



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 4852

(13) U

(51) 7 C21D3/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗНЕВОДНЮВАЛЬНОЇ (ПРОТИФЛОКЕННОЇ) ОБРОБКИ СТАЛІ

1

2

(21) 2004042659

(22) 08.04.2004

(24) 15.02.2005

(46) 15.02.2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Бродецький Ігор Леонідович, Троцан Анатолій
Іванович, Крейденко Фіра Семенівна, Белов Борис
Федорович, Харлашин Петро Степанович, Алекса-
ндров Валерій Димитрович, Харчевников Валерій
Павлович, RU, Лепіхов Леонід Сергійович, Ісаєв
Олег Борисович, Кашира Геннадій Олександрович,
Кармазін Андрій Васильович(73) Приазовський державний технічний універси-
тет(57) Спосіб зневоднювальної (протифлокеної)
обробки твердої сталі, що включає уповільнене
охолодження її від температури не вище 400°C до
температури не нижче 60°C, який відрізняється
тим, що мінімальну тривалість обробки визнача-
ють у залежності від вихідного вмісту водню відпо-
відно до виразу:

$$t = a [H]_0 - b [H]_0^2 - c,$$

де t - мінімальна тривалість обробки, $[H]_0$ - вихідний вміст водню, a, b, c - величини, визначені експериментальним
шляхом для конкретних умов виплавки і марок
сталі.

Спосіб відноситься до чорної металургії і може
бути застосований для виробництва якісних кон-
струкційних сталей.

Однієї з проблем виробництва якісних кон-
струкційних сталей є зниження їхньої флокеностій-
кості, обумовленої наявністю в металі дифузійно -
рухливого водню.

Відомий засіб протифлокеної обробки сталі
(ПФО), що полягає у вилежуванні металу в стопах
протягом визначеного часу, оскільки витримка при
підвищених температурах прискорює десорбцію
дифузійно - рухливого водню. У цьому засобі про-
водиться уповільнене охолодження листів металу
в стопі з 500 до 60-70°C протягом 72 часів, неза-
лежно від концентрації вихідного вмісту водню
[Комплексная технология производства листового
проката для труб большого диаметра. /В С. Бойко,
А.А. Ларионов, И.Г. Саркиц и др. //Металл и литье
Украины. - 1998. - №5-6 - С.44-46].

Проте, ця обробка хоча і забезпечує необхідну
якість прокату, з економічно не ефективною, тому
що тривалість проведення обробки вибирається
без залежності від вихідного вмісту водню, що
коливається в широких межах (від 3,0-4,0 до 10,0-
11,0 ppm), і не є оптимальною.

Відомий також засіб уповільненого післядефо-
рмаційного охолодження листів сталі після кон-
трольованого прокатування, що здійснюється шля-
хом їх складування в стопи при температурі не
нижче 400°C і охолодження в штабелі до темпера-

тури не вище 100°C [Емельянов В.В., Носоченко
О.В. Водород и структурная неоднородность в
толстых листах микролегированной стали // Водоро-
дная обработка материалов Труды 3-й
Межд. конф. «ВОМ-2001», Донецк-Мариуполь, 14-
18 мая 2001г., ч.2. - Донецк: Типогр. «Норд Ком-
пьютер», 2001. - С.310-312].

Проте, і в цьому засобі протифлокена оброб-
ка, хоча і забезпечує відповідність металу вимогам
стандарту SEL 072, але її застосування не є еко-
номічно ефективним, тому що тривалість обробки
не є оптимальною.

Найбільше близьким за технічною суттю і до-
сягаемому результату є спосіб протифлокеної об-
робки, безперервнолитих слябів за допомогою
уповільненого їх охолодження від температури
400°C до температури 60-100°C, у котрому також
встановлено, що тривалість обробки, що забезпе-
чує необхідний рівень властивостей сталі, зале-
жить від вихідного вмісту водню в сталі [Исследо-
вание влияния содержания водорода и режимов
противофлокеной обработки непрерывнолитых
слябов на качество проката /И.Л. Бродецкий, А.И.
Троцан, Б.Ф. Белов и др. //В сб. информ. материа-
лов 2-ой межд. конф. «ВОМ-98» «Водородная об-
работка материалов», Донецк: ДонГТУ, 1998. -
С.202].

Проте, і в цьому способі, хоча, і встановлено,
що тривалість проведення протифлокеної оброб-
ки, необхідної для досягнення певної якості сталі,

(13) U

(11) 4852

(19) UA

залежить від вихідного вмісту водню, не встановлений і не застосовується критерій для визначення мінімальної тривалості цієї обробки і тому цей спосіб також є економічно не ефективним

У основу корисної моделі поставлена задача розробити спосіб проведення протифлоєної обробки твердої сталі за допомогою уповільненого охолодження її від температури не нижче 400 °С до температури не вище 60 °С, у якому введення нових умов здійснення дій дозволить встановити оптимальну тривалість цієї обробки, яка забезпечить підвищення економічної ефективності виробництва.

Для вирішення поставленої задачі в способі зневоднювальної (протифлоєної) обробки твердої сталі, що включає уповільнене охолодження її від температури не нижче 400 °С до температури не вище 60 °С, мінімальну тривалість обробки визначають у залежності від вихідного вмісту водню відповідно до виразу

$$t = a[H]_0 - b[H]_0^2 - c,$$

де t - мінімальна тривалість обробки,

$[H]_0$ - вихідний вміст водню,

a, b, c - величини, визначальні експериментальним шляхом для конкретних умов виплавки і марок сталі.

Запропонований вираз був отриманий шляхом аналізу експериментальних даних за вихідним вмістом водню в сталі, тривалості протифлоєної обробки сталі з 5 якості із застосуванням методів кореляційного і регресійного аналізів. Коефіцієнт множинної кореляції, що визначає наявність і тісноту зв'язку між функцією й аргументами, дав значення порядку 0,85, що є достатньо високим і прийнятним для досліджень. Критерій Фишера, що визначає однорідність дисперсії й успішність вибору квадратної залежності, виявився нижче від-

повідного табличного значення, а критерій Стюдента виходив вище табличних значень при довірчій ймовірності $\alpha = 0,95$. Отже, наведена математична модель адекватна реальному процесу.

Запропонований спосіб протифлоєної обробки твердої сталі був здійснений в умовах ВАТ «МК «Азовсталь». Матеріалом досліджених служила конструкційна низьколегована сталь А 572. 50 такого хімічного складу: 0,18-0,21% С, 1,42-1,48% Мп, 0,18-0,24% S; 0,005-0,008% В, 0,015-0,019% Р; 0,02-0,04% Cr, 0,03-0,05% Ni, 0,032-0,038% Al, 0,022-0,028% Ti.

Оцінка впливу водню і часу ПФО на якість прокату за УЗК здійснювалася за ТІ 232-133-88 (клас 1). Визначали значення S, що представляє загальну площу в см², яка займається усіма видами несучільностей на 1 м² листа. У відповідності вимогами 1-го класу суцільності, товстолистової прокату вважається задовольняючим вимогам, якщо значення S не перевищує 200 см².

Аналіз експериментальних даних (230 плавів) по визначенню S у залежності від концентрації водню і часу ПФО з застосуванням методів кореляційного і регресійного аналізів дозволив установити, що мінімальна тривалість ПФО, за котрої загальна площа несучільностей не перевищує допустимого для даного класу значення може бути визначена за допомогою рівняння:

$$t = 23,7[H]_0 - [H]_0^2 - 47,8.$$

де t - мінімальна тривалість ПФО, час;

$[H]_0$ - вміст водню в сталі, ppm

Використовуючи отриману залежність можна визначити мінімальну тривалість протифлоєної обробки, що забезпечує необхідний рівень якості (табл.).

Таблиця

Тривалість ПФО безперервнолитих слябів, що забезпечує необхідний рівень якості

Вміст водню, ppm	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тривалість ПФО, час	14	31	46	58	69	78	85	89	92

Отримана залежність дає можливість у промислових умовах визначати мінімальну тривалість ПФО, що забезпечує необхідний рівень якості прокату у залежності від вмісту водню в сталі, що до-

зволяє підвищити ефективність виробництва й одержати економічний ефект за рахунок знижених часу протифлоєної обробки сталі.