий зв'язок, який пояснюється наступним.

Як показали дослідження, введення силікокальцію в попередньо розкиснену алюмінієм сталь перетворює глинозем в алюмінати кальцію, які залишаються рідкими при температурах розливки сталі. При цьому вміст кальцію в системі  $CaO - Al_2O_3$  бути в певних співвідношеннях. Як недолік, так і надлишок кальцію можуть перешкоджати утворенню рідких алюмініатів кальцію. При цьому, як показали дослідження, при кількості сірки в металі до  $0,014\%$  має бути витримано певне співвідношення між розчиненими в металі кальцієм і алюмінієм, а при кількості сірки в металі більше  $0,014\%$  має бути забезпечено певне співвідношення між розчиненими в металі кальцієм і сіркою.

Таким чином, для забезпечення потрібних розливних і механічних якостей сталі необхідно введення в розплав певної кількості, що і досягається при виконанні приведених вище співвідношень.

Приклад 1. Виплавлену в кисневому конвертері сталь У8 розкисляли в ковші алюмінієм в кількості  $0,3\text{кг/т}$  сталі. В кінцевій пробі місткість сірки і алюмінію в сталі були  $0,010\%$  та  $0,010\%$ . Потім в ківш вводили в вигляді порошкового дроту силікокальцій СК-30. Межі допустимої кількості введенного силікокальцію визначали наступним чином.

Мінімально допустиму кількість усвоєного кальцію визначали по залежності

$$[Ca] = 0,01 [Al] + 0,0016\%$$

$$[Ca] = 0,01 \cdot 0,01 + 0,0016 = 0,0017\%$$

Мінімально допустима кількість вводимого силікокальцію СК-30 при коефіцієнті усвоєння  $0,16$  складає

$$\frac{0,0017}{0,16 \cdot 0,30} = 0,035\% \quad \text{або} \quad 0,35\text{кг/т}$$

Максимально допустиму кількість усвоєного кальцію визначали по залежності.

$$[Ca] = 0,036 [Al] + 0,0026$$

$$[Ca] = 0,036 \cdot 0,01 + 0,0026 = 0,00296$$

Максимально допустима кількість вводимого силікокальцію СК-30 при коефіцієнті усвоєння  $0,16$  складає

$$\frac{0,00296}{0,16 \cdot 0,30} = 0,062\% \quad \text{або} \quad 0,62\text{кг/т}$$

В ківш було введено  $0,55\text{кг/т}$  силікокальцію СК-30 в вигляді порошкового дроту. Залишкова вмісткість кальцію в металі складала  $0,0025\%$ . Температура металу в проміжному ковші складала  $1537^\circ\text{C}$ . При

швидкості розливки 0,6м/хв. метал був розлитий повністю в круглу заготовку без втрати і затягування стаканів. Якість металу по поверхневих дефектах, неметалевих включеннях відповідала вимогам нормативної документації при підвищених показниках ударної в'язкості на зразках з гострим надрізом (КС) 3,0...3,2кгм/мм<sup>2</sup>.

Приклад 2. Виплавлену в кисневому конвертері сталь У8 розкисляли в ковші алюмінієм в кількості 0,37кг/т. В кінцевій пробі місткість сірки і алюмінію в сталі були 0,025% і 0,020% відповідно. Температура металу складала 1570°C. Потім в ківш вводили силікокальцій СК-30 в вигляді порошкового дроту. Межі допустимої кількості потрібного силікокальцію визначали наступним чином.

Мінімально допустиму кількість усвоєного кальцію визначали по залежності

$$[Ca] = 0,01 [Al] + 0,0016\%$$

$$[Ca] = 0,01 \cdot 0,020 + 0,0016 = 0,0018\%$$

Мінімально допустима кількість вводимого силікокальцію СК-30 при коефіцієнті усвоєния 0,16 складає

$$\frac{0,0018}{0,16 \cdot 0,30} = 0,039\% \quad \text{або} \quad 0,39\text{кг} / \text{т}$$

Максимально допустиму кількість усвоєного кальцію визначали по залежності

$$[Ca] = 0,0037 - 0,042 [S]$$

$$[Ca] = 0,0037 - 0,042 \cdot 0,025 = 0,0027\%$$

Максимально допустима кількість вводимого силікокальцію СК-30 при коефіцієнті усвоєния 0,16 складає

$$\frac{0,0027}{0,16 \cdot 0,30} = 0,056\% \quad \text{або} \quad 0,56\text{кг} / \text{т}$$

В ківш було введено 0,4кг/т силікокальцію Ск-30 в вигляді порошкового дроту. Залишкова вмісткість кальцію в металі складала 0,0020%. Температура металу в проміжному ковші складала 1540°C. При швидкості розливки 0,6м/хв. метал був розлитий певністю. Якість металу по неметалевих включеннях задовільна. Метал мав однорідну структуру, високі пластичні характеристики і ударну в'язкість на зразках з гострим надрізом 2,9...3,1кгм/мм<sup>2</sup>.