



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18656 (13) U
(51) МПК (2006)
C21D 8/00
C21D 1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ТОВСТИХ ЛИСТІВ

1

(21) u200605580
(22) 22.05.2006
(24) 15.11.2006
(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.
(72) Алімов Валерій Іванович, Єгоров Микола Тимофійович, Кримов Віталій Миколайович, Калугіна Тетяна Андріївна
(73) ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ

2

УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб виробництва товстих листів, який включає аустенітизацію заготовки, прокатку листів і подальше охолодження в три стадії, який **відрізняється** тим, що на другій стадії виконують ізотермічну витримку при температурах 450-350°C, а на третій стадії охолоджують від цих температур зі швидкістю не більш 20°C/год.

Корисна модель відноситься до галузі чорної металургії, а більш конкретно до виробництва товстолистового прокату, і може бути використана при виробництві товстих листів для нафтогазопровідних труб великого діаметру та металоконструкцій.

Відомий спосіб термомеханічної обробки товстолистової сталі, який включає аустенітизацію, попередню та остаточну прокатку, яку здійснюють нижче температур рекристалювання аустеніту, прискорене охолодження у дві стадії, а саме після попередньої та після остаточної прокатки [А.с. СРСР №1447889, кл. C21D 8/00, опубл. 30.12.1988].

Недоліком відомого способу термомеханічної обробки товстолистової сталі є необхідність деформування нижче температур рекристалювання, що викликає ріст зусиль деформування, зниження величини допустимих обтисків, зростання енергетичних витрат на деформування.

Відомий спосіб термодифузійної обробки товстого прокату, який включає аустенітизацію заготовки, прокатку листів у реверсивному режимі у межах температур 700-1100°C і остаточне охолодження в три стадії: на першій стадії після довершення деформації зі швидкістю 0,08-15,0°C/с до температури 350-450°C, на другій стадії в стопі зі швидкістю 0,1-20°C/год до температури 100-200°C та на третій стадії - зі швидкістю 0,1-1,0°C/с до температури навколишнього середовища, причому у період першої стадії швидкість охолодження можуть змінювати, а прокат можуть нагрівати до 870-960°C [Деклараційний патент України №20880А, кл. C21D 1/02, C21D 8/00, опубл.

07.10.1997]. Цей спосіб за технічної суті є найбільш близьким до заявленого і тому взятий як найближчий аналог.

Ознаками, загальними для відомого способу та заявленого способу виробництва товстих листів, є аустенітизація заготовки прокату листів і подальше охолодження в три стадії.

Недоліками відомого способу є складність технологічного регулювання швидкості охолодження на другій стадії в інтервалі 0,1-20°C/год, яка є необхідною для дегазації металу та зниження рівня напруг і велика тривалість охолодження, яка при крайніх значеннях параметрів може складати на цій стадії до 3500 годин.

В основу заявленої корисної моделі поставлена задача такого удосконалення способу виробництва товстих листів, який дозволив би спростити проведення другої стадії охолодження, інтенсифікувати процес дегазації металу та зниження рівня напруг і за рахунок цього скоротити тривалість другої стадії.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виробництва товстих листів, який включає аустенітизацію заготовки, прокатку листів і подальше охолодження в три стадії, згідно корисної моделі на другій стадії виконують ізотермічну витримку при температурах 450-350°C, а на третій стадії охолоджують від цих температур зі швидкістю не більш за 20°C/год.

Завдяки новим ознакам інтенсифікується процес дегазації металу листів на другій стадії, тому що швидкість дифузії при 450-350°C ще достатньо висока, а напруги, які виникають від цього, релаксують, так що і друга стадія і у цілому процес охо-

(19) UA (11) 18656 (13) U

лодження скорочуються. При швидкості охолодження на третій стадії не більш за 20°C/год обмежується рівень внутрішніх напруг допустимими значеннями.

Проведення другої стадії при температурах 450-350°C є оптимальним. Ізотермічна витримка при температурах вище 450°C може привести до утворення змішаних перліто-бейнітних структур, які мають знижені механічні властивості. При температурі нижче 350°C помітно знижується дифузія та дегазація протікає помітно довше, що нераціонально.

Спосіб виробництва товстих листів здійснюють наступним чином.

Заготівки для товстого листа нагрівають до аустенітного стану, прокатують її на товстий лист і потім лист охолоджують у три стадії: на першій стадії лист охолоджують після завершення деформації зі швидкістю 0,08-15°C/с до температури 450-350°C, на другій стадії виконують ізотермічну витримку при температурах 450-350°C, а на третій стадії охолоджують лист від цих температур зі швидкістю не більш 20°C/год.

Приклад. Оцінювали тривалість другої стадії охолодження (τ) по заявленому способу виробництва товстих листів і по способу найближчого аналога.

Для оцінки часу τ використовували рівняння для дифузії у листі кінцевої товщини ℓ :

$$\frac{C(x, \tau)}{C_0} = \frac{4}{\pi} \exp\left(-\frac{\pi^2 D \tau}{\ell^2}\right) \sin \frac{\pi x}{\ell},$$

Де: $C(x, \tau)$ - концентрація водню на відстані $\ell/2$ від поверхні через час τ , см³/100г металу;

C_0 - початкова концентрація водню, см³/100г металу;

D - коефіцієнт дифузії, см²/с

Коефіцієнт дифузії водню в α -Fe розраховували по формулі

$$D = 7,6 \times 10^{-4} \exp\left(-\frac{1150}{T}\right),$$

Початкову концентрацію водню приймали рівною $C_0=7,8$ см³/100г металу, безпечну концентрацію $C(x, \tau)=2$ см³/100г металу.

Охолоджені до температури 450°C та 350°C листи (стопи листів) товщиною 10-60мм піддавали ізотермічній витримці на протязі певного часу. Отримані результати наведені у таблиці. Крім того, оцінка рівня внутрішніх напруг за відомою залежністю Одінга-Надаї свідчить о можливості їх зниження при часах витримки, які приведені у таблиці, на 20-150%.

Таблиця

Товщина листа (стопа), мм	Температура другої стадії охолодження, °C			
	450		350	
	Тривалість витримки	Безпечний рівень вмісту водню, 2см ³ /100г металу	Тривалість витримки	Безпечний рівень вмісту водню, 2см ³ /100г металу
10	0,30	досягається	0,35	досягається
15	0,65	досягається	0,83	досягається
20	1,2	досягається	1,5	досягається
25	1,8	досягається	2,3	досягається
30	2,6	досягається	3,4	досягається
60	10,5	досягається	13,5	досягається

При крайніх значеннях параметрів по найближчому аналогу охолодження на другій стадії триває:

$$(450 - 100) [^{\circ}\text{C}] / 0,1 [^{\circ}\text{C}/\text{год}] = 3500 \text{ годин.}$$

Таким чином, заявлений спосіб дозволяє сут-

тєво скоротити тривалість другої стадії і режиму у цілому; крім того, при витримці при 450-350°C більш глибоко знижується рівень внутрішніх напруг.