



УКРАЇНА

(19) UA (11)62598 (із, А

(51)7 B21B37/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) СИСТЕМА ВИМІРУ НАТЯГУ ШТАБИ В БЕЗПЕРЕРВНІЙ ГРУПІ КЛІТЕЙ СТАНУ ГАРЯЧОЇ ПРОКАТКИ****(21)**2003043344**(22)** 15.04.2003**(24)** 15.12.2003**(46)** 15.12.2003, Бюл. № 12, 2003 р.**(72)** Леонідов-Каневський Євген Володимирович, Гагарін Павло Павлович, Беляєв Юрій Борисович, Грабовський Георгій Геннадієвич, Колесніков Юрій Миколайович, Каушанський Ігор Борисович, Стеч Володимир Станіславович, Барабаш Андрій Володимирович, Єлецьких Володимир Іванович**(73)** ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "НОВО-КРАМАТОРСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД"**(57)** 1. Система виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки, що містить установлений на кожній кліті пристрій виміру переднього натягу штаби, що включає у собі датчик горизонтальної сили, датчик зусилля прокатки (месдозу) і блок обчислення, причому виходи датчика горизонтальної сили і месдозу з'єднані з від-

повідними входами блока обчислення, додатковий вхід якого підключений до виходу блока обчислення в пристрої попередньої кліті, яка **відрізняється** тим, що датчик горизонтальної сили виконаний у вигляді двох гідросистем, що замикаються, (з боку входу штаби в кліть і + боку виходу штаби з кліті), кожна з яких містить щонайменше дві гідрокапсули, розміщені на внутрішніх поверхнях бічних вікон станини кліті, з них одна - на стороні обслуговування, а інша - на стороні приводу, які мають можливість пружного контакту з торцевими поверхнями подушок робочих валків, причому гідросистеми підключені до дифманометра, вихід якого є виходом датчика горизонтальної сили, і оснащені запірними елементами.

2. Система виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки по п. 1, яка **відрізняється** тим, що вона містить принаймні один двооб'ємний нагнітач рідини в гідросистемі.

Передбачуваний винахід відноситься до прокатного виробництва і призначений для використання при безперервній гарячій прокатці штаби, у першу чергу в реверсивній групі тандем - стану Стеккеля.

Відома система виміру натягу штаби, приведена у патенті США №5660066, B21B37/00 «Система регулювання міжклітєвого натяження на неперервному прокатному стані», що містить комплект датчиків, які вимірюють притиснення штаби до роликів петлетримачів, встановлених у міжклітєвих проміжках. Однак цей пристрій неприйнятне при великій жорсткості щодо згинання металу, яка характерна на перших пропусках реверсивної прокатки.

Відома також система виміру натягу штаби (Дружинин Н.Н., Мирер А.Г. Исследование управления непрерывными станами методом контроля межклетевых натяжений. М., Сталь, №3, 1987, с.44-49), яка містить на кожній кліті вимірник моменту прокатки, вимірник зусилля прокатки і блок обчислення переднього натягу штаби. Недоліком цієї системи є низька надійність при прямому ви-

мірі моменту прокатки і недостатня точність при непрямому вимірі моменту.

Як прототип прийнята система виміру натягу штаби (Чехлов Ю.С., Шавер А.Б., Солдатов В.И., Миронов Г.Н. Система контроля межклетевых натяжений датчиками горизонтальных сил. Труды ВНИИМЕТМАШ, 1979, №58, с.95-101), що містить установлений на кожній кліті пристрій виміру переднього натягу штаби, який містить у собі датчик горизонтальної сили з чуттєвими елементами, установлюваними на торцях подушок робочих валків, датчик зусилля прокатки, (месдозу) і блок обчислення, причому виходи датчика горизонтальної сили і месдозу з'єднані з відповідними входами блоку обчислення, додатковий вхід якого підключений до виходу блоку обчислення в пристрої попередньої кліті.

Ця система має наступні недоліки:

- низька надійність системи контролю через розміщення чуттєвих елементів датчика горизонтальної сили поруч з осередком деформації в умовах високої температури, вологості й агресивного середовища, і впливу ударних навантажень

-а датчики при вході штаби в дану і наступні кліті, а також при виході штаби з попередніх клітей;

- низька надійність системи контролю через високу імовірність ушкодження встановлених датчиків при перевалці валків;

- незадовільна точність виміру через труднощі прецизійної установки датчиків між подушками і стійками кліті. В основу винаходу поставлена задача підвищення надійності системи виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки при одночасному підвищенні точності виміру.

Ця задача вирішується за рахунок технічного результату, що полягає в спрощенні конструкції елементів для виміру горизонтальної сили і стаціонарному їхньому розміщенні, а також у розміщенні вимірювальної апаратури поза зоною прокатки.

Для досягнення вищевказаного результату в системі виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки, яка містить установлений на кожній кліті пристрій виміру переднього натягу штаби, що включає у собі датчик горизонтальної сили, датчик зусилля прокатки (месдозу) і блок обчислення, причому виходи датчика горизонтальної сили і месдоза з'єднані з відповідними входами блоку обчислення, додатковий вхід якого підключений до виходу блоку обчислення в пристрою попередньої кліті, відповідно до винаходу датчик горизонтальної сили виконаний у виді двох гідросистем, що замикаються, (з боку входу штаби в кліть і з боку виходу штаби з кліті), кожна з яких містить, щонайменше, дві гідрокапсули, розміщені на внутрішніх поверхнях бічних вікон станини кліті, з них одна - на стороні обслуговування, а інша - на стороні привода, які мають можливість пружного контакту с торцевими поверхнями подушок робочих валків, причому гідросистеми підключені до дифманометра, вихід якого є виходом датчика горизонтальної сили, і постачені запірними елементами, крім того, система містить, принаймні, один двох об'ємний нагнітач рідини в гідросистемі.

Сутність винаходу полягає в наступному.

Як відомо, горизонтальна сила притиснення подушок робочих валків до станини при наявності металу в прокатній кліті складається з трьох складових. Це сила вільного притиснення, що залежить від зусилля прокатки і спрямована по ходу прокатки, сила заднього і сила переднього натягу. Задній натяг для першої кліті безперервної групи дорівнює нулеві. На цьому побудований відомий алгоритм послідовного обчислення по клітам спочатку коефіцієнта передач між зусиллям прокатки і складового вільного притиску подушок до станини (до захоплення штаби наступної кліттю), а потім і переднього натягу штаби (після захоплення штаби наступної кліттю).

У системах виміру натягу штаби, що використовують вищевказаний алгоритм, датчик горизонтальної сили має чуттєві елементи, установлені на торцях подушок робочих валків. Досвід експлуатації таких систем на станах гарячої прокатки показав, що вони незручні в експлуатації, оскільки при кожній перевалці клітей необхідно переустановлювати чуттєві елементи на нові подушки. Крім того, на чуттєві елементи несприятливо впливає

несприятливо впливає висока температура й агресивність навколишнього середовища.

Використання контакту подушок робочих валків зі станиною за допомогою пружних елементів, наприклад, стаціонарних гідро капсул дозволяє усунути вищевказані недоліки. У порівнянні з чуттєвими елементами самі гідрокапсули менш піддані впливові навколишнього середовища. Зазначені пружні елементи дозволяють вибрати всі люфти і перекози устаткування, зм'якшити удар при захопленні штаби валками. При заході штаби в кліть зусилля на одному з пружних елементів зменшується, а на іншому збільшується, і по цій різниці судять про величину горизонтальної сили.

Тиск рідини в гідрокапсулі можна вимірювати на відстані, передаючи його по імпульсній трубці. Роль первинного перетворювача при цьому може виконувати винесений на безпечну відстань від осередку деформації дифманометр, відкалібрований в одиницях сили. Горизонтальна сила обчислюється по формулі

$$P_{гор} = (p_1 - p_2) P,$$

де  $p_1 - p_2$  - тиск рідини в гідрокапсулах із вхідної і вихідної сторони кліті відповідно;

$P$  - сумарна площа рухливих центрів гідрокапсул із вхідної (вихідної) сторони кліті.

У результаті порівняльного аналізу рішення, що заявляється, і прототипу встановлено, що вони мають наступні загальні ознаки:

- установлений на кожній кліті пристрій виміру переднього натягу штаби;

- пристрій виміру переднього натягу штаби, що містить датчик горизонтальної сили, датчик зусилля прокатки (месдозу) і блок обчислення, причому виходи датчика горизонтальної сили і месдоза з'єднані з відповідними входами блоку обчислення, додатковий вхід якого підключений до виходу блоку обчислення в пристрою попередньої кліті; і відмітні ознаки:

- датчик горизонтальної сили виконаний у виді двох гідросистем, що замикаються, (з боку входу штаби в кліть і з боку виходу штаби з кліті);

- кожна з гідросистем містить, щонайменше, дві гідрокапсули, розміщені на внутрішніх поверхнях бічних вікон станини кліті, з них одна - на стороні обслуговування, а інша - на стороні привода;

- розміщення гідрокапсул з можливістю пружного контакту з торцевими поверхнями подушок робочих валків;

- підключення гідросистем до дифманометра, вихід якого є виходом датчика горизонтальної сили;

- постачання гідросистем запірними елементами;

- постачання системи, принаймні, одним двох об'ємним нагнітачем рідини в гідросистемі.

Таким чином, запропонована система виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки має нові форми виконання елементів, нові розміщення елементів.

Між відмітними ознаками і технічним результатом, що досягається, є причинно-наслідковий зв'язок.

Завдяки тому, що датчик горизонтальної сили виконаний у виді двох гідросистем, що замикаються, (з боку входу штаби в кліть і з боку виходу

иходу штаби з кліті) стало можливим вимірювати іа рахунок пружного стиску рідини в гідросистемах величину горизонтальної сили на штабі, яка складається з різниці переднього і заднього натягів, і усунути вплив пружного розтягання або стиску елементів станини, оскільки наявність двох гідросистем дозволяє створити рівноважну систему виміру, яка реєструє тільки горизонтальні сили зовнішнього впливу, що дає можливість підвищити точність вимірів.

Через те, що кожна з гідросистем містить, щонайменше, дві гідрокапсули, розміщені на внутрішніх поверхнях бічних вікон станини кліті, з них одна - на стороні обслуговування, а інша - на стороні привода, стало можливим стаціонарно установити гідрокапсули на станині, виконати стаціонарні підведення робочої рідини до них і тим самим підвищити надійність системи. Крім того, завдяки реєстрації повного горизонтального зусилля від подушок робочих валків стало можливим підвищити точність вимірів.

За рахунок установки гідрокапсул з можливістю пружного контакту з торцевими поверхнями подушок робочих валків з'явилася можливість виключити удари подушок робочих валків об станину і гідрокапсули і, тим самим, підвищити надійність роботи системи.

Завдяки підключенню гідросистем до дифманометра, вихід якого є виходом датчика горизонтальної сили, з'являється можливість безпосередньо визначати різницю тисків у гідросистемах і вимірювати величину горизонтальної сили, що підвищує точність вимірів, а його установка поза кліттю підвищує надійність системи в цілому.

Через постачання гідросистем запірними елементами вони працюють як гідропружина, яка має задану залежність «переміщення-тиск», що зберігає стабільні характеристики незалежно від зовнішніх факторів, а це також підвищує точність вимірів.

Завдяки постачанню гідросистем двох об'ємним нагнітачем рідини з'являється можливість накочувати однакові об'єми рідини в кожну з гідросистем, тим самим, виключивши переміщення робочих валків у горизонтальному напрямку, що зберігає симетричне розташування валків у вікні станини кліті, що теж підвищує точність вимірів натягу штаби.

Виключення з вищевказаної сукупності відмітних ознак хоча б одного, не забезпечує досягнення технічного результату.

Технічне рішення, що заявляється, не відомо з рівня техніки, тому воно є новим.

Технічне рішення, що заявляється, має винахідницький рівень, тому що пропонується виконання системи виміру натягу штаби в безперервній групі клітей стану гарячої прокатки для фахівців явно не випливає з рівня техніки.

Технічне рішення, що заявляється, промислово застосовно, тому що його технічне і технологічне виконання не представляє труднощів.

По цьому рішенню виконаний робочий проект для стану 2840 гарячої прокатки алюмінію Каменськ-Уральського металургійного заводу.

Таким чином, технічному рішенню, що заявляється, може бути надана правова охорона, тому

що воно є новим, має винахідницький рівень і промислово застосовно, тобто відповідає всім критеріям винаходу.

Технічне рішення, що заявляється, пояснюється кресленнями, на яких зображено:

на фіг.1 - система виміру натягу штаби;

на фіг.2 - схема пристрою виміру переднього натягу штаби;

на фіг.3 - гідрокапсули в плані;

на фіг.4 - вид А на фіг.3.

Система виміру натягу штаби складається (фіг.1) з послідовно з'єднаних пристроїв 1 виміру переднього натягу. Кількість пристроїв відповідає кількості клітей у безперервній групі. Кожен пристрій містить у собі датчик 2 горизонтальні сили, датчик 3 зусилля прокатки (месдозу), блок 4 обчислення. Виходи датчиків з'єднані з відповідними входами блоку обчислення, додатковий вхід якого підключений до виходу блоку обчислення в пристрої попередньої кліті. Датчик 2 (фіг.2) горизонтальних сил містить гідрокапсули 5, 6, установлені на внутрішніх стінках бічних вікон станини. Гідрокапсула може являти собою короткоходовий домкрат у виді великої по діаметрі мембранної коробки. На малюнку зображені тільки дві гідрокапсули, видимі, наприклад, з боку обслуговування. Дві інші гідрокапсули можна спостерігати з протилежної сторони - сторони привода. Гідрокапсули з боку входу штаби в кліть об'єднані магістраллю 7, а гідрокапсули з боку виходу штаби з кліті об'єднані магістраллю 8.

Кожна магістраль підключена через клапан 9, 10 до відповідного виходу двохоб'ємного нагнітача 11 з гідроприводом 12. Вихідним елементом датчика є дифманометр 13, входи якого з'єднані з магістралями. Вихід дифманометра підключений до першого входу блоку 4 обчислення, до другого входу якого підключений вихід месдозы 3, а до третього входу підключений вихід однойменного блоку, що входить до складу пристрою попередньої кліті. Блок 4 обчислення містить суматор 14, дільник 15, ключ 16 підходу металу до наступної кліті, пристрій 17, що запам'ятовує, множник 18, елемент 19 порівняння й елемент 20 логічного керування.

На фіг.3 зображені подушки 21, 22 робочих валків 23,24, які через гідроблоки 25, 26 гідрокапсул 5,6 розміщені між стійок 27, 28 в вікнах станини кліті.

Працює система таким чином.

У вихідному положенні поршнева порожнина гідроприводу 12 вільна від тиску, робочі порожнини нагнітача 11 відкриті для наскрізної протоки рідини, клапани 9,10 відкриті, тиск у магістралях 7, 8 і гідрокапсулах 5, 6 відсутній, гідрокапсули мають початкову товщину, менше глибини настановного паза.

Перед початком прокатки (після перевалки валків) подають тиск у поршневу порожнину гідроприводу 12, у результаті чого нагнітач 11 буде подавати однакові обсяги рідини в магістралі 7, 8 і далі в гідрокапсули 5, 6. Гідрокапсули стискають подушки 21, 22 робочих валків 23, 24 із зусиллям, що перевищує можливі абсолютні значення натягу штаби в прилягаючих проміжках. В обох магістралях встановлюються однакові тиски; рі - з боку

входу штаби в кліть і  $p_2$  - з боку виходу штаби з кліть. Після цього клапани закривають, у результаті чого обсяги рідини в магістралях стають замкненими, а гідрокапсули здобувають властивості твердих пружин.

Принцип виміру переднього натягу в окремо узятій і-ой кліть полягає в наступному. Після заходу штаби в кліть на робочі валки 23-24 діє горизонтальна сила, обумовлена заднім натягом і тертям у підшипниках валків (на першій кліть задній натяг дорівнює нулеві). З цієї причини тиски в магістралях стають нерівними. Горизонтальне зусилля  $P_{гор}$ , яке визначається по різниці тисків  $p_1 - p_2$ , що обмірюють дифманометром 13, подається на перший вхід блоку 4 обчислення, на другий вхід якого подається сигнал зусилля прокатки  $P$  с месдози 3. На третій вхід блоку обчислення подається обчислене раніше (на попередній кліть) зусилля  $T_i$ , що є заднім натягом для даної кліть. Блок обчислення включається в роботу при заході штаби в кліть і виключається при виході штаби з кліть сигналами елемента 20 логічного керування. Зусилля  $P_{гор}$  подається на перший вхід суматора 14, на другий вхід якого надходить зусилля заднього натягу  $T_i$ , а на виході буде сума перерахованих сигналів  $P_{гор} + T_i - 1$ , яка подається потім на перші входи дільника 15 і елемента 19 порівняння. Сигнал зусилля прокатки  $P$  подається на другі входи дільника 15 і множника 18. Дільник 15 обчислює коефіцієнт передачі між зусиллям вільного притиску подушок робочих валків до станини і зусиллям прокатки

$$k = \frac{P_{гор} + T_i - 1}{P}$$

Через контакт ключа 16, що розмикає, обчислений коефіцієнт подається в запам'ятовуючий пристрій 17. При підході штаби до наступної кліть ключ 16 спрацьовує, і в запам'ятовуючому пристрої 17 буде зберігатися обчислений до цього моменту коефіцієнт пропорційності  $k$  для поточної штаби. З виходу запам'ятовуючого пристрою цей

коефіцієнт подається на перший вхід множника 18, на виході якого одержують зусилля вільного притиску  $kP$ , подаване на другий вхід вузла порівняння 19. На виході елемента порівняння 19 формується сигнал переднього натягу

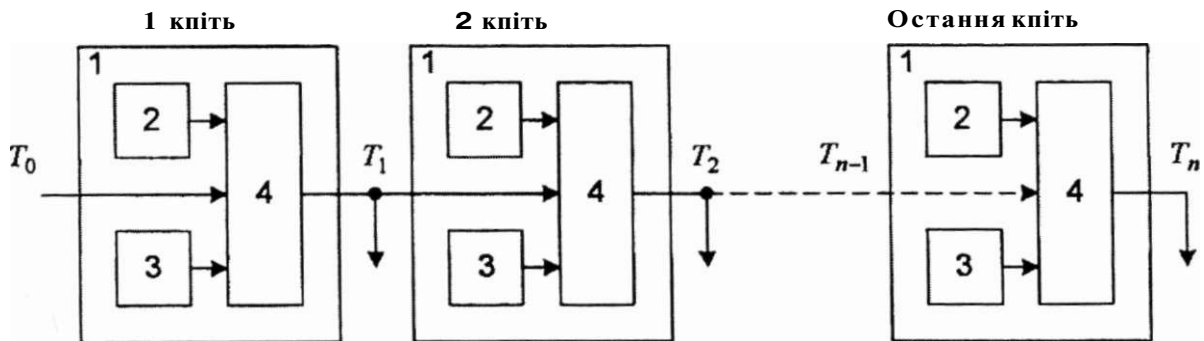
$$T_i = T_i + P_{гор} - kP,$$

який видають на споживання через замикаючий контакт ключа 16. До захоплення штаби наступною клітью цей сигнал дорівнює нулеві. Після захоплення штаби наступною клітью з'являється натяг або підпір штаби в передньому міжклітьовому проміжку, у результаті чого змінюється різниця тисків  $p_1 - p_2$ , і сигнал  $T_i$  здобуває ненульове значення.

Приклад установки гідрокапсул показаний на фіг.3 гідрокапсули 5, 6 встановлені в пазах бічних торців гідроблоків 25, 26 зрівноважування і протизгинання робочих валків. Гідроблоки входять у комплект устаткування прокатної кліть і кріпляться у вкні станини до стійок 27, 28. При відсутності робочого тиску товщина гідрокапсули не перевищує глибину паза настановного. Під тиском рідини рухливі центри гідрокапсул упираються в подушки 21, 22 робочих валків 23, 24. Гідрокапсули в плані мають циліндричну форму (вид А на фіг.3).

При перевалці валків тиск  $p$  у поршневій порожнині привода 12 знімають і відкривають клапани 9, 10, При цьому гідрокапсули 5, 6 за рахунок пружності мембран зменшують власні обсяги, завдяки чому вони утеплюються в поглибленнях гідроблоків 25, 26 і стають захищеними від механічних ушкоджень.

З вищеописаного видно, що запропонована система виміру натягу штаби в порівнянні з відомими має підвищену надійність і точність виміру, оскільки, по-перше, елемент, що перетворює, тобто датчик горизонтальної сили (дифманометр) винесений на безпечну відстань від осередку деформації, по-друге, ударні навантаження демпфуються гідрокапсулами.



ФІГ.1

