



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 130646

(13) C2

(51) МПК

B21B 27/02 (2006.01)

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

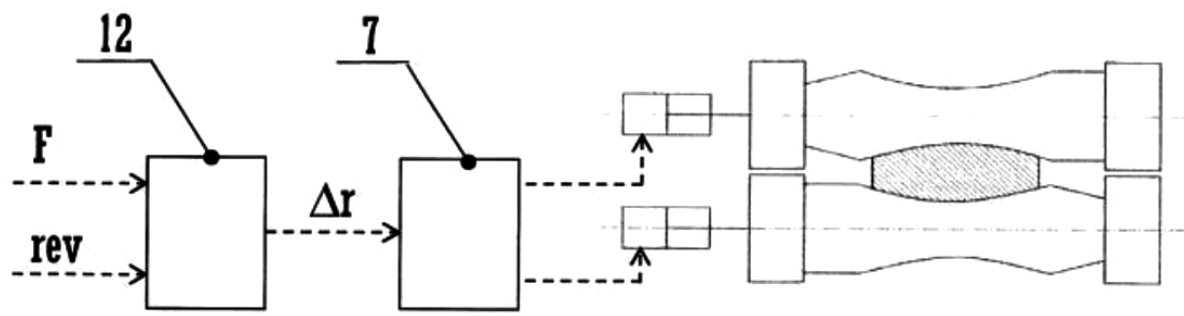
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2019 00349	(72) Винахідник(и):	Арведі Джованні (ІТ)
(22) Дата подання заявки:	13.06.2017	(73) Володілець (володільці):	АРВЕДІ СТІЛ ІНДЖИНІРІНГ С.П.А., Piazza Lodi 7, 26100 Cremona, Italy (IT)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	09.04.2026	(74) Представник:	Жихарев Олександр Сергійович, реєстр. №410
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	201620572000.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	JP H06198313 A, 19.07.1994 US 5697244 A, 16.12.1997 US 5655397 A, 12.08.1997 EP 1228818 A2, 07.08.2002 EP 0276743 A1, 03.08.1988 CN 203330115 U, 11.12.2013 CN 103203370 A, 17.07.2013 CN 201015778 Y, 06.02.2008 CN 102688889 A, 26.09.2012 JP 2004098074 A, 02.04.2004 UA 45429 U, 10.11.2009 UA 81676 U, 10.07.2013 UA 18136 A, 31.10.1997
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	15.06.2016		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	CN		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.02.2019, Бюл.№ 4		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	08.04.2026, Бюл.№ 14		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/CN2017/088053, 13.06.2017		

(54) ПРОКАТНИЙ СТАН ДЛЯ ЛІНІЇ БЕЗПЕРЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА СТАЛЕВОЇ СМУГИ ТА СПОСІБ ПРОКАТКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТАКОГО ПРОКАТНОГО СТАНА**(57) Реферат:**

Винахід розкриває валки кліті прокатного стану, придатні для багатокілометрової прокатки, використовувані для лінії безперервного виробництва сталевої смуги, і спосіб багатокілометрової прокатки з використанням цих валків кліті прокатного стану. Валки кліті прокатного стану згідно з винаходом містять валки (3, 4), обойму підшипника (2) і гідравлічний циліндр зсуву валка (1), при цьому середня частина поверхні згаданого валка заглиблена усередину. Один кінець валків має форму зрізаного конуса, який поступово звужується до кінця так, що поверхня валка утворює компенсаційний скат, а інший кінець валків є циліндричним. Верхній валок (3) і нижній валок (4) мають один і той самий профіль і розташовані у зустрічних напрямках. У порівнянні з відомим рівнем техніки, прокатні валки згідно з винаходом характеризуються зниженими втратами прокатного продукту і більш тривалим терміном служби.

UA 130646 C2



Фиг. 11

Цей винахід стосується прокатних валків придатних для багатокілометрової прокатки, які можуть застосовуватися на лініях ESP (Endless Strip Production – безперервне виробництво сталеної смуги) і спосіб багатокілометрової прокатки, який використовує такі прокатні валки.

Лінії ESP досягли жорсткого зв'язку машини безперервного лиття і прокатного стану, тим самим усуваючи втрати металевих відходів, які зумовлені частими завантаженнями і вивантаженнями, як це робиться на звичайній лінії гарячої безперервної прокатки. Таким чином, процеси ESP і виробничі лінії ESP реалізують стабільний процес прокатки, зокрема, тонких каліброваних продуктів.

Взагалі, економічні переваги тонких каліброваних продуктів є більшими, ніж товстих каліброваних продуктів. Найбільшою перевагою ESP є хороша можливість прокатки тонких каліброваних виробів при значному масовому виробництві. Процес прокатки при ESP має ту особливість, що вона має перехідну форму «товста-тонка-товста», тобто після запуску лінії ESP кінцевий прокат є досить товстим, після чого калібр кінцевого прокату стає тоншим і тоншим, і до закінчення кампанії безперервної прокатки калібр кінцевого прокату знову стає більш товстим. Ядро покращення частини тонкого калібру полягає у збільшенні кілометрів прокатки, що означає збільшення тоннажу ливарних машин безперервного розливання і зменшення спрацьованості валків. Тоннаж безперервного лиття обмежується терміном служби розливних форсунок, а спрацьованість валка обмежується гарантованими вимогами до прокату. Зараз термін служби форсунок, які використовуються при безперервному литті в ESP, потрапляє в допустимий діапазон, а контакт валків і втрата контролю прокатного виробу внаслідок спрацьованості валків є ключовими для обмеження кількості кілометрів прокатки, що буде вирішене шляхом оптимізації профілю валків згідно винаходу.

В даний час профіль валка прокатних валків в основному є косинусним увігнутим, який характеризується більшим частковим зношенням при проведенні багатокілометрової прокатки. Завдяки спрацюванню, контакт (так званих отворів обойми або притискання валків) між валками, зокрема між крайками валків, може виявитися недостатнім, тому неможливо гарантувати гладку прокатку і геометричні властивості прокату. Отже, кількість кілометрів прокатки прокатних валків згідно з попереднім рівнем техніки не перебільшує 80 км.

Технологічним завданням цього винаходу є забезпечення прокатних валків, придатних для багатокілометрової прокатки, які можуть використовуватися на лінії ESP з метою подолання зазначених вище недоліків технології відомого рівня техніки.

Винахід вирішує цю технічну проблему за допомогою: прокатних валків, придатних для багатокілометрової прокатки, які використовуються на лінії ESP, яка містить валки, обойму підшипника і гідравлічний циліндр зсуву валка, причому зазначені валки складаються з верхнього валка і нижнього валка; обидва кінці зазначених валків з'єднані з обоймою підшипника, відповідно, і один кінець валків з'єднаний з гідравлічним циліндром зсуву заглиблена усередину, а один кінець валків має зрізану конічну форму, яка зменшується в напрямку кінця; інший кінець валків є циліндричним; зазначений верхній валок і зазначений нижній валок мають один і той самий профіль і розташовані у зустрічних напрямках.

Обидва кінця кожного валка з'єднані з обоймою підшипника для обертового кріплення відповідного валка в прокатній кліті. У кожного валка перший кінець, має зрізану конічну форму, середня частина має увігнуту форму, а другий кінець має циліндричну форму. Верхній валок розташовується у зустрічному напрямку по відношенню до нижнього валка, тобто якщо верхній валок має кінець зрізаної конічної форми на лівому боці, увігнуту середню частину і циліндричний кінець на правому боці, то нижній валок, розташований в тій самій прокатній кліті відповідно має циліндричний кінець на лівому боці, увігнуту середню частину і кінець зрізаної конічної форми на правому боці. Звичайно ж, можливе і інверсне розташування. Один кінець кожного валка з'єднаний з гідравлічним циліндром зсуву валка у горизонтальному напрямку. Гідравлічні циліндри зсуву валка зазвичай є циліндрами з довгим ходом, які мають робочий хід від 300 до 600 мм. Шляхом зсуву верхнього валка у горизонтальному напрямку (наприклад, зліва направо) за допомоги гідравлічного циліндра зсуву валка, приєднаного до верхнього валка, і шляхом зсуву нижнього валка у зустрічному горизонтальному напрямку (наприклад, справа наліво) за допомоги гідравлічного циліндра зсуву валка приєднаного до нижнього валка, максимальні значення кілометрів служби прокатних валків, які можуть забезпечувати безперервну роботу збільшується з 80 км до 150 км. Таким чином, витрати на виконання повторного шліфування валків знижуються, збільшується вихід внаслідок меншої кількості послідовностей запусків, і збільшується вихід тонкого прокату.

Крива профілю середньої частини валка зазначеної поверхні валка, яка проходить всередину є кривою косинусного профілю або кривою поліноміального профілю валка. Зокрема, крива поліноміального профілю валка є параболічною кривою.

Нахил зазначеного зрізаного конуса визначається як відношення радіального поширення R зрізаного конуса до довжини L зрізаного конуса. Нахил зрізаного конуса відповідає відношенню спрацьованості Δg валка до величини зсуву валка s (див. Фіг. 2 для визначення нахилу).

Нахил зазначеного зрізаного конуса переважно не перевищує 0,01.

Переважно, обоими підшипників верхнього валка, переважно обидві обоими підшипників верхнього валка і нижнього валка з'єднані з гідравлічними циліндрами регулювання для регулювання валка у вертикальному напрямку. Альтернативно, для регулювання валків замість гідравлічних циліндрів можна використовувати електричні приводи (наприклад, гвинтові приводи). Таким чином, зазор між верхнім і нижнім валками може підтримуватися постійним, незважаючи на спрацьованість валків.

Відповідно до переважного варіанта здійснення винаходу, вимірювач товщини прокатного виробу з'єднаний з контролером, причому контролер визначає похибку товщини e , тобто різницю між цільовим значенням товщини прокату і виміряною товщиною прокатного виробу, причому контролер з'єднаний з гідравлічними циліндрами зсуву верхнього валка і нижнього валка у зустрічних горизонтальних напрямках в залежності від похибки товщини. Під час безперервного виробництва вертикальне положення верхнього і нижнього валка в цілому залишається сталим. Тому похибка товщини e , яка може визначатися безперервно або періодично під час прокатки, відповідає сумарній радіальній спрацьованості верхнього і нижнього валка. Валки зсуваються у протилежних горизонтальних напрямках в залежності від похибки товщини e .

Як альтернатива або на додаток до визначення похибки товщини e , може бути використаний монітор спрацьованості для визначення спрацьованості Δg верхнього валка і нижнього валка під час прокатки. Монітор зношування враховує такі параметри, як-от силапрокатки, швидкість прокатки, час прокатки, прокатуваний матеріал тощо. Монітор спрацьованості підключається до контролера, а контролер приєднується до гідравлічних циліндрів зсуву валків для зсування верхнього валка і нижнього валка у зустрічних горизонтальних напрямках в залежності від спрацьованості Δg .

Для того, щоб підтримувати постійну товщину прокатного виробу під час прокатки, контролер з'єднаний з гідравлічними циліндрами регулювання валків, верхнього валка для регулювання верхнього валка у вертикальному напрямку згідно до хоча б одного із значень похибки товщини e або спрацьованості Δg .

Для того, щоб утримати як товщину, так і лінію проходження прокатного виробу постійними під час прокатки, контролер з'єднаний з гідравлічними циліндрами (або електроприводами) регулювання валка, нижнього валка для регулювання нижнього валка у вертикальному напрямку відповідно до значення похибки товщини e і спрацьованості Δg .

Іншою технологічною задачею винаходу є створення переважного способу багатокілометрової прокатки, який включає прокатні валки згідно винаходу. Використовуючи цей спосіб, не покращується не лише час роботи валків у безперервному режимі, але і геометрична форма, зокрема, коронка прокатного продукту залишається хорошою протягом багатокілометрової прокатки.

Це досягається наступними етапами способу: для того, щоб компенсувати спрацьованість верхнього валка і нижнього валка, верхній валок зміщується у першому горизонтальному напрямку на відстань, яка відповідає величині зсуву валка, за допомоги гідравлічного циліндра зсуву валка, який з'єднаний з верхнім валком, а нижній валок зсувають у другому горизонтальному напрямку на зазначену відстань за допомоги гідравлічного циліндра, з'єданого з нижнім валком, причому перший горизонтальний напрямок зустрічний другому горизонтальному напрямку. Шляхом зсуву верхнього валка і нижнього валка у зустрічних горизонтальних напрямках під час прокатки, прокатні валки можуть експлуатуватися значно довше на прокатному стані і прокатні валки можуть прокотити більше кілометрів прокату. Також, при прокатці, не погіршується форма прокатного продукту.

Переважно, щоб під час прокатки відстань між верхнім валком і нижнім валком при зсуві збільшувалася з часом стабільним або нестабільним чином. Іншими словами, ані верхній валок, ані нижній валок не вібрують у горизонтальному напрямку, оскільки валки зміщуються в одному напрямку лише так, що відстань, на яку переміщуються валки, зазвичай збільшується з часом. Збільшення може бути сталим, тобто безперервним або несталим, тобто коли, це збільшення тимчасово зупиняється.

Для того, щоб компенсувати зміни товщини внаслідок спрацьованості валків, доцільно опускати верхній валок у вертикальному напрямку шляхом регулювання гідравлічних циліндрів валків.

У разі, якщо вертикальне положення нижнього валка підтримується постійним, бажано опускати верхній валок на відстань, яка відповідає сумарній спрацьованості у радіальному напрямку як верхнього валка, так і нижнього валка. Таким чином, можна підтримувати товщину прокату, незважаючи на спрацьованість валків.

5 У разі, якщо вертикальне положення верхнього валка і нижнього валка може бути змінено під час прокатки, переважно, щоб верхній валок опускався на відстань, яка відповідає спрацьованості верхнього валка у радіальному напрямку, а нижній валок піднімався на відстань, яка відповідає спрацьованості нижнього валка у радіальному напрямку. Таким чином, так звана «лінія проходу» прокатного продукту зберігається постійною.

10 У випадку, якщо матеріал верхнього валка ідентичний матеріалу нижнього валка, бажано, щоб відстань, на яку опускається верхній валок, відповідала відстані, на яку піднімається нижній валок.

Під час прокатки переважно переміщувати верхній валок у першому горизонтальному напрямку на відстань, яка відповідає величині зсуву валка, за допомоги гідравлічного циліндра зсуву валка, який з'єднаний з верхнім валком, а верхній валок опускається за допомоги гідравлічних циліндрів у вертикальному напрямку, і в якому нижній валок переміщується у другому горизонтальному напрямку на однакову відстань за допомоги гідравлічного циліндра зсуву валка, який з'єднаний з нижнім валком, а нижній валок піднімається у вертикальному напрямку шляхом регулювання гідравлічних циліндрів валка, причому відстань опускання верхнього валка відповідає збільшенню відстані, нижнього валка. Таким чином, товщина і лінія проходу прокатного виробу залишаються постійними, незважаючи на спрацьованість валків.

20 Взагалі, доцільно встановити максимальну відстань переміщення верхнього валка і нижнього валка в діапазоні від 300 мм до 600 мм. Як тільки валки зсуваються на максимальну відстань переміщення або навіть до цього, валки мають бути замінені.

25 Для того, щоб забезпечити можливість правильного переміщення валка під час прокатки, вигідно вимірювати товщину прокату під час прокатки і обчислювати похибку товщини e , тобто різницю між цільовим значенням товщини прокату і виміряною товщиною прокату, під час прокатки, а верхній валок і нижній валок зміщуються у зустрічних горизонтальних напрямках в залежності від похибки товщини e .

30 Як альтернатива обчисленню похибки товщини, вигідно визначати спрацьованість Δr верхнього валка і нижнього валка під час прокатки з урахуванням параметрів прокатки, як-от сила прокатки, температура, наприклад валків, прокатного виробу тощо, швидкості прокатки, матеріалу прокатки і валків тощо, а верхній валок і нижній валок зміщуються у протилежних горизонтальних напрямках в залежності від спрацьованості Δr .

35 Корисно зміщувати верхній валок і нижній валок на величину s зсуву валка, причому
$$S = \frac{\Delta r * L}{R},$$
 L - довжина зрізаного конуса на кінці валків, R - радіальне подовження кінця зрізаного конуса на кінці валків і Δr - спрацьованість.

У порівнянні з технологією відомого рівня техніки, даний винахід має наступні визначні переваги:

40 Не допускається контакт на крайці, що гарантує тонку багатокілометрову прокатку.

Знижується відхилення прокатного продукту, що забезпечує хорошу якість кінцевого продукту.

Хороша геометрична форма прокату.

Товщина прокату і лінії проходу може бути постійною під час прокатки.

45 Короткий опис фігур

Фіг. 1 - креслення конструкції прокатних валків згідно винаходу.

Фіг. 2 - креслення профілів верхнього і нижнього валків згідно винаходу.

Фіг. 3 - креслення, що показує форму нижнього валка без і за наявності спрацьованості згідно винаходу.

50 Фіг. 4 - креслення, що показує форми верхнього і нижнього валків без спрацьованості згідно винаходу.

Фіг. 5 – креслення, що показує альтернативну конструкцію до конструкції з Фіг. 1 прокатних валків згідно винаходу.

55 Фіг. 6 показує етапи способу багатокілометрової прокатки, який включає прокатні валки згідно винаходу.

Фіг. 7 показує першу альтернативу етапам способу з Фіг. 6 багатокілометрової прокатки згідно винаходу.

Фіг. 8 показує другу альтернативу етапам способу на Фіг. 6 багатокілометрової прокатки згідно винаходу.

На Фіг. 9 показаний профіль кінця валка зрізаної конічної форми, згідно винаходу.

Фіг. 10 - принципова схема, яка показує конструкцію прокатних валків на лінії ESP згідно винаходу.

5 Фіг. 11 - принципова схема, яка показує функцію контролю спрацьованості згідно з винаходом.

Опис варіантів здійснення

Даний винахід далі докладно описаний у поєднанні з доданими кресленнями і варіантами здійснення, як показано нижче.

10 Як показано на Фіг. 1, цей винахід містить валки 3 і 4, обидва підшипників 2, розташовані з обох кінців валків 3 і 4, і два гідравлічних циліндри 1 зсуву валків, причому зазначені валки містять верхній валок 3 і нижній валок 4. Обидва кінця зазначених валків з'єднані з обіймою підшипників 2 відповідно, і один кінець зазначених валків з'єднаний з гідравлічним циліндром 1 зсуву валка; під дією гідравлічного циліндра 1, валки 3, 4 виконують осьові зсуви валків у протилежних горизонтальних напрямках.

15 Як показано на Фіг. 1 і 2, середня частина поверхні зазначених валків 3, 4 проходить всередину, утворюючи заглиблену секцію; в оптимізованій схемі крива профілю валка поверхні валка згаданої секції є косинусною кривою або кривою поліноміального профілю валка. Один кінець валків 3, 4 має зрізану конічну форму, яка зменшується в напрямку кінця, так що поверхня валка утворює компенсаційний скат; нахил скату зрізаного конуса переважно не перебільшує 0,01; нахил зрізаного конуса визначається як R/L , відповідає відношенню спрацьованості Δg до відстані зсуву валка s . Згідно переважного варіанта здійснення винаходу $R/L \leq 0,01$. Інший кінець валка є циліндричним, тобто діаметр цієї секції скрізь однаковий.

20 Зазначений верхній валок 3 і зазначений нижній валок 4 мають один і той самий профіль валка і розташовані в зустрічних напрямках. Така конструкція дозволяє компенсувати спрацьованість валків. Асиметрична конструкція з циліндром на одному кінці і зрізаним конусом на іншому кінці має наступні переваги: якщо зміщення валка не узгоджується з спрацьованістю валків, втрата прокатного продукту може бути певною мірою зменшена завдяки дії сили тяжіння і плоскій підставці; більш того, після виникнення спрацьованості може бути виконане вторинне переналаштування або шліфування валків у циліндричній секції для збільшення терміну служби
30 і прийнятної поверхні валків.

Як показано на Фіг. 2, зсув валка пристосовує форму зустрічного горизонтального зсуву; а саме, валки рухаються у зустрічних горизонтальних напрямках від конічного кінця до циліндричного кінця. Напрямок переміщення валків позначений стрілками.

35 Нижній валок приймається в якості прикладу, форма спрацьованості якого показана на Фіг. 3; пунктирна лінія а це положення кривої без спрацьованості, а суцільна лінія b це положення кривої за наявності спрацьованості.

Після того як верхній валок 3 і нижній валок 4 об'єднані разом, їх розташування показано, на Фіг. 4; коли виникає спрацьованість Δg на прокатних валках у радіальному напрямку, крайки сталевієї смуги залишаються в стані близькому до конічної секції через поперечне переміщення
40 прокатних валків і не існує ризику контакту між верхнім і нижнім валками. Відстань s на яку зсуваються валки задається відношенням $s = \Delta g \cdot L/R$.

На Фіг. 5 зображені альтернативні прокатні валки згідно винаходу. На додаток до частин, представлених на Фіг. 1, вертикальне положення верхнього валка 3 може регулюватися регулювальними гідравлічними циліндрами 5. Таким чином, товщина прокату може зберігатися сталою навіть у випадку спрацьованості верхнього і нижнього валків 3, 4. Необов'язково, також
45 вертикальне положення нижнього валка 4 може регулюватися парою регулювальних гідравлічних циліндрів 5а; необов'язкові елементи зображені пунктирними лініями. При поєднанні регулювальних гідравлічних циліндрів 5, розташованих вище верхнього валка 3 і регулювальних гідравлічних циліндрів 5а, розташованих нижче нижнього валка 4, не тільки товщина прокату, але і лінія проходження прокатного виробу можуть підтримуватися постійними
50 під час прокатки.

На Фіг. 6 показаний схематично перший варіант способу багатокілометрової прокатки з використанням прокатних валків згідно винаходу. Ліва фігура показує початкову ситуацію, при якій прокатуваний матеріал прокочується верхнім і нижнім валками до товщини h_0 . Середня
55 фігура зображує ситуацію після деякого часу прокатки, при цьому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка зменшується за рахунок спрацьованості Δg . Спрацьованість Δg визначається монітором спрацьованості з урахуванням параметрів прокатки, як-от сила прокатки, швидкість прокатки, час прокатки, матеріал прокатки. Без зміни вертикального положення верхнього і нижнього валка товщина збільшиться до $h_0 + 2 \cdot \Delta g$ через спрацювання. Для того, щоб
60 продовжувати прокатку прокатного продукту, який має форму корони, як верхній валок, так і

нижній валок зміщуються на відстань $S = \frac{\Delta r * L}{R}$, де L це довжина зрізаного конуса, а R це

радіальне розширення зрізаного конуса, як зображено на Фіг. 9. Верхній валок зміщується горизонтально справа наліво; нижній валок зміщується в зустрічному напрямку, а саме зліва направо. Фігура праворуч зображує ситуацію після деякого більш тривалого часу прокатки, причому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка кожен зменшується на $2*\Delta r$ завдяки спрацюванню. Завдяки цьому товщина прокатного виробу зростає до $h_0 + 4*\Delta r$. Знову визначають спрацьованість Δr і для того, щоб продовжити прокатку прокатного виробу, який має форму корони, як верхній валок, так і нижній валок зміщуються на відстань $2s$. Перевагою способу згідно Фіг. 6 є його простота, але тим не менш прокатка може, продовжуватися на великій відстані.

На Фіг. 7 схематично зображений другий варіант способу багатокілометрової прокатки з використанням прокатних валків згідно винаходу. Ліва фігура показує початкову ситуацію, яка зображена зліва на Фіг. 6. Середня фігура надає ситуацію після деякого часу прокатки, при цьому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка, кожного зменшений на Δr за рахунок спрацювання. Спрацьованість Δr знову визначається монітором спрацьованості. Без зміни вертикального положення верхнього і нижнього валка товщина збільшиться до $h_0 + 2*\Delta r$ за рахунок спрацювання. Для того, щоб продовжувати прокатку прокатного виробу, який має форму корони, як верхній валок, так і нижній валок зміщуються на відстань $S = \frac{\Delta r * L}{R}$, а

верхній валок опускається вертикально на відстань $2*\Delta r$. При цьому товщина прокату залишається рівною h_0 . Фігура праворуч зображує ситуацію після деякого більш тривалого часу прокатки, причому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка кожен зменшується на $2*\Delta r$ завдяки спрацюванню. Завдяки цьому і без будь-якої зміни вертикального положення верхнього і нижнього валка товщина збільшилася б до $h_0 + 2*\Delta r$ за рахунок спрацювання. Знову визначають спрацьованість Δr і для того, щоб продовжити прокатку прокатного виробу, який має форму корони, як верхній валок, так і нижній валок зміщуються на відстань $2s$, а верхній валок далі опускається у вертикальному напрямку додатково на $2*\Delta r$, що робить його рівним $4*\Delta r$ проти початкового вертикального положення, зображеного на фігурі ліворуч. Перевага способу згідно Фіг. 7 полягає в тому, що прокатка може бути продовжена на великій відстані і навіть товщину прокату можна зберігати постійною рівною h_0 . На Фіг. 7, вертикальне положення нижнього валка залишається постійним.

На Фіг. 8 схематично зображено третій варіант способу багатокілометрової прокатки з використанням прокатних валків згідно винаходу. Ліва фігура показує початкову ситуацію, яка зображена зліва на Фіг. 6. Середня фігура надає ситуацію після деякого часу прокатки, при цьому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка, кожного зменшений на Δr за рахунок спрацювання. Спрацьованість Δr знову визначається монітором спрацьованості. Для того, щоб продовжувати прокатку прокатного виробу, який має форму корони, як верхній валок, так і нижній валок зміщуються на відстань $S = \frac{\Delta r * L}{R}$, а верхній валок опускається вертикально на

відстань Δr , а нижній валок піднімається вертикально на відстань Δr . При цьому товщина прокатного виробу залишається рівною h_0 , а так звана лінія проходу прокату залишається постійною. Фігура праворуч зображує ситуацію після деякого більш тривалого часу прокатки, причому радіус як верхнього валка, так і нижнього валка кожен зменшується на $2*\Delta r$ завдяки спрацюванню. Знову визначають спрацьованість валків у радіальному напрямку Δr і для того, щоб продовжувати прокатку прокатного виробу, який має форму корони, як верхній валок, так і нижній валок зміщуються на відстань $2s$, верхній валок далі опускається у вертикальному напрямку на додаткову відстань Δr , що робить її рівною $2*\Delta r$ на відміну від вертикального положення, зображеного на лівій фігурі, а нижній валок піднімається далі у вертикальному напрямку на додаткову відстань Δr , роблячи її рівною $2*\Delta r$ від вертикального положення, зображеного на лівій фігурі. Перевага способу згідно Фіг. 8 полягає в тому, що прокатка може бути продовжена на великій відстані, а товщина прокатного продукту може зберігатися постійною рівною h_0 , і навіть лінія проходу прокатного продукту залишається сталою.

На Фіг. 6-8 профіль валків без спрацьованості, без горизонтального зсуву валка і без вертикального регулювання валка зображений штриховими лініями.

На Фіг. 9 зображена геометрія валка зрізаної конічної форми, яка має довжину L зрізаного в осьовому напрямку конуса, радіальне поширення зрізаного конуса і кут α , де $\tan(\alpha) = \frac{R}{L}$.

Фіг. 10 показує компонування фінішної прокатної кліті при ESP з п'ятьма прокатними клітьми 9. Після фінішної кліті встановлюється секція охолодження з охолоджувальними головками 8 для ламінарного охолодження прокату. Між виходом останньої прокатної кліті 9 прокатного стану і першої охолоджувальної головки 8 лінії охолодження встановлюється пристрій 6 для вимірювання товщини прокату. Вимірювальний сигнал 10, відповідний товщині, передається у контролер 7. Контролер 7 обчислює похибку товщини e , тобто різницю між товщиною 11 цільового виробу і товщиною прокату, виміряної за допомогою пристрою вимірювання товщини. Контролер 7 передає сигнал, відповідний похибці товщини e , до прокатної кліті 9, причому як верхній валок, так і нижній валок прокатної кліті зміщуються у зустрічних горизонтальних напрямках в залежності від похибки товщини e . Варіант здійснення згідно Фіг. 10 показує виконання способу згідно винаходу лише на одній прокатній кліті. Проте, винахід не обмежується кліттю з одним валком і може бути застосований також до клітей з кількома валками, наприклад, до трьох останніх прокатних клітей перед секцією охолодження.

Фіг. 11 показує функцію монітора 12 спрацьованості у поєднанні з гідравлічними циліндрами зсуву для переміщення верхнього валка і роликового валка. Сила прокатки F , швидкість обертання rev верхнього і нижнього валків або кількість обертів $\int_0^t \text{rev}(t) dt$ валків, безперервно подаються у монітор спрацьованості 12. Використовуючи ці вхідні сигнали, монітор спрацьованості 12 безперервно обчислює спрацьованості Δr верхнього і нижнього валка. Залежно від спрацьованості Δr , контролер 7 видає сигнал на гідравлічний циліндр зсуву, приєднаний до верхнього валка, і на гідравлічний циліндр зсуву, приєднаний до нижнього валка. Згідно з цим сигналом обидва валки зміщуються у зустрічних горизонтальних напрямках на однакову відстань.

Даний винахід може компенсувати спрацьованості валків кліті, і тим самим збільшуючи кількість кілометрів прокатки валками для одержання більше 150 км прокатки, забезпечуючи при цьому правильну геометрію прокатного продукту і профіль товщини по ширини сталевий смуги.

Слід зазначити, що конкретні варіанти здійснення цього винаходу були описані досить докладно для техніків або інженерів в даній галузі і їм будуть зрозумілі різні очевидні зміни, зроблені без відступу від сутності та обсягу цього винаходу, які потрапляють в обсяг захисту цього винаходу.

Список використаних позначень

- 1 Гідравлічний циліндр зсуву валка
- 2 Обойма підшипника
- 3 Верхній валок
- 4 Нижній валок
- 5 Циліндр регулювання верхнього валка
- 5a Циліндр регулювання нижнього валка
- 6 Вимірювач товщини
- 7 Контролер
- 8 Охолоджувальна головка
- 9 Прокатна кліть
- 10 Виміряне значення
- 11 Цільове значення
- 12 Монітор спрацьованості
- α Кут нахилу зрізаного конуса
- e Похибка товщини
- L Довжина зрізаного конуса
- R Радіальне поширення зрізаного конуса
- Δr Спрацьованості у радіальному напрямку
- s Значення зсуву валка

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Прокатний стан для лінії безперервного виробництва сталевий смуги, який містить: верхній та нижній валки (3, 4); обійми підшипників (2); та гідравлічні циліндри зсуву валка (1), причому обидва кінці кожного із зазначених валків (3, 4) з'єднані з обіймами підшипників (2), відповідно, і кожен з валків (3, 4) на одному кінці з'єднаний

з відповідним одним гідравлічним циліндром зсуву валка (1);
при цьому середня частина поверхні зазначених валків (3, 4) заглиблена усередину, один кінець валків (3, 4) має форму зрізаного конуса, яка постійно зменшується в напрямку кінця, тоді як інший кінець валка (3, 4) є циліндричним; та

5 при цьому зазначений верхній валок (3) і зазначений нижній валок (4) мають однаковий профіль валка і розташовані однаковими кінцями у зустрічному напрямку;

при цьому прокатний стан також включає монітор спрацьованості (12), призначений для безперервного обчислення спрацьованості (Δr) валків (3, 4) на основі сили прокатки (F), швидкості обертання валків (3, 4) або кількості обертів валків (3, 4), а також включає контролер (7), призначений для виведення сигналу на гідравлічні циліндри зсуву валка (1), підключені до верхнього валка (3) та нижнього валка (4), залежно від спрацьованості (Δr) валків (3, 4), для зміщення обох валків (3, 4) на однакову відстань у протилежних горизонтальних напрямках.

2. Прокатний стан за п. 1, в якому профіль середньої частини згаданої поверхні кожного валка (3, 4), яка заглиблена усередину, є косинусною кривою або кривою поліноміального профілю.

15 3. Прокатний стан за п. 2, у якому згадана крива поліноміального профілю є параболічною кривою.

4. Прокатний стан за п. 1, у якому нахил зазначеного кінця валків (3, 4), який має форму зрізаного конуса, дорівнює відношенню радіального поширення зрізаного конуса (R) до довжини зрізаного конуса (L), де нахил відповідає відношенню спрацьованості (Δr) до значення зсуву валка (s).

20 5. Прокатний стан за п. 4, у якому нахил зазначеного кінця валків (3, 4), який має форму зрізаного конуса, не перевищує 0,01.

6. Прокатний стан за будь-яким з пп. 1-5, у якому обидва підшипники (2) верхнього валка (3), переважно обидва підшипники (2) верхнього валка (3) і нижнього валка (4), з'єднані з регульовальними гідравлічними циліндрами валків (5, 5a) для регулювання положення валка (3, 4) у вертикальному напрямку.

7. Спосіб прокатки, за яким використовують прокатний стан за одним з пп. 1-6, причому спосіб включає компенсацію спрацьованості (Δr) верхнього валка (3) і нижнього валка (4), при цьому верхній валок (3) зміщують у першому горизонтальному напрямку на відстань, яка відповідає величині (s) зсуву валка, за допомогою гідравлічного циліндра (1), з'єданого з верхнім валком (3), а нижній валок (4) зміщують у другому горизонтальному напрямку на таку саму відстань за допомогою гідравлічного циліндра зсуву (1), з'єданого з нижнім валком (4), причому перший горизонтальний напрямок є зустрічним другому горизонтальному напрямку.

8. Спосіб за п. 7, за яким при прокатці відстань, на яку зміщують верхній валок (3) і нижній валок (4), регулюють постійно або періодично.

9. Спосіб за п. 7 або 8, за яким верхній валок (3) опускають у вертикальному напрямку за допомогою гідравлічних циліндрів (5) регулювання валків.

10. Спосіб за п. 9, за яким вертикальне положення нижнього валка (4) підтримують постійним, а верхній валок (3) опускають на відстань, яка відповідає сумарній спрацьованості (Δr) у радіальному напрямку як верхнього валка (3), так і нижнього валка (4).

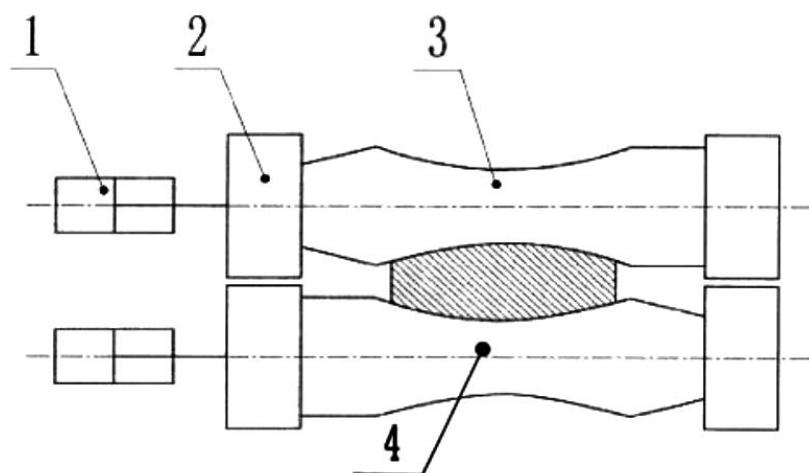
11. Спосіб за п. 9, за яким верхній валок (3) опускають на відстань, яка відповідає спрацьованості (Δr) верхнього валка (3) у радіальному напрямку, а нижній валок (4) піднімають на відстань, яка відповідає спрацьованості (Δr) нижнього валка (4) у радіальному напрямку.

12. Спосіб за п. 11, за яким відстань, на яку опускають верхній валок (3), відповідає відстані, на яку піднімають нижній валок (4).

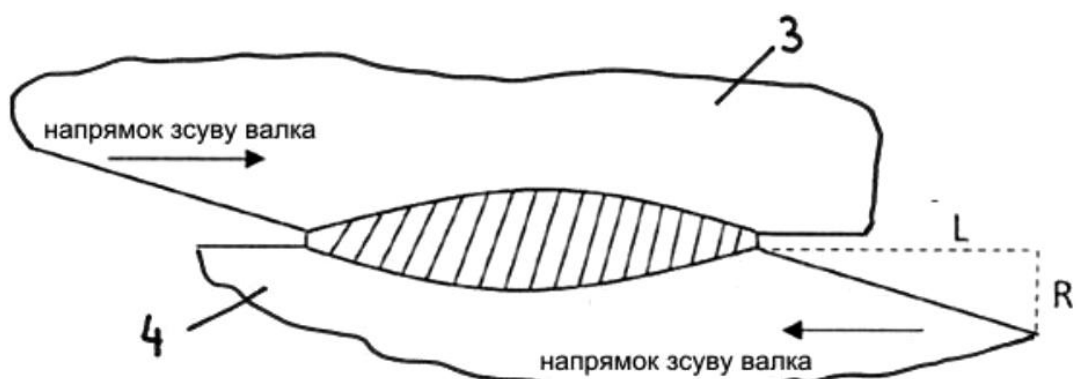
13. Спосіб за будь-яким з пп. 7-9, 11 або 12, за яким верхній валок (3) зміщують в першому горизонтальному напрямку на відстань, яка відповідає значенню (s) зсуву валка, за допомогою гідравлічного циліндра (1) зсуву валка, який з'єднаний з верхнім валком (3), та верхній валок (3) опускають за допомогою гідравлічних циліндрів (5) регулювання валка у вертикальному напрямку, причому нижній валок (4) зміщують у другому горизонтальному напрямку на однакову відстань за допомогою гідравлічного циліндра (1) зсуву валка, який з'єднаний з нижнім валком (4), та нижній валок (4) піднімають у вертикальному напрямку за допомогою гідравлічних циліндрів (5a) регулювання валка, тоді як верхній валок (3) опускають, відповідно, на відстань, на яку піднімають нижній валок (4).

14. Спосіб за будь-яким з пп. 7-9, 11, 12 або 13, за яким максимальна відстань переміщення верхнього валка (3) і нижнього валка (4) становить від 300 до 600 мм.

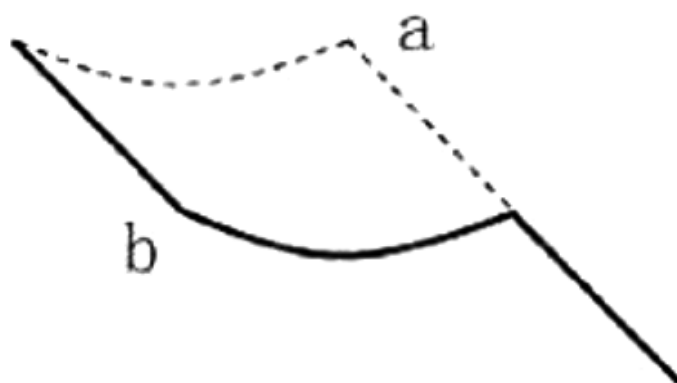
15. Спосіб за будь-яким з пп. 7-14, за яким величину зсуву валка (s) верхнього валка (3) і нижнього валка (4) визначають як $s = \Delta r \cdot L / R$, де L є довжиною зрізаного конуса на кінці валків (3, 4), R - радіальне поширення на кінці у формі зрізаного конуса валків (3, 4), а Δr - спрацьованість валків (3, 4).



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Fig. 4

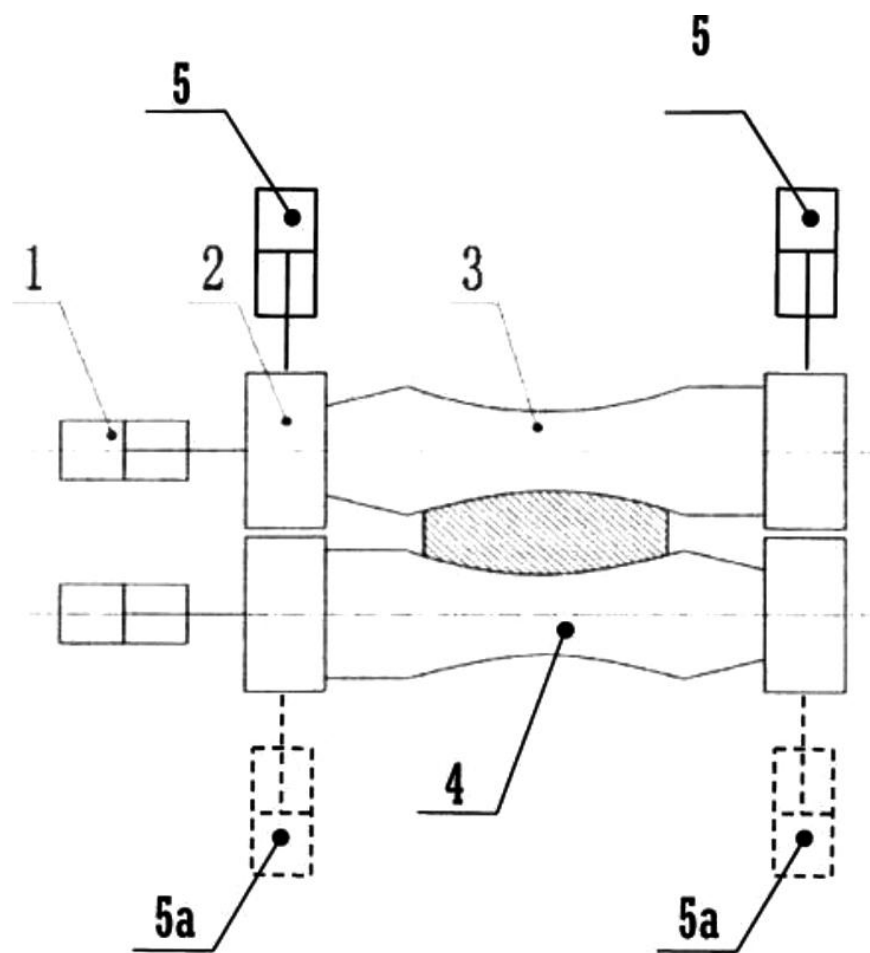


Fig. 5

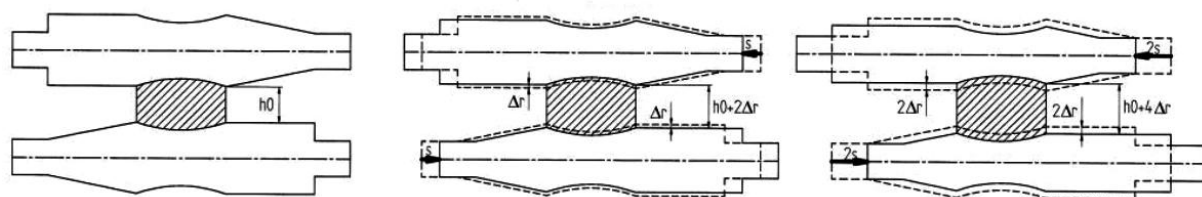


Fig. 6

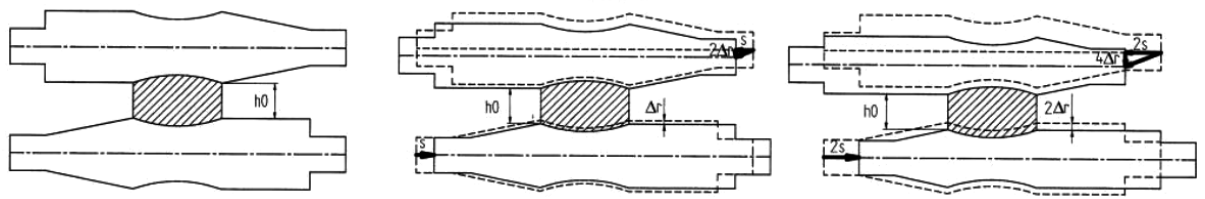


Fig. 7

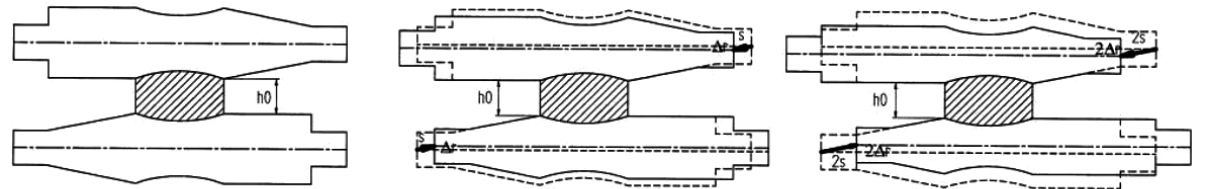


Fig. 8

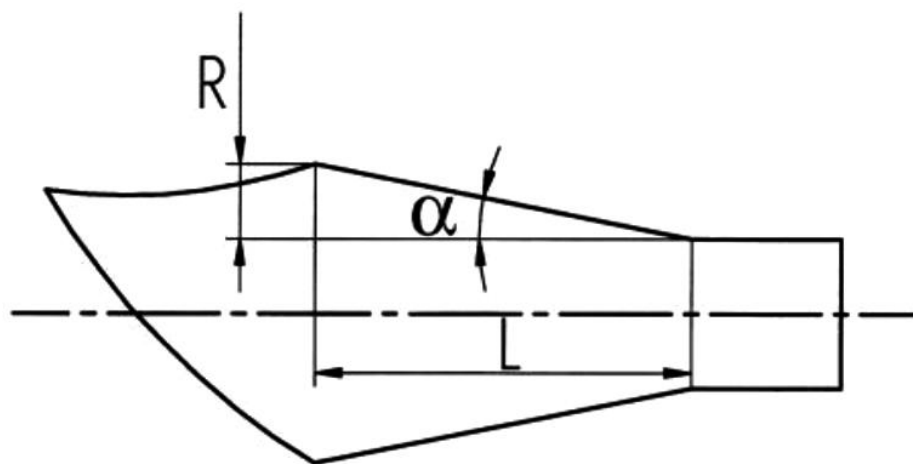


Fig. 9

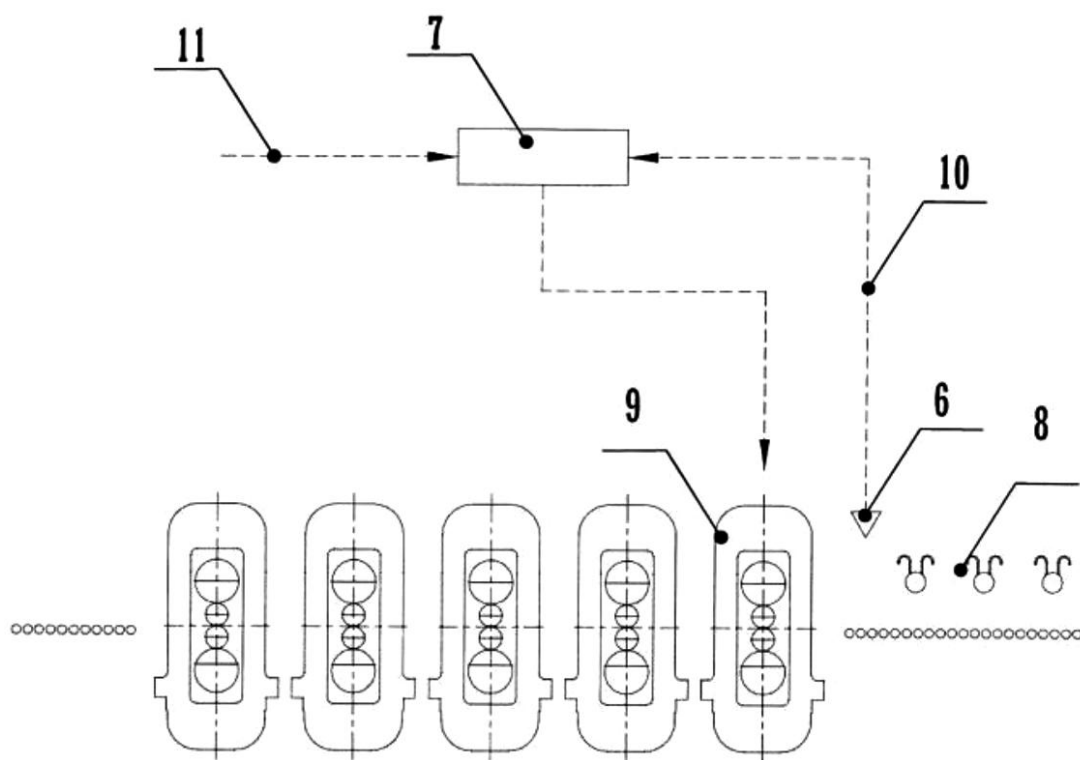


Fig. 10

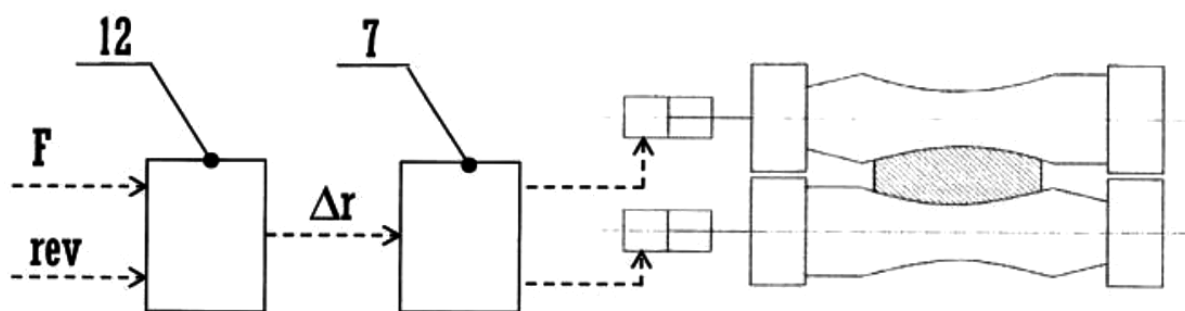


Fig. 11