



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41713 (13) U
(51) МПК (2009)
B21B 1/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОКАТКИ ТОВСТИХ ЛИСТІВ

1

2

(21) u200811407

(22) 22.09.2008

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл.№ 11, 2009 р.

(72) ЛІВШИЦ ДМИТРО АРНОЛЬДОВИЧ, UA, КО-
ВУРА ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ, UA, ЗІНЧЕНКО
ЮРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ГАНОШЕНКО ІГОР
ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, КОЙФМАН ОЛЕКСАНДР
АНАТОЛІЙОВИЧ, UA, ВОЛОДАРСЬКИЙ ВОЛО-
ДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, UA, КУРПЕ ОЛЕКСАНДР
ГЕННАДІЙОВИЧ, UA, КАПЛАНОВ ВАСИЛЬ ІЛЛІЧ,
UA(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МЕ-
ТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ "АЗОВСТАЛЬ", UA(57) 1. Спосіб керування процесом прокатки тов-
стих листів, що містить попереднє вимірювання
температури, геометричних розмірів та маси заго-
товки, розрахунок технологічних параметрів про-

катки та наступне керування обладнанням прокат-
ного стану відповідно до розрахованих
параметрів, який **відрізняється** тим, що для роз-
рахунку технологічних параметрів прокатки вико-
ристовують математичну модель, яку реалізують
із застосуванням щонайменше одного комп'ютера,
причому за допомогою математичної моделі спо-
чатку визначають вихідні параметри калібрування,
далі розраховують енергосилові параметри прока-
тки, потім розраховують швидкісний режим прока-
тки, після чого в ручному або автоматичному ре-
жимі здійснюють керування обладнанням
прокатного стану відповідно до розрахованих па-
раметрів.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що за
допомогою математичної моделі після розрахунку
енергосилових параметрів прокатки додатково
визначають витрату електроенергії при прокатці.

Корисна модель належить до чорної металур-
гії, а саме до виробництва товстолистого прока-
ту на реверсивних станах гарячої прокатки і може
використовуватись для визначення оптимальних
технологічних параметрів прокатки.

У практиці виробництва листового прокату на
станах гарячої прокатки використовується велика
кількість способів керування процесом прокатки з
визначенням параметрів прокатки, в тому числі
коефіцієнта тертя, температурних режимів прокат-
ки. У відомих способах застосовують, наприклад,
методику розрахунку енергетичних параметрів
прокатки у клітках ШСГП [Коновалов Ю.В. Расчет
параметров листовой прокатки: Справочник / Ю.В.
Коновалов, А.Л. Остапенко, В.И. Пономарев. - М.:
Металлургия, 1986], основний недолік якої - похи-
бка при розрахунках коефіцієнта тертя в результа-
ті відсутності обліку впливу таких факторів як хімі-
чний склад прокатуваної сталі, стан поверхні
робочих валків, тип технологічних мастил. Крім
того, при розрахунках температурного режиму
мають місце складності через необхідність визна-
чення теплотехнічних властивостей прокатуваного
металу і деформуючого інструменту при кожному
пропуску, а також не враховуються втрати тепла
випромінюванням.

Відомий, вибраний в якості найближчого ана-
лога, спосіб керування процесом прокатки товстих
листів, що містить попереднє вимірювання темпе-
ратури, геометричних розмірів та маси заготовки,
розрахунок технологічних параметрів прокатки та
наступне керування обладнанням прокатного ста-
ну відповідно до розрахованих параметрів [Стар-
ченко Д.И. Динамика продольной прокатки: Учеб-
ное пособие. / Д.И. Старченко. - К.: ИСИО, 1995,
стор. 166-171]. Недоліком цього способу є те, що
при розрахунку коефіцієнта тертя використовуєть-
ся найпростіша залежність, що враховує тільки
вплив температури, а при розрахунку температур-
ного режиму прокатки - враховує тільки втрати
тепла конвекцією і випромінюванням, і не врахо-
вується вплив інших факторів, наприклад, втрати
температури розкату при контакті з валками, при
гідрозбиванні окалини і інше, що здійснюють вплив
на температуру розкату, що призводить до похи-
бки у розрахунках.

Таким чином, в відомих способах керування
процесом прокатки при визначенні параметрів
прокатки, в тому числі визначенні коефіцієнта тер-
тя та температурного режиму, враховуються не всі
значущі фактори, що впливають на величину па-
раметрів. Значення багатьох факторів приймають-

(19) UA (11) 41713 (13) U

ся при розрахунках суб'єктивно і створюють труднощі при необхідності їх вибору з графіків і таблиць і відсутності рекомендацій авторів методик розрахунку. Наприклад, при розрахунку параметрів температурного режиму не завжди є можливість урахувати зміни теплотехнічних властивостей як матеріалу валків, так і прокатуваної штаби, які визначаються з табличних даних або графіків і змінюються в залежності від їх температури від пропуску до пропуску.

За таких умов, похибка при визначенні основних параметрів прокатки коливається у широкому діапазоні: від 1, 3% до близько 80%. Не достатній ступінь точності визначення температурно-деформаційних режимів і інших параметрів прокатки в кінцевому висновку приводить до неефективної організації технологічного процесу прокатки, а також в окремих випадках може приводити до не досягнення необхідних механічних характеристик в готовому прокаті.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити спосіб керування процесом прокатки товстих листів шляхом зменшення похибки визначення основних параметрів прокатки, в тому числі коефіцієнту тертя і температурного режиму.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб керування процесом прокатки товстих листів, що містить попереднє вимірювання температури, геометричних розмірів та маси заготовки, розрахунок технологічних параметрів прокатки та наступне керування обладнанням прокатного стану відповідно до розрахованих параметрів, відповідно до корисної моделі, для розрахунку технологічних параметрів прокатки використовують математичну модель, яку реалізують із застосуванням що найменше одного комп'ютера, причому за допомогою математичної моделі спочатку визначають вихідні параметри калібрування, далі розраховують енергосилові параметри прокатки, потім розраховують швидкісний режим прокатки, після чого в ручному або автоматичному режимі здійснюють керування обладнанням прокатного стану відповідно до розрахованих параметрів. Крім того, за допомогою математичної моделі після розрахунку енергосилових параметрів прокатки додатково можуть визначати витрату електроенергії при прокатці.

Використання математичної моделі технологічного процесу прокатки товстих листів дозволяє через математичні залежності врахувати вплив основних факторів (хімічний склад прокатуваної сталі, кут захвату, температура прокатуваного металу, швидкість прокатки, ступінь деформації, матеріал і стан поверхні прокатних валків, вид технологічного мастила) на процеси контактного тертя при гарячій прокатці сталі, а також дозволяє визначати температурний режим процесу прокатки з урахуванням впливу основних факторів і розраху-

вати залежності, які дозволяють емітувати процес деформації товстолистової сталі. Це дозволяє значно зменшити похибку при визначенні параметрів прокатки і, в свою чергу, вдосконалити керування процесом прокатки.

Спосіб, що заявляється, реалізують наступним чином.

При необхідності розробки нових або коригування існуючих режимів деформації листового прокату за допомогою математичної моделі з використанням комп'ютера визначають параметри прокатки, а саме:

по-перше - здійснюють попередній етап калібрування, який включає в себе розрахунок необхідного розміру сляба з урахуванням технологічних припусків, перерахунок розмірів листа і сляба у гарячий стан, розрахунок розбивки ширини (довжини) та інше;

по-друге - розраховують енергосилові параметри прокатки, що складаються з таких основних блоків як розрахунок температурного режиму прокатки, розрахунок коефіцієнта тертя, дійсного опору деформації, сили прокатки;

по-третє - розраховують швидкісний режим, що включає розрахунок числа обертів вала двигуна і машинного часу по типу швидкісної діаграми, а також розрахунок середнього квадратичного моменту електродвигуна приводу прокатного стану.

При необхідності додатково розраховують витрати електроенергії при прокатці.

Отримані в результаті використання математичної моделі дані використовують для керування обладнанням прокатного стану, яке здійснюють в ручному (оператором стану) або автоматичному (засобами автоматизації виробництва) режимі.

Спосіб керування процесом прокатки, що заявляється, успішно пройшов дослідно-промислове випробування на стані 3600 товстолистового цеху ВАТ «МК «Азовсталь» при розробці режимів прокатки товстолистового прокату з різноманітних марок сталі (в тому числі високих категорій міцності), де здійснюють керування наступним обладнанням: горизонтальною чорною кліткою кварто, рольгангом для транспортування розкатів між клітками та горизонтальною чистою кліткою кварто.

Для визначення точності пропонованого способу листів на прикладі сталі категорій міцності Х70 і Х80 проведений порівняльний аналіз фактичних параметрів прокатки з даними, розрахованими за способом-аналогом, і з даними, розрахованими за допомогою розробленої математичної моделі, за такими факторами як температура прокатки (температурний режим) і сила прокатки (енергосиловий параметр).

Результати аналізу температурного режиму прокатки і сили прокатки приведені в таблицях 1 і 2 відповідно.

Таблиця 1

Відхилення фактичної температури деформації від розрахованої

Марка сталі (категорія міцності)	За методикою Д.І. Старченка (найближчий аналог)	За запропонованим способом
X70	4,03%	0,93%
X80	4,21%	0,62%

Таблиця 2

Відхилення фактичного значення сили прокатки від розрахованої

Марка сталі (категорія міцності)	З використанням методики Д.І. Старченка		За запропонованим способом	
	Чорн. кліть	Чист. кліть	Чорн. кліть	Чист. кліть
X70	9,1%	8,14%	7,6%	9%
X80	17,2%	19,6%	9%	8,8%

Приведені дані показують, що розроблений спосіб забезпечує більш високу точність результатів у межах від 0,62% до 0,93% (по температурі деформації) і від 7,6% до 9,0% (по силі прокатки) у порівнянні зі способом, вибраним в якості найближчого аналога, - відповідно від 4,03% до 4,21% та від 8,1% до 19,6%.

Таким чином, розроблений спосіб на основі використання створеної математичної моделі дозволяє з високим ступенем точності виконувати розрахунки таких технологічних параметрів прока-

тки як калібрування, енергосилові параметри і швидкісний режим прокатки, і використовувати їх для керування обладнанням стану. Використання способу при виробництві прокату дозволяє отримувати стабільний рівень механічних властивостей прокату, раціонально розподіляти деформацію за пропусками. Крім того, можливість визначення витрати електроенергії при прокатці дозволяє використовувати запропонований спосіб для розробки енергозберігаючих режимів деформації металу, а також при проектуванні прокатного обладнання.