



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128685** (13) **C2**
(51) МПК

B21B 37/20 (2006.01)

B21B 37/24 (2006.01)

B21B 1/24 (2006.01)

B21B 1/30 (2006.01)

B21B 1/46 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

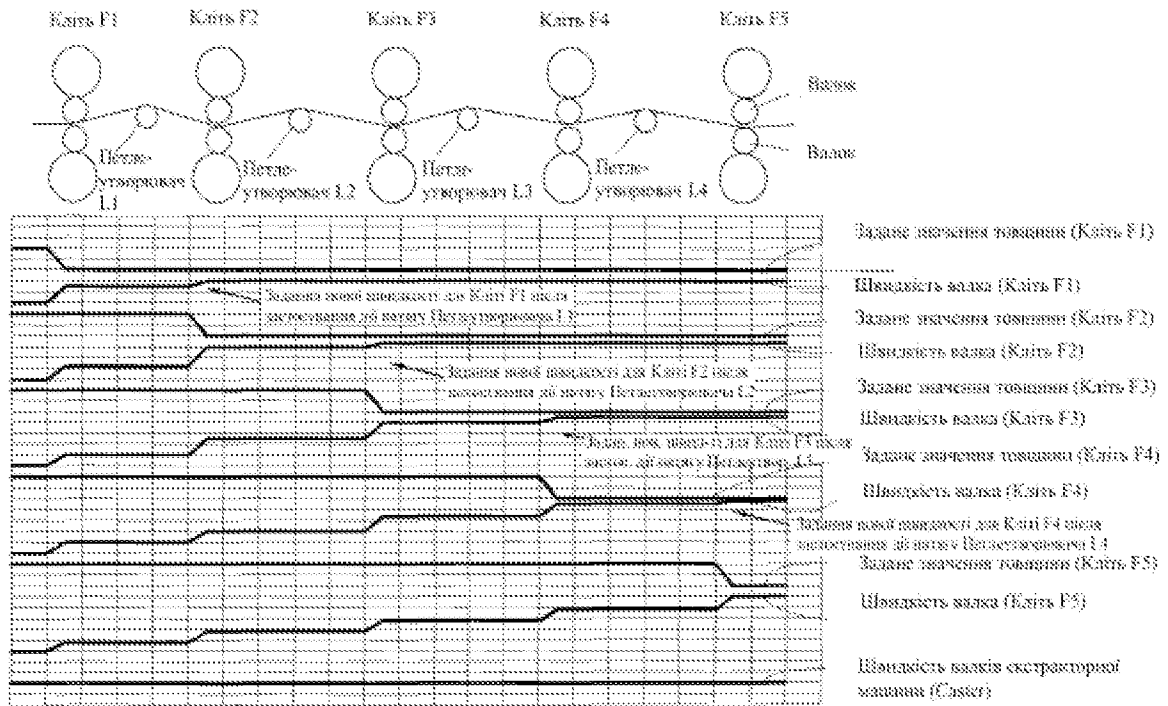
<p>(21) Номер заявки: а 2022 02904</p> <p>(22) Дата подання заявки: 04.12.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 26.09.2024</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 102020000000316</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 10.01.2020</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: IT</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 04.01.2023, Бюл.№ 1</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 25.09.2024, Бюл.№ 39</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/IT2020/050302, 04.12.2020</p>	<p>(72) Винахідник(и): Мартініс Стефано (IT), Бобіг Паоло (IT)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ДАНІЕЛІ ЕНД К. ОФФІЧІНЕ МЕККАНИКЕ С.П.А., Via Nazionale, 41, 33042 Buttrio, Italy (IT)</p> <p>(74) Представник: Вуліх Марина Михайлівна, реєстр. №2</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 2346625 A2, 27.07.2011 US 3852983 A, 10.12.1974 JP H01202305 A, 15.08.1989 JP S61273210 A, 03.12.1986 JP 2004255421 A, 16.09.2004 UA 80233 C2, 27.08.2007</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) СПОСІБ І УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВОЇ СТРІЧКИ

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення металевої стрічки у безперервному та/або переривчастому режимі, при якому металевий виріб безперервно подають до прокатного стану, що складається щонайменше з 4 клітей. Прокатні кліті є послідовно розташованими чорновими клітями (18a, 18b, 18c) і чистовими клітями (21a, 21b, 21c, 21d, 21e). Це забезпечує швидку зміну товщини металевої стрічки на виході з прокатного стану.

UA 128685 C2



Синхронізація FGS для клітей F1-F5: Варіант 1 – 2 етапи

Фиг. 2

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

Цей винахід стосується способу та устаткування для виготовлення плоских металевих виробів, зокрема для одержання рулонів стрічки.

5 Зокрема, цей винахід стосується режимів зміни кінцевої товщини металевої стрічки, виготовленої переважно, але не тільки, у безперервному та/або переривчастому режимі.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Відомі пристрої для гарячого виробництва стрічки, починаючи з безперервного лиття тонких слябів. Пристрій для виготовлення стрічки може працювати в декількох режимах, окремо або також одночасно, тобто в безперервному режимі, переривчастому режимі та режимі "рулон до рулону".

10 Тепер для ясності ми підсумуємо характеристики трьох вищезазначених режимів.

Безперервний: процес йде від ливарної машини до прокатного стану безперервно. Відлитий сляб подається безперервно безпосередньо до прокатного стану. За умови повністю задіяного пристрою матеріал одночасно завантажується в усі машини, від виходу виливниці у верхній частині до намотувального(-их) барабану(-ів) у нижній частині. Таким чином рулони виготовляються без порушення суцільності. Окремі рулони формуються шляхом розрізання високошвидкісними ножицями перед намотувальними барабанами. На початку процесу є лише один вхід до прокатного стану.

Переривчастий: процес йде від ливарної машини до прокатного стану переривчасто. 20 Суперсляб, еквівалентний "n" (наприклад, від 2 до 5) звичайних слябів, де під звичайним маємо на увазі кількість продукту, необхідну для формування одного рулону, утворюється на виході з виливниці шляхом розрізання маятниковими ножицями. З відповідних суперслябів під час прокатки виготовляють "n" рулонів за один раз. Окремі рулони утворюються шляхом розрізання високошвидкісними ножицями перед намотувальними барабанами. Для кожної послідовності 25 виготовлених "n" рулонів є один вхід у прокатний стан.

"Рулон до рулону": процес від ливарної машини до прокатного стану йде переривчасто. Окремий сляб формується на виході з ливарної машини шляхом розрізання маятниковими ножицями. Під час прокатки з відповідного вихідного сляба виготовляється один рулон за раз. Для кожного виготовленого рулону є один вхід у прокатний стан.

30 Використовуваний прокатний стан може мати низку клітей, як правило, від 4 до 12. У проміжному положенні вздовж прокатного стану, як відомо, наприклад, з документу EP 2.569.104, передбачається система швидкого нагрівання, яка, принаймні у безперервному режимі, визначає відновлення температури виробу, що йде у прокат, перед виконанням останніх проходів прокатки.

35 Положення системи швидкого нагрівання може визначати, за домовленістю, поділ прокатного стану на чорнові кліті перед системою нагрівання та на чистові кліті після неї.

Таким чином, прокатний стан може бути представлений у вигляді підсекцій, наприклад, 2+4, 2+5, 3+5, по відношенню до чорнових клітей, які є першими клітями прокатного стану і виконують перше зменшення товщини продукту на вході, і до чистових клітей, які доводять 40 зменшення товщини до кінцевого значення.

Відомо, що під час виконання процесу прокатки може виникнути необхідність змінити товщину кінцевої стрічки, що виготовляється, за виробничим планом. Ця зміна товщини, принаймні в безперервному та/або переривчастому режимах, може виконуватися без переривання процесу прокатки, тобто під час проходження матеріалу через прокатні кліті, і 45 відома як Швидка Зміна Товщини (Flying Gauge Change, далі FGC). Швидка зміна товщини може відбуватися шляхом зміни зазору між робочими валками клітей поступово, наприклад, згори донизу, доки всі робочі параметри усіх клітей будуть адаптовані для одержання нової кінцевої товщини. По відношенню до модифікації зазору також може бути забезпечена скоординована зміна швидкості обертання валків кожної кліті або частини клітей, а також положення натягачів 50 або петлеутворювачів, розташованих між клітями.

Виходячи з різниці між кінцевою та початковою товщиною, зміна товщини може впливати на всі кліті або лише на їх частину.

Попередній рівень техніки пропонує документ EP 1.010.478, який описує спосіб швидкої зміни товщини в тандемному стані холодної прокатки з використанням замірів товщини виробу 55 на виході кліті (кліть "i") з метою регулювання зазору у наступній кліті "i + 1" та регулювання швидкості прокатки в самій кліті "i", щоб підтримувати потік маси (товщина x швидкість) продукту, що підлягає прокатці, незмінним від початкової частини матеріалу до входу до кліті "i+1".

60 Крім того, відомий документ EP 2.346.625, в якому для здійснення швидкої зміни товщини (FGC) у безперервному прокатному стані при безперервному режимі передбачається, що

перехід від першої вихідної товщини до другої вихідної товщини відбувається при швидкості подачі металевго матеріалу до першої кліти прокатного стану, що регулюється залежно від швидкості виходу металевго матеріалу з ливарної машини, розташованої перед прокатним станом у напрямку потоку.

5 З удосконаленням процесів безперервної прокатки було підтверджено, що процеси швидкої зміни товщини (FGC) під час прокатки можуть бути покращені з точки зору надійності та якості продукту.

10 Зокрема, керування варіаціями потоку маси униз за потоком (як зазначено в документі EP 2.346.625) потребує, щоб синхронізація між процесом лиття та процесом прокатки регулювалася швидкістю прокатки як функцією швидкості лиття; отже, кожна мінімальна варіація потоку маси в процесі лиття відбивається на процесі прокатки, створюючи збурення швидкості, що перекривають збурення, спричинені швидкою зміною товщини (FGC). Можлива наявність нагрівальної печі між ливарною машиною та прокатним станом вносить інший потенційно заважаючий елемент у синхронізацію між ливарною машиною та прокатним станом

15 через перехідні температури в слябі всередині печі та еластичність самого сляба. Таким чином, однією з цілей винаходу є створення способу та відповідного пристрою для виготовлення плоских металевих виробів, що роблять швидку зміну товщини (FGC) виготовленої стрічки більш ефективною у плані надійності, стабільності процесу, легшого керування клітями, меншого зношування, кращої якості отриманої кінцевої стрічки та іншого.

20 Заявник розробив, випробував і втілює цей винахід, щоб подолати недоліки попереднього рівня техніки та досягнути цих та інших цілей та переваг.

КОРОТКИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

25 Цей винахід викладено та охарактеризовано в незалежних пунктах формули винаходу. Залежні пункти формули описують інші характеристики винаходу або варіанти основної винахідницької ідеї.

Відповідно до цього винаходу в устаткуванні для виробництва плоских металевих виробів передбачено подачу металевго матеріалу в прокатний стан, що складається щонайменше з 4 клітей, переважно з 8 або більше.

30 Зокрема, устаткування забезпечує відливання тонких слябів товщиною від 60 до 140 мм і призначене для виробництва кінцевих стрічок товщиною від 0,7 мм до 20 мм в одному з трьох режимів роботи:

а) безперервному, для кінцевої товщини стрічки від 0,7 мм до 6,0 мм;

б) "переривчастому", для кінцевої товщини стрічки від 0,7 мм до 6,0 мм;

35 в) "рулон до рулону", для кінцевої товщини стрічки від 1,2 мм до 20 мм. Перевагою є те, що система керування пристроєм дозволяє автоматично переходити від одного режиму до іншого, використовуючи найбільш зручний для кожного випадку.

Вибір роботи в одному з трьох режимів, зазначених вище, здійснюється:

40 відповідно до якості сталі, яка повинна виготовлятися (наприклад, низьковуглецева сталь, середньовуглецева сталь, високоміцна низьколегована сталь, двофазна сталь, сталь марок API);

- для отримання різних класів кінцевої товщини стрічки, що оптимізує виробничий процес;

- для оптимізації швидкості, температури прокатки та відповідного споживання енергії,

- для адаптації швидкості лиття до наявного виробництва рідкої сталі, щоб не переривати послідовність лиття.

45 Таким чином, можна вибрати найбільш підходящий режим роботи в кожному випадку, оптимізуючи енергозбереження, кількість виготовленої продукції і коефіцієнт використання установки для кожного режиму.

50 Таким чином, устаткування використовує всі прерогативи безперервного режиму (можливість виробництва ультратонких товщин та економію енергії), зберігаючи його переваги та водночас долаючи його обмеження, тому його можна визначити як "універсальний безперервний режим".

Переважно безперервний режим використовується для всіх видів сталі, які можна лити при високих швидкостях, як правило, вище 4,5 м/хв.

55 Щоб досягти вищезазначеного, устаткування по суті включає п'ять основних елементів, розташованих один відносно одного в послідовності, вказаній нижче:

- машина безперервного лиття заготовок;

- тунельна піч для можливого нагрівання та обслуговування/вирівнювання,

- чорновий стан, що включає від 1 до 4 прокатних клітей;

60 - блок швидкого нагрівання з елементами, які можуть бути вибірково активовані та видалені з потокової лінії;

- чистовий стан від 3 до 7 клітей,
 - петлеутворювачі, або натягувачі, встановлені в усіх міжклітях, від першої чорнової кліті до останньої чистової кліті, що переважно приводяться в дію гідроприводами, для збереження постійного натягу між двома послідовними клітями і контролювання потоку маси.

5 Відповідно до характерного аспекту устаткування, тунельна піч для можливого нагрівання та обслуговування, розташована між машиною безперервного лиття та чорновим прокатним станом, має таку довжину, що може вмістити низку слябів для здійснення переривчастої прокатки, за якої можна отримати від 2 до 5 рулонів.

10 Завдяки таким розмірам тунельної печі устаткування можна легко перевести з "безперервного" режиму до "переривчастого" або режиму "рулон до рулону", зокрема, коли необхідно виробляти сталь такої якості, яка не може бути одержана при безперервному режимі, оскільки її потрібно виробляти при низькій швидкості лиття.

15 Таким чином, тунельна піч дозволяє від'єднувати ливарну машину від прокатного стану, коли якість литої сталі вимагає зниження швидкості лиття до значень, які роблять безперервний процес неможливим.

20 Крім того, потенціал тунельної печі для розміщення слябів різної довжини до 5 рулонів дозволяє гарантувати акумулююче накопичування, за допомогою якого можливими зупинками в процесі прокатки можна управляти в режимі "рулон до рулону", без особливих наслідків для процесу лиття, що, таким чином, може продовжувати функціонувати протягом певного часу. Таким чином, продуктивність плавильного цеху, що забезпечує роботу машини безперервного лиття, оптимізується.

25 Температура сляба, що виходить з тунельної печі знаходиться в діапазоні від приблизно 1050 °C до приблизно 1150 °C при режимі "рулон до рулону" та переривчастому режимі і в діапазоні від приблизно 1150 °C до 1180 °C при безперервному режимі залежно від якості сталі та кінцевої товщини стрічки.

Як згадувалося вище, довжина тунельної печі також визначає буферний час, який можна мати в режимі "рулон до рулону" під час запрограмованої зміни валків та/або під час непередбачених зупинок прокатного стану через грудки або незначні інциденти.

30 Буферний час дозволяє збільшити коефіцієнт використання установки та дозволяє підвищити кількість виготовленої нею продукції, оскільки кількість повторних запусків лиття виключається або принаймні зменшується, з подальшим зменшенням накопичення скрапу на початку та в кінці процесу лиття, а також дозволяє уникнути перетворення у скрап сталі, яка на момент інциденту знаходиться в проміжному ковші на початку прокатного стану, а також тієї, яка залишається в ковші і яку часто неможливо повернути.

35 Кінцева частина тунельної печі має модуль (останній або передостанній), який є поперечно рухомим, щоб в екстрених випадках вивантажувати сляби збоку. Цей модуль, або шатл-контейнер, також дозволяє підключити можливу другу ливарну лінію, паралельну першій.

40 Блок швидкого нагрівання включає індуктор з модульними С-подібними елементами, які можна окремо (автоматизовано або вручну) витягувати з прокатної лінії, коли їх використання не потрібне.

Блок швидкого нагрівання завжди використовується в безперервному режимі, а також може використовуватися в переривчастому режимі.

45 Параметри нагріву та розміру налаштовані таким чином, що стрічка в безперервному та/або переривчастому режимах виходить з останньої прокатної кліті чистового стану з температурою не нижче 830-850 °C.

Сила нагріву, що постачається індукторним блоком, автоматично контролюється блоком керування, у якому програма обчислення враховує температури, виявлені вздовж прокатного стану, швидкість прокатки, товщину готового профілю і, отже, очікувані втрати температури.

50 Таким чином нагрівання оптимізується, і прокат виходить з однорідною температурою відразу з першого рулону.

Винахід додатково забезпечує можливість швидкої зміни товщини (FGC) металевого виробу, що виходить із прокатного стану під час процесу прокатки.

55 Зокрема, FGC використовується під час безперервної та/або переривчастої прокатки для зміни товщини рулону, що йде за тим, що уже був завершений, або навіть у тому самому рулоні. Залежно від необхідної різниці товщини, зміна товщини може вплинути на чистові кліті або лише на їх частину.

Зміна товщини впливає на чорнові кліті лише тоді, коли потрібна зміна товщини виробу на виході з чорнових клітей (проміжний розкат), що подається до чистових клітей.

60 Відповідно до винаходу перша кліть прокатного стану, тобто та, з якою матеріал, що подається, наприклад, при безперервному литті, зустрічається першою, виступає у якості

головної кліті, і процес зміни товщини стрічки жодним чином не впливає на будь-які її параметри. Зокрема, не змінюються швидкість обертання валків першої кліті та їхній зазор.

Переваги, які випливають із відсутності зміни робочих параметрів першої прокатної кліті, є наступними.

5 Потужність першої прокатної кліті значно перевищує суму потужностей двигунів валків екстракторної машини, розташованих нижче за ливарною машиною; це робить більш вигідним, з точки зору ефективності регулювання синхронізації між швидкістю лиття та швидкістю прокатного стану в безперервному режимі, використовувати першу прокатну кліть в основному режимі (встановлена швидкість) і використовувати екстракторну машину лиття у веденому режимі (регульована швидкість).

10 З цієї причини винахід передбачає використання першої прокатної кліті як основного виконавчого механізму, який визначає швидкість всієї лінії лиття та прокатки.

15 Швидкість матеріалу, що надходить у прокатну кліть, задається швидкістю обертання прокатних валків і положенням так званого нейтрального кута у частині прокатного стану. У той час як першу величину (швидкість валків) можна контролювати незалежно від поточного процесу прокатки (безперервного та/або переривчастого), друга величина (положення нейтрального кута) залежить від типу поточного процесу прокатки (сила/зменшення).

20 У разі безперервного процесу прокатки відповідно до цього винаходу варіація товщини (різниця між товщиною на вході та товщиною на виході прокатної кліті) призводить до варіації швидкості на вході в кліть, яка поширюється до ливарної машини.

Щоб запобігти створенню збурень у процесі лиття з негативними наслідками для якості виробу, винахід передбачає фіксоване зменшення, яке не підлягає зміні навіть під час процесу FGC, на першій прокатній кліті.

25 Таким чином, поєднуючи використання першої прокатної кліті як такої, що задає швидкість під час безперервної прокатки з оперативною практикою підтримки постійного зменшення у згаданій першій прокатній кліті, вигідно досягається розділення збурень масового потоку завдяки синхронізації ливарно-прокатного стану. Ці збурення можуть бути компенсовані вище за потоком відносно збурень потоку маси завдяки швидкій зміні товщини, що натомість компенсуються нижче за потоком.

30 Що стосується розрахунку сил прокатки/крута їх моментів, конусів швидкостей клітей, натягу між клітями, прогину кліті та стратегій для визначення правильного набору профілю та плоскості приводів профілю та плоскості, ми посилаємося на те, що вже відомо в літературі, наприклад у книзі В.Б. Гінзбурга "Технологія прокатки сталі, теорія і практика".

35 Відповідно до одного аспекту винаходу, основними приводами, які використовуються під час швидкої зміни товщини, є гідравлічні компресійні приводи та двигуни прокатних клітей, міжклітьові петлеутворювачі та приводи для керування профілем та плоскістю стрічки, тобто приводи перемикачання та приводи згинання (або протизгинання).

40 Робочі параметри кожної окремої прокатної кліті, надалі скорочено іменовані налаштуваннями, задаються цими приводами, які включають: швидкість обертання валків або прокатних валків кліті (або просто швидкість кліті), відстань між прокатними валками (або зазор), що визначає товщину стрічки на виході з кліті, силу прокатки або стиснення, силу згинання (або протизгинання), прикладену до прокатних валків та їх зсув для контролю плоскості та профілю стрічки, натяг стрічки між двома суміжними клітями.

45 Для цілей швидкої зміни товщини (FGC) основними робочими параметрами, які необхідно встановити, є, по суті, наступні три: швидкість (валків) кліті, зазор між прокатними валками, натяг між клітями.

50 Кількість клітей, які беруть участь у швидкій зміні товщини (FGC), визначається на основі різниці в абсолютному значенні між поточною товщиною та новою кінцевою товщиною відповідно до потужностей прокатних клітей (сила, швидкість, крутний момент) і параметрами процесу (температура прокатки, профіль/плоскість і механічні властивості стрічки).

Для того, щоб гарантувати підтримання хорошого профілю/плоскості навіть на ділянці стрічки, яка залучена до швидкої зміни товщини (FGC), розподіл сил поточно встановлених та нових налаштувань має співвідноситися з еталонним розподілом із врахуванням допустимого відхилення.

55 Припустимо, що кінцева товщина стрічки змінюється за допомогою швидкої зміни товщини (FGC), і, зокрема, що виконується її зменшення.

Підтримуючи постійну товщину розкату (проміжного розкату) на виході з чорнових клітей, тобто при вході в першу прокатну кліть чистового стану, загальну силу прокатки (тобто суму окремих сил прокатки на всіх чистових клітях) необхідно збільшити.

Якщо це збільшення сили може бути прийнято лише останніми чистовими клітьями, наприклад, останніми двома, залишаючись у межах прийнятних значень відхилення, тоді швидка зміна товщини (FGC) може бути застосована лише до цих двох клітей.

5 Якщо це збільшення сили не може бути виконане тільки двома останніми клітьями, тому що принаймні для однієї з них сила буде виходити за межі прийнятного допустимого відхилення, тоді швидку зміну товщини (FGC) доведеться застосувати до більшої кількості клітей, потенційно на всьому чистовому стані, і, можливо, при необхідності, на останніх клітях чорнового стану.

10 У цьому випадку новий розподіл сил слідуватиме тенденції, подібній до еталону, але зі значенням сили, дещо більшим у кожній прокатній кліті порівняно з попередньою прокатною картою.

Крім того, слід зазначити, що для кожної кінцевої товщини є зв'язаний з нею відповідний діапазон товщин проміжного розкату, тобто виробу, що виходить з останньої чорнкової кліті.

15 Товщина проміжного розкату є кінцевим значенням, розрахованим таким чином, що набір кінцевих товщин з наведеними нижче характеристиками відповідає кожному проміжному розкату:

- всі кінцеві товщини повинні бути такими, щоб бути прокатаними через однакову кількість чистових клітей;

20 - товщина проміжного розкату повинна виходити з товщини сляба відповідно до потужностей чорнових клітей і обмежувальних умов процесу (температури прокатки, профілю/плоскості проміжного розкату, механічних властивостей проміжного розкату).

У деяких рішеннях винаходу швидка зміна товщини (FGC) може відбуватися в двох режимах.

25 Для виконання швидкої зміни товщини (FGC) перший варіант виконання згідно з цим винаходом передбачає виконання остаточної зміни товщини в два етапи. Цей двоетапний режим має перевагу в мінімізації сегмента, що виходить за товщину стрічки, і головним чином використовується, коли для швидкої зміни товщини (FGC) використовуються принаймні дві кліті.

Зокрема, застосування нового налаштування зазору між валками, швидкості кліті та міжклітьового натягу до прокатних клітей, задіяних у зміні товщини, працює таким чином:

30 - перший етап, на якому застосовуються нова цільова товщина, а також новий швидкісний конус, тобто контрольна швидкість обертання для робочих валків прокатних клітей, і

- другий етап, на якому застосовується новий натяг між клітьями за допомогою петлеутворювачів або натягачів.

35 Більш детально, коли ділянка стрічки, на якій мала місце зміна товщини, досягає певної кліті (n-ої кліті), зазор цієї кліті змінюється з поточного зазору на новий зазор, розрахований для отримання наступної товщини з поточним міжклітьовим натягом. Швидкість обертання прокатних валків одночасно збільшується або зменшується залежно від нової товщини, щоб підтримувати потік маси (товщина x швидкість) постійним.

Кліті вище за потоком та лиття не залучаються до будь-яких змін налаштувань.

40 Міжклітьовий натяг між кліттю (n) і кліттю (n+1) змінюється лише тоді, коли ділянка стрічки, яка змінювалась за товщиною, досягає наступної кліті (n+1).

Одночасно зі зміною натягу між клітьями, зазор і швидкість n-ої кліті додатково регулюються залежно від нового значення напруги між клітьями, завершуючи перехід до нового налаштування для n-ї кліті.

45 Що стосується нового налаштування щодо плоскості та профілю стрічки (з приводами згинання та зсуву), то воно застосовується в момент, коли ділянка стрічки, яка залучена до зміни товщини, досягає n-ої кліті.

Цей двоетапний режим FGC потім застосовується до всіх наступних клітей, як тільки ділянка стрічки, яка залучена до зміни товщини, досягає кожної із зазначених клітей.

50 Система керування прокатним станом забезпечує функцію відстеження, завданням якої є оновлення в режимі реального часу точного положення секції/секцій стрічки, що залучена до зміни товщини, вздовж усього прокатного стану.

55 Усі варіації від поточного до нового налаштування лінійно змінюються, величина лінійної зміни розраховується відповідно до динамічних характеристик використовуваних приводів: найповільніший привод визначає динаміку зміни.

Для того, щоб здійснити швидку зміну товщини (FGC) другий варіант виконання відповідно до цього винаходу передбачає виконання зміни кінцевої товщини у клітях одночасно. Цей одночасний режим має перевагу, оскільки полегшує налаштування прокатних клітей, і, отже, є перевагою з точки зору надійності.

Цей режим вигідно застосовувати, коли у швидкій зміні товщини (FGC) задіяні як мінімум дві кліті.

Перехід від поточної товщини до наступної товщини відбувається шляхом застосування нових налаштувань одночасно до всіх клітей, залучених до зміни товщини.

5 Якщо клітей, задіяних у швидкій зміні товщини (FGC), більше двох, зміну налаштування можна вигідно застосовувати послідовно в перших клітях і одночасно в останніх двох або більше клітях. Це відбувається для того, щоб зменшити довжину перехідного сегмента стрічки від поточної товщини до нової товщини, і в той же час підтримати хорошу стабільність процесу прокатки.

10 Більш детально, враховуючи нове налаштування, наступні параметри застосовуються одночасно до всіх клітей: швидкість обертання, зазор або сила прокатки, натяг між клітями, плоскість і профіль.

15 При одночасному режимі регулятори натягу між клітями (петлеутворювачі або натягачі) виконують функцію підтримки правильного потоку маси під час фази переходу від поточної до нової товщини. Регулятори натягу між клітями впливають на швидкість кліті вниз по потоку. Крім того, швидкість першої кліті, залученої до швидкої зміни товщини (FGC), регулюється шляхом регулювання натягу між клітями вище за потоком.

20 Регулятор зазору між валками першої кліті, залученої до швидкої зміни товщини (FGC) в одночасному режимі, утримується в керуванні положенням. Перед застосуванням нових налаштувань регулятор зазору між валками всіх інших клітей нижче за потоком, залучених до швидкої зміни товщини, перемикається з керування положенням на керування потужністю.

В одночасному режимі мета перемикаання на керування силою полягає в тому, щоб дозволити застосувати нове налаштування зменшення для кожної кліті, починаючи з очікуваної сили для нової вихідної товщини, не знаючи точної товщини на вході.

25 Як тільки кінець перехідного сегмента стрічки досягає зазору між валками кліті, регулятор зазору між валками перемикається в режим контролю положення, щоб гарантувати вагу правильну товщину стрічки на виході з кожної кліті.

Застосування нового набору параметрів координується спеціальною функцією відстеження.

30 В одночасному режимі всі варіації від поточного до нового налаштування спадають, величина спаду розраховується відповідно до динамічних характеристик використовуваних приводів: найповільніший привод визначає динаміку зміни.

Як згадувалося, у деяких ситуаціях, коли просто використання чистових клітей для зміни товщини недостатньо, також можуть бути задіяні деякі з чорнових клітей, зокрема, одна або більше клітей, розташованих нижче першої чорнової кліті.

35 Крім того, у цьому випадку, згідно з винаходом швидкість першої чорнової кліті не змінюється. Для того, щоб вирішити, скільки чорнових клітей, починаючи з останньої, необхідно залучити до швидкої зміни товщини, можна використати той самий критерій, який описано вище для чистових клітей, тобто оцінити, у скількох чорнових клітях має відбутися зміна товщини на основі максимальної прийнятної сили стиснення.

40 Як уже згадувалося, швидкість, з якою подається матеріал, у цьому випадку швидкість лиття, залишається постійною, як і у випадку всіх робочих параметрів першої чорнової кліті.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

45 Ці та інші характеристики цього винаходу стануть очевидними з наступного опису деяких варіантів виконання, наведеного як необмежувальний приклад із посиланням на додані креслення, де:

- Фіг. 1 схематично показує приклад устаткування для виготовлення плоских металевих виробів відповідно до деяких характеристик цього винаходу;

50 - Фіг. 2-6 схематично представляють графіки варіантів виконання способу швидкої зміни товщини, застосовного в способі виготовлення плоских металевих виробів відповідно до деяких характеристик цього винаходу;

- на Фіг. 7 показана таблиця, що стосується прикладу зміни параметрів при переході від однієї товщини до іншої;

- на Фіг. 8-11 показані приклади графіків критеріїв ідентифікації клітей, в яких має місце зміна товщини.

55 Щоб полегшити розуміння, були використані однакові цифри-посилання, де це можливо, для ідентифікації ідентичних загальних елементів на кресленнях. Зрозуміло, що елементи та характеристики одного варіанту виконання можуть бути зручно включені в інші варіанти виконання без додаткових пояснень.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ДЕЯКИХ ВАРІАНТІВ ВИКОНАННЯ

Тепер ми детально розглянемо різноманітні варіанти виконання винаходу, один або кілька прикладів якого показано на доданих кресленнях. Кожен приклад наданий як ілюстрація винаходу і не повинен розумітися як його обмеження. Наприклад, характеристики, досі показані або описані у якості частини одного варіанта виконання, можуть бути включені в інші варіанти виконання, або у поєднанні з ними, щоб створити інший варіант виконання. Зрозуміло, що цей винахід включає всі такі модифікації та варіанти.

Фіг. 1 показує в цілому і схематично приклад устаткування 10 для виготовлення плоских металевих виробів, в якому може бути застосований спосіб швидкої зміни товщини, докладно описаний нижче. Зрозуміло, що зображення на Фіг. 1 є лише прикладом для полегшення розуміння винаходу, що не є обов'язковим для застосування представлених нижче концепцій.

Також зрозуміло, що не всі показані компоненти є необхідними та важливими для правильного функціонування устаткування.

Наприклад, устаткування 10 включає систему керування, придатну для отримання інструкцій, що стосуються карток, що стосуються певного процесу лиття, а також визначення швидких змін товщини кінцевого продукту, які необхідно здійснити, і для налаштування робочих параметрів усіх прокатних клітей в результаті зміни товщини, як зазначено вище.

Загалом, устаткування 10 включає у якості складових елементів:

- машину безперервного лиття 11 із виливницею 12;
- можливий перший пристрій 13 для видалення окалини;
- маятникові ножиці 14;
- тунельну піч 15, яка може мати щонайменше один кінцевий модуль 115a-115b, що рухається збоку;
- оксиацетиленовий ріжучий пристрій 16;
- можливий другий пристрій 113 для видалення окалини;
- можливу вертикальну кліть або кліть для обрізання кромки 17;
- третій пристрій 213 для видалення окалини;
- три чорнові прокатні кліті 18a, 18b, 18в;
- обрізні ножиці 19 для обрізання головного і хвостового кінців розкату, щоб полегшити їх надходження в першу кліть чистового стану; також можна використовувати в разі нагального обрізання при блокуванні чистового стану в безперервному режимі;
- модульний індукційний пристрій швидкого нагрівання 20;
- систему інтенсивного охолодження (не показана), розташовану за пристроєм швидкого нагрівання, яка використовується у випадку, якщо є необхідність у виконанні процесу термомеханічної прокатки або процесу прокатки у феритовому полі на чистовому стані;
- четвертий пристрій 313 для видалення окалини;
- чистовий прокатний стан, що у цьому випадку включає п'ять клітей, 21a, 21b, 21c, 21d і 21e відповідно;
- ламінарні охолоджуючі установки 22;
- високошвидкісні летючі ножиці 23 для різання стрічки до потрібного розміру, для поділу стрічки на рулони потрібної ваги, коли вона входить у безпосереднє зчеплення з намотувальними барабанами; і
- пару намотувальних барабанів, відповідно перший 24a і другий 24b.

Процес лиття та прокатки, що виконується устаткуванням 10, може відбуватися в безперервному, переривчастому режимі та режимі "рулон до рулону".

Фіг. 2-6 являють собою графіки, які представляють шляхом зміни конкретних вказаних параметрів режими для швидкої зміни кінцевої товщини стрічки типу, який може бути застосований в устаткуванні 10, описаному вище, зокрема, у безперервному та/або переривчастому режимах, зазначених вище.

У першому варіанті виконання, показаному на Фіг. 2, тільки у чистових клітях 21a-21e, позначених як F1-F5, має місце зміна товщини, яка відбувається в двоетапному режимі.

Як видно з графіків, спостерігаючи за лініями, проведеними зверху вниз, коли необхідно на льоту змінити кінцеву товщину стрічки, що прокатується, у першій чистовій кліті F1 визначається задане значення нової товщини. У цьому випадку нова товщина менша за попередню (зменшення товщини).

На першому етапі встановлюється новий зазор між прокатними валками першої чистової кліті F1, що відповідає новій товщині, і швидкість валків тієї ж кліті F1 одночасно збільшується до досягнення нового заданого значення.

Другий крок передбачає застосування нових натягів між клітями, в цьому випадку натяг стрічки збільшується.

Усі послідовні кліті F2-F5 поступово регулюють свою швидкість як по відношенню до кожної зміни швидкості попередньої кліті, так і по відношенню до моменту, коли останній кінець перехідного сегмента досягає самої кліті.

5 Як видно з тенденції останньої лінії, швидкість, з якою подається матеріал, в цьому випадку швидкість лиття, залишається постійною, як і швидкість усіх клітей перед кліттю F1, тобто всіх чорнових клітей.

У другому варіанті виконання, показаному на Фіг. 3, тільки у чистових клітях 21a-21e, позначених як F1-F5, має місце зміна товщини, однак, всупереч тому, що спостерігалось раніше, в одночасному режимі.

10 Можна бачити, що регулювання швидкості всіх клітей F1-F5 відбувається в один і той же момент, тоді як товщина адаптується послідовно, кліть за кліттю, від попереднього значення до кінцевого цільового значення.

Швидкість, з якою подається матеріал, в цьому випадку швидкість лиття, залишається постійною, як і швидкість усіх клітей перед кліттю F1, тобто всіх чорнових клітей.

15 В іншому варіанті виконання, показаному на Фіг. 4, також задіяні деякі з чорнових клітей, у цьому випадку - кліті 18b, 18c, розташовані нижче за першу кліть 18a. Чорнові кліті 18a-18c позначені на графіках як H0-H2.

20 Згідно з винаходом, як можна бачити, швидкість першої кліті H0 не змінюється, як у випадку з іншими робочими параметрами тієї ж кліті H0. Першою кліттю, залученою до зміни товщини, є (друга) кліть H1, і швидкість обертання прокатних валків регулюється в два етапи. Те саме стосується (третьої) кліті H2.

Швидкість, з якою подається матеріал, у цьому випадку швидкість лиття, залишається постійною, як і швидкість першої чорнової кліті H0.

25 Фіг. 5 більш детально показує перший варіант виконання двоетапної зміни товщини для однієї кліті (n-1); зокрема, можна спостерігати, коли активуються нові налаштування натягу між клітями та нові налаштування профілю та плоскості.

30 Фіг. 6 показує більш легально другий варіант одночасної зміни товщини для однієї кліті (n-0); зокрема, можна спостерігати, як усі налаштування активуються одночасно: застосування нової сили (у цьому випадку збільшення стиснення/зменшення, передостання лінія графіка) тягне за собою одночасне застосування нового налаштування зазору (тобто зменшення товщини); одночасно модифікуються налаштування для натягу між клітями та налаштування приводів профілю та плоскості.

Нове налаштування швидкості розраховується, починаючи з попереднього налаштування з метою збереження потоку маси без змін.

35 Зокрема, формула для розрахунку нового налаштування може бути виражена таким чином: наступна швидкість валка = (поточна швидкість валка) * (товщину кліті (n) - наступну) / (товщину кліті (n) - поточну).

40 На Фіг. 7 (Таблиця 1) лише як приклад наведено приклад зміни налаштування параметрів від поточного до наступного налаштування у разі зміни остаточної товщини стрічки з приблизно 3 мм до кінцевої товщини стрічки, що складає приблизно 2,3 мм.

Як можна помітити, у цьому випадку зміна налаштування параметрів впливає лише на чистові кліті F1-F5. Зменшення кінцевої товщини стрічки супроводжується збільшенням швидкості валків клітей, а також збільшенням сили стиснення. Натяг між клітями також збільшується відповідно до зменшення товщини, яку має бути отримано.

45 Фіг. 8-11 описують режими, в яких інший варіант виконання винаходу забезпечує обчислення кількості клітей, у яких має відбутися швидка зміна товщини (FGC). Зокрема, ми візьмемо, наприклад, випадок, коли немає необхідності змінювати товщину проміжного розкату, а чистовий стан складається з 5 чистових клітей, з посиланням на креслення з Фіг. 1.

Типовий розподіл сили прокатки на різних клітях показано на Фіг. 8.

50 Центральна безперервна лінія представляє розподіл еталонних сил, а дві пунктирні лінії вгорі та внизу вказують на верхній і нижній діапазон допустимих відхилень, в межах якого сила прокатки може змінюватися без шкоди для якості готового виробу. Припустимо, що кінцева товщина стрічки змінюється за допомогою FGC, і зокрема, що ініціюється її зменшення.

55 Підтримуючи постійну товщину розкату (проміжного розкату), що надходить у першу прокатну кліть чистового стану, загальну силу прокатки (тобто сума окремих сил прокатки на 5 клітях) збільшують. Як можна спостерігати на Фіг. 9, ефективна сила прокатки в останніх двох клітях збільшується, але залишається в допустимому верхньому діапазоні допустимих відхилень. Отже, зміна товщини може бути виконана двома останніми клітями чистового стану без залучення інших клітей, розташованих вище.

Якщо, з іншого боку, новий розподіл сил спричинить вихід сили прокатки навіть лише в одній кліті з прийнятного допустимого відхилення, як показано на Фіг. 10, тоді FGC не можна виконати тільки на двох останніх клітках, а має бути залучено принаймні одну додаткову кліть вище за потоком.

5 На Фіг. 11 показано, як новий розподіл сил на чистовому стані призводить до тенденції, подібної до початкової на Фіг. 8, але з більшим значенням сили у всіх клітках, тобто крива сил у всіх 5 чистових клітках має однакову тенденцію, але зі збільшеним значенням порівняно з початком.

10 Зрозуміло, що модифікації та/або доповнення частин можуть бути внесені до устаткування 10 і способу виробництва стрічки, як описано вище, без відходу від галузі та обсягу цього винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

15 1. Спосіб виготовлення металевої стрічки у безперервному та/або переривчастому режимі, при якому металеву стрічку безперервно подають до прокатного стану, що складається щонайменше з 4 клітей, у якому прокатні кліті - це послідовно розташовані чорнові кліті (18a, 18b, 18c) і чистові кліті (21a, 21b, 21c, 21d, 21e), у яких передбачена швидка зміна товщини, а саме зміна товщини без переривання процесу прокатки, металевої стрічки, що виходить із
20 прокатного стану, який **відрізняється** тим, що швидкість обертання валків першої кліті (18a) прокатного стану та їх зазор залишають незмінними під час швидкої зміни товщини стрічки.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що швидку зміну товщини застосовують без зміни швидкості матеріалу, що подають до прокатного стану.

25 3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що перехід від поточної товщини до наступної товщини здійснюють шляхом застосування нових налаштувань параметрів - зазору між валками, швидкості валків і натягу між клітками, до всіх прокатних клітей, використовуваних для швидкої зміни товщини.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що застосування нових налаштувань зазору між валками, швидкості валків і натягу між клітками відносно клітей, використовуваних для швидкої
30 зміни товщини, здійснюють таким чином:

перший етап, на якому застосовують нову цільову товщину та новий конус швидкості, тобто еталонну швидкість обертання для робочих валків прокатних клітей, і

другий етап, на якому застосовують новий натяг між клітками за допомогою петлеутворювачів або натягачів.

35 5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що, коли ділянка стрічки, яка змінила товщину, досягає певної кліті - n-ї кліті, зазор цієї кліті змінюють з поточного зазору на новий зазор, розрахований для отримання наступної товщини з поточним натягом між клітками, а швидкість кліті збільшують або зменшують залежно від нової товщини, щоб підтримувати постійним потік маси - товщина×швидкість.

40 6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що натяг між клітками змінюють лише тоді, коли ділянка стрічки, використовувана для зміни товщини, досягає наступної кліті n+1 і одночасно зі зміною натягу між клітками зазор і швидкість n-ї кліті регулюють, завершуючи перехід до нового налаштування для n-ї кліті.

45 7. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що перехід від поточної товщини до наступної товщини здійснюють шляхом застосування нових налаштувань до використовуваних прокатних клітей, і застосування нових налаштувань здійснюють одночасно для всіх використовуваних клітей.

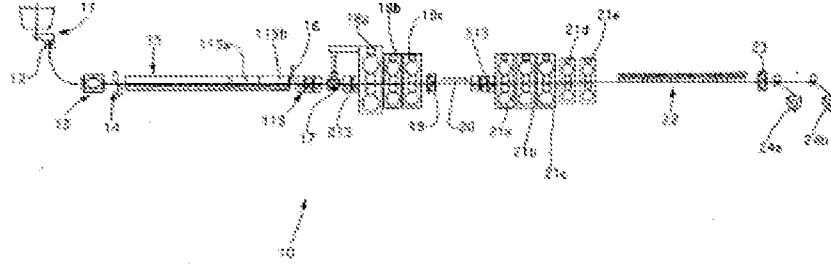
8. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що всі зміни від старих налаштувань до нових проводять лінійно.

50 9. Спосіб за будь-яким з вищезазначених пунктів, який **відрізняється** тим, що кількість клітей, використовуваних для швидкої зміни товщини, починаючи з останньої кліті (21e) чистових клітей, отримують з урахуванням розподілу сили прокатки кожної кліті, щоб новий розподіл сил через зміну товщини не спричинив вихід значення сили прокатки будь-якої кліті за прийнятний діапазон допустимих відхилень.

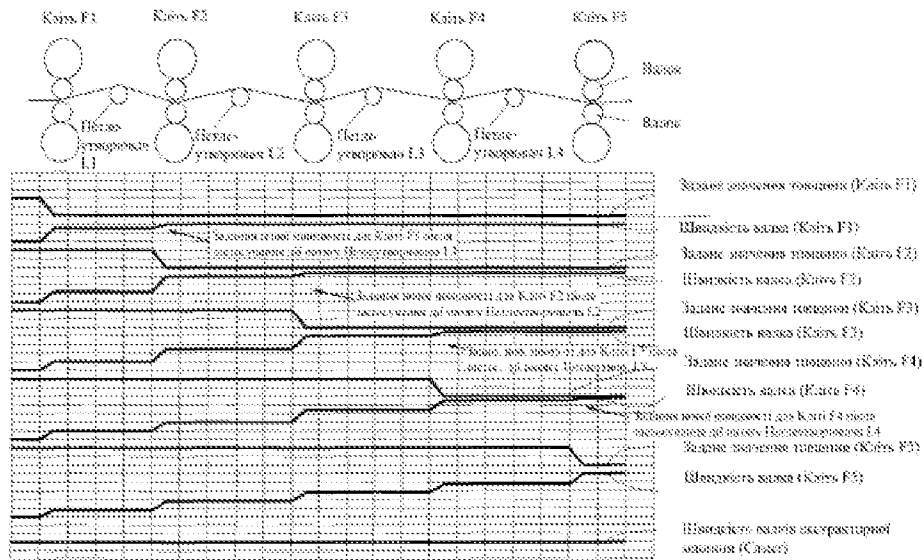
55 10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що, у випадку, якщо новий розподіл сил прокатки внаслідок швидкої зміни визначає вихід із прийнятного діапазону допустимих відхилень, тоді в процесі зміни товщини задіюють щонайменше нову прокатну кліть, розташовану вище за вже наявні.

60 11. Пристрій для безперервного виробництва металевої стрічки, що включає принаймні одну машину безперервного лиття (11) із виливницею (12), прокатний стан, що включає чорнові кліті

(18a, 18b, 18c) і чистові кліті (21a, 21b, 21c, 21d і 21e), високошвидкісні летючі ножиці (23) для різання стрічки до потрібного розміру, які використовують в безперервній та/або переривчастій прокатці, щоб розділити стрічку, що входить у безпосереднє зчеплення з намотувальними барабанами, на рулони потрібної ваги, пару намотувальних барабанів (24a, 24b), а також систему керування, придатну для застосування способу згідно з будь-яким з пп. 1-10.

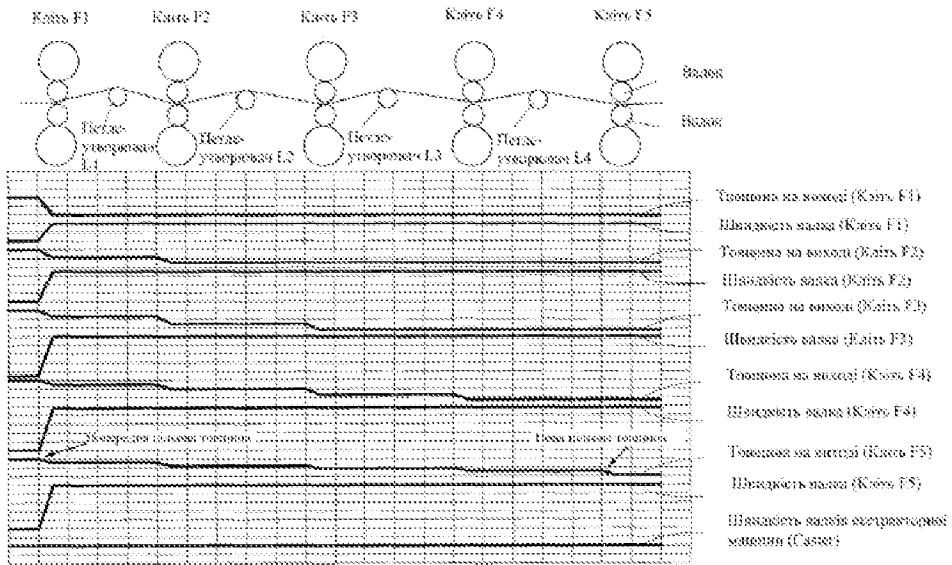


Фиг. 1



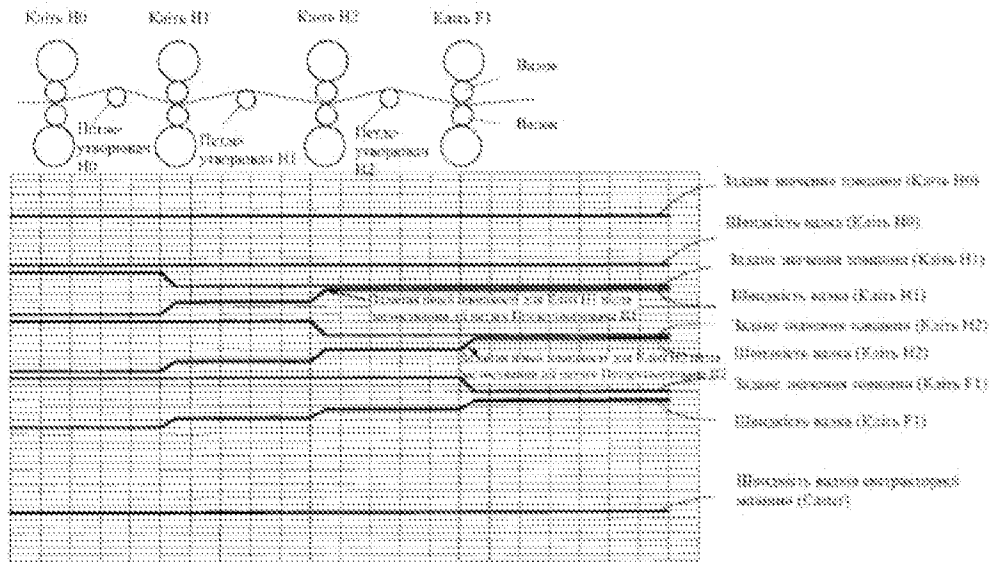
Синхронізація FGS для кліт F1-F5. Варіант 1 – 2 етапи

Фиг. 2



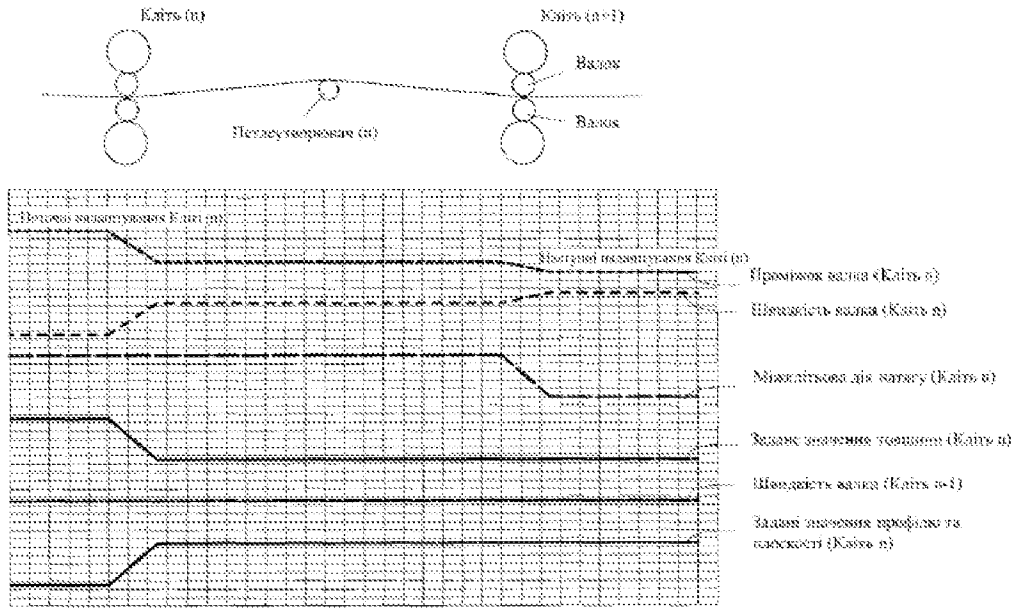
Синхронізація FGC для клітей F1-F5. Варіант 2 – одновчасно

Фиг. 3



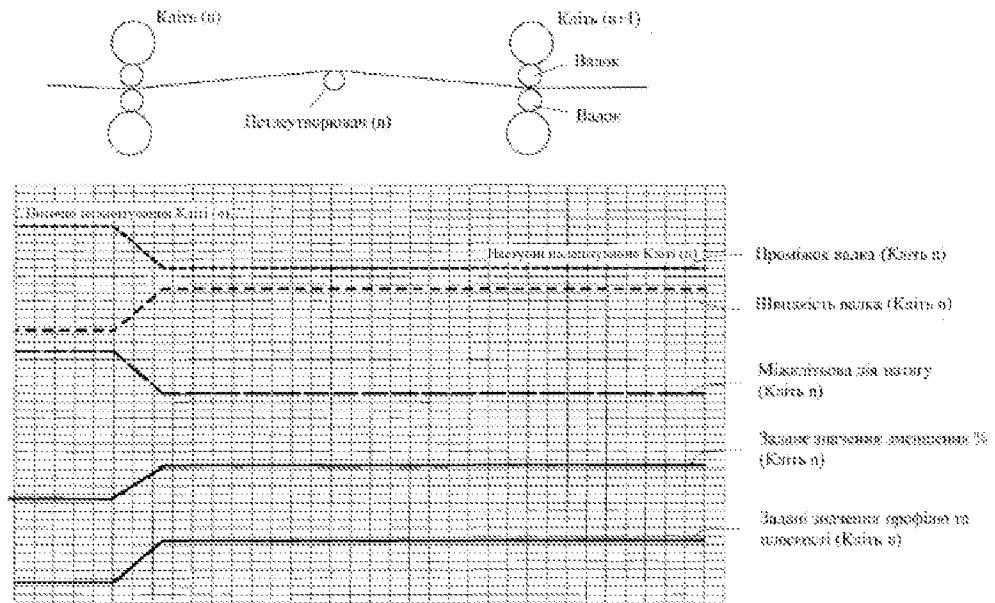
Синхронізація FGC для клітей H0-H2. Варіант 1 – 2 етапи

Фиг. 4



Синхронізація FGC для клітей (n-ix): Варіант 1 – 2 етапи

Фіг. 5

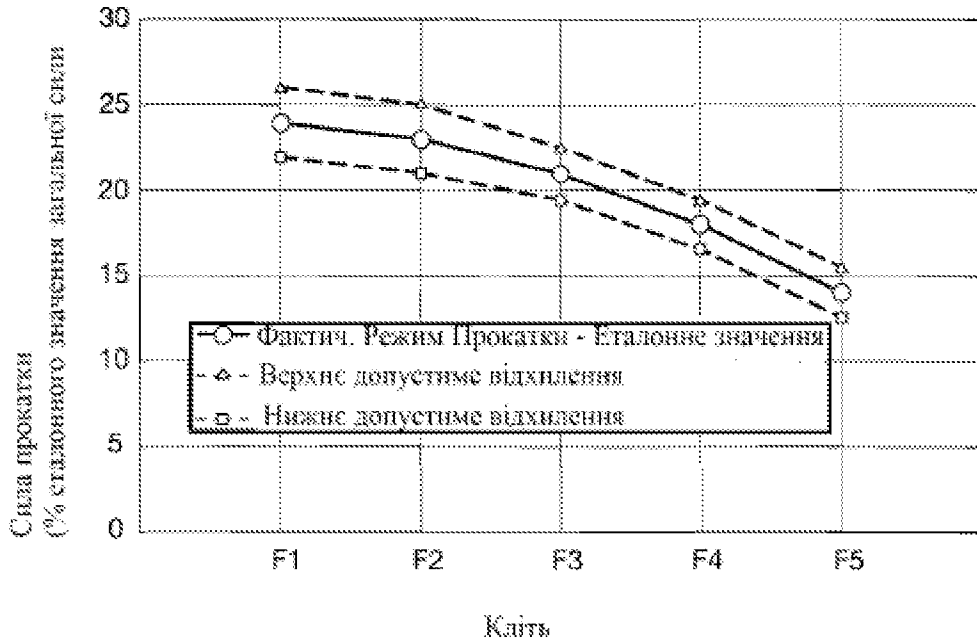


Синхронізація FGC для клітей (n-ix): Варіант 2 – одночасно

Фіг. 6

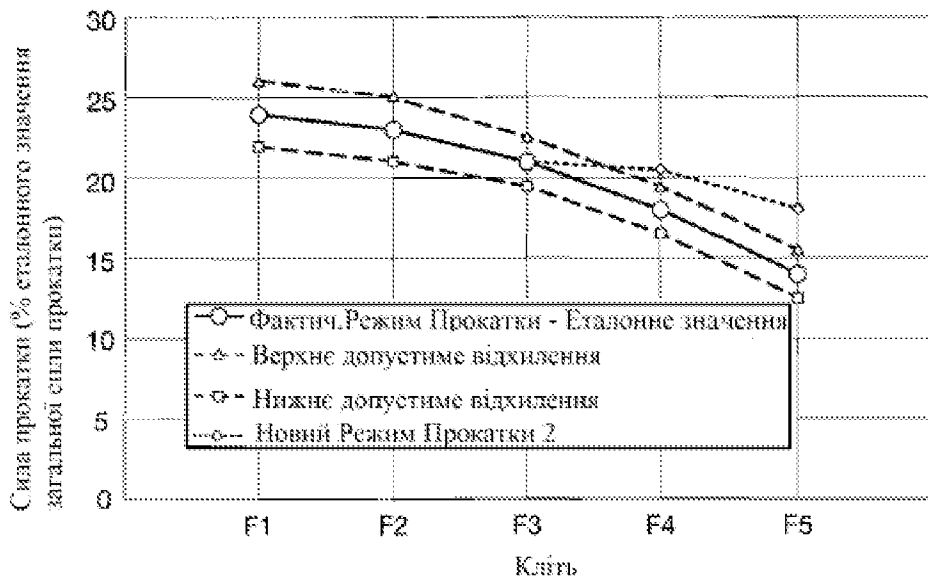
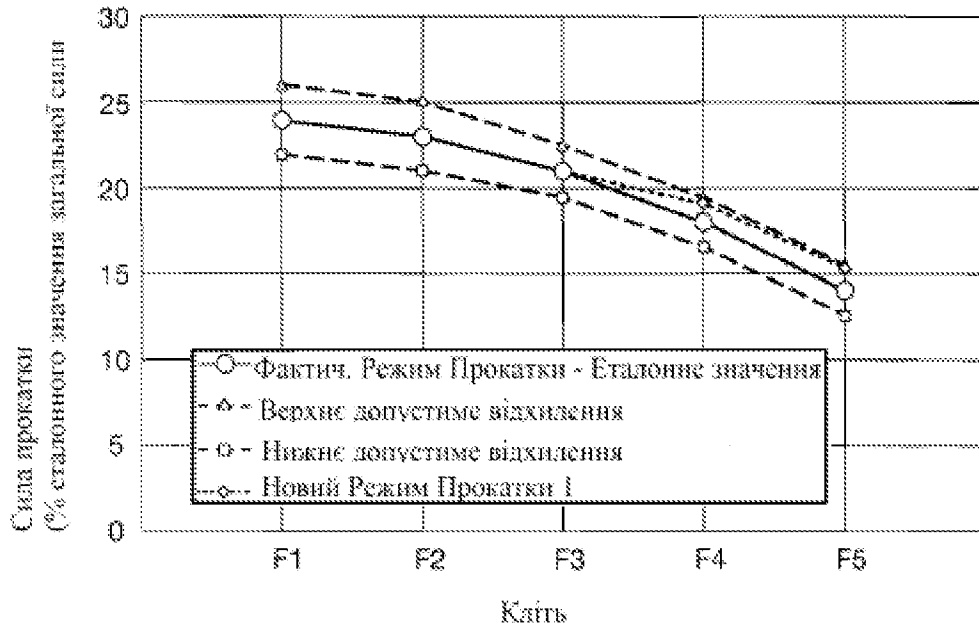
	Кліть	Швидкість прокатного валка	Товщина стрічки	Зменшення	Сила, застосована до прокатних валків	Сила впливу підручки робоч. вага	Зсув	Мікродіювання на сіт
	#	м/с	мм	%	кН	кН	мм	МПа
Наступні налаштування	F1	2,15	8,47	50%	22954	982	5	8,6
	F2	3,72	4,95	42%	27500	1000	-5	10,6
	F3	5,64	3,305	33%	16025	900	5	12
	F4	7,14	2,676	19%	9717	517	-5	13,3
	F5	8,23	2,325	13%	6247	350	5	
Початні налаштування	F1	1,9	8,995	47%	20952	1228	5	5,9
	F2	2,93	5,951	34%	26218	1650	-5	6,8
	F3	4,02	4,329	27%	13995	1000	5	9,1
	F4	5,12	3,501	19%	10697	575	-5	9,7
	F5	5,99	3,033	13%	8844	350	5	

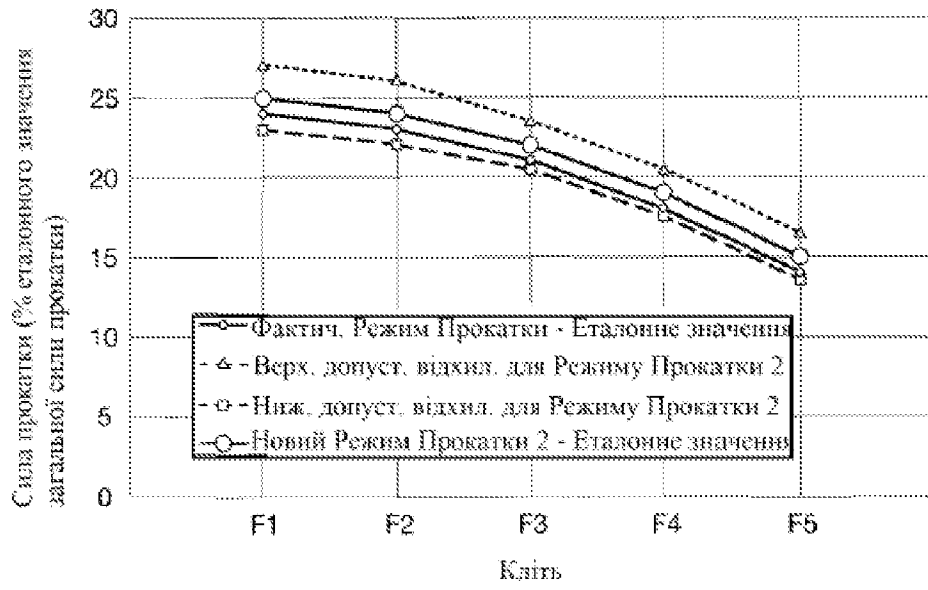
Фиг. 7



Графік сили прокатки - 1

Фиг. 8





Графік сили прокатки - 4

Фіг. 11