

Винахід відноситься до прокатної кліти для виготовлення катаної штаби, що містить робочі валки, які за необхідності спираються на опорні або проміжні валки, при цьому робочі валки і/або опорні валки, і/або проміжні валки виконані з можливістю переміщення один відносно одного в осьовому напрямку.

Відомі прокатні стани зі зміщуваними валками, при цьому кожний валок, щонайменше, однієї такої валкової пари забезпечений зігнутим контуром, що проходить до краю бочки, який, проходячи відповідно на протилежних сторонах двох валків, поширюється на частину ширини валка, при цьому зігнутий контур проходить по всій довжині бочки обох валків і має форму, при якій контури двох валків у визначеному осьовому положенні є додатковими один до одного.

Так, у документі DE-C-3 6-24241 описаний прокатний стан, в якому робочі валки виконані з таким контуром, що вони звужуються до одного кінця валка і розширюються до іншого, при цьому валки виконані з можливістю такого переміщення один відносно одного по осі у протилежному напрямку, що кінець робочого валка або проміжного валка, який звужується, розташовується між краєм штаби і краєм відповідного робочого валка, а також переважно орієнтовані і утримуються по краю штаби.

Крім того, з документа EP 0249801 B1 відомий прокатний стан для виготовлення штаби, в якому валки виконані з викривленим контуром, що проходить по суті по всій довжині валка. Контури всіх валків у вихідному стані, тобто за відсутності навантаження, виконані таким чином, що осьова зміна суми дійсних діаметрів бочок валків при кожній відносній зміні осьового положення валків один по відношенню до одного описується симетричною по відношенню до центра валка математичною неперестійною функцією.

Звичайно зміна викривленого контуру валка математично описується поліномом третього порядку. Відповідно до звичайно застосовуваних на практиці величин зміщення і дійсних значень вигину на валках згідно з визначеними правилами формується позитивна і негативна область встановлення для CVC-валків (зростання, що постійно змінюється). Звичайний CVC-контур також застосовується, якщо потрібне негативне значення CRA (CRA - еквівалентне зростання по відношенню до нормальної опуклості валка).

Раніше на практиці були одержані негативні результати застосування контуру валка, що описується поліномом третього порядку, відносно зносу валка у шестивалкових клітках. Значні зміни діаметра проміжних валків викликали підвищений знос і вищерблену поверхню на опорних валках, при цьому картина зносу на опорних валках по їх довжині відповідала формі CVC-контуру. Також і у чотиривалкових клітках амплітуда контуру спочатку також значно перевищувала необхідну для заданої програми прокатки, що також вело спочатку до підвищеного зносу опорних валків.

Оскільки при використуванні на практиці величинах зміщення і дійсних значення вигину на валках не завжди була потрібна негативна область встановлення для CVC-валків, і з урахуванням негативного вигину, встановлено, що в основному потрібні тільки позитивні CVC значення, тому задачею винаходу є створення форми контуру валків тільки у позитивній області, при якій усуваються недоліки застосування CVC-валків з контуром, що описується поліномом третього порядку.

Поставлена задача вирішується ознаками, наведеними у відмітній частині пункту формули винаходу, а саме тим, що загальна довжина L бочки кожного проміжного валка у шестивалковій кліті або кожного робочого валка у чотиривалковій кліті складається з циліндричної ділянки Z бочки і опуклої викривленої ділянки $R(x)$, при цьому точку A переходу від циліндричної до викривленої ділянки вибирають в області $L/2 \leq x < L$ (x відраховується від кінця циліндричної частини бочки), причому викривлений контур, який на обох валках проходить у напрямку до кінця бочки по частині довжини валків і відповідно на їх протилежних сторонах, описується математичним поліномом $R(x) = a_0 + \dots + a_n x^n$. при цьому $n \geq 5$.

Застосування подібного опуклого валка з частково опуклим контуром бочки валка, який у кінцевому результаті має нижнє значення контуру CVC^{plus} , забезпечує рівномірний розподіл контактних напружень між валками, які лежать один над одним. Це, наприклад, складно досягти у валків з S-подібним (CVC) контуром, оскільки при цьому виникають локальні напруження в області бочки, які ведуть до збільшення зносу валків і можуть компенсуватися відповідними засобами компенсації, наданими валкам, що лежать вище.

Відповідно до винаходу, валки, частково забезпечені опуклим контуром, виконуються з таким діаметром, що сила вигину, яка впливає на зазор між валками, по суті описується функцією x^2 .

Валки зі звичайним x^3 -CVC контуром також забезпечують в основному параболічний вплив, так що відсутня установка, за допомогою якої можливий вплив на дефекти площинності більш високого порядку. Це особливо має значення для валків так званих Z-вертикальних клітей, які внаслідок малого діаметра валків і з конструктивних міркувань виконують без пристроїв вигину валків. При застосуванні проміжних або робочих валків відповідно до винаходу з контуром, що описується виразом $x^5 + x^6 + x^7$, даний недолік може бути усунений.

За рахунок того, що відповідно до винаходу точку A переходу від циліндричної до викривленої ділянки встановлюють за вибором в області $L/2 \leq x < L$, можуть досягатися різні цілі при встановленні профілю. Наприклад, якщо точка A переходу знаходиться у положенні $x/2$, то усуваються в основному дефекти площинності, що описуються параболічною функцією (x^2), при положенні точки A переходу $x \geq L/2$ можуть усуватися дефекти площинності більш високих порядків (x^4 і вище).

Оскільки валки, виконані відповідно до винаходу, здійснюють свій вплив, то крім опуклих валків, інші валки у прокатній кліті можуть виконуватися циліндричними.

Подальші переваги, деталі і особливості даного винаходу описані у прикладах реалізації з посиланням на додані креслення, на яких показано:

- фіг. 1 - валки шестивалкової кліті з проміжними валками, виконаними відповідно до винаходу,
- фіг. 2 - валки чотиривалкової кліті з виконаними відповідно до винаходу робочими валками,
- фіг. 3 - профіль зазору, що встановлюється між валками у шестивалковій кліті,
- фіг. 4 - поле встановлення на прикладі шестивалкової кліті за фіг. 3,
- фіг. 5 - профіль зазору між валками у шестивалковій кліті за фіг. 3 з виконаними відповідно до винаходу робочими валками,
- фіг. 6 - профіль зазору між валками у шестивалковій кліті за фіг. 3 з класичними CVC-робочими валками,

фіг. 7 - розподіл зусилля стиснення між проміжними і опорними валками для профілю зазору між валками за фіг. 5,

фіг. 8 - розподіл зусилля стиснення між проміжними і опорними валками для профілю зазору між валками за фіг. 6.

На фіг. 1 показана прокатна шестивалкова кліть для виготовлення катаної штаби 1, що містить робочі валки 10, 11, проміжні валки 20, 21 і опорні валки 30, 31. Робочі валки 10, 11 і опорні валки 30, 31 по всій довжині бочки виконані циліндричними і у представленому прикладі без можливості осьового зміщення, у той час як проміжні валки 20, 21 відповідно до винаходу виконані з можливістю осьового зміщення у напрямку стрілки 22 і мають частково опуклу зігнуту ділянку $R(x)$ бочки валка. Точка А переходу між зігнутою ділянкою $R(x)$ бочки валка і циліндричною ділянкою Z, що залишилася, бочки валка, знаходиться при показаних проміжних валках 20, 21 точно на середині довжини L бочки валка, тобто при $x=L/2$ (x відраховується від кінця циліндричної частини бочки валка), при цьому проміжні валки 20, 21 підходять в основному для усунення параболічних (x^2) дефектів площинності.

На фіг. 2 показане альтернативне застосування виконаних відповідно до винаходу робочих валків 15, 16 у чотиривалковій кліті при виготовленні катаної штаби за допомогою робочих валків 15, 16 і опорних валків 30, 31. У той час як циліндричні опорні валки 30, 31 виконані без можливості осьового переміщення, опуклі робочі валки 15, 16 можуть переміщуватися в осьовому напрямку за стрілкою 12. На відміну від виконання робочих валків 10, 11 шестивалкової кліті за фіг. 1 чітко видно, що виконання робочих валків 15, 16 у формі опуклих валків веде до великих діаметрів валків.

На фіг. 3 нанесена система координат для можливого настроювання профілю зазору між валками шестивалкової кліті з невеликими робочими валками при двох різних проміжних валках: з опуклим зігнутим контуром бочки валка і класичним SVC-проміжним валком, для всієї області зміщення і при постійному значенні вигину проміжних валків. Крім того, на діаграмі по вертикалі представлений квадратичний вплив на зазор між валками, зображений символом 25 для позитивних і символом 25' для негативних змін. Не квадратичні зміни показані по горизонталі символом 26 для позитивних і символом 26' для негативних змін. Для більш наочного зображення ефекту, що досягається, масштаб по горизонталі значно збільшений по відношенню до вертикалі.

Як впливає з показаної діаграми, у випадку проміжного валка 20 з точкою А переходу між зігнутою ділянкою бочки валка і циліндричною ділянкою, що залишилася, бочки валка $A=L/2$ при зміщенні між максимальним положенням 29 зміщення і мінімальним положенням 29' зміщення спостерігається в основному квадратичний вплив на профіль. У випадку проміжного валка 20' з точкою А переходу між зігнутою ділянкою бочки валка і циліндричною ділянкою, що залишилася, бочки валка $A>L/2$ при зміщенні між максимальним положенням 29 зміщення і мінімальним положенням 29' зміщення спостерігається в основному вплив на профіль валка приблизно у x^4 . У порівняно зображеному випадку з проміжним SVC-валком 20" також при зміщенні між максимальним положенням 29 зміщення і мінімальним положенням 29' зміщення спостерігається в основному квадратичний вплив.

На фіг. 4 представлено нанесення у системі, показаній на фіг. 3, можливого профілю зазору між валками для проміжного валка 20 відповідно до винаходу і для класичного проміжного SVC-валка 20", яке забезпечується, якщо крім зміщення проміжних валків також змінюється величина їх вигину. На прикладі шестивалкової кліті за фіг. 3 формується поле 23 встановлення для проміжного валка 20 відповідно до винаходу і поле 24 встановлення для проміжного SVC-валка 20". Поле 24 встановлення для проміжного SVC-валка 20" містить видиме x^4 залишкове відхилення від нульового значення системи координат (прямокутний профіль).

На фіг. 5 як приклад показаний профіль 3 зазору, що досягається між валками у шестивалковій кліті за фіг. 3 з виконаними за винаходом проміжними валками для випадку встановлення оптимального вигину і оптимального зміщення проміжних валків. Показана зміна профілю 3 зазору між валками по всій довжині L бочки валка і положення широкої сторони 2 штаби.

Як видно з фіг. 6, у випадку шестивалкової кліті за фіг. 3 при застосуванні класичних проміжних SVC-валків залишається відхилення x^4 від лінійного профілю зазору між валками, що вже показано на фіг. 4.

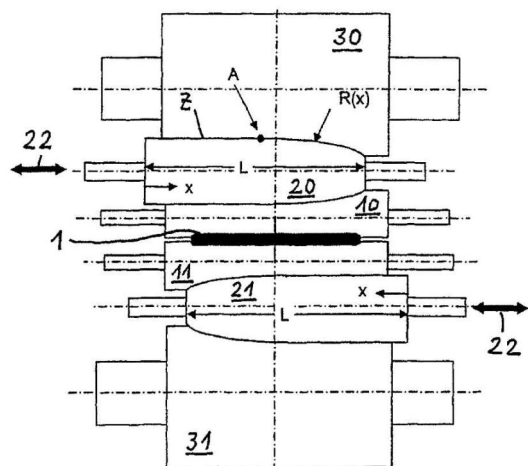
Для забезпечення хороших результатів застосування опуклих валків з горизонтальною зміною профілю 3 зазору між валками за фіг. 5 потрібний вибір в залежності від зносу визначеного розподілу 4 зусилля стиснення між проміжним і опорним валком, показане на фіг. 7.

З порівняння з SVC-валками, які для профілю 3 зазору між валками, показаного на фіг. 6, мають розподіл 4 зусилля стиснення між проміжним і опорним валком, показане на фіг. 8, видно, що при застосуванні опуклих валків забезпечується рівномірна зміна зусилля, що веде до відповідного підвищення часу роботи опуклих валків.

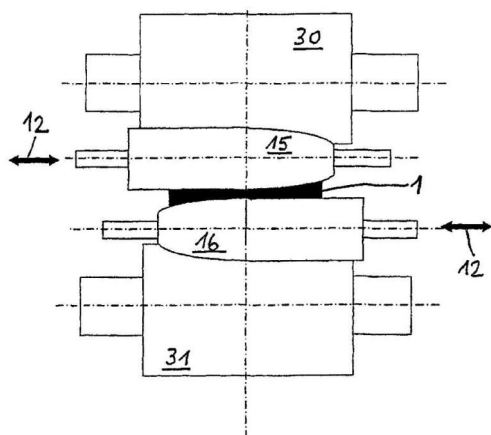
Список використаних позначень

- | | |
|-------------|-------------------------------------|
| 1 | Катана штаба |
| 2 | Широка сторона катаної штаби |
| 3 | Профіль зазору між валками |
| 4 | Розподіл зусилля стиснення |
| 5 | Край штаби |
| 10, 11 | Циліндричні робочі валки |
| 12 | Напрямок зміщення робочих валків |
| 15, 16 | Робочі валки відповідно до винаходу |
| 20, 20', 21 | Проміжні валки |
| 20" | Проміжні SVC-валки |
| 22 | Напрямок зміщення проміжних валків |
| 23, 24 | Поле встановлення |

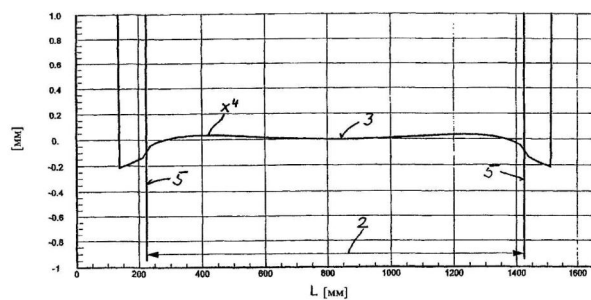
- 25, 25' Квадратична складова
 26, 26' Не квадратична складова
 27 Зміщення проміжних валків
 28 Вигин проміжних валків
 29 Максимальне положення зміщення
 29' Мінімальне положення зміщення
 30, 31 Опорний валок
 Точка переходу між зігнутою
 ділянкою бочки валка і циліндричною
 ділянкою бочки валка, що
 залишилася
 L Довжина бочки валка
 $R(x)$ Опухла ділянка бочки валка
 Напрям зміщення для визначення
 положення точки A відносно кінця
 циліндричної ділянки бочки
 Z Циліндрична ділянка бочки валка



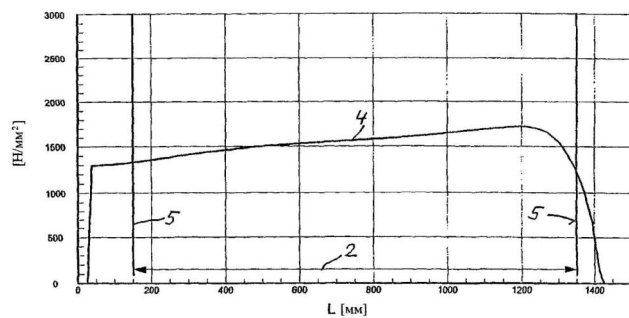
Фиг. 1



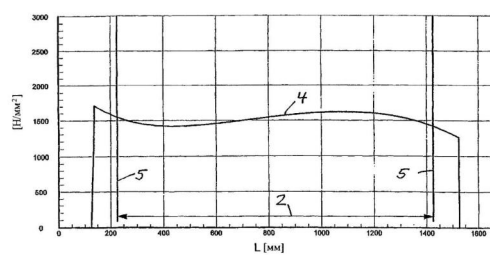
Фиг. 2



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8