



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 131072

(13) C2

(51) МПК

B23K 26/08 (2014.01)

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/40 (2014.01)

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

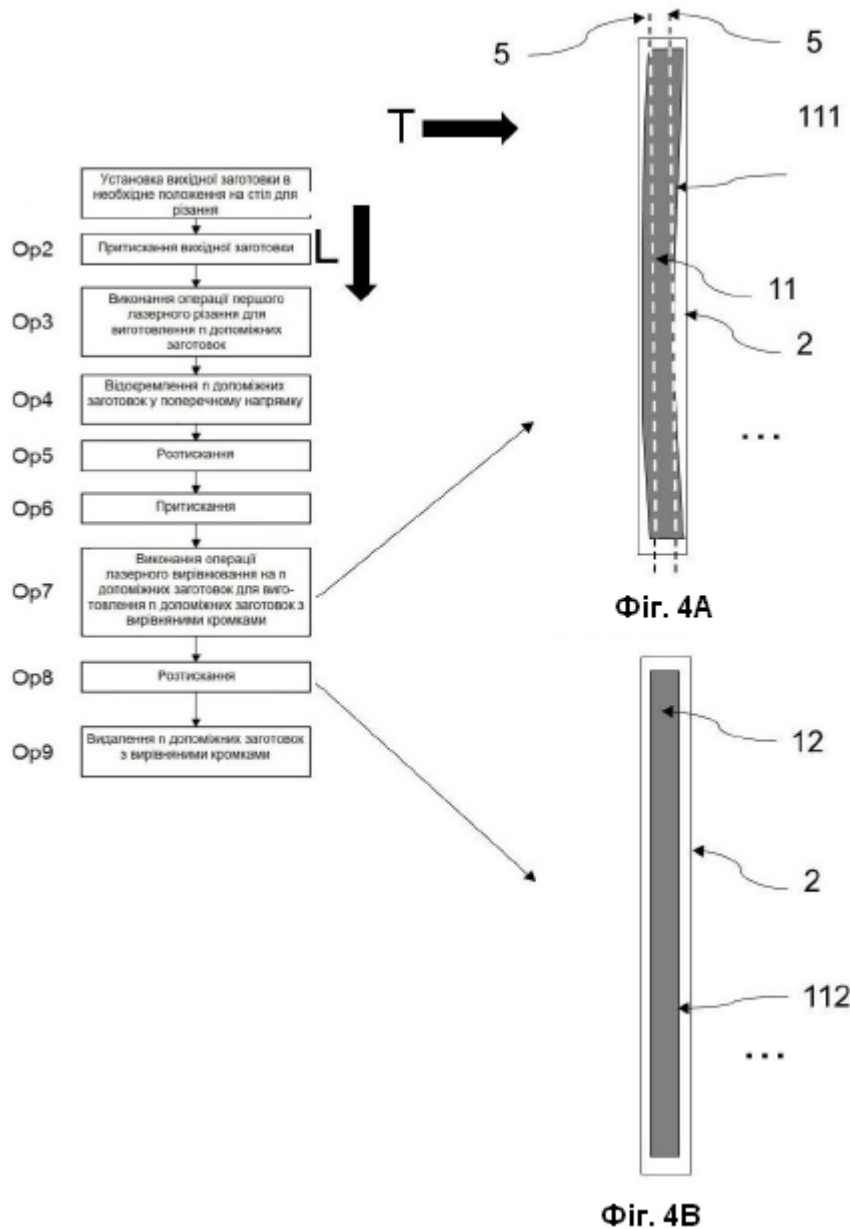
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2023 03032	(72) Винахідник(и):	ван Везмаель Берт (ВЕ)
(22) Дата подання заявки:	04.11.2021	(73) Володілець (володільці):	АРСЕЛОРМІТТАЛ,
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	30.07.2026		24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	PCT/IB2020/061042	(74) Представник:	Слободянюк Оксана Олександрівна,
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	23.11.2020		реєстр. №216
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	ІВ	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2010122971 A1, 20.05.2010 US 2019308275 A1, 10.10.2019 WO 2019171150 A1, 12.09.2019
(41) Публікація відомостей про заявку:	13.03.2024, Бюл.№ 11		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	29.07.2026, Бюл.№ 30		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/IB2021/060211, 04.11.2021		

(54) СПОСІБ ЛАЗЕРНОГО РІЗАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОБРІЗАНИХ ПІДЗАГОТОВОК**(57) Реферат:**

Спосіб лазерного різання для виробництва п обрізаних підзаготовок, де п - ціле число строго більше 1, з вихідної заготовки, виготовленої з металевого матеріалу. Зазначений спосіб включає такі етапи: Ор1 - встановлення вихідної заготовки в необхідне положення на стіл для різання, причому вищезгаданий стіл містить п планок, розташованих з можливістю переміщення одна відносно одної у поперечному напрямку, Ор2 - притискання принаймні частини вихідної заготовки до столу для різання; Ор3 - різання з використанням лазерного джерела п необрізаних підзаготовок з вихідної заготовки у поздовжньому напрямку різання, Ор4 - відділення п планок столу для різання одна від одної у поперечному напрямку, Ор5 - розтискання, Ор6 - притискання п необрізаних підзаготовок до п планок, Ор7 - лазерне обрізання п необрізаних підзаготовок для одержання обрізаних підзаготовок, Ор8 - розтискання, Ор9 - вивантаження п обрізаних підзаготовок зі столу для різання.

UA 131072 C2



Цей винахід відноситься до способу і обладнання для лазерного різання сталі дуже високої міцності.

Дедалі більші вимоги до автовиробників щодо покращення характеристик безпеки транспортних засобів і зниження їх негативного впливу на екологію стають поштовхом до використання високоміцних металевих матеріалів, зокрема, високоміцних сталей. Такі матеріали мають, наприклад, границю міцності на розтяг більше 980 МПа.

При різанні таких металевих матеріалів для формування заготовок, що підлягають використанню для штампування деталей автотранспортних засобів, виробник стикається з проблемами зняття залишкового напруження, яке призведе до невисокої геометричної точності різаної заготовки. Це особливо критично при різанні довгих і вузьких заготовок.

Такі тонкі і вузькі заготовки, виготовлені з високоміцного матеріалу, можуть мати різні застосування, зокрема, вони можуть використовуватися в листових зварних заготовках, і в цьому випадку геометрія заготовки і якість різаної кромки особливо критичні для подальших зварювальних операцій.

Наприклад, такі тонкі і вузькі заготовки можуть використовуватися для виробництва панелей підлоги або виробництва елементів жорсткості порога, які мають дуже велику довжину, оскільки вони охоплюють всю довжину пасажирської кабіни транспортного засобу і можуть бути дуже вузькими відносно їх ширини в зазначених конкретних застосуваннях.

Завдання цього винаходу полягає в тому, щоб усунути вищеписані проблеми з допомогою способу і обладнання, які дозволяють виконувати лазерне різання металевих матеріалів дуже високої міцності для забезпечення дуже гарної геометрії заготовок, відмінної якості кромок, дуже високої продуктивності і незначного технологічного браку.

З цією метою цей винахід відноситься до способу лазерного різання для виробництва n допоміжних заготовок з вирівняними кромками, де n - ціле число строго більше 1 з вихідної заготовки, виготовленої з металевих матеріалів; зазначений спосіб включає в себе такі етапи:

Op1 - встановлення вихідної заготовки в необхідне положення на стіл для різання, причому вищезгаданий стіл містить n планок, розташованих з можливістю переміщення одна відносно одної у поздовжньому напрямку;

Op2 - притискання принаймні частини вихідної заготовки до столу для різання;

Op3 - різання з використанням лазерного джерела n допоміжних заготовок з неvirівняними кромками з вихідної заготовки у поздовжньому напрямку різання;

Op4 - відділення n планок столу для різання одна від одної у поздовжньому напрямку;

Op5 - розтискання;

Op6 - притискання n допоміжних заготовок з неvirівняними кромками до n планок;

Op7 - лазерне різання n допоміжних заготовок з неvirівняними кромками для одержання n допоміжних заготовок з вирівняними кромками;

Op8 - розтискання;

Op9 - вивантаження n допоміжних заготовок з вирівняними кромками зі столу для різання,

причому для заданої вихідної заготовки, заданої допоміжної заготовки з неvirівняними кромками або заданої допоміжної заготовки з вирівняними кромками кожна операція Op_i , де i - ціле число від 1 до 9, виконується перед операцією Op_{i+1} .

За іншими додатковими ознаками способу лазерного різання винаходу, які розглядаються окремо або у будь-якій можливій технічній комбінації:

- операції притискання Op2 і Op6 виконуються за допомоги магнітного притискання;

- перша операція Op2 притискання виконується лише на частині поверхні вихідної заготовки, яка відповідає кількості m останніх допоміжних заготовок з неvirівняними кромками, які підлягають різанню під час першої операції Op3 різання, де m - ціле число від 1 до $n-1$;

- операція Op7 лазерного вирівнювання виконується на кожній допоміжній заготовці з неvirівняними кромками за допомоги одночасного лазерного різання обох неvirівняних різаних кромок кожної допоміжної заготовки з неvirівняними кромками;

- довжина допоміжної заготовки з вирівняними кромками, виміряна у поздовжньому напрямку, дорівнює принаймні дванадцятикратній ширині допоміжної заготовки з вирівняними кромками у поздовжньому напрямку;

- границя міцності на розтяг вихідної заготовки дорівнює принаймні 980 МПа;

- поздовжній напрямок n заготовок з вирівняними кромками, по суті, такий самий, як і напрямок прокатки рулону, від якого відрізується вихідна заготовка.

Цей винахід відноситься до заготовки з вирівняними кромками, яка виготовляється з допомогою вищеписаного способу лазерного різання, заготовки, яка зварюється за допомоги лазера і містить, принаймні, одну заготовку з вирівняними кромками, яка виготовляється з допомогою вищеписаного способу лазерного різання, і формованої деталі для

автотранспортного засобу, яка виготовляється за допомоги формування заготовки, яка зварюється з допомогою лазера і містить принаймні одну заготовку з вирівняними кромками, яка виготовляється з допомогою вищеприписаного способу лазерного різання.

Цей винахід відноситься до столу для різання для способу лазерного різання, який містить множинну планок, розташованих з можливістю переміщення одна відносно одної у поздовжньому напрямку. Зазначені планки можуть бути встановлені принаймні на одній лінійній напрямній опорі, і кожна зазначена планка може містити притискний пристрій, переважно магнітний притискний пристрій.

Цей винахід відноситься до лінії різання, яка містить, принаймні, одну різальну лазерну головку і, принаймні, один стіл для різання, відповідний вищеприписаному опису. Зазначена лінія може містити, наприклад, принаймні два столи для різання, відповідні вищеприписаному опису. Зазначена лінія може містити, наприклад, принаймні дві ріжучі лазерні головки.

Інші аспекти і переваги винаходу стануть зрозумілими з наведеного нижче опису, наведеного як приклад з посиланням на прикладні креслення, на яких:

Фіг. 1 - схема послідовності операцій способу лазерного різання за винаходом;

Фіг. 2a і 2b - види зверху столу для різання за винаходом у двох різних станах під час здійснення способу лазерного різання;

Фіг. 3a і 3b - види зверху 2 допоміжних заготовок з невірними кромками відповідно після етапів Op4 і Op5 способу цього винаходу;

Фіг. 4a і 4b - види зверху допоміжної заготовки відповідно під час етапів Op7 і Op8 способу винаходу;

Фіг. 5 - вид зверху лінії лазерного різання за конкретним варіантом виконання цього винаходу.

Сталева заготовка відноситься до плоского сталевих листа, якому за допомоги різання можна надавати будь-яку форму, придатну для використання. Заготовка має верхню і нижню поверхні, які також називаються верхньою і нижньою сторонами. Відстань між зазначеними поверхнями позначається як товщина заготовки. Товщину можна вимірювати, наприклад, мікрометром, п'ятку і шпindel' якого поміщають на верхню і нижню поверхні. Подібним чином можна вимірювати товщину формованої частини.

Вирази "по суті, паралельний" або "по суті перпендикулярний" означають напрямок, який може відхилятися від паралельного або перпендикулярного напрямку не більше ніж на 15°.

Зварні листові заготовки виготовляють шляхом складання, наприклад, з допомогою лазерного зварювання, декількох сталевих заготовок, відомих як допоміжні заготовки, для оптимізації експлуатаційних параметрів деталі на різних ділянках, зменшення загальної ваги деталі і зниження повної вартості деталі. Допоміжні заготовки, що утворюють зварні листові заготовки, можуть складатися з напусканням або без напускання, наприклад, вони можуть зварюватися лазерним зварюванням встик (без напускання) або вони можуть зварюватися один з одним точковим зварюванням (з напусканням).

В наведеному нижче описі і на прикладних фігурах для спрощення описані і представлені заготовки і допоміжні заготовки мають в цілому прямокутну форму. Однак слід взяти до уваги, що винахід не обмежується випадком з прямокутними заготовками і може використовуватися для заготовок, які мають інші форми.

Границя плинності, границя міцності на розтяг і рівномірне повне подовження вимірюються за стандартом ISO 6892-1, опублікованим у жовтні 2009 року.

З посиланням на Фіг. 1-4 цей винахід відноситься до способу лазерного різання п допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками з вихідної заготовки 10, виготовленої з металевих матеріалів. Поздовжній напрямок вказаний стрілкою, позначеною символом "L" на Фіг. 2, у той час як поперечний напрямок вказано стрілкою, позначеною символом "T" на Фіг. 2. В цьому описі довжина допоміжної заготовки 11, 12 з невірними або вирівняними кромками відноситься до розміру допоміжної заготовки, вимірюваному у поздовжньому напрямку, а ширина допоміжної заготовки 11, 12 з невірними або вирівняними кромками відноситься до розміру допоміжної заготовки, вимірюваному у поперечному напрямку. В цьому описі довжина допоміжної заготовки 11, 12 з невірними або вирівняними кромками більша за ширину допоміжної заготовки 11, 12 з невірними або вирівняними кромками.

В цьому описі терміни "верх" і "низ" визначаються згідно поздовжнього напрямку, наприклад, з посиланням на Фіг. 1a, верх відповідає верху фігури, тоді як низ відповідає низу фігури.

В цьому описі терміни "ліва сторона" і "права сторона" визначаються згідно з поперечним напрямком, наприклад, з посиланням на Фіг. 1a, ліва сторона відповідає лівій стороні фігури, тоді як права сторона відповідає правій стороні фігури.

Вихідна заготовка 10, наприклад, вирізається зі сталевго рулону, який, наприклад, є рулоном високоміцної сталі, що має границю міцності на розтяг вище 980 МПа. Рулон сталі є довгим сталевим листом, якому надано форму рулону для пакування, завантаження/розвантаження, транспортування і подальшої обробки. Сталевий рулон має

5 напрямок прокатки, відповідний напрямку, в якому сталь була оброблена під час етапу гарячої прокатки і/або холодної прокатки в процесі обробки сталі. Сталевий рулон взагалі має дуже велику довжину в розмотаному стані в напрямку прокатки (близько кількох сотень метрів, іноді навіть кількох кілометрів) і одночасно має обмежену максимальну ширину через обмеження відносно виробничого обладнання (обмежень розмірів обладнання в напрямку ширини,

10 обмежень міцності виробничого обладнання, наприклад, обладнання для гарячої прокатки або холодної прокатки). Як наслідок, при виготовленні дуже довгих допоміжних заготовок, довжина яких перевищує максимальну ширину сталевго рулону, поздовжній напрямком зазначених допоміжних заготовок є тим самим напрямком, що і напрямком прокатки сталевго рулону, з якого вони виготовляються.

15 Вихідна заготовка 10 вирізається, наприклад, з вищеприписаного сталевго рулону. Наприклад, вихідна заготовка 10 вирізається по лінії різання за допомоги механічних ножиць або на лінії вирубування заготовок за допомоги вирубних штампів або на лінії цифрового лазерного різання, використовуючи лазерне різання для виготовлення вихідної заготовки зі сталевго рулону. Наприклад, вихідна заготовка 10 вирізається так, що довжина вихідної

20 заготовки 10 орієнтована в напрямку прокатки рулону і перевищує ширину вихідної заготовки 10, яка, по суті, відповідає ширині сталевго рулону. Як описано вище, цей напрямком різання є єдиним можливим для виготовлення вихідної заготовки 10, яка має поздовжній розмір більше максимально досяжної ширини зазначеного сталевго рулону.

З посиланням на Фіг. 3 і 4 допоміжна заготовка 11 з невірвняними кромками є допоміжною заготовкою, яка відрізнана безпосередньо від вихідної заготовки 10 без подальшого етапу обробки. Зазначена допоміжна заготовка 11 з невірвняними кромками має дві невірвняні

25 різані кромки 111, які відповідають кромкам зазначеної допоміжної заготовки 11 з невірвняними кромками, яка була одержана з допомогою вищевказаної операції різання вихідної заготовки 10.

30 З посиланням на Фіг. 4а і 4b допоміжна заготовка 12 з вирівняними кромками є допоміжною заготовкою, яка виготовлена із допоміжної заготовки 11 з невірвняними кромками за допомоги виконання подальшого етапу різання, званого етапом вирівнювання різаних кромок 111 зазначеної допоміжної заготовки 11 з невірвняними кромками для одержання двох вирівняних різаних кромок 112.

35 Для підвищення продуктивності цікавим є використання максимально можливої кількості п допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками, які одержані за допомоги різання однієї вихідної заготовки 10. Фактично, спосіб різання включає операцію встановлення вихідної заготовки 10 в необхідне положення, що потребує деякого часу. Чим більша кількість п, тим меншим буде загальний час процесу різання у перерахунку на одну заготовку. Наприклад,

40 загальна кількість п допоміжних заготовок з вирівняними кромками у розрахунку на вихідну заготовку 10 дорівнює 8. Наприклад, загальна кількість п допоміжних заготовок з вирівняними кромками у розрахунку на вихідну заготовку 10 дорівнює 16.

Спосіб цього винаходу особливо придатний у випадках високої величини відношення довжини допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками до ширини допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками. У здійсненні такого типу при різанні допоміжних заготовок з вихідної заготовки можуть виникати проблеми з геометрією форми допоміжних заготовок 11 з невірвняними кромками. Зокрема, існують ризики, що допоміжні заготовки 11 з невірвняними кромками можуть приймати вигнуту форму після різання вихідної заготовки 10, яка також відома як "бананоподібна форма". Безвідносно до будь-якої конкретної теорії деформація такого типу

50 пов'язана з тим, що матеріал має внутрішнє напруження, одержане в процесі виробництва сталі. Наприклад, зазначені внутрішні напруження, крім всього іншого, виникають на етапі гарячої прокатки і/або холодної прокатки. Наприклад, зазначені внутрішні напруження крім усього іншого виникають на етапі відпалу після холодної прокатки і/або на етапі загартування після відпалу і/або на етапі прокатки в кліті дресування після відпалу. У разі лазерного

55 різання іншою причиною, яка може пояснити проблеми з геометрією допоміжних заготовок 11 з невірвняними кромками, є теплова потужність, яка підводиться під час операції лазерного різання і може спричинити виникнення додаткових механічних напружень і проблем, пов'язаних, наприклад, з термічною усадкою.

Вигнута форма допоміжної заготовки 11 з невірвняними кромками показана на Фіг. 3b. Схожі з формою банана верхня і нижня частини допоміжної заготовки 11 з невірвняними

60

кромками орієнтовані в одну сторону (у цьому випадку в праву сторону, проте могли б бути орієнтовані в протилежну сторону в залежності від схеми розподілу внутрішніх напружень у вихідному рулоні 10) в той час як середня частина допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками орієнтована на протилежну сторону (у цьому випадку в ліву сторону). Іншими словами, навіть незважаючи на те, що операція різання для виготовлення допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками вихідної заготовки 10 виконувалася по прямій лінії, одержані різані кромки 111 не є прямими, а мають криволінійну форму. Такий дефект форми може бути значним, наприклад, верх і низ допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками можуть бути зміщені на кілька міліметрів порівняно з серединою допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками. Слід зауважити, що вищеописана вигнута або "бананоподібна" форма є вельми схематичною, а наприклад, в якому відбувається зазначена деформація, і її амплітуда, можуть сильно змінюватися від однієї вихідної заготовки 10 до іншої і в рамках конкретної вихідної заготовки 10 від однієї допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками до іншої. Фактично, деформація зумовлена динамікою виготовлення вихідної заготовки 10, і кожна заготовка потенційно має відмітну динаміку виготовлення, зумовлену численними можливими змінами у виробничих процесах.

У разі коли необхідна форма допоміжних заготовок не є прямокутною, виникає проблема такого самого типу: різані кромки 111 не відповідають контуру яким виконувалася операція різання.

Вищеописані проблеми з геометрією форми є особливо критичними за таких умов:

- довжина допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками значно більша за їх ширину. Фактично, коли це не так, вигнутість форми допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками не є значною і не спричиняє значних проблем. Наприклад, автори винаходу встановили, що проблеми з вигинанням, яке є явно помітним, починаються, коли довжина допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками принаймні в дванадцять разів перевищує ширину допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками;

- матеріал, з якого виготовляється вихідна заготовка 10 має дуже високу міцність. Фактично, коли це не так, вищеописані залишкові напруження в заготовках не є достатніми для значного викривлення форми. Наприклад, проблеми з формою стають критичними, коли матеріал має границю міцності на розтяг вище 980 МПа;

- іншим фактором є подальше використання допоміжних заготовок. Фактично, коли допоміжні заготовки використовуються у застосуваннях, в яких вимоги до кінцевої форми не є суворими, проблеми з геометрією можуть бути не критичними виробничими проблемами. Однак у багатьох застосуваннях потрібна дуже точна форма допоміжних заготовок. Сюди, наприклад, відноситься випадок використання стикування зазначених допоміжних заготовок для виконання стикового лазерного зварювання, коли різані кромки 112 допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками зварюються з іншою заготовкою. Стикування для виконання стикового лазерного зварювання вимагає високоточного розташування зварюваних заготовок для підтримки постійної відстані між зварюваними кромками. Це неможливо при значному вигинанні заготовок. З практичної точки зору під час виробничої операції допоміжні заготовки 12 з вирівняними кромками підлягають контролю якості, і допоміжні заготовки, які не відповідають встановленому стандарту, такому як-от стандарт на геометрію форми, відбраковуються. Значна кількість матеріалу, яка не відповідає стандарту якості, зумовлює значну кількість відбракованого матеріалу, тобто значну кількість виробничих відходів. Це збільшує виробничі витрати і знижує продуктивність.

Поряд з вищеописаними проблемами з геометрією, якість допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками відноситься до якості різаних кромок зазначеної допоміжної заготовки. Бажано, щоб переріз у площині, перпендикулярній різаній кромці 112, утворював прямий кут з верхньою і нижньою поверхнями допоміжної заготовки. Це відомо як якість різаної кромки. Наприклад, у разі стикування для виконання стикового лазерного зварювання зазначена якість різаної кромки також є дуже важливою для підтримки фіксованої відстані між зварюваними кромками і подальшого забезпечення якості зварної деталі. Відомо, що одним із найкращих промислових способів забезпечення якості різаної кромки є процес лазерного різання. У порівнянні з різкою механічними ножицями лазерне зварювання не залишає механічних задирок і профіль кромки є дуже рівним. Крім того, якість кромки не залежить від стану різальних інструментів, як у разі різання механічними ножицями, коли якість кромки безперервно погіршується між двома операціями технічного обслуговування. У разі лазерного різання відсутність прямого контакту між інструментом і матеріалом, що підлягає різанню, означає, що в результаті самої операції різання якість інструменту не погіршується, і відсутня через просту причину технічного обслуговування різального інструменту.

В конкретному варіанті виконання вихідна заготовка 10 виконана зі сталі, що має хімічний склад у % мас.: $0,13 \% < C < 0,25 \%$, $2,0 \% < Mn < 3,0 \%$, $1,2 \% < Si < 2,5 \%$, $0,02 \% < Al < 1,0 \%$ з $1,22 \% < Si+Al < 2,5 \%$, $Nb < 0,05 \%$, $Cr < 0,5 \%$, $Mo < 0,5 \%$, $Ti < 0,05 \%$, решта Fe і неминучі домішки, і яка має мікроструктуру, що містить 8-15 % залишкового аустеніту, решта фериту, мартенситу і бейніту, причому сума фракцій мартенситу і бейніту становить 70-92 %. При такому складі сталевий лист має виміряну в напрямку прокатки границю плинності 600-750 МПа і границю міцності на розтяг 980-1300 МПа, зберігаючи рівномірне повне подовження вище 19 %.

В конкретному варіанті виконання вихідна заготовка 10 виконана зі сталі, що має хімічний склад у % мас.: $0,15 \% < C < 0,25 \%$, $1,4 \% < Mn < 2,6 \%$, $0,6 \% < Si < 1,5 \%$, $0,02 \% < Al < 1,0 \%$ з $1,0 \% < Si+Al < 2,4 \%$, $Nb < 0,05 \%$, $Cr < 0,5 \%$, $Mo < 0,5 \%$, решта Fe і неминучі домішки, і має мікроструктуру, що містить 10-20 % залишкового аустеніту, інше ферит, мартенсит і бейніт. При такому складі сталевий лист має виміряну в напрямку прокатки границю плинності 850-1060 МПа і границю міцності на розтяг 1180-1330 МПа, зберігаючи рівномірне повне подовження вище 13 %.

MS1500:

В конкретному варіанті виконання вихідна заготовка 10 виконана зі сталі, що має хімічний склад у % мас.: $0,15 \% \leq C \leq 0,5 \%$, наприклад, сталь має повністю мартенситну мікроструктуру і границю міцності на розтяг вище 1500 МПа.

За цим винаходом і як показано на схемі послідовності операцій з Фіг. 1, спосіб різання для виробництва допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками з вихідної заготовки 10, виготовленої з металевого матеріалу, включає такі етапи, позначені як операції Op1, Op2 і т.д.:

Op1 - встановлення вихідної заготовки 10 в необхідне положення на стіл 1 для різання, причому вищезгаданий стіл 1 містить n планок 2, розташованих з можливістю переміщення одна відносно одної у поперечному напрямку;

Op2 - притискання принаймні частини вихідної заготовки 10 до столу 1 для різання;

Op3 - різання з використанням лазерного джерела n допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками з вихідної заготовки 10 у поздовжньому напрямку різання;

Op4 - відділення n планок 2 столу 1 для різання одна від одної у поперечному напрямку;

Op5 - розтискання;

Op6 - притискання n допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками до n планок 2;

Op7 - лазерне різання n допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками для одержання n допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками;

Op8 - розтискання;

Op9 - вивантаження n допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками зі столу для різання.

Для заданої вихідної заготовки 10, заданої допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками або заданої допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками кожна операція Opі, де і - ціле число від 1 до 9, виконується перед операцією Opі+1.

Нижче наведений більш детальний опис кожної операції.

Операція Op1 складається лише з встановлення у необхідне положення вихідної заготовки 10 на столі 1 для різання і не потребує додаткового пояснення, оскільки вона є стандартною операцією, характерною для кожної лінії різання. Досить сказати, що ця операція взагалі враховується як частина технологічного часу і входить до розрахунків продуктивності процесу. Для мінімізації втрати продуктивності, пов'язаної з операцією Op1, представляє інтерес забезпечення наявності вихідної заготовки 10, з якої можна виготовити максимально можливу кількість n допоміжних заготовок. Крім того, як буде описано нижче, являє інтерес конструкція лінії різання, яка містить, принаймні, два столи 1 для різання, так що операція Op1 може виконуватися, в той час як інша заготовка вирізається на іншому столі 1 для різання.

Операція Op2, яка включає притискання вихідної заготовки 10 до столу 1 для різання, також є стандартною операцією на лінії різання. Фактично, для точного різання важливо, щоб заготовки були точно розташовані і не пересувалися під час процесу різання або, наприклад, не переміщався сам стіл 1 для різання, і були відсутні вібрації на лінії різання тощо. Саме притискання може виконуватися з допомогою технології притискання. Наприклад, можна використовувати механічне притискання. Магнітне притискання створює перевагу, яка полягає в тому, що воно забезпечує ефективне притискання магнітних заготовок, таких як-от сталеві заготовки, без контакту між притискним пристроєм і заготовкою, що притискається. Це має особливий інтерес у випадку лазерного різання, оскільки система магнітного притискання не має прямого контакту з заготовкою і, отже, відсутній ризик того, що лазерний промінь пошкодить притискний пристрій під час операції різання.

Операція Ор3 включає використання лазерного джерела для виготовлення п допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками з вихідної заготовки 10. Це перше різання також відоме як "різання зі звільненням", оскільки допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками звільняються від вихідної заготовки 10. Сама по собі технологія лазерного різання є добре відомою. В конкретному варіанті виконання лазерне різання може виконуватися за допомоги декількох лазерних джерел для одночасного виконання декількох лазерних розрізів і, таким чином, збільшення продуктивності. Порядок, у якому допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками відрізаються від вихідної заготовки, може програмуватися різними шляхами, які найбільш придатні до виробничих обмежень і обладнання. Наприклад, при використанні двох лазерних джерел для різання розрізи можуть виконуватися кожною лазерною головкою, починаючи від протилежних сторін вихідної заготовки 10 у напрямку середини. Наприклад, при використанні двох лазерних джерел для різання розрізи можуть виконуватися кожною лазерною головкою, починаючи від місця поруч з іншим місцем посередині з поступовим переміщенням у протилежних поперечних напрямках, і закінчуючи протилежними сторонами вихідної заготовки 10.

Операція Ор4 включає відділення п допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками одна від одної у поздовжньому напрямку за допомоги спеціальних компонентів столу 1 для різання. Стіл для різання містить п планок 2, які можуть бути розташовані на деякій відстані одна від одної у поздовжньому напрямку. Кожна планка 2 відповідає наступному положенню відповідної допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками після того, як вона була відрізана від вихідної заготовки 10. Кожна планка містить притискний механізм 2, який може використовуватися для притискання відповідної допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками, що видно під час наступних операцій способу. Наприклад, планки 2 можуть бути встановлені на лінійній опорі кочення для переміщення у поздовжньому напрямку, як показано на Фіг. 2a і 2b, де показані положення планок 2 відповідно перед операцією Ор4 і після неї. Наприклад, планки переміщуються відносно одна одної у поперечному напрямку на 10-12 мм.

Операція Ор5 включає розтискання після виконання різання зі звільненням. Деформація допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками в "бананоподібній формі" відбувається після розтискання, тобто після операції Ор5. Фактично, перед операцією розтискання допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками утримуються на місці притискним механізмом і, отже, не можуть деформуватися до природної форми у стані спокою. Це показано на Фіг. 3a і 3b, які схематично відображають форму допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками відповідно перед операцією Ор5 і після неї. Після того, як допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками фактично набули природної форми, може виконуватися операція вирівнювання для надання допоміжним заготовкам правильної природної форми.

Операція Ор6 включає повторне притискання допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками для їх підготовки до етапу лазерного вирівнювання. Фактично, для правильного утримування на місці під час виконання операції лазерного вирівнювання допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками повинні міцно утримуватися на місці за допомоги притискання. Всі планки 2, на які укладені допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками, оснащені затискним механізмом, наприклад, кожна планка 2 оснащена магнітним притискачем.

Операція Ор7 включає лазерне вирівнювання п допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками для одержання п допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками. Це виконується з допомогою різання лазером невіривняних різаних кромок 111 для одержання двох вирівняних різаних кромок 112. Наприклад, з допомогою операції вирівнювання видаляють близько 2-3 мм ширини матеріалу з кожної сторони допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками для одержання допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками. На Фіг. 4a показане схематичне зображення операції Ор7 вирівнювання, причому зазначене вирівнювання виконується пунктирними лініями 5 для одержання допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками з Фіг. 4b. Операція Ор7 дозволяє одержувати допоміжну заготовку 12 з вирівняними кромками, яка має необхідну кінцеву форму допоміжної заготовки без внутрішніх напружень, які присутні у допоміжній заготовці 11 з невіривняними кромками перед розтисканням під час операції Ор5. Фактично, після операції Ор5 допоміжна заготовка 11 з невіривняними кромками не містить внутрішніх напружень, які після розтискання деформують звичайну форму допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками у вигнуту "бананоподібну форму". Завдяки тому, що окремі допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками були відокремлені одна від одної у поздовжньому напрямку під час операції Ор4, відсутній ризик, що деякі частини двох допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками могли б перекривати одна одну через ефект "бананоподібної форми". Це означає, що операція Ор7 лазерного вирівнювання може виконуватися без ризику помилкового різання частини суміжної заготовки, що неминуче

призвело б до проблем з формою допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками, які підлягали б відбраковуванню. Це також означає, що суміжні допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками не повинні переміщуватися будь-яким чином при виявленні перекриття, що вимагало б використання додаткових пристроїв виявлення і додаткового часу для переміщення допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками і призвело б до зниження продуктивності, а також можливим проблемам з якістю через низьку відтворюваність положення допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками.

Операція Op8 включає розтискання допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками. В цей момент деформація через внутрішні напруження є невеликою або відсутня взагалі, оскільки допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками, з яких були виготовлені допоміжні заготовки 12 з вирівняними кромками, не мали внутрішніх напружень.

Операція Op9 включає видалення п допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками зі столу 1 для різання з допомогою відомих засобів для звільнення зазначеного столу 1 для різання для обробки наступної вихідної заготовки 10.

Як зазначалося, вищеописані процеси обробки виконуються послідовно для заданої вихідної заготовки 10, заданої допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками або допоміжної заданої заготовки 12 з вирівняними кромками. Однак, якщо розглядати процес в цілому, деякі операції можуть виконуватися одночасно або в іншому порядку для інших допоміжних заготовок. Це являє особливий інтерес з погляду збільшення загальної продуктивності процесу. Наприклад, як тільки перша допоміжна заготовка 11 з невіривняними кромками була відрізана від вихідної заготовки 10 (Op3), відповідна їй планка 2 може пересуватися у поперечному напрямку для відділення зазначеної першої допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками від решти матеріалу (Op4), і зазначена перша допоміжна заготовка 11 з невіривняними кромками може звільнитися за допомоги розтискання (Op5), і одночасно може виконуватися різання наступної допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками (Op3) від тієї самої вихідної заготовки 10. Отже, операція Op3 для заданої допоміжної заготовки може виконуватися одночасно з операцією Op4 і/або операцією Op5 для іншої допоміжної заготовки. Йдеться про те, що для будь-якої заданої допоміжної заготовки вищеописані етапи обробки виконуються у вищеописаному порядку.

Автори винаходу встановили, що винахід міг би успішно застосовуватися і давати дуже хороші результати відносно форми заготовок і якості різаної кромки навіть без притискання всієї поверхні вихідної заготовки 10 до столу 1 для різання під час операції Op2. Це може становити інтерес з причин продуктивності, оскільки етап розтискання Op5 може потребувати багато часу у випадку виконання його для кожної з п допоміжних заготовок. Наприклад, у разі використання магнітного притискання операція розтискання може тривати близько 1-2 с. В конкретному варіанті виконання операція Op2 притискання виконується лише на частині поверхні вихідної заготовки 10, яка відповідає кількості m останніх допоміжних заготовок з невіривняними кромками, які підлягають різанню під час операції Op3 першого різання, де m - ціле число від 1 до n-1. Отже, відсутня необхідність виконання операції Op5 на перших n-m допоміжних заготовках 11 з невіривняними кромками, які були розташовані на ділянках столу 1 для різання, на яких не використовувалося магнітне притискання під час операції Op2. Це дозволяє зменшити час на розтискання і таким чином збільшити продуктивність.

Стосовно етапу Op7 лазерного вирівнювання, він може представляти інтерес стосовно виконання одночасного лазерного вирівнювання обох невіривняних різаних кромок 111 заданої допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками для подальшої оптимізації кінцевої якості і остаточної відповідної форми заданої для допоміжній заготовки 12 з невіривняними кромками. Фактично, лазерне вирівнювання генерує тепло на стороні допоміжної заготовки, і якщо за один раз виконується вирівнювання однієї невіривняної різаної кромки 111, теплова потужність, яка підводиться під час лазерного вирівнювання є асиметричною, що може призвести до виникнення внутрішніх напружень через різне теплове розширення і усадки, а також до деформації допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками після розтискання на етапі Op8. В конкретному варіанті виконання операція Op7 лазерного вирівнювання виконується на кожній допоміжній заготовці 11 з невіривняними кромками за допомогою одночасного лазерного різання обох різаних кромок 111 кожної допоміжної заготовки 11 з невіривняними кромками. Одночасне лазерне різання означає, що два лазерні промені, що використовуються для вирівнювання, рухаються з однаковою швидкістю, починаючи від місця розташування, де вони, по суті, вирівняні один з одним у поперечному напрямку.

Цей винахід відноситься до допоміжної заготовки 12 з вирівняними кромками, яка виготовляється з використанням вищеописаного способу лазерного різання.

Цей винахід відноситься до заготовки, звареної шляхом лазерного зварювання і містить, принаймні, одну допоміжну заготовку 12 з вирівняними кромками, одержану з використанням вищеописаного способу лазерного різання.

Цей винахід відноситься до формованої деталі автотранспортного засобу, яка виготовляється шляхом формування заготовки, звареної за допомоги лазерного зварювання і містить, принаймні, одну допоміжну заготовку 12 з вирівняними кромками, одержану з використанням вищеописаного способу лазерного різання.

Цей винахід відноситься до спеціального столу 1 для різання, оснащеного, принаймні, п планками, використовуваними для виконання вищеописаного способу різання. Вищезгаданий стіл 1 для різання містить п планок 2, які можуть бути розташовані на деякій відстані одна від одної у поздовжньому напрямку. Кожна планка 2 містить притискний механізм, наприклад, магнітний або механічний притискний механізм. Наприклад, планки 2 можуть бути встановлені на лінійній опорі кочення 3 для переміщення у поздовжньому напрямку.

З посиланням на Фіг. 5 цей винахід відноситься до лінії 6 різання, оснащеної, принаймні, одним столом 1 для різання, який містить вищеописані компоненти для впровадження вищеописаного способу різання і містить, принаймні, одну ріжучу лазерну головку 7. Наприклад, як показано на Фіг. 5, лінія 6 містить два ріжучі столи 1 і дві лазерні головки 7. Це створює перевагу, яка забезпечує, наприклад, виконання операцій Op1 і Op2, тобто встановлення в необхідне положення вихідної заготовки 10 і притискання зазначеної вихідної заготовки 10 на першому столі, в той час як лазерні головки 7 виконують операції різання і вирівнювання на другому столі. З іншого боку, це дозволяє виконувати останні операції Op8 і Op9, тобто розтискання притискача на допоміжних заготовках 12 з вирівняними кромками і видалення допоміжних заготовок 12 з вирівняними кромками першого столу для різання, в той час як лазерні головки 7 виконують операції різання і/або вирівнювання на другому столі. Така послідовність операцій і організації виробництва має особливу перевагу, оскільки вона означає, що лазерні головки 7 постійно перебувають в роботі і не простоюють під час операцій транспортування і притискання. Це, в свою чергу, забезпечує максимальну продуктивність і ефективне використання лазерних головок 7, які є коштовними і високопродуктивними компонентами інструментального оснащення, які повинні використовуватися максимально можливою мірою, а не простоювати.

На Фіг. 5 показаний приклад такої лінії 6 різання з верхнім і нижнім столами 1, де дві лазерні головки 7 встановлені на напрямній 8, по якій вони можуть переміщатися у поздовжньому напрямку, причому сама зазначена напрямна може переміщатися в межах лінії 6 у поздовжньому напрямку. На Фіг. 5 процес різання виконується на верхньому столі. Лазерні головки 7 рухаються від протилежних кромки вихідної заготовки 10 до центру виконання операцій Op3 різання зі звільненням. Дві перші допоміжні заготовки 11 з невіривняними кромками були відрізані (операція Op3), і відповідні їх планки 2 були відокремлені від суміжної планки (Op4). Лазерні головки завершують різання зі звільненням (операція Op3) іншого набору двох допоміжних заготовок 11 з невіривняними кромками. Під час зазначених операцій робототехнічний пристрій 9 встановлює в потрібне положення нову вихідну заготовку 10 на нижній стіл 1 для підготовки до процесу різання.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб лазерного різання для виробництва п обрізаних підзаготовок (12), де п - ціле число строго більше 1 з вихідної заготовки (10), виконаної з металевого матеріалу; при цьому зазначений спосіб включає в себе такі етапи:
Op1 - встановлюють вихідну заготовку (10) в необхідне положення на стіл (1) для різання, причому вищезгаданий стіл (1) містить п планок (2), розташованих з можливістю переміщення одна відносно одної у поперечному напрямку;
Op2 - здійснюють притискання принаймні частини вихідної заготовки (10) до столу (1) для різання;
Op3 - виконують різання з використанням лазерного джерела п необрізаних підзаготовок (11) з вихідної заготовки (10) у поздовжньому напрямку різання;
Op4 - здійснюють відділення п планок (2) столу (1) для різання одна від одної у поперечному напрямку;
Op5 - здійснюють розтискання;
Op6 - здійснюють притискання п необрізаних підзаготовок (11) до п планок (2);
Op7 - виконують лазерне обрізання п необрізаних підзаготовок (11) для одержання п обрізаних підзаготовок (12);

Op8 - здійснюють розтискання;

Op9 - виконують вивантаження n обрізаних підзаготовок (12) зі столу (1) для різання, причому для заданої вихідної заготовки (10), заданої необрізаної підзаготовки (11) або заданої обрізаної підзаготовки (12) операцію Op_i , де i - ціле число від 1 до 9, виконують перед операцією Op_{i+1} .

5 2. Спосіб за п. 1, за яким операції притискання Op_2 і Op_6 виконують з допомогою магнітного притискання.

3. Спосіб за п. 1 або 2, за яким першу операцію Op_2 притискання виконують лише на частині поверхні вихідної заготовки (10), яка відповідає кількості m останніх необрізаних підзаготовок (11), які підлягають різанню під час першої операції Op_3 різання, де m - ціле число від 1 до $n-1$.

10 4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, за яким операцію Op_7 лазерного обрізання виконують на кожній необрізаній підзаготовці (11) за допомогою одночасного лазерного обрізання обох необрізаних кромки (111) кожної необрізаної підзаготовки (11).

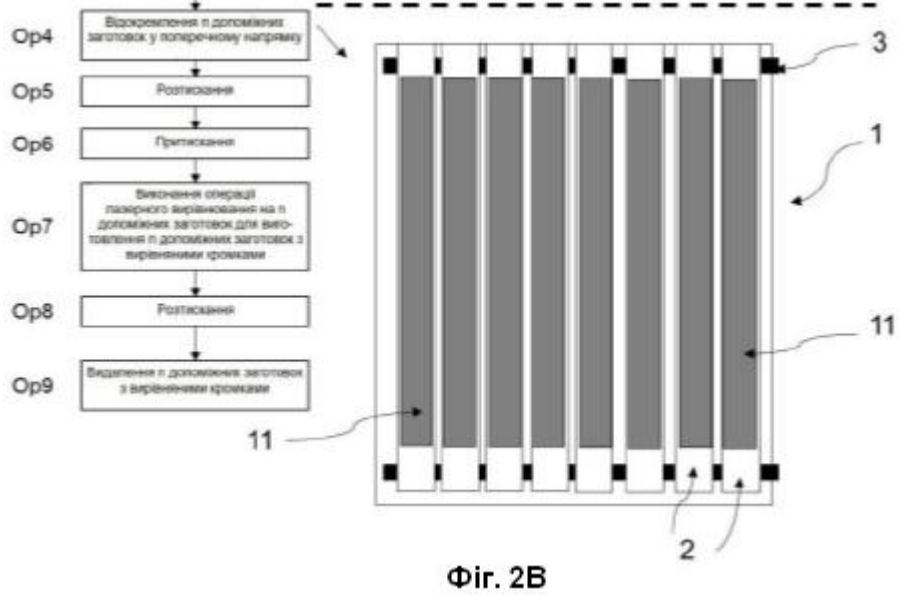
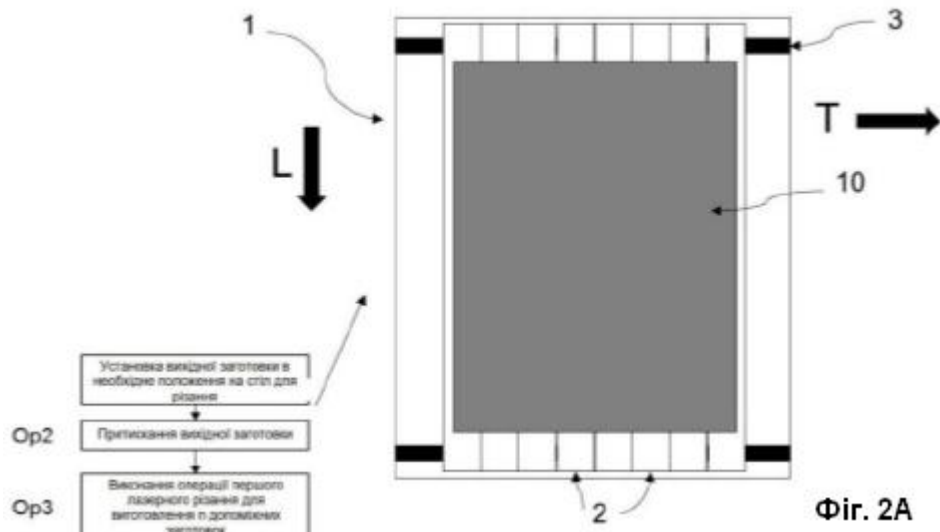
5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, за яким довжина обрізаної підзаготовки (12), виміряна у поздовжньому напрямку, дорівнює принаймні дванадцятикратній ширині обрізаної підзаготовки (12) у поперечному напрямку.

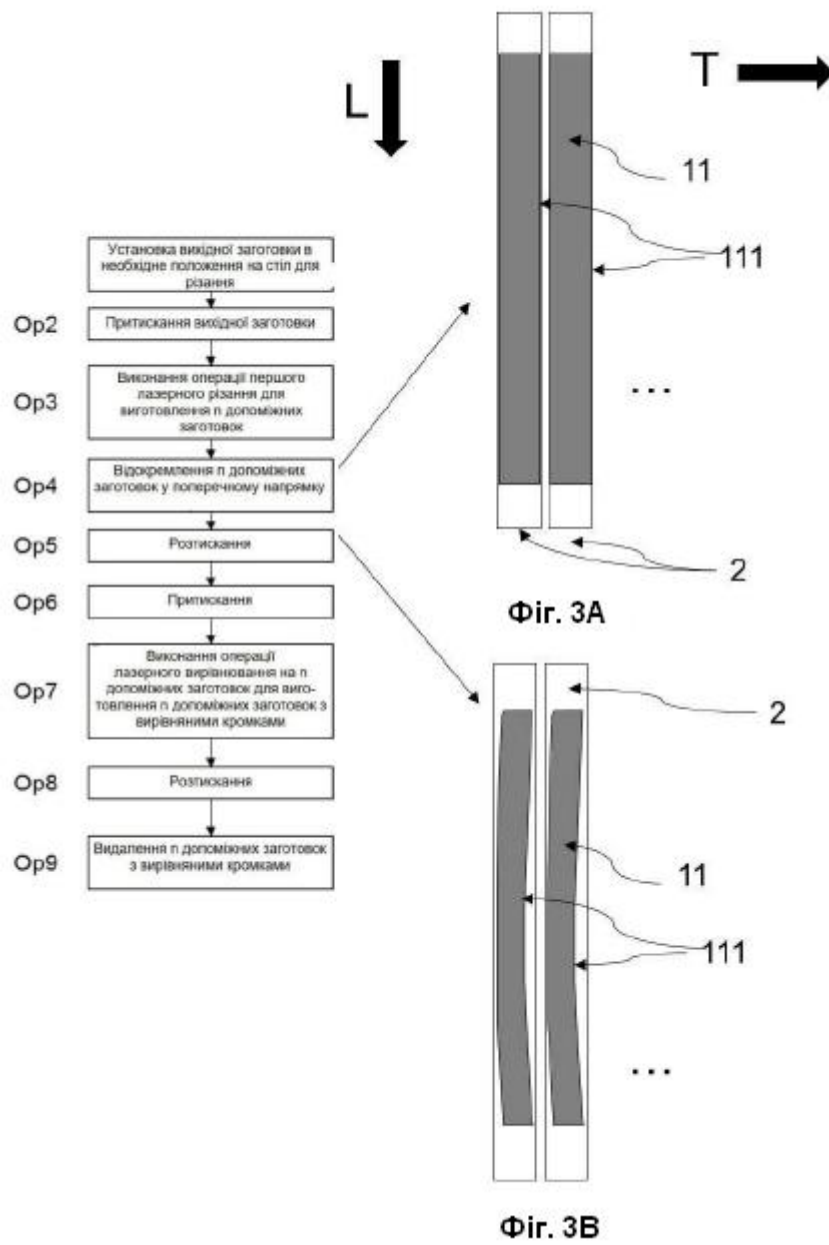
15 6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, за яким границя міцності на розтяг вихідної заготовки (10) дорівнює принаймні 980 МПа.

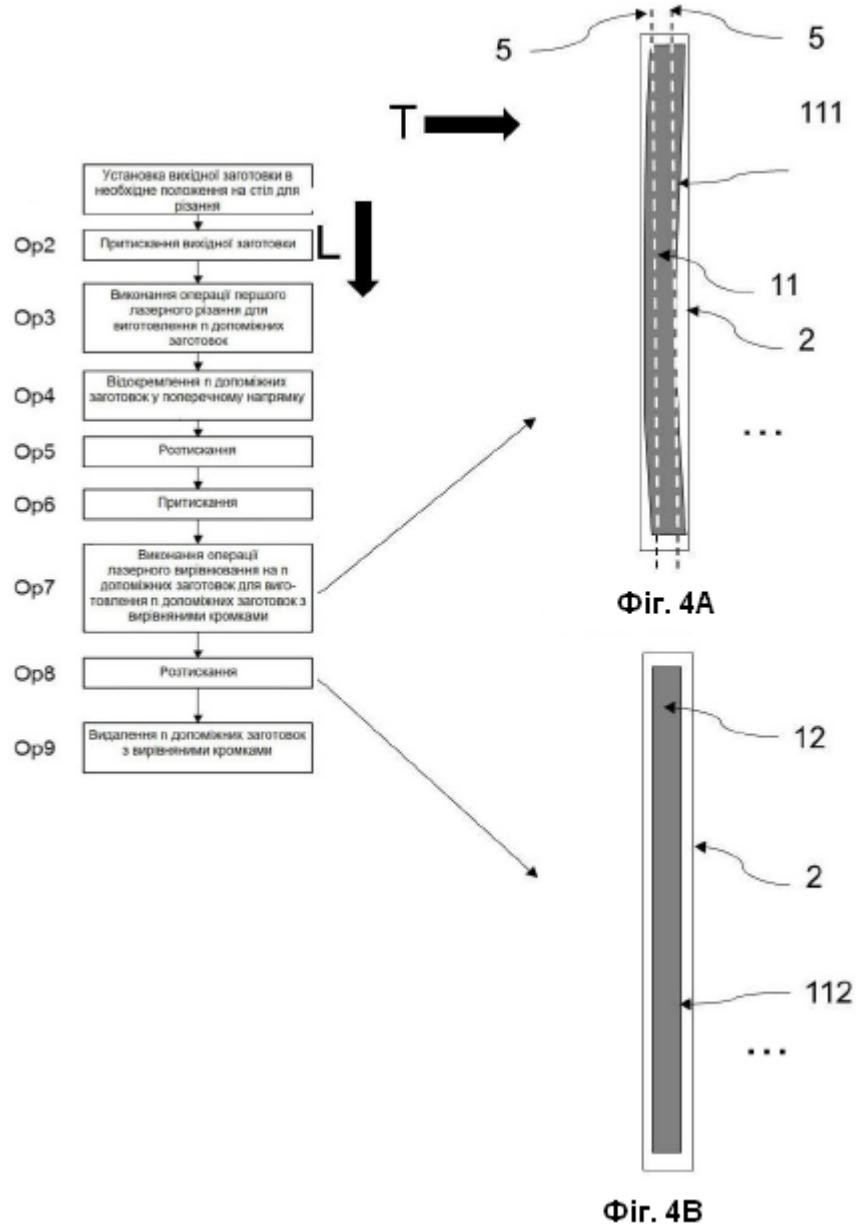
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, за яким поздовжній напрямок n обрізаних підзаготовок (12) такий самий, як і напрямок прокатки рулону, від якого відрізають вихідну заготовку (10).



Fig. 1







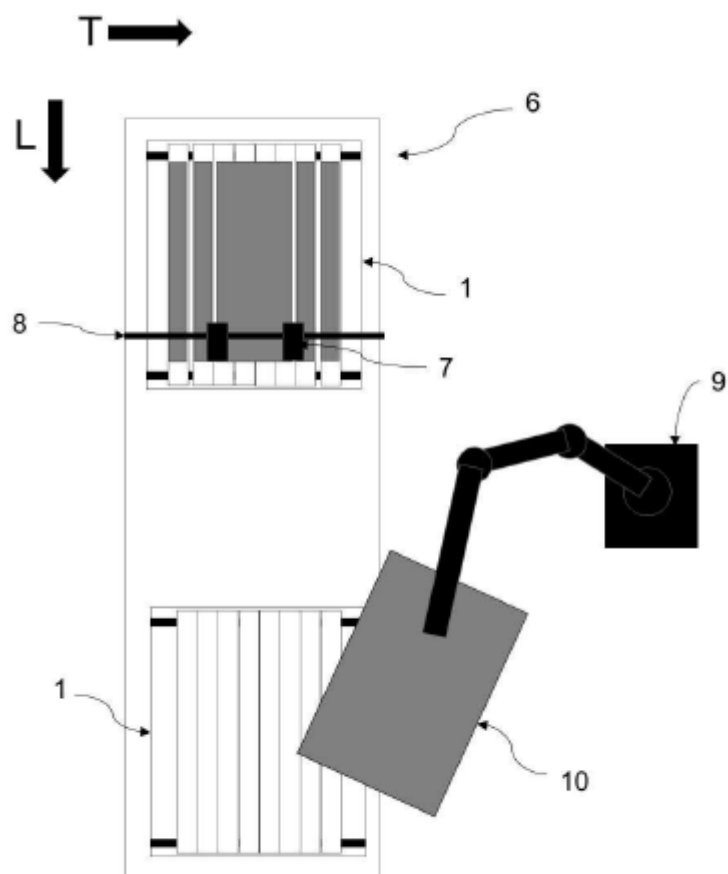


Fig. 5