



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38714 (13) U

(51) МПК (2006)

G01N 33/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТАЛІ

1

2

(21) u200807668

(22) 04.06.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) ФІРСТОВ СЕРГІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, КОВУРА ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ, UA, ТРОЦАН АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA, БРОДЕЦЬКИЙ ІГОР ЛЕОНІДОВИЧ, UA, КРЕЙДЕНКО ФІРА СЕМЕНІВНА, UA, БЕЛОВ БОРИС ФЕДОРОВИЧ, UA, ЖИВЧЕНКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA, ІСАЄВ ОЛЕГ БОРИСОВИЧ, UA, КИСЛИЦЯ ВЯЧЕСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, КАРЛИКОВА ЯНА ПЕТРІВНА, UA

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA, ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ІМ. І.М. ФРАНЦЕВИЧА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA

(57) Спосіб контролю якості сталі, що включає визначення припустимої сумарної концентрації домішок сурми, олова, свинцю й цинку, який відрізняється тим, що додатково визначають концентрацію вісмуту й гранично припустимим вважають вміст у сталі суми концентрацій даних домішок  $\leq 0,0046\%$ .

Корисна модель відноситься до чорної металургії, а саме до контролю якості сталі.

Відомий негативний вплив залишкових концентрацій домішок кольорових металів на якість металу, що підсилюється при їхньому спільному впливі (наприклад, Sn+Sb+Pb або Sb+Zn+Bi). Негативний вплив домішок заснований на їхній схильності утворювати низькоплавкі евтектики із залізом або хімічні сполуки по межах зерен і, внаслідок цього, знижувати ефективну поверхневу енергію руйнування [1].

Відомі способи зниження концентрацій домішок кольорових металів у готовій сталі за рахунок використання чистих шихтових, легуючих і шлакоутворюючих матеріалів, а також зменшення їхньої шкідливої дії шляхом уведення в розплав спеціальних добавок рідкісноземельних металів (РЗМ), що утворюють тугоплавкі сполуки зі шкідливими домішками [2].

Всі ці способи вимагають додаткових матеріальних витрат, тому для їхнього зниження необхідно знати яка максимальна кількість домішок кольорових металів може допускатися в металі без помітного погіршення його якості.

Відомий спосіб визначення сумарної граничної концентрації домішок кольорових металів, що не надає істотного погіршення властивостей литого й катаного металу, за емпіричною формулою:

$$C_m = \%Sb + 0,75\%Pb + 0,50\%Sn + 0,1\%Zn \leq 0,0012,$$

установленої за допомогою оцінки кількості й ступені розвитку поверхневих дефектів різної морфології [3] - прототип.

Недоліком цього способу є те, що він може застосовуватись тільки для марганцевих сталей зі вмістом вуглецю 0,17-0,22%.

В основу даної корисної моделі поставлена задача створити такий спосіб контролю якості сталі, у якому за рахунок введення нових умов здійснення дій забезпечувалося б підвищення вірогідності контролю, що дозволило б на стадії виробництва сталі вирішувати питання про доцільність проведення додаткової обробки сталі з метою зниження негативної дії домішок кольорових металів і тим самим уникати додаткових матеріальних витрат на її виробництво.

Поставлена задача досягається тим, що в пропонованому способі контролю якості сталі, що включає визначення припустимої сумарної концентрації домішок сурми, олова, свинцю й цинку, відповідно до корисної моделі додатково визначають концентрацію вісмуту й гранично припустимим вважають вміст у сталі суми концентрацій даних домішок  $\leq 0,0046\%$ .

За даними промислового експерименту 153 плавок, розлитих по прийнятій у конвертерному цеху ВАТ «МК «Азовсталь» технології й призначених для прокату на товщини від 10 до 30мм, була створена й проаналізована база даних у форматі електронних таблиць Excel. Для оцінки якості го-

(13) U

(11) 38714

(19) UA

тового прокату були обрані два параметри: відсорткування за поверхневими дефектами і відсорткування за ультразвуковим контролем (УЗК) відповідно до вимог 3 класу SEL-072. Загальні

закономірності розподілу концентрацій домішок кольорових металів по кожному з елементів, а також значення відсорткування за УЗК і поверхневими дефектами наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Значення параметра	Pb	Sb	Sn	Zn	Bi	Відсорт. за УЗК, %	Відсорткування за поверхн. дефектами, %
Середнє	0,0005	0,0004	0,0007	0,0038	0,0004	4,9	3,5
Мінім.	0,0002	0,0002	0,0002	0,0022	0,0001	0,0	0,0
Максим.	0,0010	0,0008	0,0015	0,0073	0,0006	15,0	16,5

Статистичне дослідження бази даних показало наступне. Адекватних математичних моделей, що описують вплив окремо кожної з домішок на характеристики якості, створити не представилося можливим. Це пояснюється малим вмістом окремих домішок кольорових металів у масиві промислових плавів і збігається з літературними даними, що при самостійній дії кожного з досліджуваних елементів, їх концентрації, які помітно впливають на зниження властивостей і утворення дефектів структури, повинні бути приблизно на порядок вище тих, які спостерігаються в складі промислових плавів [1,4-5].

Виходячи з викладеного, для створення адекватної математичної моделі в якості перемінного параметра (фактора) була обрана сума всіх домішок кольорових металів у кожній із плавів:

$$\Sigma (Sb, Sn, Pb, Bi, Zn) (1)$$

Математична обробка бази даних з використанням як перемінного фактору значення (1) дозволила одержати аналітичні залежності у вигляді поліномів, що описують вплив суми концентрацій 5-ти кольорових елементів на рівень відсорткування сталі за УЗК і поверхневими дефектами з помилкою, яка не перевищує 5%:

$$U_{\text{УЗК}} = 0,0006x^6 - 0,0186x^5 + 0,1901x^4 - 0,7495x^3 + 0,9176x^2 + 0,5073x + 0,6873 (2)$$

$$U_{\text{пов.д.}} = 0,0005x^4 + 0,0292x^3 - 0,3555x^2 + 1,0916x + 0,3 (3)$$

де  $U_{\text{УЗК}}$ ,  $U_{\text{пов.д.}}$  - відсорткування за УЗК і поверхневими дефектами, відповідно;

$x$  - сума домішок (Sb, Sn, Pb, Bi, Zn) в  $10^3\%$ .

Графіки рівнянь (2) і (3), що описують залежність рівнів відсорткування від вмісту суми концентрацій домішок кольорових металів, наведені на фіг.

З аналізу отриманих результатів випливає, що максимально припустимий вміст  $\Sigma (Sb, Sn, Pb, Bi, Zn)$  не повинен перевищувати 0,0046% для відсорткування за УЗК і 0,0065% для відсорткування за поверхневими дефектами. Виходячи з викладеного, як критичний рівень був обраний вміст концентрацій суми домішок, що характеризує відсорткування за УЗК, -  $\Sigma (Sb, Sn, Pb, Bi, Zn) \leq 0,0046\%$ .

При цьому значенні  $\Sigma$  рівень відсорткування як за УЗК, так і за поверхневими дефектами мінімальний, описується залежністю близької до лінійної й не залежить від вмісту кольорових елементів.

Даний спосіб ілюструється наступним прикладом.

На металургійному комбінаті БАТ «МК «Азов-сталь» проводилася серія плавів сталі марки 09Г2С (0,08-0,10% С; 0,48-0,56% Si; 1,32-1,50% Mn; 0,012-0,017% P; 0,008-0,010% S; 0,025-0,036% Al; 0,004-0,006% Ti; 0,007-0,012% Nb; 0,007-0,010% N) на двохструмковій криволінійній машині безперервного лиття заготівель. По ходу плавів визначався вміст кольорових металів на спектрометрі APL у режимі індуктивно зв'язаної плазми. Для зниження негативного впливу домішок кольорових металів застосовувалася обробка РЗМ, які вводилися у вигляді мішметалу наступного складу (45-55% Се; 20-25% La; 15-20% Nd; 3-5% Pr). Залишковий вміст РЗМ склав 0,05-0,08%. Рівень відсорткування готового прокату за ультразвуковим контролем (УЗК) проводився відповідно до вимог 3 класу SEL-072.

Для сталей, у яких сумарний вміст концентрацій домішок кольорових металів склав менш 0,0046%, обробка РЗМ не проводилася. Рівень відсорткування готового прокату за УЗК не перевищував 1-2% і не залежав від концентрації кольорових металів.

У сталях же зі вмістом концентрацій домішок кольорових металів, що перевищують наведене вище значення 0,0046%, рівень відбраковування становив від 3 до 10% і був тим більше, чим більша кількість кольорових металів була присутня в сталі. Застосування для таких сталей з підвищеним сумарним вмістом кольорових металів обробки РЗМ дозволило значно знизити рівень відбраковування до рівня менш 1,5%.

Таким чином, запропонований спосіб контролю якості дозволив на стадії виробництва сталі вирішити питання про доцільність проведення додаткової обробки сталі з метою зниження негативної дії домішок кольорових металів і тим самим уникнути додаткових матеріальних витрат на її виробництво.

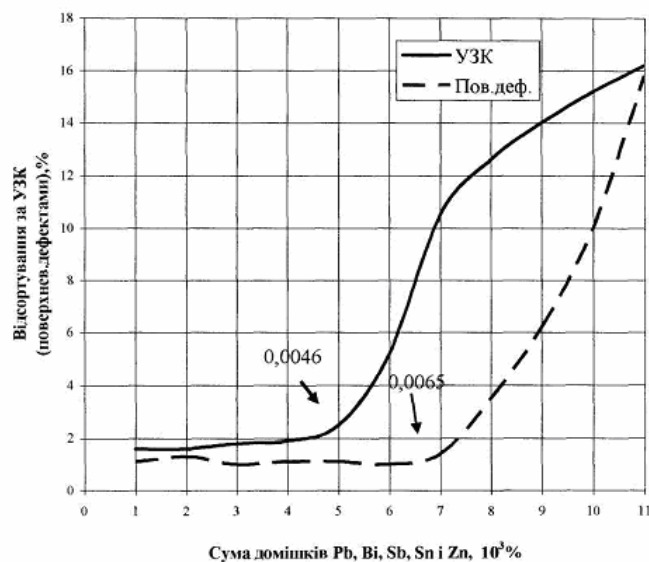
#### Література

1. Буряковский Г.А., Мининзон Р.Д. Поверхностные дефекты легированных сталей. - М.: Металлургия, 1987. - 158с.
2. Происхождение неметаллических включений и пути снижения загрязненности ими металла /В.А. Голубцов, А.А. Воронин, Т.В. Тетюева и др. //Металлург. - 2005. - №4. - С.73-77.
3. Влияние примесей цветных металлов на качество непрерывнолитого сляба /В.В. Кислица, О.Б. Исаев, О.В. Носоченко //Сб докл. Межд. науч.-техн. конф. «Азовсталь-2002» «Прогрессивные толстолистовые стали для газо-

нефтепроводных труб большого диаметра и металлоконструкций ответственного назначения» (Украина, Мариуполь). - М.: Metallurgizdat. - 2004. - С.20-21.

4. Приданцев М.В. Влияние примесей и редкоземельных элементов на свойства сплавов. - М.: Metallurgiya, 1962. - 208с.

5. Шульте Ю.А. Хладнотойкие стали. - М.: Metallurgiya, 1970. - 224с.



Залежність рівня відсотування за УЗК і поверхневими дефектами від вмісту суми концентрацій Pb, Bi, Sb, Sn і Zn у досліджуваному масиві промислових плавок

Фіг.