PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

4017-98

(19)

ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **09. 06. 97**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **07.06.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **96/1003293**

(33) Země priority: **NL**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17. 11. 99**
(Věstník č. 11/99)

(86) PCT číslo: **PCT/NL97/00325**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 97/46332**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[6]:

B 21 B 1/46
B 21 B 1/26
C 21 D 8/02
C 21 D 8/04

(71) Přihlášovatel:
HOOGOVENS STAAL B. V., IJmuiden, NL;

(72) Původce:
Cornelissen Marcus Cornelis Maria, Castricum, NL;
Groot Aldricus Maria, Heerhugowaard, NL;
Den Hartog Huibert Willem, Noordwijkerhout, NL;

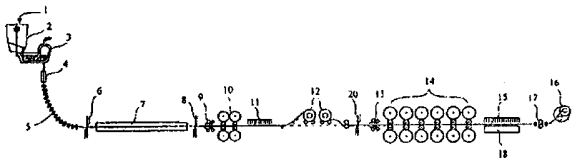
(74) Zástupce:
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4, 14000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob a zařízení pro výrobu ocelového pásu

(57) Anotace:

Podle způsobu pro výrobu ocelového pásu se roztavená ocel odlévá ve stroji pro plynulé lití do podoby plosky za využívání tepla souvisejícího s odléváním se přemisťuje přes zařízení pece, předválcovává na hrubo v předválcovacím zařízení a válcuje na hotovo v dokončovacím zařízení do podoby ocelového pásu s požadovanou tloušťkou přičemž se v nepřetržitém nebo částečně nepřetržitém postupu provádí: /a/ výroba fereticky válcovaného ocelového pásu, v jejímž průběhu se ploska válcuje v předválcovacím zařízení na hrubo v austenitickém rozsahu a po tomto válcování v austenitickém rozsahu se ochlazuje na teplotu, při níž se má ocel v podstatě feritickou strukturu, a ploska nebo část plosky se válcuje v dokončovacím zařízení na hotovo při rychlostech, jež v podstatě odpovídají vstupní rychlosti do dokončovacího zařízení, a při postupném ubírání tlouštěk, a válcuje se přinejmenším v jedné válcovací stolici řečeného dokončovacího zařízení ve feretickém rozsahu; /b/ výroba austeniticky válcovaného ocelového pásu, v jejímž průběhu se pás vystupující z předválcovacího zařízení ohřívá nebo udržuje teplotu v austenitickém rozsahu a válcuje se v dokončovacím zařízení v podstatě v austenitickém rozsahu na konečnou tloušťku a následně po tomto válcování se ochlazuje na teplotu ve feretickém rozsahu; a po dosažení požadované konečné tloušťky se fereticky nebo austeniticky válcovaný pás rozstříhává na díly s potřebnou délkou, které se následně navíjejí do svitků.



CZ 4017-98 A3

PV 4017-98
12.02.98

12049

Způsob a zařízení pro výrobu ocelového pásu

Oblast techniky

Tento vynález se týká způsobu pro výrobu ocelového pásu, kdy roztavená ocel se odlévá ve stroji pro plynulé lití do podoby plosky a při využívání horka souvisejícího s odléváním se přemisťuje přes zařízení pece, předválcovává se na hrubo v předválcovacím zařízení a válcuje se na hotovo v konečném válcovacím zařízení do podoby ocelového pásu s požadovanou tloušťkou a přepravuje se do zařízení pro další využití.

Dosavadní stav techniky

Takový způsob je znám z Evropské patentové přihlášky EP - 0 666 122.

Vynález je obzvláště výhodný pro zhotovování tenké plosky mající tloušťku menší než 150 mm, výhodně pak méně než 100 mm a výhodněji v rozmezí tloušťky od 40 mm do 100 mm.

EP - 0 666 122 uvádí způsob, podle něhož, následně po homogenizaci v zařízení tunelové pece, se plynule litá, tenká ocelová ploska válcuje v průběhu provádění určitého počtu kroků válcování za horka, což znamená v austenitické oblasti pásu s tloušťkou menší než 2 mm.

V zájmu dosažení takové konečné tloušťky ve válcovacích zařízeních a válcovacích tratích, která může být v praxi proveditelná, se navrhuje opětné zahřívání oceli přinejmenším po první válcovací stolici činností prostředků indukční pece.

Mezi strojem pro plynulé lití a zařízením tunelové pece se nachází střihací zařízení, které může provádět střihání tenké plosky na díly mající zhruba stejnou délku, přičemž tyto kusy se homogenizují v zařízení tunelové pec při teplotě přibližně od 1050°C do 1150°C. Po opuštění řečeného zařízení tunelové pece se mohou řečené kusy v případě potřeby znovu přeřezávat na poloviční plosky mající takovou hmotnost, která odpovídá hmotnosti svitku, jenž má být zhotoven. Každá polovina plosky se válcuje do podoby pásu s požadovanou

konečnou tloušťkou a následně se svinuje činností prostředků naviječího zařízení umístěného za válcovacím zařízením.

EP - A - 0 306 076 se zaměřuje na plynulý postup výroby feriticky válcovaného ocelového pásu a zařízení pro provádění tohoto postupu. Podle této publikace se ve stroji pro plynulé lití odlévá tenká ploska s tloušťkou menší než 100 mm, která se válcuje v austenitické oblasti, ochlazuje se do feritické oblasti a následně se naviji. Podle tohoto způsobu existuje plynulý postup oceli od stroje pro plynulé lití k naviječímu zařízení pro svinování feriticky válcovaného ocelového pásu.

DE-A-19 520 832 se týká způsobu a zařízení pro výrobu ocelového pásu majícího vlastnosti jako při válcování za studena. Cílem vynálezu podle DE-A-19 520 832 je vyvinout způsob, jenž nevyžaduje krok opětného zahřívání v austenitické oblasti. DE-A-19 520 832 navrhuje provádění jediného kroku předválcování bez opětovného ohřívání, po němž následuje ochlazování pásu do feritické oblasti a feritické válcování v teplotním rozmezí od 850°C do 600°C. Ve způsobu podle této publikace se ocelový pás zpracovává systémem od svitku ke svitku.

Podstata vynálezu

Cílem přihlašovaného vynálezu je vyvinout způsob známého typu, který nabízí širší možnosti a který navíc umožňuje výkonnější výrobu ocelového pásu. Na základě toho se způsob podle přihlašovaného vynálezu vyznačuje tím, že

(a) v případě výroby feriticky válcovaného ocelového pásu se ploska válcuje v předválcovacím zařízení na hrubo v austenitickém rozsahu a po válcování v austenitickém rozsahu se ochlazuje na teplotu, při níž má ocel v podstatě feritickou strukturu, a ploska nebo část plosky se válcuje v dokončovacím zařízení na hotovo při rychlostech, které v podstatě odpovídají vstupní rychlosti do dokončovacího zařízení, a při postupném zmenšování tlouštěk, a válcuje se přinejmenším v jedné stolici dokončovacího zařízení ve feritickém rozsahu;

(b) v případě výroby austeniticky válcovaného ocelového pásu se pás vycházející z předválcovacího zařízení zahřívá nebo

12.02.99

udržuje v rozsahu austenitické oblasti a válcuje se v dokončovacím zařízení v podstatě v austenitickém rozsahu na konečnou tloušťku, přičemž následně po tomto válcování se ochlazuje na teplotu ve feritickém rozsahu;
a po dosažení požadované konečné tloušťky se feriticky nebo austeniticky válcovaný pás rozřezává na díly s potřebnou délkou, které se následně svinují.

V tomto kontextu se pásem rozumí ploska se zmenšenou tloušťkou, a to jak před, tak i po dosažení konečné tloušťky.

Tento způsob se výhodně provádí jako nepřetržitý nebo částečně nepřetržitý výrobní postup.

Základem tohoto vynálezu je řada nových a vynálezeckých myšlenek.

Jedna nová myšlenka spočívá v tom, že je možné uplatnit způsob, podle něhož se v souladu s dosavadním stavem v této oblasti techniky vyrábí pouze za horka válcovaný pás, kdy kromě austeniticky válcovaného ocelového pásu se může získávat feriticky válcovaný ocelový pás s vlastnostmi za studena válcovaného ocelového pásu v podmínkách používání v podstatě stejných prostředků.

Toto otevírá možnost výroby širšího rozsahu ocelových pásů v zařízení, které je samo o sobě známé, což konkrétněji znamená, že se stávajícím zařízením je možné vyrábět ocelové pásy, které mají podstatně vyšší přidanou hodnotu na trhu. Navíc, jak bude rozvedeno v dalším textu, tento způsob poskytuje obzvláštní výhodu v případě válcování feritického pásu.

Základem druhé nové myšlenky je předpoklad, že podstatné výhody mohou být dosaženy s použitím způsobu, ve kterém se nepoužívá výrobní postup od svitku ke svitku, ale uplatňuje se částečně nepřetržitý nebo nepřetržitý výrobní postup, v jehož průběhu se jedna nebo více než jedna ploska válcuje do pásu s požadovanou konečnou tloušťkou. Částečně nepřetrženým výrobním postupem se rozumí postup, v jehož průběhu se z jedné plosky zhotovuje určitý počet svitků, upřednostňovaně pak více než tři a upřednostňovaněji více než pět svitků s obvyklými rozměry svitků, jejichž pásy se válcují na

konečnou tloušťku v nepřetržitém výrobním postupu nejméně v dokončovacím zařízení. V nepřetržitém válcovacím postupu nebo po průchodu předválcovacím zařízením se plosky nebo pásy připojují k sobě, aby se v dokončovacím zařízení mohl provádět nepřetržitý válcovací postup, přičemž na jedné straně se v částečně nepřetržitém nebo nepřetržitém výrobním postupu neprovádí žádné spojování ocelového materiálu ve stroji pro plynulé lití a ocel se válcuje v dokončovacím zařízení na straně druhé.

Výchozím bodem pro známý způsob výroby ocelového pásu je za horka válcovaný svitek, který se rovněž vyrábí podle EP 0 666 112, v němž se uvádí, že plosky se stříhají na díly s požadovanou hmotností svitku. Za normálních okolností má tento druh za horka válcovaného svitku hmotnost od 16 do 30 tun. Tento způsob výroby má závažné nedostatky. Jeden z těchto nedostatků spočívá v tom, že v případě velkého poměru šířky a tloušťky získaného ocelového pásu je ovládání tvaru, nebo-li změn tloušťky napříč po šířce pásu, velmi obtížně dosažitelné. Ovládání tvaru je značným problémem zejména tehdy, když pás vstupuje do dokončovacího zařízení a když z dokončovacího zařízení vystupuje. Kvůli přerušování postupu materiálu a obzvláště kvůli souvisejícím nerovnoměrnostem tahových a teplotních rozdílů v pásu nebude chování hlavy a ocasu oceli určené k válcování za tepla v prostřední části válcovacího zařízení vždy stejné. V praxi se používají vyspělé postupové a samopřizpůsobovací řídicí systémy a numerické modely, které usilují o to, aby hlava a ocas mající špatný tvar byly udržovány co nejkratší. Přes tato opatření musí být hlava a ocas každého svitku dána do odpadu a to může představovat až několik desítek metrů, na nichž se projevují tendence změn tloušťky převyšujících čtyřikrát i vícekrát povolenou hodnotu.

V případě zařízení, která se používají v současné době, se za prakticky dosažitelné maximum poměru šířka/tloušťka austeniticky válcovaného pasu považuje hodnota 1200 až 1400; jakýkoli větší poměr šířka/tloušťka vede k vytvoření příliš dlouhé hlavy a ocasu před dosažením ustáleného stavu, čímž se zvyšuje podíl odpadu.

12.02.99

Na druhé straně je však třeba poznamenat, že kvůli materiálové úspornosti při zpracovávání jak austeniticky válcovaného, tak i za studena a za tepla válcovaného pásu existuje potřeba větší šířky při nezměněné nebo zmenšené tloušťce. Trh vyžaduje poměry šířka/tloušťka vyšší než 2000, avšak z uvedeních důvodů není možné takové poměry dosahovat s použitím známého způsobu.

Způsob podle přihlašovaného vynálezu umožňuje výhodné předválcovávání ocelového pásu vystupujícího ze zařízení pece na hrubo v nepřetržitém postupu v austenitickém rozsahu, válcování v dokončovacím zařízení na konečnou tloušťku a následné odstřihávání pásu na střihacím zařízení na požadované délky a jejich navíjení do svitků.

V částečně nepřetržitém postupu se ploska s potřebnou délkou podrobuje homogenizaci v zařízení pece, po čemž následuje se předválcování na hrubo a konečné válcování, přičemž se výhodně nekoná žádné meziskladování, ale ploska se zavádí do předválcovací stanice a válcovací stanice a provádí se válcování.

Rychlost lití plosek s obvyklou tloušťkou je přibližně 6 m/min. Je však výhodné, když se přinejmenším dokončovací válcování provádí při takové rychlosti válcování, která je založena na rychlosti, syntézním litím přibližně 12 m/min. Toto by mohlo být dosahováno při používání víceproudového licího stroje nebo několika licích strojů. Souběžně odlévané plosky se mohou spojovat k sobě a tím vytvářet nekonečnou plosku. Jinou aternativou je spojování plosek předválcováním v kombinaci s případným využitím naviječí skříně pro dočasné skladování. V obou situacích je možné seřizovovat dokončovací zařízení pro nepřetržitý provoz.

Rovněž existuje možnost souvislého plnění zařízení pece s použitím vícenásobných pramenů nebo několika licích strojů a za těchto okolností je možné po celou dobu uplatňovat částečně nepřetržitý postup. Rovněž je možné provádět výrobu systémem od svitku ke svitku odřezáváním krátkých plosek, ačkoli toto nenabízí všechny výhody částečně nepřetržitého nebo nepřetržitého výrobního postupu.

12.02.99

Částečně nepřetržitý nebo nepřetržitý výrobní způsob má řadu výhod.

Při provádění známého způsobu, kdy se provádí válcování systémem od svitku ke svitku, musí být každý pás, který se po válcování svinuje, dodán do válcovací stolice. Jestliže se vyžaduje malá konečná tloušťka, spočívá při zavádění pásu do válcovací stolice povrch jednoho válce na povrchu dalšího válce a konečná tloušťka se dosahuje působením prostředků pružného kroucení válců a válcovací stolice. Kromě potíží při řízeném vytváření konečné tloušťky tento známý způsob vykazuje další nedostatky v tom, že vstupní rychlost je nízká a že v průběhu válcování nelze provádět mazání, protože v takovém případě by mazání snižovalo tření natolik, že účinek činnosti válců na pás by nepostačoval.

V částečně nepřetržitém nebo nepřetržitém válcovacím postupu se pás zavádí do zařízení poté, kdy už byl před tím z pásu vytvořen určitý počet svitků. Nyní je možné zavádět pás ještě jednou bez mazání a poté se mazání provádí v průběhu válcovacího procesu. Mazání v průběhu válcování má řadu výhod; menší opotřebovávání válců, snižování válcovacích sil a v důsledku toho dosahování menších konečných tlouštěk, lepší rozložení tlaku na celém průřezu pásu a tím dokonalejší řízení kvality struktury.

Nepřetržité nebo částečně nepřetržité válcování má navíc výhodu dosahování většího rozsahu poměru šířka/tloušťka pásu válcovaného na konečnou tloušťku, vytváření nižší koruny a uplatňování vyšší výstupní rychlosti pásu po posledním válcovacím průchodu.

Zkoušky, modelové situace a matematické modely dokazují, že při uplatňování způsobu podle přihlašovaného vynálezu je možné dosahovat poměr šířka/tloušťka větší než 1800, výhodněji 1800 a v podmínkách potřebně vysoké rychlosti válcování více než 2000 v případě austeniticky a feriticky válcovaného materiálu. Upřednostňovaně se používá tenká ploska mající při výstupu ze stroje pro plynulé lití tloušťku od 40 mm do 100 mm. Mezi jinými věcmi souvisejícími s větší volností při volbě tvaru formy a dokonalejším ovládáním proudění ve formě se tloušťka plosky výhodně zmenšuje po výstupu z formy za

12.02.98

situace, kdy je jádro ještě roztaveno. Ubírání tloušťky se obecně pohybuje v rozsahu od 20% do 40%. Výhodná tloušťka plosky při vstupu do zařízení pece se pohybuje v rozsahu od 60 mm do 80 mm. Bylo předvedeno, že je možné provádět válcování tenké plosky s výše uvedenou tloušťkou v austenitickém rozsahu na konečnou tloušťku 0,6 mm nebo dokonce méně. Proto je možné dosahovat při šířce plosky či pásu 1500 mm nebo více výsledný poměr šířka/tloušťka 2500 i s použitím dosavadního stavu techniky.

Takto bude zkušenému odborníkovi v této oblasti techniky zřejmé, že v podmínkách používání dosavadního stavu techniky je možné dosahovat nižší poměry šířek/tlouštěk, avšak tyto poměry jsou stále vyšší než 1500.

Zvláštním znakem tohoto vynálezu není pouze možnost dosahování vyšších poměrů šířek/tlouštěk, ale existuje také možnost vytváření podstatně menší konečné tloušťky v austenitickém rozsahu, než se do současnosti považovalo za možné a prakticky proveditelné.

Při austenitickém válcování, které se rovněž označuje jako válcování za horka, se přísně usiluje o to, aby se zabránilo válcování v takovém teplotním rozsahu, v němž se austenitický a feritický materiál nachází současně, protože v této takzvané dvoufázové oblasti není možné předpovědět chování struktury materiálu. Významným důvodem pro takové opatření je skutečnost, že při snižování teploty z přibližně 910°C rychle klesá procentuální množství austenitického materiálu. V závislosti na procentuálním množství uhlíku se při teplotě přibližně 850°C více než 80% oceli přeměňuje na ferit.

Při válcování ve dvoufázové oblasti, která se převážně nachází mezi 850°C a 920°C, není procentuální množství austenitu a feritu rozloženo rovnoměrně kvůli nevyhnutelné nerovnoměrnosti teploty na průřezu pásu. Protože přeměňování austenitu na ferit je doporovázeno tepelnými projevy, objemovými projevy a tvarovými projevy, nestejnoměrné rozložení austentitu - feritu způsobuje velmi obtížně dosahovatelné řízení tvaru a struktury pásu. V praxi existuje známá možnost vyhnutí se válcování ve dvoufázová oblasti, která vychází

12.02.99

z toho, že v austenitickém rozsahu se neválcuje na konečnou tloušťku menší než 1,5 a ve výjimečných případech ne menší než 1,2 mm. Postup částečně nepřetržitého nebo nepřetržitého válcování však otvírá cestu k dosahování menších tlouštěk až do 0,6 mm v austenitickém rozsahu. Výhodně se používá tenká ploska mající tloušťku v rozsahu uvedeném v předcházejícím textu. Obvyklou praxí je homogenizování plosky v zařízení pece v oblasti od 1050°C do 1200°C a upřednostňovaně od 1100°C do 1200°C, tedy přibližně 1150°C. V souladu s částečně nepřetržitým nebo nepřetržitým postupem je pás souvisle veden linkou, a to výhodně přímočaře před a za střihacím zařízením, které odstřihává části pásu mající požadovanou délku. Proto je možné udržovat vysokou rychlost válcování bez nebezpečí toho, že se pás stane neřiditelný v důsledku aerodynamických účinků. Bylo předvedeno, že existuje dobrá možnost dosahování konečné tloušťky v austenitické oblasti 0,6 až 0,7 mm při výstupní rychlosti z poslední válcovací stolice, která je nižší než 25 m/s. V závislosti na počtu válcovacích stolic v dokončovací válcovací stanici a složení oceli jsou tyto hodnoty rovněž dosahovatelné při výstupní rychlosti přibližně 20 m/s.

Způsob podle tohoto vynálezu velmi účinně zdůrazňuje skutečnost, že se používá tenká ploska. V doposud známém válcování za horka se používá ploska mající přibližnou tloušťku 250 mm. Taková ploska má okrajovou oblast s šířkou přibližně 100 mm na obou stranách plosky, v níž se projevuje pokles teploty o přibližně 50°C, což znamená, že okrajové oblasti jsou podstatně chladnější než prostřední části. Austenitické válcování takové plosky se může provádět jen do doby, která je ohraničena vstupem okrajových oblastí do dvoufázového, austenitického/feritického rozsahu. V případě tenkých plosek jsou tyto okrajové oblasti podstatně menší, a to jen několik milimetrů, takže pokles teploty v těchto okrajových oblastech je rovněž podstatně menší (jen několik stupňů, 5°C až 10°C). Jestliže austenitické válcování začíná od tenkých plosek, pak je výsledkem získání podstatně většího austenitického pracovního rozsahu.

12.02.99

Způsob podle tohoto vynálezu má rovněž výhodu v tom, že souvisí s tvarem. Pro lepší vedení pásu různými válcovacími stolicemi má pás takzvanou korunu, což je poněkud tlustší prostřední část pásu. Z důvodu znemožnění tendence kroucení pásu v jeho podélném směru by řečená koruna měla mít stálou hodnotu v průběhu celého válcovacího postupu. To znamená, že v průběhu zmenšování tloušťky se relativní hodnota tloušťky zvyšuje. Takto vysoká koruna je však nežádoucí. Na druhé straně je třeba respektovat skutečnost, že vedení stran pásu s malými tloušťkami je nemožné.

Ve způsobu podle tohoto vynálezu se pás nepřetržitě zavádí do naviječího zařízení, takže vedení stran není nutné a postačuje nižší koruna.

Způsob podle přihlašovaného vynálezu poskytuje možnost výroby pásu s novou kombinací struktury (austenitické válcování na konečnou tloušťku) a konečné tloušťky (méně než 1,2 mm a upřednostňovaně méně než 0,9 mm). Takové ocelové pásy nalézají nová využití.

Do současné doby se uplatňuje známá praxe, že v případě zpracovávání ocelového pásu s tloušťkou menší než 1,2 mm se austeniticky válcovaný pás válcuje za studena na potřebnou tloušťku i tehdy, když nejsou stanoveny požadavky na kvalitu a tvarovatelnost, které je možno dosahovat při válcování za studena.

Jako příklady výsledků takového zpracovávání lze uvést ocelové díly, které vyžadují pouze omezenou tvarovatelnost a/nebo povrchovou kvalitu a kterými jsou například radiátory pro ústřední topení, vnitřní díly pro automobily, panely pro stavebnictví, válcové bloky a trubky.

V souvislosti s tím způsob podle přihlašovaného vynálezu poskytuje novou kvalitu oceli s využitím v oblastech, v nichž se doposud používala podstatně nákladnější ocel válcovaná za studena.

Další výhoda způsobu podle tohoto vynálezu je založena na jeho využitelnosti při výrobě vysoce pevné oceli s takovou tloušťkou, kterou nebylo možno doposud dosáhnout v podmínkách přímé výroby. Tato vysoce pevná ocel se například vyžaduje v průmyslu hybných strojů. V případě výroby vysoce pevné oceli

12.02.99

s malou tloušťkou je známo válcování austenitického ocelového pásu, poté válcování tohoto pásu za studena na požadovanou nou tloušťku a následně získání požadovaných vlastností vysoké pevnosti opětovým ohříváním pásu do austenitického rozsahu a navazujícím řízeným ochlazováním.

Uplatňováním způsobu podle přihlašovaného vynálezu je možné zhotovovat vysoce pevnou ocel s požadovanou tloušťkou v podmínkách přímé výroby. Jak již bylo uvedeno, tenká ploska má stejnoměrné rozložení teploty, která na jedné straně umožňuje dosahování velmi malých konečných tlouštek a na druhé straně umožňuje válcování ve dvoufázové oblasti při homogenní struktuře. Výsledkem je to, že dokonce i dvoufázová oblast umožňuje získávání řízeně zpracovávané struktury s malými tloušťkami. Volbou válcovací teploty a válcovacího ztenčování s ohledem na složení oceli (usazovací tvarovací složky) a ochlazování se mohou vytvářet podmínky pro výrobu požadované oceli s vysokou pevností levným a výkonným způsobem. Takto je možné vyrábět vysoce pevné oceli s normální tloušťkou přímým výrobním postupem. Takové tenké oceli s vysokou pevností jsou obzvláště důležité pro průmysl hybných strojů, kde existuje potřeba pevných, avšak lehkých konstrukcí souvisejících s bezpečností a spotřebou energie. Toto rovněž otvírá cestu k využití nových rámových konstrukcí pro automobily. Příklady takových vysoce pevných ocelí jsou takzvané dvoufázové oceli a "TRIP" oceli, jejichž složení a vlastnosti jsou tímto zahrnuty do textu tohoto vynálezu ve formě odkazu. Proto při výrobě vysoce pevné oceli s malými tloušťkami se válcování provádí ve dvoufázové oblasti. Tento způsob je jedním z provedení tohoto vynálezu, které je záměrně včleněno do kroku s označením (b).

Větší pracovní oblast ve vztahu k homogenizační teplotě, rychlost válcování a teplota u výstupu z dokončovací válcovací stolice se získává při uplatňování takového provedení způsobu podle přihlašovaného vynálezu, v němž přinejmenším jeden krok ztenčování se provádí ve feritické oblasti.

V této souvislosti se feritickou oblastí rozumí teplotní rozsah, ve kterém přinejmenším 75% a výhodněě 90% materiálu má feritickou strukturu. Je výhodné, když se výrobní postup

12.02.99

vyhýbá takovému teplotnímu rozsahu, v němž jsou obě fáze přítomny současně. Na druhé straně je výhodné provádění feritických válcovacích kroků při tak vysoké teplotě, která umožní rekrystalizování ochlazované oceli ve svitku. V případě oceli s nízkým obsahem uhlíku, která má obsah uhlíku vyšší než přibližně 0,03%, se ochlazovací teplota výhodně nachází v rozsahu od 650°C do 720°C a v případě oceli s velmi nízkým obsahem uhlíku, která má obsah uhlíku menší než 0,01%, se ochlazovací teplota svitku výhodně nachází v rozsahu od 650°C do 770°C. Takový feriticky válcovaný ocelový pás je vhodný jako náhrada za známé, za studena válcované ocelové pásy nebo jako výchozí materiál pro další válcování za studena, které se provádí známým způsobem a má známé způsoby využívání.

V případě oceli s nízkým obsahem uhlíku se ve feritickém válcovacím kroku vytváří ocelový pás, který po rekrystalizaci ve svitku má hrubozrnnou strukturu, a proto má poměrně nízkou mez průtažnosti. Takový pás je vysoce využitelný pro další zpracovávání pomocí prostředků známých postupů válcování za studena. Požadovaně tenký pás je také vhodný při nahrazování za studena válcovaného pásu v celé řadě existujících způsobů využívání. Výhoda používání oceli s velmi nízkým obsahem uhlíku (obsah uhlíku je menší než přibližně 0,01%) spočívá v tom, že taková ocel má nízký odpor proti deformování při vysoké teplotě ve feritickém rozsahu. Navíc tento druh oceli nabízí možnost jednofázového válcování ve velkém teplotním rozsahu. Proto může být postup popisovaný v tomto vynálezu velmi výhodný v případě zpracovávání oceli s velmi nízkým obsahem uhlíku, kdy lze zhotovovat ocelový pás s dobrými deformačními vlastnostmi. Takto zhotovený pás se může dále zpracovávat běžně známým způsobem, jako je moření, případně válcování za studena, žíhání nebo opatřování kovovým povlakem či válcování při zvýšené teplotě. Rovněž je možné provádět potahování organickými povlaky.

Částečně nepřetržitý nebo nepřetržitý způsob podle tohoto vynálezu poskytuje možnost využívání jednoduchého zařízení při provádění řady výrobních postupů, jejichž výsledkem jsou ocelové pásy s novými vlastnostmi zavisejícími na nastavené teplotě a volbě režimů válcování. Je možné provádět válcování

12.02.99

pásu austeniticky, austeniticky/feriticky ve dvoufázovém rozsahu nebo na základě feritického rozsahu. S ohledem na teplotu tyto rozsahy na sebe téměř navazují, avšak válcování v těchto rozsazích vytváří pás s různými možnostmi využití.

Způsob podle tohoto vynálezu je obzvláště výhodný tehdy, když se uplatňuje v nepřetržitém provedení. V částečně nepřetržitém provedení se válcují plosky, jež mají praktickou délku. Důvodem je to, že s použitím licích strojů, které jsou v současné době k dispozici, nestačí přísun hmoty požadované rychlosti válcovacího postupu.

Pokud jde o proudění ve formě, je mezi jinými opatřeními možné zlepšit vnitřní čistotu a kvalitu povrchu použitím dvou nebo více pólových elekromagnetických brzdičů (přihlašovatel používá zkratku "EMBR" pravděpodobně podle anglického výrazu "electromagnetic brake"). Řízení proudu ve formě je rovněž možné s týmž užitečným výsledkem v případě použití podtlakové mezipánve, a to buď v kombinaci s elektromagnetickým brzdičem (EMBR) nebo bez něho.

Další výhodou použití elektromagnetického brzdiče (EMBR) a/nebo zmíněné podtlakové mezipánve je možnost dosažení vyšší rychlosti lití.

Je zjevné, že pro řízení tvaru pásu je přijatelná daleko jednodušší regulace se zpětnou vazbou.

Je výhodné, když se v kroku (a) feritický pás naviji po výstupu z dokončovacího zařízení do svitku v naviječím zařízení při naviječí teplotě nad 650°C. Takto ocel může ve svitku rekrystalizovat, takže zvláštní krok rekrystalizace se tím stává přímo navazujícím krokem.

Obecným problémem austenitického a feritického válcování oceli je ovládání teploty oceli v kombinaci s počtem válcovacích kroků a mírou ztenčování v průběhu jednoho kroku.

Jestliže se zvolí vhodná změna tloušťky z austenitického rozsahu do feritického rozsahu, poskytuje navrhovaný postup výhodu v tom, že se odvrací nežádoucí válcování v takzvané dvoufázové oblasti, v níž se austenitický materiál přeměňuje na feritický materiál a jak feritický, tak i austenitický materiál existují současně.

12.02.99

Pokud se provádí přiměřená volba homogenizační teploty v zařízení pece, nastavování jednotlivých stupňů ztenčování a rychlostí válcování, je možné dosahovat hodnoty požadovaného celkového ztenčování bez klesání teploty pod teplotní úroveň přechodu. Toto je důležitější, protože při vysokých úrovních teplot souvisejících s ochlazováním z austenitické oblasti, závisí procentuální podíl austenitu podstatně více na teplotě než na tom, jsou-li teploty v průběhu přechodu na plně feritický materiál nižší.

To umožňuje zahajování dokončovacího postupu feritického ztenčování při teplotě, která je poměrně vzdálená od teplotní úrovně přechodu, za situace, je už přítomno téměř sto procent feritu a přítomný podíl austenitu je natolik zanedbatelný, že vůbec neovlivňuje výsledné vlastnosti výrobku. Navíc množství feritu v tomto teplotním rozsahu závisí pouze v omezené míře na teplotě. Při plně austenitickém válcování je základním cílem udržování oceli na minimální teplotě v daném rozsahu. V případě volby jedné nebo několika ztenčovacích etap ve feritické oblasti existuje v této souvislosti pouze jeden požadavek nepřekročení určitého maxima teploty. Dosahování takového požadavku je všeobecně snadné.

Toto je rovněž účinné v tom, že, navzdory ztenčování prováděného ve feritickém rozsahu, může být teplota v průběhu celého feritického válcovacího postupu udržována nad nebo v okolí teploty, při které probíhá spontánní rekrystalizace ve svitku. Navzdory přechodové teplotě 723°C je v praxi možné zahájit dokončovací postup feritického válcování oceli s určitou mírou obsahu uhlíku při teplotě přibližně 750° a až do 800°C nebo dokonce do 850°C v případech, kdy jsou přijatelné vysoké koncentrace austenitu, a to například 10%.

Pokud existuje takový záměr, který má souvislost s právě uváděnými hodnotami, je možné uplatňovat dokonce větší míru volnosti v případech použití oceli třídy ULC (velmi nízký obsah uhlíku) nebo ELC (zvláště nízký obsah uhlíku), kdy tyto třídy oceli vykazují obsah uhlíku menší než přibližně 0,04%.

Upřednostňované provedení způsobu podle přihlašovaného vynálezu, jež nabízí více možností volby parametrů válcování ve feritickém rozsahu, se vyznačuje tím, že po výstupu

12.02.99

z dokončovacího zařízení a před naviјením, pokud se provádí, se feritický ocelový pás ohřívá na teplotu, která je vyšší než rekrystalizační teplota, a že ohřívání se výhodně provádí generováním elektrického proudu v pásu činností indukční pece. V důsledku ohřívání pásu po výstupu z dokončovacího zařízení na teplotu, jež je vyšší než řečená rekrystalizační teplota, se připouští větší pokles teploty při dokončování. V souvislosti s tím se může rovněž dosahovat větší volnost při volbě vstupní teploty, ztenčenčovacího ubrání na jeden válcovací průchod, počtu válcovacích průchodů a všech možných přídavných kroků výrobního postupu.

Obzvláště v případě oceli pod Curieovým bodem teploty a s obvyklou konečnou tloušťkou mezi 2,0 mm a 0,5 mm je indukční ohřívání vhodným postupem, který se může provádět se všeobecně dostupnými technickými prostředky.

Další zvláštní výhoda tohoto provedení podle vynálezu souvisí s rychlostí lití současné generace průmyslově dostupných strojů pro plynulé lití tenkých ocelových plosek. Takové stroje pro plynulé lití mají rychlost lití, což je rychlost, při které litá ploska vystupuje ze stroje pro plynulé lití, přibližně 6 m/min. v případě plosky tenčí než 150 mm a obzvláště tenčí než 100 mm. V případě uplatnění dosavadního stavu v této oblasti techniky by taková rychlost způsobovala bez zvláštních opatření problémy při výrobě feritického pásu v plně nepřetržitém provozu podle tohoto vynálezu. Avšak uvedený způsob, ve kterém se ocelový pas ohřívá po výstupu z dokončovacího zařízení, připouští možnost větší pokles teploty v dokončovacím zařízení a tím i válcování při nižší vstupní rychlosti. Toto výhodné provedení otvírá cestu k plně nepřetržitému várobnímu postupu dokonce s použitím strojů pro plynulé lití, které jsou v současných ocelářských provozech provozech k dispozici.

Na modelových zkouškách a matematických modelech bylo dokázáno, že rychlosti lití přibližně 8 m/min. nebo vyšší umožňují provádět plně nepřetržitý výrobní postup válcování feritického pásu. V podstatě by pak bylo možné vynechat jakékoli ohřívání, které následuje po dokončovacím válcování.

12.02.99

Jak již však bylo uvedeno, může se v zájmu zachování větší volnosti volby válcovacích parametrů rovněž projevit jako žádoucí i krok ohřívání, a to obzvláště ohřívání okrajů pásu.

Obzvláště v případě provádění způsobu výroby feritického pásu a v případě rozdílu mezi rychlostí lití a požadovanou rychlostí válcování dokončovacích válců s ohledem na ztenčování tloušťky se upřednostňuje lití plosky v jednotlivých dílech s co největší délkou, která je za daných podmínek prakticky proveditelná.

Tato délka bude vymezena na horní straně vzdáleností mezi výstupem ze stroje pro plynulé lití a vstupem do první válcovací stolice předválcovacího zařízení. Aby se usnadnilo provádění tepelné homogenizace odlité plosky, bude v takových případech při provozu ploska odřezávána na díly s přibližně stejnou délkou, jako je délka zařízení pece. V provozních podmínkách to představuje díly s délkou přibližně 200 metrů, kdy z jednoho takového dílu se může vyrábět v nepřetržitém postupu zhruba pět až šest svitků pásu s obvyklými rozměry, přičemž takový výrobní postup je zde rovněž označován výrazem částečně nepřetržitý postup.

Ovzvláště vhodným postupem je plnění zařízení pece odlitými ploskami nebo díly plosek bez ohledu na to, zda se provádělo předběžné ubírání tloušťky. Zařízení pece takto slouží jako zadržovací prostor pro zásobu plosek, dílů plosek nebo pásů, které mohou poté podstupovat částečně nepřetržitý postup austenitického válcování a, existuje-li takový záměr, následný postup feritického válcování bez jakýchkoli již zmiňovaných projevů tepelných ztrát na hlavě a ocase.

Za účelem získání dílů s požadovanou délkou se mezi strojem pro plynulé lití a zařízením pece umisťuje stříhací zařízení, které je samo o sobě známo.

Je výhodné, aby se pro zlepšení homogenity odlitých plosek a sladění vyšší rychlosti válcování předválcovacího zařízení a/nebo dokončovacího zařízení včlenil do výrobního postupu krok, který bude organizovat přísun plosky nebo dílů plosky do zařízení pece při nižší rychlosti, než je výstupní rychlost ze zařízení pece.

12.02.99

V případě výroby austeniticky válcovaného ocelového pásu nebo za za horka válcovaného ocelového pásu podle zmiňovaného kroku (b) se musí v dokončovacím zařízení provádět válcování v podstatě v austenitickém rozsahu. Jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, při ochlazování z austenitického rozsahu se při poměrně nízkých teplotních rozdílech objevuje značné množství feritu. Při provádění kroku (b) je výhodné, aby v zájmu znemožnění příliš velkého ochlazování a s tím souvisejícího vytváření značného množství feritů se po předválcování teplota pásu udržovala nebo vyrovnávala ohříváním pásu pomocí ohřívacího zařízení, jímž může být druhé zařízení pece, a/nebo jednoho nebo několika tepelných krytů a/nebo skříní pro svitky bez ohledu na to, zda jsou vybaveny prostředky pro udržování tepla nebo ohřívacími prostředky.

Tepelné zařízení se může umisťovat nad nebo pod dráhou postupu ocelového pásu a naopak se může z blízkosti dráhy postupu pásu odstranit, jestliže se nepoužívá.

Na modelových příkladech a matematických modelech bylo předvedeno, že v rámci dosavadního stavu v této oblasti techniky není z technických důvodů možné provádět v nepřetržitém provozu plně austenitické válcování tenkých ocelových plosek majících tloušťku 1250 mm nebo méně, například 100 mm nebo méně, na konečnou tloušťku přibližně 0,5 mm až 0,6 mm.

Přijme-li se taková okolnost, pak je výhodné rozčlenit austenitický válcovací postup do určitého počtu optimálně volených a optimálně sladěných dílčích postupů.

Toto optimální sladění umožňuje další provedení způsobu podle přihlašovaného vynálezu, které se vyznačuje tím, že při provádění kroku (b) se ocelová ploska předválcovává při vyšší rychlosti než je rychlost lití, a výhodněji se vyznačuje tím, že ocelový pás se dokončuje při vyšší rychlosti, než je rychlost předválcovávání.

Pro získání lepší kvality povrchu je výhodné, aby se přinejmenším v jednom z řečených kroků (a) nebo (b) provádělo před vstupem ocelového pásu do předválcovacího zařízení odstraňování okují, pokud se na pásu vyskytují. Odstraňování okují zabraňuje vlisovávání oxidu vyskytujícího se na povrchu do materiálu pásu v průběhu předválcovávání a tím odvrací

12.02.99

nebezpečí vzniku povrchových poruch. Může se používat obvyklý způsob odstraňování oxidu s použitím tlakových vodních proudů bez nežádoucího většího poklesu teploty ocelové plosky.

Obdobně lze uvést, že pro získání lepší kvality povrchu je výhodné, aby se přinejmenším v jednom z řečených kroků (a) nebo (b) provádělo před vstupem ocelového pásu do dokončovacího zařízení odstraňování okují, pokud se na pásu vyskytují. Používáním například vysokotlakých vodních rozstřikovačů se odstraňují oxidové okuje, které se na páse mohly vytvořit. Ochlazovací účinek nemá vliv na teplotu, která i nadále zůstává v přijatelném rozsahu. Pokud vznikne taková potřeba, může se pás v případě feritického válcování opětovně ohřívat po dokončovacím válcování a před navíjením do svitků.

Další upřednostňované provedení způsobu podle tohoto vynálezu se vyznačuje tím, že v přinejmenším jedné válcovací stolici dokončovacího zařízení se při válcování provádí také mazání. Takto se dosahuje výhoda snižování účinku válcovacích sil, výsledkem čehož je dosahování větší míry ztenčování takto zpracovávaného válcovaného pásu a dosahování lepšího rozložení tlaků a deformací projevujících se na průřezu ocelového pásu.

Přihlašovaný vynález je rovněž včleněn do zařízení pro výrobu ocelového pásu, kdy toto zařízení je mimo jiné účely vhodné pro provádění vynalezeného způsobu uplatňujícího toto zařízení pro výrobu ocelového pásu a obzvláště je vhodné pro provádění způsobu odvozeného od jednoho z patentových nároků, neboť obsahuje stroj pro plynulé lití tenkých plosek, zařízení pece pro homogenizování lité plosky, ať dělené nebo nedělené, předválcovací zařízení a dokončovací zařízení.

Podobné zařízení je známo z EP 0 666 122. Za účelem dosažení větší škály možností volby válcovacích parametrů má toto zařízení stanici pro opětné ohřívání, která je umístěna za dokončovacím zařízením, přičemž je výhodné, aby touto stanicí pro opětné ohřívání byla indukční pec. Toto provedení vytváří menší závislost celého postupu na změnách teploty ve válcovacích stanicích a při provádění všech včleněných kroků výrobního postupu.

12.02.99

V případě zhotovování austenitického pásu se v zájmu udržování v podstatě celého válcovacího postupu v austenitickém rozsahu používá zvláštní provedení výrobního zařízení, které se vyznačuje tím, že mezi předválcovacím zařízením a dokončovacím zařízením je umístěno tepelné zařízení pro udržování teploty pásu nebo ohřívání pásu na předem určenou vyšší teplotu.

V případě tohoto provedení se může ochlazování mezi předválcovacím zařízením a dokončovacím zařízením vynechávat nebo snižovat, přičemž je dokonce možné opětné ohřívání.

Tepelné zařízení může mít podobu jednoho nebo několika ohřívacích krytů, tepelně izolovaného či ohřívacího zařízení pro navíjení pásu nebo zařízení pece, popřípadě jejich kombinace.

V souvislosti s ochlazováním austeniticky válcovaného pásu po výstupu z dokončovacího zařízení do feritického rozsahu se další provedení vyznačuje tím, že existuje možnost demontování zařízení pro opětné ohřívání z dráhy postupu pásu a následného nahrazení zařízením pro řízené ochlazování austeniticky válcovaného pásu. Provedení takové úpravy se může projevit zkrácením celého zařízení. Ochlazovací zařízení má výhodně velmi vysokou ochlazovací výkonnost na jednotku délky, takže pokles teploty při feritickém válcování je omezen.

Toto provedení je obzvláště důležité v souvislosti se zvláštním provedením, jež se vyznačuje tím, že v co nejkratší možné vzdálenosti za zařízením pro opětné ohřívání nebo za ochlazovacím zařízením, je-li přítomno, se umisťuje navíjecí zařízení pro vytváření svitků feriticky válcovaného ocelového pásu.

Z důvodu přesného vedení širokého, tenkého feritického pásu při vysoké rychlosti z dokončovacího zařízení, zabraňování materiálovým ztrátám a zlepšování výrobní výkonnosti a poměru výroby k nákladům je důležité, aby hlava feriticky válcovaného pásu mohla být zachycována v navíjecím zařízení co možná nejdříve a co možná nejkratší vzdálenosti po výstupu z válcovací tratě.

12.02.99

Popis obrázků na výkrese

Nyní bude proveden popis vynálezu na příkladu neomezujícího provedení s odkazem na následující vyobrazení, na nichž :

obr. 1 je schematický bokorys zařízení podle tohoto vynálezu;

obr. 2 je grafické znázornění teplotních změn oceli v závislosti na místě výskytu v zařízení;

obr. 3 je grafické znázornění postupných změn tloušťky oceli v závislosti na místě výskytu v zařízení.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je vidět, že odkazová značka 1 označuje stroj pro plynulé lití tenkých plosek. V tomto popisu se bere v úvahu stroj pro plynulé lití tenkých ocelových plosek s tloušťkou méně než 150 mm a výhodněji méně než 100 mm. Odkazová značka 2 označuje licí pánev, z níž se roztavená, litá ocel přemisťuje směrem k mezipánvi 3, která má v tomto provedení podobu podtlakové mezipánve. Pod touto mezipánví 3 se umisťuje forma 4, do níž se roztavená ocel lije a v níž částečeně tuhne. Pokud existuje taková potřeba, je možné formu 4 vybavit elektromagnetickým brzdičem. Použití podtlakové mezipánve a elektromagnetického brzdiče není nezbytně nutné, přičemž každá z těchto součástí linky se může používat zvlášť a vytvářet možnost dosahování vyšší rychlosti lití a lepší vnitřní kvality lité oceli. Běžný stroj pro plynulé lití má rychlost lití přibližně 6 m/s; avšak s použitím zvláštních prostředků, mezi které patří podtlaková mezipánev a/nebo elektromagnetická brzda, se mohou očekávat rychlosti lití dosahující 8 m/s nebo i více. Tuhnoucí ploska se zavádí do tunelové pece 7 mající délku například 200 až 250 m. Poté, co se litá ploska dostává ke konci pece, je stříhána na ploskové díly činností prostředků střihacího zařízení 6. Každý ploskový díl představuje takové množství oceli, které odpovídá pěti až šesti konvenčním svitkům. V peci je prostor pro skladování určitého počtu takových ploskových dílů, a to například tří takových ploskových dílů. Toto vytváří situaci,

12.02.98

ve které mohou jednotlivé stanice linky umístěné za zařízením pece pokračovat v činnosti, zatímco se vytváří časová rezerva pro změnu licí pánve ve stroji pro plynulé lití, po čemž se musí zahájit lití nové plosky. Skladování v peci současně umožňuje prodlužování času přítomnosti ploskových dílů v peci a tím i zajišťování dokonalejší homogenizace ploskových dílů. Rychlost pohybu plosky vstupující do pece odpovídá rychlosti lití, která je v takovém případě přibližně 0,1 m/s. Za pecí 7 se umisťuje zařízení 9 pro odstraňování oxidů, které využívá vysokotlaké proudy mající tlak přibližně 400 atmosfér a které odstraňují oxidy vytvářející se na povrchu plosky. Rychlost pohybu plosky při průchodu stanicí pro odstraňování oxidů a při vstupu do válcovacího zařízení 10 je přibližně 0,15 m/s. Válcovací zařízení 10, které plní funkci předválcovávání na hrubo, obsahuje dvě válcovací tratě se stolicemi kvarto. Pokud existuje v případě nutnosti takový záměr, může být do vinky včleněno střihací zařízení 8.

Obr. 2 graficky znázorňuje vývoj teploty ocelové plosky, která má hodnotu po odlití oceli z mezipánve přibližně 1450°C a klesá na dopravníku pod úroveň přibližně 1150°C, přičemž při této teplotě se provádí homogenizace v zařízení pece. Intenzívní ostřikování vodou v zařízení 9 pro odstraňování oxidů způsobuje pokles teploty plosky z přibližně 1150°C na přibližně 1050°C. Toto vytváří podmínky pro pro uplatňování jak austenitického, tak i feritického způsobu válcování, kdy každý z těchto způsobů je na obr. 2 označen odkazovou značkou a, respektive f. Ve dvou válcovacích stolicích předválcovacího zařízení 10 klesá teplota plosky při každém průchodu mezi válci o dalších, přibližně 50°C, přičemž ploska s původní tloušťkou, která byla přibližně 70 mm, se přetváří na plosku s přechodnou tloušťkou 42 mm a následně na ocelový pás mající tloušťku přibližně 16,8 mm a teplotu přibližně 950°C. Změny tloušťky ve vztahu k jednotlivým úsekům zpracovávání pásu jsou znázorněny na obr. 3. Uvedená čísla vyjadřují hodnoty tloušťky v mm. Následně po předválcovacím zařízení 10 se do linky včleňuje ochlazovací zařízení 11 a sestava navíjecích skříní 12 a v případě potřeby i přídavné zařízení pece (není na vyobrazeních znázorněno). V případě výroby austeniticky

12.02.99

válcovaného pásu se může takto zpracovávaný pás po výstupu z předválcovacího zařízení 10 dočasně skladovat a podstupovat homogenizaci v naviječích skříních 12 a, jestliže vzniká potřeba zvláštního zvýšení teploty, se může ohřívat v ohřívacím zařízení (není předvedeno), které se umisťuje za naviječí skříní. Zkušenému odborníkovi bude zřejmé, že prostředky, mezi které patří ochlazovací zařízení 11, naviječí skříně 12 a přídavné zařízení pece, jež není předvedeno, se mohou umisťovat v příslušných úsecích linky, které se odlišují od popisovaného schematu. V důsledku ubírání tloušťky vystupuje válcovaný ocelový pás z naviječích skříní rychlostí přibližně 0,6 m/s. Za ochlazovacím zařízením 11, naviječími skříněmi 12 nebo přídavným zařízení pece (není předvedeno) se umisťuje druhé zařízení 13 pro odstraňování oxidů, které má tlak vody přibližně 400 atmosfér a které provádí opětné odstraňování oxidových okují, jež se mohou vytvářen na povrchu válcovaného pásu. Pokud existuje takový technický záměr, může být do linky včleněno další střihací zařízení pro odstřihávání hlavy a ocasu pásu. Poté se pás zavádí do válcovací tratě, která má podobu šesti válcovacích tratí se stolicemi kvarto, které na sebe navazují. V případě austeniticky válcovaného pásu lze dosahovat požadovanou konečnou tloušťku pásu například 0,6 mm při používání jen pěti válcovacích stolic. Horní řada čísel na obr. 3 předvádí postup ubírání tloušťky v každé válcovací stolici v případě plosky mající tloušťku 70 mm. Po výstupu z válcovací tratě se válcovaný pás, který má nyní konečnou teplotu přibližně 900°C a tloušťku 0,6 mm, účinně ochlazuje činností ochlazovacího zařízení 15 a navijí se do svitku v naviječím zařízení 16. Vstupní rychlost do naviječího zařízení je přibližně 13 až 25 m/s. V případě, kdy se musí zhotovovat feriticky válcovaný pás, vzniká nutnost účinného ochlazování ocelového pásu vystupujícího z předválcovacího zařízení činností ochlazovacího zařízení 11. Toto ochlazovací zařízení se rovněž může umisťovat mezi válcovacími stolicemi dokončovací tratě. Stejně tak je možné využívat přirozené ochlazování mezi válcovacími stolicemi. Poté pás vynechává naviječí skříně a případně i zařízení pece (není předvedeno) a následuje odstraňování oxidů v zařízení 13 pro odstraňování

12.02.98

oxidů. Nyní se pás nachází ve feritickém rozsahu a má teplotu přibližně 750°C. Jak již bylo zmiňováno v předcházejícím textu, mohou být některé části materiálu ještě v austenitické oblasti, ale toto je přijatelné v závislosti na obsahu uhlíku a požadované konečné kvalitě. V zájmu zpracování feritického pásu na požadovanou tloušťku přibližně 0,5 mm až 0,6 mm se používá plný počet válcovacích stolic, kterých je v této válcovací trati šest.

Je výhodné, když přinejmenším jedna válcovací stolice válcovací tratě má pracovní válce z rychlořezné oceli. Takové pracovní válce mají vysokou odolnost proti opotřebovávání, a tudíž dlouhou pracovní životnost při vytváření dobré povrchové kvality válcovaného pásu, jakož i nízký koeficient tření, který přispívá ke snižování účinku válcovacích sil a vysoké tuhosti. Poslední uvedená vlastnost přispívá ke skutečnosti, že válcování při působení velkých sil umožňuje dosahování menších tlouštěk. Výhodný průměr pracovních válců se blíží rozměru 500 mm. Stejně jako v případě austenitického válcování pásu se i v případě feritického válcování pásu procádí v podstatě stejné ubírání tloušťky na jednu válcovací stolici s výjimkou poslední válcovací stolice. Všechny tyto údaje jsou názorně předvedeny na připojených vyobrazeních, kdy v případě feritického válcování ocelového pásu je možné v souvislosti s konkrétním místem postupu pásu srovnávat změny teploty na obr. 2, přičemž změny tloušťky je možné vyčíst za stejných místních okolností ze spodní řady údajů na obr. 3. Tendence vývoje teploty dokazuje, že na výstupu má ocelový pás takovou teplotu, jež je značně vysoko nad rekrystalizační teplotou. V zájmu znemožnění tvorby exidů bude tedy potřebné provádět ochlazování pásu s použitím ochlazovacího zařízení 15 na požadovanou naviječí teplotu, při níž se ještě může rekrystalizace projevovat. Jestliže je teplota na výstupu z válcovací tratě 14 příliš nízká, pak se za tuto válcovací trať umisťují prostředky zařízení 18 pece, v němž se může feriticky válcovaný pás ohřívat na potřebnou naviječí teplotu. Ochlazovací zařízení 15 a zařízení 18 pece je možno umisťovat vedle sebe nebo za sebou. Rovněž je možné nahrazovat jedno zařízení jiným zařízením v závislosti na okolnosti, zda se

12.02.98

provádí feritická nebo austenitická výroba. V případě výroby feritického pásu se válcování, jak již bylo uvedeno, provádí nepřetržitě. To znamená, že pás vystupující z válcovacího zařízení 14 a případně ochlazovacího zařízení 15 nebo zařízení 18 pece má větší délku, než je obvyklá délka pro zhotovování jediného svitku, a že se nepřetržitě válcuje ploskový díl s délkou odpovídající celé délce pece nebo ještě delší. Do linky se včleňuje střihací zařízení 17, které z pásu odstřihává požadované délky, jež odpovídají obvyklým rozměrům svitku. Na základě výhodné volby různých součástí celého zařízení a kroků výrobního postupu v něm prováděných, jako je homogenizování, válcování, ochlazování a dočasné skladování, bylo zjištěno, že je možné ovládat toto zařízení v návaznosti na jeden stroj pro plynulé lití, přičemž podle dosavadního stavu v této oblasti techniky se používají dva stroje pro plynulé lití zajišťující soulad omezené rychlosti lití s podstatně vyššími, obvyklými rychlostmi válcování. Pokud existuje takový záměr, je možné přímo za válcovací trať 14 navíc včlenit takzvaná uzavřená naviječka, která zlepšuje ovládání dráhy postupu pásu a teploty pásu. Toto zařízení je použitelné v případě pásů, jejichž šířka je v rozsahu od 1000 mm do 1500 mm s tloušťkou austeniticky válcovaného pásu přibližně 1,0 mm a tloušťkou feriticky válcovaného pásu od přibližně 0,5 do 0,6 mm. Časový úsek provádění homogenizace v zařízení 7 pece má rozsah přibližně deset minut v případě skladování tří plosek majících takovou délku, která se blíží délce pece. Při provádění austenitického válcování je výhodné využívání naviječí skříně pro skladování svou plných pásů.

Průmyslová využitelnost

Způsob a zařízení podle přihlašovaného vynálezu je obzvláště použitelné pro výrobu tenkého austenitického pásu, který má konečnou tloušťku například menší než 1,2 mm. V souvislosti s tvorbou "uší" v důsledku anizotropie se takto vyráběný pás jeví jako obzvláště vhodný pro další feritické ubírání tloušťky a následné využití jako obalová ocel například při průmyslové výrobě nápojových plechovek.

PV 4017-98
12.02.98

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob pro výrobu ocelového pásu, kdy roztavená ocel se odlévá ve stroji (5) pro plynulé lití do podoby plosky a při využívání horka souvisejícího s odléváním se přemisťuje přes zařízení pece (7), předválcovává se na hrubo v předválcovacím zařízení (10) a válcuje se na hotovo v dokončovacím zařízení (14) do podoby ocelového pásu s požadovanou tloušťkou, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ve zde definovaném nepřetržitém nebo částečně nepřetržitém postupu se provádí
   (a) výroba feriticky válcovaného ocelového pásu, v jejímž průběhu se ploska válcuje v předválcovacím zařízení (10) na hrubo v austenitickém rozsahu a po tomto válcování v austenitickém rozsahu se ochlazuje na teplotu, při níž má ocel v podstatě feritickou strukturu, a ploska nebo část plosky se válcuje v dokončovacím zařízení (14) na hotovo při rychlostech, jež v podstatě odpovídají vstupní rychlosti do dokončovacího zařízení (14), a při postupném ubírání tlouštěk, a válcuje se přinejmenším v jedné válcovací stolici řečeného dokončovacího zařízení (14) ve feritickém rozsahu;
   (b) výroba austeniticky válcovaného ocelového pásu, v jejímž průběhu se pás vycházející z předválcovacího zařízení (10) ohřívá nebo udržuje teplotu v austenitickém rozsahu a válcuje se v dokončovacím zařízení v podstatě v austenitickém rozsahu na konečnou tloušťku a následně po tomto válcování se ochlazuje na teplotu ve feritickém rozsahu;
   a po dosažení požadované konečné tloušťky se feriticky nebo austeniticky válcovaný pás rozstřihává na díly s potřebnou délkou, které se následně navíjejí do svitků.

2. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že při provádění kroku (a) se po výstupu z dokončovacího zařízení (14) feritický pás navíjí v rekrystalizačním zařízení (16) do svitků při navíjecí teplotě nad 650°C.

3. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle nároku 1 nebo 2, vyznačující se tím, že po výstupu z dokončovacího zařízení (14) a před svinováním, pokud se provádí, se feritický ocelový pás ohřívá na teplotu, která je vyšší než rekrystalizační teplota.

4. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle nároku 3, vyznačující se tím, že ohřívání se výhodně provádí v indukční peci generováním elektrického proudu v pásu.

5. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 4, vyznačující se tím, že krok (a) se provádí v plně nepřetržitém postupu od plynulého lití až po ohřívání za dokončovacím zařízením.

6. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 5, vyznačující se tím, že krok (a) se provádí v plně nepřetržitém postupu od plynulého lití při rychlosti lití přibližně 8 m/min. nebo vyšší až po válcování v dokončovacím zařízení včetně.

7. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 6, vyznačující se tím, že před vstupem do řečeného předválcovacího zařízení (10) se řečená ploska odřezává na ploskové díly mající přibližně stejnou délku, jako je účinná délka zařízení (7) pece.

8. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 7, vyznačující se tím, že ploska nebo ploskové díly se zavádějí do zařízení (7) pece při nižší rychlosti, než je rychlost, při níž se ploska nebo ploskový díl vytahuje z výstupu ze zařízení (7) pece.

9. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že včleněním tepelného zařízení, jakým je druhé zařízení pece a/nebo jeden či několik tepelných krytů, bez ohledu na to, zda je nebo není vybavováno prostředky pro udržování tepla nebo prostředky pro ohřívání, do linky po předválcovávání se udržuje teplota pásu nebo se pás ohřívá.

10. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že řečená ocelové ploska se předválcovovává při takové rychlosti, která je vyšší než je rychlost lití.

11. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že nejméně jedna válcovací stolice se vybavuje vysokorychlostními ocelovými válci.

12. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že lité plosky nebo ploskové díly, popřípadě plosky s předem zmenšenou tloušťkou nebo ploskové díly s předem zmenšenou tloušťkou se spojují k sobě a válcují se na konečnou tloušťku v podstatě v nepřetržitém postupu.

13. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v průběhu provádění přinejmenším jednoho z kroků (a) nebo (b) se z ocelového pásu odstraňují, jestliže se na něm vyskytují, oxidové okuje před tím, než pás vstupuje do předválcovacího zařízení (10).

14. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 13, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v průběhu provádění přinejmenším jednoho z kroků (a) nebo (b) se z ocelového pásu odstraňují, jestliže se na něm vyskytují, oxidové okuje před tím, než pás vstupuje do dokončovacího zařízení (14).

15. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že přinejmenším v jedné z válcovacích stolic řečeného dokončovacího zařízení (14) nebo předválcovacího zařízení (10) se provádí mazací válcování.

16. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 15, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tenká ploska má u výstupu z formy (4) tloušťku od 40 mm do 100 mm.

17. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 16, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zmenšování tloušťky se provádí v době, kdy je jádro plosky ještě v kapalném stavu.

18. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle nároku 17, v y z n a č u j í c í s e t í m , že rozsah zmenšování tloušťky v době, kdy je jádro plosky ještě v kapalném stavu, je 20% až 40% celkové původní tloušťky.

19. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 18, v y z n a č u j í c í s e t í m , že výstupní rychlost z dokončovacího žařízení (14) je nižší než 25 m/s, výhodněji méně než 20 m/s.

20. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 19, v y z n a č u j í c í s e t í m , že řečená tenká ploska se homogenizuje v zařízení (7) pece na teplotu v oblasti od 1050°C do 1200°C.

21. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 20, v y z n a č u j í c í s e t í m , že poměr šířka/tloušťka feriticky nebo austeniticky válcovaného pásu je více než 1 500, výhodně více než 1800 a výhodněji více než 2000.

22. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 21, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v při provádění kroku (a) se feriticky válcovaný pás navíjí do svitků přímo po výstupu z dokončovacího zařízení (14).

23. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 22, v y z n a č u j í c í s e t í m , že proudění roztavené oceli ve formě (4) se ovládá pomocí dvou nebo více než dvou pólových elektromagnetických brzdičů (EMBR).

24. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 23, v y z n a č u j í c í s e t í m , že proudění roztavené oceli ve formě (4) se ovládá na základě používání podtlakové mezipánve.

25. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 24, v y z n a č u j í c í s e t í m , že při prováděné kroku (b) se austeniticky válcovaný pás po výstupu z dokončovacího zařízení intenzívně ochlazuje před tím, než se navíjí do svitků.

26. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících patentových nároků 1 až 25, v y z n a č u j í c í s e t í m , že při provádění kroku (b) se se ocelový pás s vysokou pevností se zhotovuje válcováním ve dvoufázové austeniticko-feritické oblasti.

27. Způsob pro výrobu ocelového pásu podle nároku 25 nebo 26, v y z n a č u j í c í s e t í m , že teplota, při níž se provádí válcování, a válcovací úběry tloušťky s ohledem na složení oceli a ochlazování se volí tak, aby se vytvářel ocelový pás s vysokou pevností.

28. Ocelový pás vyráběný v souladu se způsobem podle nároků 25, 26 a 27, v y z n a č u j í c í s e t í m , že je použitelný v konstrukcích rámů automobilů.

29. Ocelový pás, v y z n a č u j í c í s e t í m , že má tloušťku menší než 1,5 mm, poměr šířka/tloušťk vyšší než 1400 a korunu nižší, než je výška koruny dosahovaná při provádění obvyklých postupů válcování za horka.

30. Ocelový pás podle nároku 29, v y z n a č u j í c í s e t í m , že má lepší tvar než ocelový pás zhotovovaný při provádění obvyklých postupů válcování za horka.

31. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 1 až 30, které obsahuje stroj pro plynulé lití tenkých plosek, zařízení (7) pece pro homogenizování lité plosky, ať dělené či nikoli, předválcovací zařízení (10) a dokončovací zařízení (14), v y z n a č u j í c í s e t í m , že za dokončovacím zařízením (14) se umisťuje ohřívací zařízení (18) pro opětné ohřívání, kdy toto ohřívací zařízení (18) pro opětné ohřívání je odstraňovatelné z linky a je nahrazovatelné ochlazovacím zařízením (15) pro prudké ochlazování austeniticky válcovaného pásu.

32. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle nároku 31, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ohřívacím zařízením (18) pro opětné ohřívání je indukční pec.

33. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle nároku 31 nebo 32, v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje tepelné zařízení (12) pro udržování teploty pásu, popřípadě jeho ohřívání na vyšší teplotu, které se umisťuje mezi předválcovací zařízení a dokončovací zařízení.

34. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 33, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v co nejkratší možné vzdálenosti za ohřívacím zařízením (18) pro opětné ohřívaní nebo za ochlazovacím zařízením (15), je-li přítomno, se umisťuje naviječí zařízení (16) pro navíjení feriticky válcovaného pásu do svitků.

35. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 1 až 34, které obsahuje stroj pro plynulé lití tenkých plosek, zařízení (7) pece pro homogenizování lité plosky, ať dělené či nikoli, předválcovací zařízení (10) a dokončovací zařízení (14), v y z n a č u j í c í s e t í m , že za dokončovacím zařízením a před naviječím zařízením pro navíjení pásu do svitků se umisťuje ochlazovací zařízení (15), jež je vhodné pro intenzívní ochlazování válcovaného pásu.

36. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle nároku 35, v y z n a č u j í c í s e t í m , že v co nejkratší možné vzdálenosti za ochlazovacím zařízením se umisťuje naviječí zařízení (16), které je vhodné pro navíjení ocelového pásu do svitků.

37. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 36, v y z n a č u j í c í s e t í m , že za dokončovacím zařízením a před

naviječím zařízením pro navíjení ocelového pásu do svitků se umisťuje střihací zařízení.

38. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 37, v y z n a č u j í c í s e t í m , že přímo za dokončovací zařízení (14) se umisťuje uzavřená naviječka (16).

39. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 37, v y z n a č u j í c í s e t í m , že mezi předválcovacím zařízením (10) a dokončovacím zařízením (14) se umisťuje ochlazovací zařízení (11).

40. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 37, v y z n a č u j í c í s e t í m , že forma (4) stroje pro plynulé lití se vybavuje elektromagnetickým brzdičem (EMBR).

41. Zařízení pro výrobu ocelového pásu podle kteréhokoli z předcházejících nároků 31 až 37, v y z n a č u j í c í s e t í m , že stroj pro plynulé lití se vybavuje podtlakovou mezipánví.

PV4017-98
12.02.98

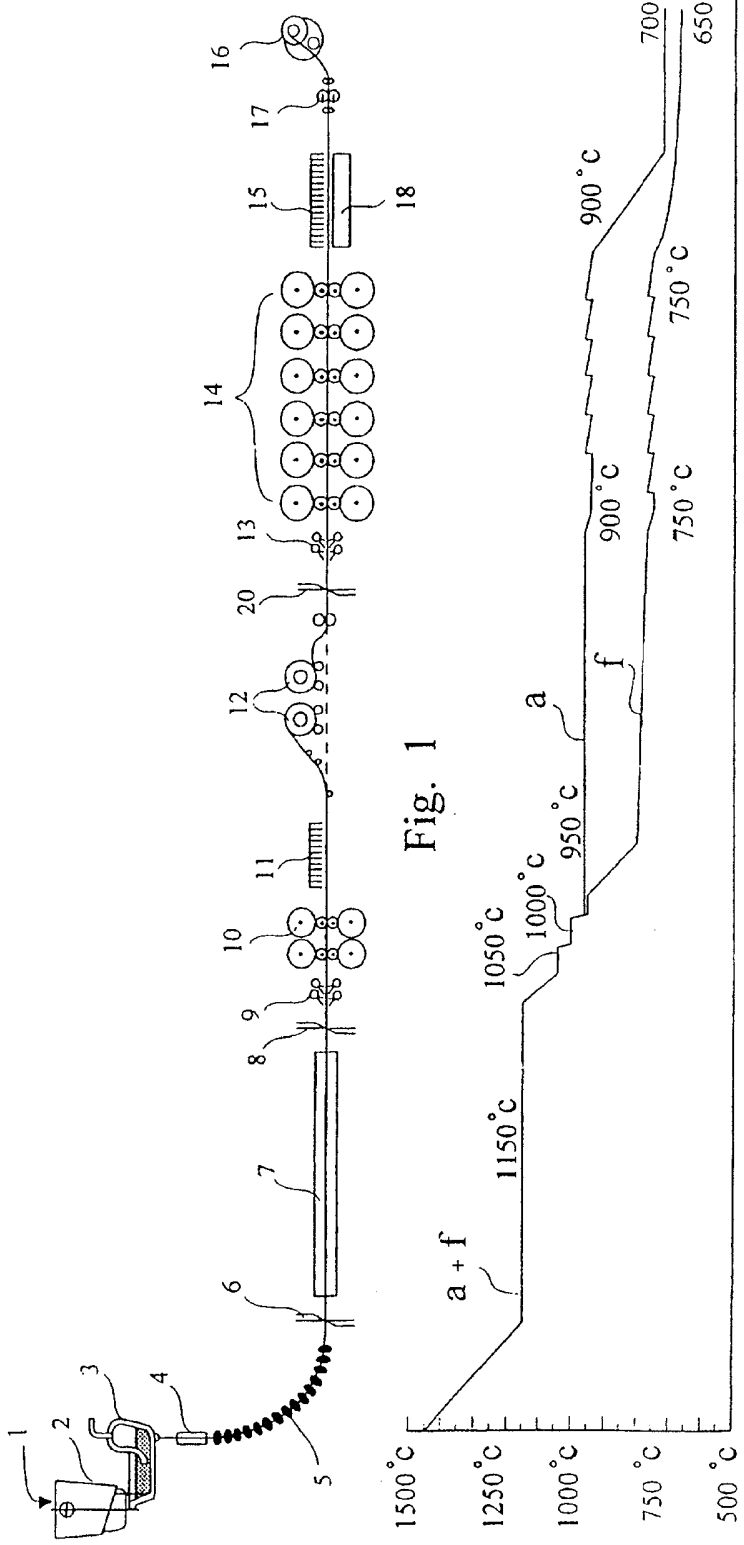


Fig. 1

Fig. 2

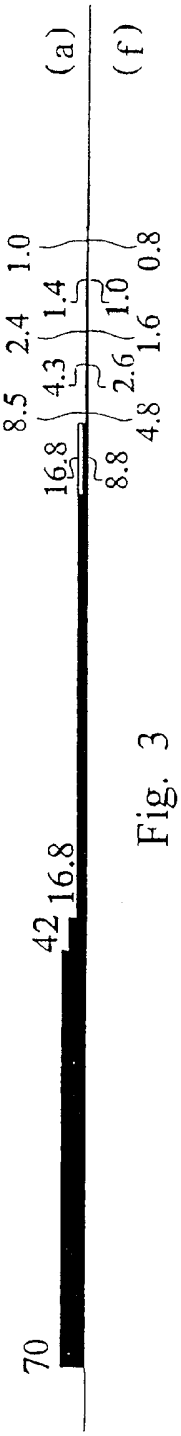


Fig. 3

Printed from Mimosa