

(19)



REPUBLIKA SLOVENIJA  
Urad RS za intelektualno lastnino

(10) SI 20835 A2

(12)

## PATENT S SKRAJŠANIM TRAJANJEM

(21) Številka prijave: 200100031

(51) MPK: B22D 11/00, B22D 13/00

(22) Datum prijave: 07.02.2001

(45) Datum objave: 31.08.2002

(72) Izumitelji: BIZJAK Milan, 1000 Ljubljana, SI;  
KOSEC Ladislav, 1000 Ljubljana, SI;  
KOSEC Borut, 1000 Ljubljana, SI;  
JERAM Bojan, 5282 Cerklje, SI

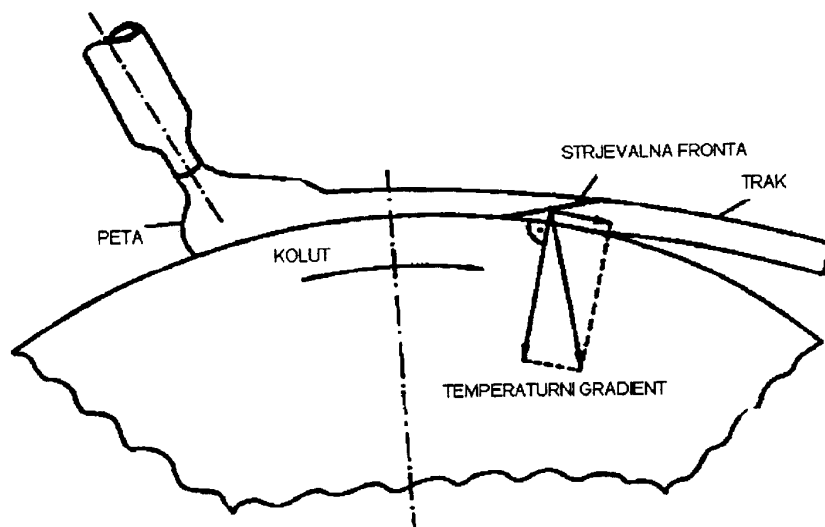
(73) Imetnik: BIZJAK Milan, Pustota 26, 5281 SP. IDRJA, SI

### (54) NAPRAVA ZA HITRO STRJEVANJE NA VRTEČEM SE KOLUTU S POSEBNO IZVEDBO NOSILCA TALILNEGA LONCA

(57) Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca omogoča tri postopke hitrega strjevanja na eni napravi in sicer prosto, ploskovno in povlečno strjevanje. Poleg omejenega rešuje problem izdelave željenih debelin in širin tankih trakov za različne zlitine. To nam omogoča nosilec talilnega lonca, ki je postavljen zraven vrtljivega koluta (1) tako, da omogoča enostavno nastavljanje polarnih koordinat ( $r$ ,  $\omega$ ), vpadnega kota ( $\alpha$ ) in razdalje ( $w$ ) med talilnim loncem (2) in

kolutom (1). Vpadni kot ( $\alpha$ ) curka taline na vrtljivi kolut spreminjamo z navojnim vretenom (10) in matico (11) in (12). Z navojnim vretenom (14) in matico (15) pa spreminjamo kot ( $\omega$ ). Navojni vreteni (10 in 14) sta dimenzionirani tako, da korak navoja pomeni natanko eno kotno stopinjo kota ( $\alpha$ ,  $\omega$ ). Z navojnim vretenom (9) vertikalno pomikamo držalo (4) po vodilu (5) in s tem nastavljamo razdaljo ( $w$ ) med talilnim loncem in kolutom.

SI 20835 A2



**BIZJAK Milan, KOSEC Ladislav, KOSEC Borut**

Univerza v Ljubljani, naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo  
Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

**JERAM Bojan**

Mostaniška 18, 5282 Cerklje

## **Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca**

Predmet izuma je naprava za prosto, ploskovno in povlečno strjevanje na vrtečem se kolutu (PPPSVK) s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca.

To je naprava za hitro strjevanje, ki omogoča prosto, ploskovno in povlečno strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca s šobo iz katere brizga talina na površino vrtečega se koluta. Izvedba nosilca talilnega lonca pa je tista, ki omogoči vse tri postopke hitrega strjevanja za različne zlitine na eni in isti napravi.

Hitro strjevanje ima pred klasičnim litjem nekatere prednosti, še posebno pri fleksibilnosti načrtovanja sestave zlitine in stopnje kontrole pri razvoju mikrostrukture. Pri postopkih hitrega strjevanja so dosežene velike ohlajevalne hitrosti med strjevanjem. Odvisno od postopka so te med  $10^2$  in  $10^6$  K/s in so zelo velike, če jih primerjamo s klasičnimi postopki litja. Vzporeden razvoj v metalurgiji prahov in pri postopkih hitrega strjevanja je omogočil izdelavo povsem novih zlitin.

Znani so razni načini hitrega strjevanja na hladilnih podlagah:

- prosto strjevanje na vrtečem se kolutu (CBMS – Chill Block Melt Spinning)

- strjevanje na ohlajevalni površini (PFC – Planar Flow Casting)
- povlečno strjevanje na vrtečem se kolutu (MD – Melt Drag Process)

Značilnosti posameznih postopkov hitrega strjevanja so nalednje:

Osnova **prostega strjevanja** na vrtečem se kolutu je v iztekanju taline skozi cilindrično šobo premera  $< 1\text{mm}$  na površino vrtečega se koluta. Pri kontaktu taline s površino je omogočen prenos toplote in strjevanje se začne. Nastali trak je širine do  $3\text{mm}$  in debeline pod  $80\ \mu\text{m}$ .

Za trakove širše od  $3\text{mm}$  se uporabljajo pravokotne šobe. Oddaljenost šobe od valja je približno enaka debelini traku, tako da talina ne izteka prosto skozi šobo. Širine trakov so enake širini pravokotne šobe in znaša tudi do  $150\text{mm}$ . Takšni trakovi se izdelujejo po **postopku hitrega strjevanja na ohlajevalni površini**.

Pri **povlečnem strjevanju** miniskus taline izstopa iz šobe in tako omogoča kontakt z rotirajočim valjem. Vspostavljena vez med talino in kolutom omogoča, da kolut vleče talino skozi šobo. Kontakt taline s valjem je na višini osi valja. Širina trakov je določena s širino šobe, debeline trakov pa so tudi do nekaj mm.

Navedeni postopki opisujejo metode in naprave za izdelavo določenih dimenzij (trakov) in hitrosti ohlajanja oziroma strjevanja, medtem, ko rešitve za izdelavo hitro strjenih trakov različnih dimenzij od nekaj  $10\ \mu\text{m}$  do nekaj mm z različnimi hitrostmi strjevanja, na eni napravi, ni podana. Za posamezne postopke tudi ni navedene rešitve nastavljanja mesta brizganja taline različnih zlitin na površino koluta.

Spremembe debeline trakov nastajajo s spreminjanjem pretoka, hitrostjo vrtenja koluta in mesta brizganja taline na kolut, vse pa se odraža v oblikovanju pete oziroma v dolžini pete (slika 1). Oblika oziroma dolžina pete je zelo pomembna pri obravnavi toplotnega in gibninskega prenosa in sicer pri različnih pogojih tvorjenja traku, posebno še na delež strjevanja, ki se zgodi znotraj pete. Ključni parameter je hitrost ohlajanja, ki je odvisna od mehanizma nastajanja trakov. Peta,

v kateri nastane trak, se pojavi v trenutku, ko talina brizgne na vrteči se kolut. Vpliv dimenzije pete se rezultira v debelini in širini trakov. Glavna karakteristika je dolžina pete, ki je ena najpomembnejših tehnoloških lastnosti hitrega strjevanja in hkrati osnova za nastanek traku znotraj pete.

Tehnični problem, ki ga rešuje izum je izdelava trakov dimenzij od nekaj  $10\mu\text{m}$  do nekaj mm po postopku (PPPSVK) hitrega strjevanja na hladilnem kolutu s hitrostjo ohlajanja od  $10^2$  in  $10^6$  K/s na eni napravi. Tehnični problem, ki ga rešuje izum je tudi nastavitve določenih kotov brizganja taline na hladilni kolut, kar nam omogoča uporabo naprave za hitro strjevanje trakov različnih dimenzij za različne zlitine. Rešitev tehničnega problema, s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca, omogoča enostavno in zanesljivo nastavljanje mesta izstopa taline iz šobe glede na površino koluta oziroma središčnico osi vrtečega se koluta.

Nosilec omogoča nastavljanje delovne točke (W) in s pomočjo delovnega koordinatnega sistema lahko nastavljamo  $(r, \varphi)$  koordinati polarnega sistema. Omenjen način nastavljanja omogoča nastavitve želenih vpadnih kotov taline glede na os koluta in razdaljo odprtine šobe od hladilne površine koluta. Držalo vzorca pa omogoča tudi nastavljanje različnih vpadnih kotov  $(\alpha)$  curka taline na hladilno površino koluta (slika 2). Z nosilcem, ki omogoča nastavljanje delovne točke (W) in koordinat  $(r, \varphi)$  je omogočena izdelava hitro strjenih trakov po treh različnih postopkih (prosto, ploskovno in povlečno hitro strjevanje) na eni napravi.

Slika 1 – Nastanek pete, ki jo oblikuje talina ob kontaktu s površino rotirajočega se koluta

Slika 2 – Delovna točka W, vpadni kot  $\alpha$  in polarni koordinati  $(r, \varphi)$

Slika 3 – Naris koluta z nosilcem talilnega lonca

Slika 4 - Stranski ris koluta z nosilcem talilnega lonca

Nosilec talilnega lonca, ki je postavljen zraven koluta (1) tako, da omogoča enostavno nastavljanje polarnih koordinat ( $r, \varphi$ ), vpadnega kota curka taline ( $\alpha$ ) in razdalje ( $w$ ) med talilnim loncem (2) in kolutom (1) je prikazan na sliki 2. Iz slike 3 in 4 je razvidno, da je nosilec talilnega lonca v točki (8), ki je v osi koluta (1) vrtljivo vpet na fiksno osnovo (7). Sestavljen je iz ročice (6), vodila (5) in držala (4). Talilni lonec (2) je fiksno vpet na držalu (4), ki hkrati nosi tudi grelna telo (induktivno tuljavo) talilnega lonca (3). Z navojnom vretenom (9) vertikalno premikamo držalo (4) po vodilu (5) in s tem nastavljamo razdaljo ( $w$ ) med talilnim loncem in vrtljivim kolutom (1). Z nastavljanjem razdalje ( $w$ ) med šobo talilnega lonca in površino koluta smo vspostavili pogoje za izbiro med postopkoma prostega strjevanja na vrtečem se kolutu in postopkom strjevanja na hladilni površini. Razdaljo smo nastavljali z navojnim vretenom (9). En obrat navojnega vretena (9) pomeni pomik držala (4) za 0,5 mm.

Vpadni kot ( $\alpha$ ) curka taline na vrtljivi kolut (1) spreminjamo s pomočjo navojnega vretena (10) in matic (11) in (12). Vrtilišče je v osi (13), ki hkrati spaja vodilo (5) in ročico (6) in je od središčnice koluta oddaljeno za razdaljo ( $r$ ). Ročica (6) je vrtljiva v točki (8), ki je v osi koluta (1). Z navojnim vretenom (14) in matico (15) tako spreminjamo kot ( $\varphi$ ). Navojni vreteni (10 in 14) sta dimenzionirani tako, da korak navoja pomeni natanko eno kotno stopinjo kota ( $\alpha$  in  $\varphi$ ), kar omogoča enostavno kontrolo in nastavitve kotov. Navojna vretena lahko rotiramo ročno ali z elektromotorjem. Seveda smo vpadna kota ( $\alpha$ ) in ( $\varphi$ ) curka taline spreminjali z rotiranjem vretena (10 in 14). Ustrezna kota smo dosegli takrat, kadar je nastala pravilna oblika pete. Na osnovi naših raziskav je bilo ugotovljeno, da je širina predvsem pa debelina trakov odvisna od oblike pete. Oblika pete predvsem njena dolžina je odvisna od vpadnega kota ( $\alpha$ ) in ( $\varphi$ ) curka taline na hladilno površino pri konstantni obodni hitrosti koluta. Pri vsaki spremembi obodne hitrosti koluta in zlitine smo spreminjali kota ( $\alpha$ ) in ( $\varphi$ ), da smo ohranili pravilno obliko pete in s tem dosegli željene hitrosti strjevanja in obliko trakov.

Z navojnima vretenoma (10 in 14) smo postavili talilni lonec z induktorjem v takšno pozicijo, da smo lahko napravo (PPPSVK) uporabili tudi za izdelavo debelejših trakov pri manjših hitrostih strjevanja po postopku povlečnega strjevanja.

Milan BIZJAK

## PATENTNI ZAHTEVKI

1. Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca je

**značilna po tem,**

da omogoča prosto, ploskovno in povlečno strjevanje na vrtečem se kolutu na eni in isti napravi, ki ga omogoča posebna izvedba nosilca talilnega lonca z enostavno nastavitvijo mesta šobe oziroma brizganja taline na površino rotirajočega koluta.

2. Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca je

**značilna po tem,**

da je mesto šobe določeno s kotoma ( $\alpha$  in  $\varphi$ ) in razdaljo  $w$ , z določitvijo kotov in razdalje lahko izbiramo postopek prostega, ali ploskovnega ali povlečnega strjevanja.

3. Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca je

**značilna po tem,**

da omogoča nastavljanje vpadnega kota brizganja taline ( $\varphi$ ) na os gredi in kota ( $\alpha$ ) na površino koluta (1), ki omogočata tudi pravilno oblikovanje pete pri različnih obodnih hitrostih in različnih talinah, ter tako omogoča kontrolo debeline trakov pri postopku prostega strjevanj in strjevanja na hladilni površini.

4. Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca je

**značilna po tem,**

da omogoča nastavitev kota ( $\alpha$ ) z navojnim vretenom (10), kota  $\varphi$ ) z navojnim vretenom (14) ter razdalje ( $w$ ) z navojnim vretenom (9), ki jih lahko rotiramo ročno ali preko koračnega elektromotorja.

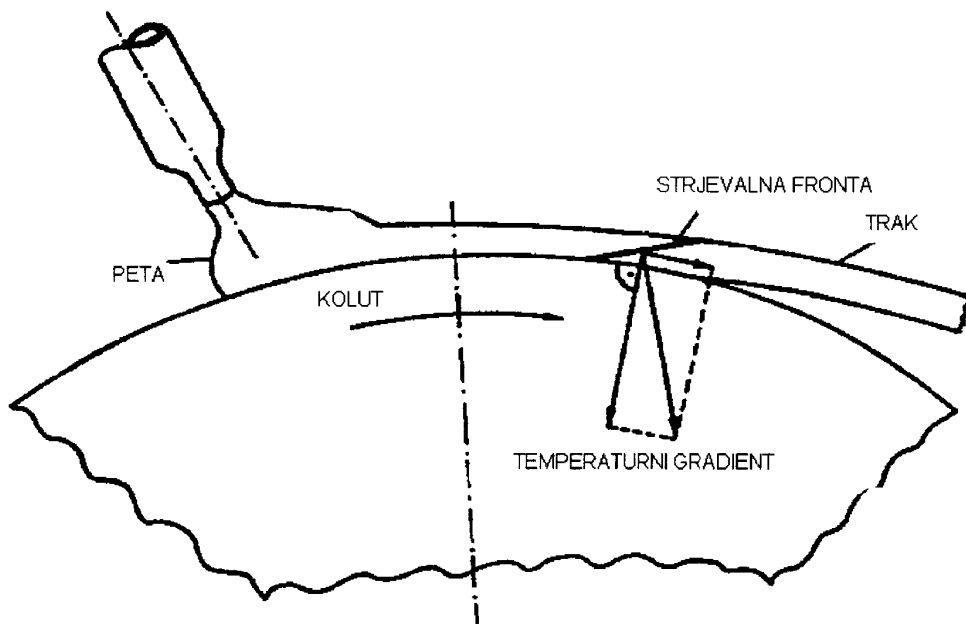
5. Naprava za hitro strjevanje na vrtečem se kolutu s posebno izvedbo nosilca talilnega lonca je

**značilna po tem,**

da omogoča izdelavi trakov različnih debelin in širin od nekaj  $\mu\text{m}$  do nekaj mmna eni napravi, kjer lahko dosežemo hitrosti strjevanja od  $10^2$  do  $10^6$  K/s.

Milan BIZJAK

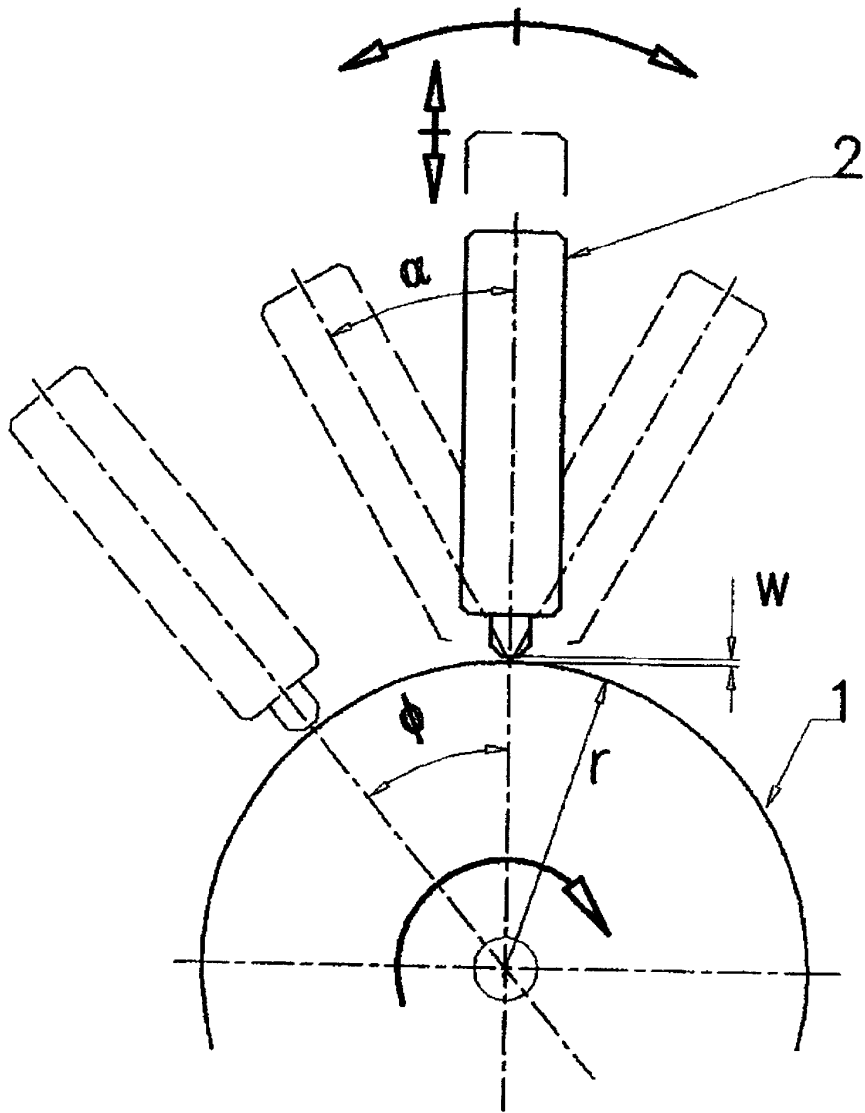
1/4



Slika 1

Milan BIZJAK

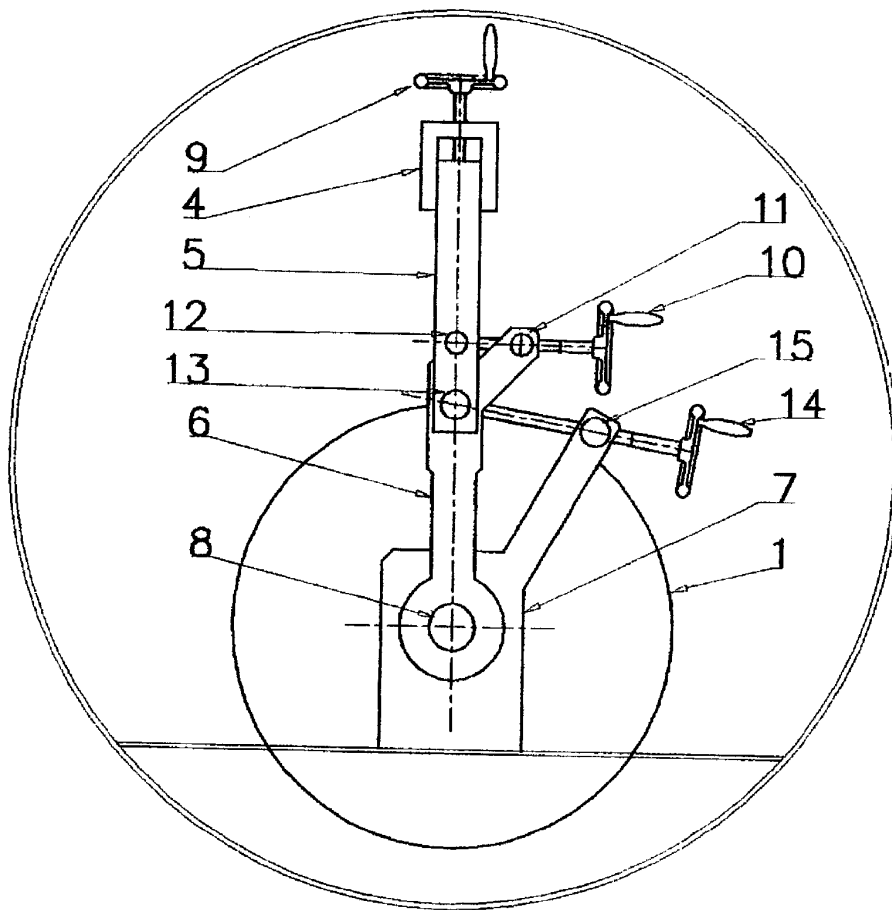
2/4  
1



Slika 2

Milan BIZJAK

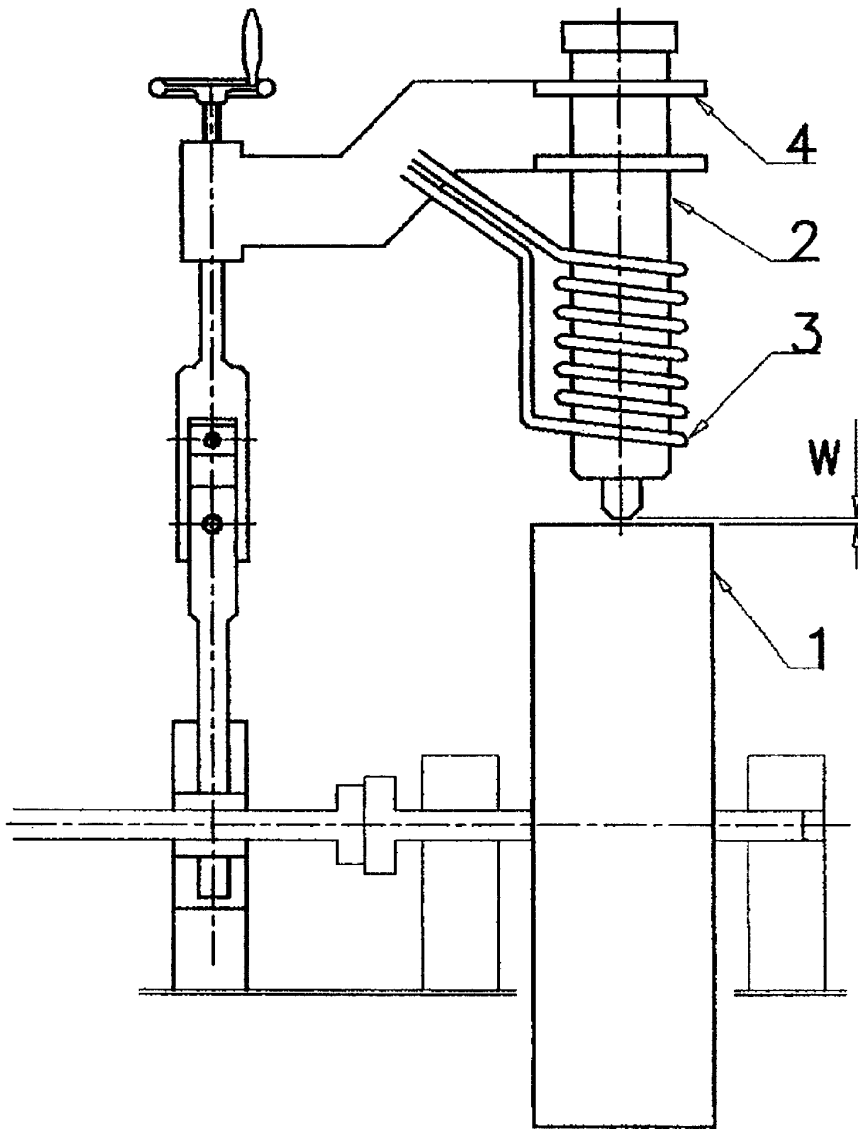
3/4



Slika 3

Milan BIZJAK

4/4



Slika 4

Milan BIZJAK