

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

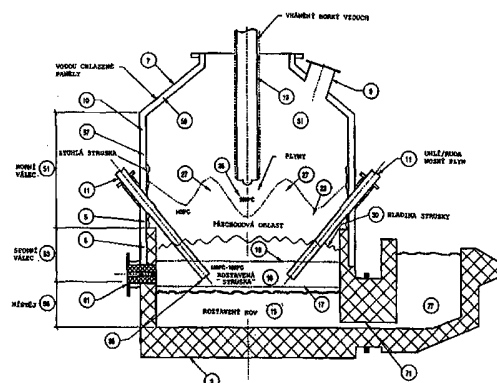
(22) Přihlášeno: **08.08.2000**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **10.08.1999**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/2130**
(33) Země priority: **AU**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.07.2001**
(Věstník č. 7/2001)

2000 - 2904

(51) Int. C1.⁷ :

C 21 B 13/10
C 21 B 13/04

Předložené řešení se týká způsobu přímého tavení pro výrobu roztaveného železa a/nebo slitin železa z přiváděného materiálu, obsahujícího kov. Tímto způsobem je způsob, založený na roztavené lázni, který se provádí v nádobě na přímé tavení, a který zahrnuje kroky: přivádění výchozího materiálu, obsahujícího kov, uhlíkatého materiálu a tavidel nebo struskotvorných přísad do nádoby; tavení výchozího materiálu, obsahujícího kov, na roztavené železo v roztavené lázni; a vstřikování plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby pro přídavné spalování plynů, vznikajících v průběhu procesu. Tento způsob je charakteristický regulováním hladiny roztaveného kovu v nádobě prostřednictvím nastavování tlaku v nádobě.



01-2223-00-Če

způsob přímého tavení

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby roztaveného železa a/nebo slitin železa z výchozího materiálu, obsahujícího kov, jako jsou například rudy, částečně redukované nebo odkysličené rudy a odpadní materiály, obsahující kov, v metalurgické nádobě, která obsahuje roztavenou lázeň.

Vynález se týká zejména přímého tavicího procesu, využívajícího lázně roztaveného kovu, a určeného k výrobě roztaveného železa a/nebo slitin železa z výchozího materiálu, obsahujícího kov.

Pod výrazem „způsob přímého tavení“ je nutno rozumět proces, při kterém je vytvářen roztavený kov (kterýžto výraz zahrnuje i slitiny), v daném případě železo a/nebo slitiny železa, a to z přiváděného výchozího materiálu, obsahujícího kov.

Předmět tohoto vynálezu se týká zejména na lázni založeného způsobu přímého tavení, který se spoléhá na roztavenou vrstvu kovu, jako na tavicí médium, a který je obecně nazýván jako tavicí proces HI.

Tento tavicí proces HI obecně obsahuje následující kroky:

- (a) vytváření tavné lázně, obsahující vrstvu roztaveného kovu a vrstvu strusky v nádobě na přímé tavení;
- (b) přivádění či vhánění výchozího materiálu, obsahujícího kov, a pevného uhlíkatého materiálu do vrstvy kovu prostřednictvím velkého množství trubek/dmyšních trubic;
- (c) tavení vstupního materiálu, obsahujícího kov, na kov v kovové vrstvě;
- (d) zajištění, aby roztavený materiál byl vrhán ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů do prostoru nad nominálním nehybným povrchem roztavené lázně pro vytváření přechodové oblasti; a
- (e) vstřikování plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby prostřednictvím jedné nebo více trubek/dmyšních trubic pro přídavné spalování reakčních plynů, uvolňovaných z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti přispívají k přenosu tepla do roztavené lázně, a přičemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby tím, že boční stěny jsou ve styku s přechodovou oblastí.

Výhodná forma tavicího procesu HI je charakterizována vytvářením přechodové oblasti prostřednictvím vstřikování nosného plynu, výchozího materiálu, obsahujícího kov, pevného

uhlíkatého materiálu a popřípadě tavidel či struskotvorných přísad do lázně prostřednictvím dmyšních trubic, které probíhají směrem dolů a dovnitř bočními stěnami nádoby, takže nosný plyn a pevný materiál pronikají do kovové vrstvy a způsobují, že je roztavený materiál vypuzován z lázně.

Tato forma tavicího procesu HI představuje zlepšení a zdokonalení vůči předešlým formám takového procesu, u kterých byla vytvářena přechodová oblast prostřednictvím spodního vstřikování nosného plynu a pevného uhlíkatého materiálu s pomocí dmyšních trubic do lázně, čímž bylo způsobeno vypuzování rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu z lázně.

Přihlašovatel provedl velice extenzivní práce při provozování tavicího procesu HI s nepřetržitým odváděním roztaveného železa a s periodickým odpichováním roztavené strusky z nádoby na přímé tavení, a učinil celou řadu významných zjištění, týkajících se tohoto procesu.

Jedno takové zjištění, které je předmětem tohoto vynálezu, spočívá v tom, že tlak v nádobě na přímé tavení je velice účinným prostředkem pro řízení a regulaci hladiny roztaveného kovu v nádobě. Toto zjištění je uplatnitelné zejména, avšak nikoliv výlučně u přímých tavicích procesů, u kterých je roztavený kov odváděn kontinuálně, přičemž je periodicky odpichována roztavená struska.

Podstata vynálezu

Předmět tohoto vynálezu je obecně zaměřen na způsob přímého tavení pro výrobu roztaveného železa a/nebo slitin

železa z přiváděného materiálu, obsahujícího kov, který zahrnuje následující kroky:

- (a) vytváření roztavené lázně, obsahující vrstvu kovu a vrstvu strusky, ležící na vrstvě kovu, a to v nádobě na přímé tavení;
- (b) přivádění výchozího materiálu, obsahujícího kov, uhlíkatého materiálu a tavidel nebo struskotvorných přísad do nádoby;
- (c) tavení výchozího materiálu, obsahujícího kov, na roztavené železo v roztavené lázni;
- (d) vstřikování plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby pro přidavné spalování plynů, vznikajících v průběhu procesu;
- (e) kontinuální odpichování roztaveného kovu z nádoby;
- (f) periodické odpichování roztavené strusky z nádoby;

příčemž je tento způsob charakterizován regulováním hladiny roztaveného kovu v nádobě prostřednictvím nastavování tlaku v nádobě.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje regulování hladiny roztaveného kovu v nádobě prostřednictvím následujících kroků:

- (i) zvyšování tlaku v nádobě kdykoliv během odpichu strusky a až do 15 minut po ukončení odpichu

strusky na předem stanovený tlak (P_1) pro kompenzaci zvýšení hladiny kovu v důsledku odpichu strusky z nádoby, a

- (ii) poté, kdy tlak v nádobě dosáhne tlaku (P_1), nastavení tlaku tak, že tlakem je nižší tlak (P_2) při následujícím odpichu strusky pro kompenzaci účinku zvýšení množství strusky na vrstvě kovu během tohoto období.

Zvýšení tlaku v kroku (i) činí s výhodou alespoň 5 kPa.

Krok (i) s výhodou zahrnuje zvyšování tlaku v nádobě kdykoliv během odpichu strusky až do 10 minut po ukončení odpichu strusky.

Krok (i) s výhodou zahrnuje zvyšování tlaku v nádobě pouze během období odpichu strusky.

Tlak v nádobě může být v kroku (i) zvyšován kontinuálně.

Tlak v nádobě může být v kroku (i) rovněž zvyšován v sérii kroků.

Kroky zvyšování tlaku mohou mít s výhodou velikost 0,5 až 2,0 kPa.

Kroky zvyšování tlaku mohou mít rovněž s výhodou velikost 0,5 až 1,5 kPa.

Krok (ii) nastavování tlaku může s výhodou zahrnovat kontinuální snižování tlaku.

Krok (ii) nastavování tlaku může rovněž s výhodou zahrnovat snižování tlaku v sérii kroků.

Kroky snižování tlaku mohou mít s výhodou velikost 0,5 až 2,0 kPa.

Kroky snižování tlaku mohou mít rovněž s výhodou velikost 0,5 až 1,5 kPa.

Časový interval mezi kroky snižování tlaku s výhodou činí 20 až 30 minut.

Zde je nutno zdůraznit, že v průběhu shora uvedeného snižování tlaku z tlaku P₁ na tlak P₂ může docházet ke krátkodobým perturbacím nebo poruchám, během nichž probíhá jedna nebo více tlakových změn vůči stanovenému trendu snižování tlaku na tlak P₂. Například v situaci, kdy je nádoba opatřena předpecím pro odpichování roztaveného kovu, může být nutno mezi odpichy strusky snížit na krátkou dobu tlak v nádobě na tlak nižší, než je tlak P₂, aby bylo umožněno, že se hladina kovu v nádobě dostatečně zvýší, takže hladina kovu v předpecí se sníží pod hladinu ve výstupním otvoru z předpecí, v důsledku čehož bude umožněno provést bezpečnou změnu žlábků a odpichovacích vozíků. Po dokončení této změny může být tlak zvýšen na požadovanou hodnotu.

Krok (ii) nastavení tlaku může s výhodou zahrnovat nastavení tlaku na nižší tlak P₂ pro celé časové období do následujícího odpichu strusky.

Alternativně může být krok (ii) nastavení tlaku dokončen v časovém období před následujícím odpichem strusky a tlak může být udržován na nižším tlaku P2 do následujícího odpichu.

Období mezi odpichy se bude měnit v závislosti na celé řadě faktorů, jako je velikost nádoby a množství přiváděných materiálů, stejně jako složení přiváděných materiálů.

Časové období mezi odpichy strusky obvykle činí 2 až 3 hodiny.

Krok (b) s výhodou zahrnuje vstřikování přiváděného materiálu, obsahujícího kov, pevného uhlíkatého materiálu a tavidel či struskotvorných přísad do kovové vrstvy prostřednictvím velkého množství přívodních trubek/dmyšních trubic. Pevným uhlíkatým materiálem je s výhodou uhlí.

Krok (c) s výhodou zahrnuje tavení přiváděného materiálu, obsahujícího kov, na roztavený kov v kovové vrstvě.

Způsob přímého tavení podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje vypuzování roztaveného materiálu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu do prostoru nad obvykle nehybným povrchem roztavené lázně a vytváření přechodové oblasti.

Předmětný způsob rovněž s výhodou zahrnuje dmychání plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby na přímé tavení prostřednictvím jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních

trubic a přídavné spalování reakčních plynů, uvolňovaných z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti usnadňují přestup tepla do roztavené lázně, a přičemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby prostřednictvím boční stěny nádoby, která je ve styku s přechodovou oblastí.

Pod výrazem „nehybný povrch“ je nutno v kontextu roztavené lázně rozumět takový povrch roztavené lázně za provozních podmínek, u kterého nedochází k žádnému vstříkovaní plynů či přivádění pevných látek, takže rovněž nedochází k žádnému promíchávání lázně.

Plynem, obsahujícím kyslík, je s výhodou vzduch nebo kyslíkem obohacený vzduch.

Kyslíkem obohacený vzduch obsahuje s výhodou méně než 50 % objemových kyslíku.

Předmětný způsob s výhodou pracuje při vysokých hladinách přídavného spalování. Tyto hladiny přídavného spalování jsou s výhodou větší, než 60 %.

Přiváděným materiálem, obsahujícím kov, může být jakýkoliv vhodný výchozí materiál, obsahující železo. Výhodným přiváděným výchozím materiálem je železná ruda.

Železná ruda může být s výhodou předem ohřáta.

Železná ruda může být rovněž s výhodou částečně zredukována.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji objasněn na příkladech jeho konkrétního provedení, jejichž popis bude podán s přihlédnutím k přiloženým obrázkům výkresů, kde:

obr. 1 znázorňuje svislý řez výhodnou formou nádoby pro přímé tavení pro provádění způsobu přímého tavení železné rudy na roztavené železo v souladu s předmětem tohoto vynálezu;

obr. 2 znázorňuje graf, vyjadřující tlak v nádobě v závislosti na času u jednoho výhodného provedení předmětného způsobu; a

obr. 3 znázorňuje graf, vyjadřující tlak v nádobě v závislosti na času u jiného výhodného provedení předmětného způsobu.

Příklady provedení vynálezu

Nádoba, znázorněná na vyobrazení podle obr. 1, obsahuje:

nístěj, která zahrnuje základnu 3 a strany 55, provedené ze žáruvzdorných cihel;

boční stěny 5, které vytvářejí obecně válcovité těleso, vycházející směrem vzhůru ze stran 55 nístěje, které sestává z horního úseku 51 válcového tělesa a ze spodního úseku 53 válcového tělesa;

klenbu 7;

výstup 9 pro odvádění odpadních plynů;

předpecí 77, které může kontinuálně odvádět roztavené železo;

propojení 71 předpecí 77, které vzájemně spojuje nístěj a předpecí 77; a

odpichový otvor 61 pro odvádění roztavené strusky.

Při používání za procesních podmínek ustáleného stavu pak uvedená nádoba obsahuje roztavenou lázeň železa a strusky, která sestává z vrstvy 15 roztaveného železa a z vrstvy 16 roztavené strusky, která se nalézá na vrstvě 15 roztaveného kovu. Šipka, která je na obrázku označena vztahovou značkou 17 vyznačuje polohu nominálního nehybného povrchu vrstvy 15 roztaveného železa, přičemž šipka, označená vztahovou značkou 19, vyznačuje polohu nominálního nehybného povrchu vrstvy 16 roztavené strusky.

Pod výrazem „nehybný povrch“ je třeba rozumět povrch, kdy nedochází k žádnému přivádění plynu nebo pevných látek do nádoby.

Nádoba je rovněž opatřena dvěma pevnými přívodními trubkami/dmyšními trubicemi 11, které procházejí směrem dolů a směrem dovnitř přes boční stěny 5 pod úhlem 30 až 60° vzhledem ke svislici a vedou do vrstvy 16 roztavené strusky. Poloha těchto přívodních trubek/dmyšních trubic je zvolena tak, že jejich výstupní konce 35 leží nad nehybným

povrchem 17 vrstvy 15 roztaveného železa za procesních podmínek ustáleného stavu.

Při používání za procesních podmínek ustáleného stavu jsou železná ruda, pevný uhlíkatý materiál (obvykle uhlí) a tavidla nebo struskotvorné přísady (obvykle vápno a hořčík), obsažené v nosném plynu (obvykle dusík N_2), přiváděny do kovové vrstvy 15 prostřednictvím přívodních trubek/dmyšních trubic 11. Hybnost pevného materiálu a nosného plynu způsobuje, že tento pevný materiál a nosný plyn pronikají do vrstvy 15 roztaveného železa. Uhlí ztrácí těkavost a v důsledku toho vytváří plyn ve vrstvě 15 roztaveného železa. Uhlík se částečně rozpouští do kovu a částečně zde zůstává jako pevný uhlík. Železná ruda se taví na kov, přičemž při této tavné reakci se vyvíjí plynný oxid uhelnatý.

Plyny, přiváděné do vrstvy 15 roztaveného kovu a vytvářené prostřednictvím ztráty těkavosti a prostřednictvím tavení, vytvářejí výrazný vztlakový zdvih, působící na roztavený kov, pevný uhlík a roztavenou strusku (která je do vrstvy 15 roztaveného železa dodávána v důsledku přivádění pevných látek a nosného plynu) z vrstvy 15 roztaveného železa, v důsledku čehož dochází k pohybu směrem vzhůru rozstříkovaných částic, kapiček a proudů roztaveného materiálu, přičemž tyto rozstříkované částice, kapičky a proudy vstupují do strusky při svém pohybu přes vrstvu 16 roztavené strusky.

Vztlakové zdvihání roztaveného materiálu, pevného uhlíku a strusky způsobuje výrazné promíchávání vrstvy 15 roztaveného železa a vrstvy 16 roztavené strusky, čehož výsledkem je, že vrstva 16 roztavené strusky nabývá na objemu

a má povrch, který je na obr. 1 označen šipkou 30. Rozsah tohoto promíchávání je takový, že jak v kovové oblasti, tak i v oblasti strusky jsou přiměřeně stejnoměrné teploty, které mají obvykle hodnotu 1 450 až 1 550° C, přičemž dochází ke kolísání teplot o velikosti 30° v každé oblasti.

Kromě toho vzhůru směřující pohyb příslušného rozstřikování nebo šplíchání, kapiček a proudů roztaveného kovu a strusky, který je způsoben vztlakovým zdviháním roztaveného kovu, pevného uhlíku a roztavené strusky, zasahuje do horního prostoru 31 nad roztaveným materiálem v nádobě a:

- (a) vytváří přechodovou oblast 23; a
- (b) vyvrhuje určité množství roztaveného materiálu (převážně strusky) nad přechodovou oblast 23 a do části horního úseku 51 válcového tělesa bočních stěn 5, která je nad přechodovou oblastí 23, a na klenbu 7.

Obecně řečeno představuje vrstva 16 roztavené strusky kapalným nepřetržitým objemovým prostorem s plynovými bublinkami, přičemž přechodová oblast 23 plynným nepřetržitým objemovým prostorem, ve kterém jsou obsaženy rozstřiky, šplíchání, kapičky a proudy roztaveného kovu a strusky.

Nádoba je dále opatřena přívodní trubicí 13 pro dmychání plynu, obsahujícího kyslík (obvykle předehřátý vzduch, obohacený kyslíkem), která je umístěna ve středu a rozprostírá se svisle směrem dolů do nádoby. Poloha této přívodní trubky 13 a rychlost proudění plynu touto přívodní

trubkou 13 jsou zvoleny tak, že za ustálených procesních podmínek kyslíkem obohacený plyn proniká do středové oblasti přechodové oblasti 23, přičemž je zde udržován v podstatě volný prostor 25, který je bez kovu a strusky, a který leží kolem konce přívodní trubky 13.

Při provozu za ustálených procesních podmínek pak dmychání plynu s obsahem kyslíku přívodní trubkou 13 způsobuje reakci přídavného spalování plynného oxidu uhelnatého (CO) a plynného vodíku (H_2) v přechodové oblasti 23 a ve volném prostoru 25 kolem konce přívodní trubky 13, v důsledku čehož jsou v plynném prostoru vytvářeny vysoké teploty o velikosti zhruba $2\ 000^\circ\text{C}$ nebo vyšší. Teplo je převáděno do stoupajících a klesajících rozšplíchaných kapiček a proudů roztaveného materiálu v oblasti dmychání plynu, přičemž je toto teplo poté částečně předáváno do vrstvy 15 roztaveného kovu, jak se kov a struska navrací do vrstvy 15 roztaveného kovu.

Volný prostor 25 je velice důležitý pro dosahování vysoké úrovně přídavného spalování, neboť umožňuje strhování a unášení plynů v prostoru nad přechodovou oblastí 23 do koncové oblasti přívodní trubky 13, v důsledku čehož je zvyšováno vystavení dostupných reakčních plynů přídavnému spalování.

Kombinovaný účinek polohy přívodní trubky 13, průtokové rychlosti proudění plynů touto přívodní trubkou 13 a pohybu směrem vzhůru rozstříkovaných kapiček a proudů roztaveného materiálu způsobuje tvar přechodové oblasti 23 kolem spodní oblasti přívodní trubky 13, který je obecně označen vztahovou

značkou 27. Tato tvarovaná oblast způsobuje částečnou překážku pro přenos tepla zářením do bočních stěn 5.

Kromě toho za ustálených procesních podmínek stoupající a klesající rozstřikování a šplíchání kapiček a proudů roztaveného materiálu představuje velice účinný prostředek pro přenos tepla z přechodové oblasti 23 do roztavené lázně, důsledkem čehož je, že teplota v přechodové oblasti 23 v úseku bočních stěn 5 má velikost zhruba 1 450° C až 1 550° C.

Nádoba je zkonstruována s ohledem na hladinu vrstvy 15 roztaveného železa, na hladinu vrstvy 16 roztavené strusky a na hladinu přechodové oblasti 23 v nádobě při provádění způsobu za ustálených procesních podmínek a s ohledem na rozstřikované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu, které jsou vypuzovány do horního prostoru 31 nad přechodovou oblastí 23 při provádění způsobu za ustálených provozních podmínek, takže:

- (a) nístěj a spodní úsek 53 válcového tělesa bočních stěn 5 nádoby, které jsou ve styku s vrstvou 15 roztaveného železa a s vrstvou 16 roztavené strusky, jsou vytvořeny z cihel ze žáruvzdorného materiálu (znázorněných na obr. 1 šrafováním);
- (b) alespoň část spodního úseku 53 válcového tělesa bočních stěn 5 nádoby je podepřena vodou chlazenými panely 8; a
- (c) horní úsek 51 válcového tělesa bočních stěn 5 a klenby 7, který je ve styku s přechodovou

oblastí 23 a s horním prostorem 31, je vytvořen z vodou chlazených panelů 57 a 59.

Každý vodou chlazený panel 8, 57 a 59 (na vyobrazení neznázorněno) v horním úseku 51 válcového tělesa bočních stěn 5 nádoby má vodorovné horní a spodní okraje a vodorovné boční okraje, přičemž je zakřiven pro vymezení úseku válcového tělesa. Každý panel je opatřen vnitřními vodními chladicími trubkami a vnějšími vodními chladicími trubkami. Tyto trubky jsou provedeny v hadovitém uspořádání s vodorovným úsekem, připojeným k zakřiveným úsekům. Každá trubka je dále opatřena přívodem vody a odvodem vody.

Trubky jsou umístěny svisle, takže vodorovné úseky vnější trubky nejsou bezprostředně za vodorovnými úseky vnitřní trubky při pohledu z obnažené strany panelu, to znamená ze strany, která směřuje do vnitřního prostoru nádoby. Každý panel dále obsahuje zhutněný či udusaný žáruvzdorný materiál, který vyplňuje prostory mezi přilehlými přímými úseky každé trubky a mezi trubkami. Každý panel je dále opatřen opěrnou deskou, která vytváří vnější povrchovou plochu panelu.

Přívody vody a výstupy vody u trubek jsou připojeny k přívodnímu okruhu vody (na vyobrazení neznázorněno), který zajišťuje oběh vody vysokou průtokovou rychlostí trubkami.

Shora uvedený zkušební provoz zařízení byl prováděn přihlašovatelem v celé řadě zkušebních sérií v jeho zkušebním závodě ve městě Kwinana v západní Austrálii.

Zkušební provoz byl prováděn se shora popsanou nádobou, znázorněnou na vyobrazení podle obr. 1, a to za shora popsaných ustálených provozních podmínek. Předmětný způsob byl zejména provozován s kontinuálním odváděním roztaveného železa přes předpecí 77 a s periodickým odpichováním roztavené strusky prostřednictvím odpichového otvoru 61.

Při zkušebním provozu zařízení byla nádoba vyhodnocována a daný způsob byl prověřován v širokém rozmezí různých:

- (a) přiváděných materiálů;
- (b) množství přiváděných pevných látek a plynu;
- (c) množství strusky, měřeného z hlediska hloubky vrstvy strusky a poměru strusky vůči kovu;
- (d) provozních teplot; a
- (e) nastavení a seřízení zařízení.

V kontextu předmětu tohoto vynálezu bylo při zkušebním provozu zařízení zjištěno, že je velice důležité řídit a regulovat hladinu roztaveného železa v nádobě. Pokud je hladina železa příliš blízko u připojení 71 předpecí 77, může dojít k poškození kovového těsnění, takže se struska a plyny mohou dostat do předpecí 77, což může mít velice nežádoucí důsledky. Kromě toho, pokud je hladina železa příliš vysoká, hrozí nebezpečí, že dojde k ponoření přívodních trubek/dmyšních trubic 11 pro vstřikování pevných látek což může mít rovněž nežádoucí důsledky.

Hladina železa v nádobě je funkcí celé řady faktorů, přičemž jedním faktorem je hloubka vrstvy 16 roztavené strusky na vrstvě 15 roztaveného železa, to znamená okamžité množství strusky.

Pokud se množství strusky zvyšuje, je železo přitlačováno směrem dolů prostřednictvím zvýšené hmotnosti, působící na vrstvu 15 roztaveného železa. Pokud se množství strusky snižuje, potom hladina vrstvy 15 roztaveného železa stoupá. Proto tedy při provádění způsobu ve zkušebním provozu s periodickým odpichování strusky a s kontinuálním odváděním roztaveného železa znamená, že bude docházet k výrazným změnám množství strusky během odpichovacího období současně s výraznými změnami hladiny roztaveného železa v nádobě.

Přihlašovatel během zkušebního provozu zařízení zjistil, že nastavení tlaku v nádobě je velice účinným prostředkem pro kompenzaci změn množství strusky a pro regulaci hladiny roztaveného železa v nádobě tak, aby byla v přijatelném rozmezí výšek v období mezi odpichy.

Přihlašovatel zejména zjistil, že nastavení tlaku v nádobě v souladu s profilem, znázorněným na vyobrazení podle obr. 2, umožňuje efektivní řízení a regulaci hladiny roztaveného železa v nádobě.

Na vyobrazení podle obr. 2 je znázorněn profil tlaku v závislosti na čase pro období mezi odpichy v trvání dvě a půl hodiny. Zde je však nutno zdůraznit, že obecný tvar tohoto profilu je možno uplatnit pro jakékoliv období mezi odpichy.

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 2, tak bezprostředně po dokončení odpichu strusky vzrůstá tlak v nádobě ze 70 kPa při 1 kPa/min. na 75 kPa. Tento poměrně velký nárůst tlaku v nádobě v relativně krátkém časovém období je kompenzován nárůstem hladiny železa v důsledku odpichu strusky z nádoby. Zvýšení tlaku je dosaženo nastavením a seřízením regulačních ventilů (na vyobrazeních neznázorněno v horním výstupním kanálu 9 pro odvádění odpadních plynů.

V souladu s obecným doporučením je žádoucí zvýšit tlak pokud možno co nejrychleji z odpichového tlaku na cílový tlak v rámci možností či omezení nádoby. Jedno takové omezení spočívá v tom, že by mohlo dojít k nárazu roztaveného kovu přes předpecí 77, pokud by byl tlak zvyšován příliš rychle.

Jak je dále znázorněno na vyobrazení podle obr. 2, tak po dosažení cílového tlaku o velikosti 75 kPa je tlak snížen na 70 kPa prostřednictvím řady kroků po 1 kPa během časového období v trvání 25 minut. Snížení tlaku během tohoto období je vyváжено snížením hladiny železa, způsobeným nárůstem množství strusky v nádobě během tohoto období.

Na vyobrazení podle obr. 3 je znázorněna jiná, avšak nejen pouze jiná, možnost nastavení tlaku v nádobě za účelem kompenzace změn množství strusky a regulace hladiny roztaveného kovu v nádobě během období mezi odpichy.

Na vyobrazení podle obr. 3 je znázorněn profil křivky závislosti tlaku na čase pro období mezi odpichy v trvání dvě a půl hodiny.

V souladu s možností nastavení tlaku, znázorněno na vyobrazení podle obr. 3, vzrůstá tlak v krocích po 1 kPa ze 70 kPa za 75 kPa během období deseti minut odpichu strusky. Tento poměrně velký nárůst tlaku v nádobě za relativně krátké časové období je kompenzován nárůstem hladiny železa v důsledku odpichu strusky z nádoby. Stejně jako u možnosti nastavení tlaku, znázorněné na vyobrazení podle obr. 2, je dosaženo zvýšení tlaku prostřednictvím nastavení regulačních ventilů v horním výstupním kanálu 9 pro odvádění odpadních plynů.

U shora popsaného příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu je možno provádět celou řadu modifikací, aniž by došlo k úniku z myšlenky a rozsahu předmětu tohoto vynálezu.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob přímého tavení pro výrobu roztaveného železa a/nebo slitin železa z přiváděného materiálu, obsahujícího kov, který zahrnuje následující kroky:

- (a) vytváření roztavené lázně, obsahující vrstvu kovu a vrstvu strusky, ležící na vrstvě kovu, a to v nádobě na přímé tavení,
- (b) přivádění výchozího materiálu, obsahujícího kov, uhlíkatého materiálu a tavidel nebo struskotvorných přísad do nádoby,
- (c) tavení výchozího materiálu, obsahujícího kov, na roztavené železo v roztavené lázni,
- (d) vstřikování plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby pro přídavné spalování plynů, vznikajících v průběhu procesu,
- (e) kontinuální odpichování roztaveného kovu z nádoby,
- (f) periodické odpichování roztavené strusky z nádoby,

v y z n a č u j í c í s e t í m , že se reguluje hladina roztaveného kovu v nádobě prostřednictvím nastavování tlaku v nádobě.

2. Způsob podle nároku 1,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje regulování

hladiny roztaveného kovu v nádobě prostřednictvím následujících kroků:

- (i) zvyšování tlaku v nádobě kdykoliv během odpichu strusky a až do 15 minut po ukončení odpichu strusky na předem stanovený tlak (P1) pro kompenzaci zvýšení hladiny kovu v důsledku odpichu strusky z nádoby, a
- (ii) poté, kdy tlak v nádobě dosáhne tlaku (P1), nastavení tlaku tak, že tlakem je nižší tlak (P2) při následujícím odpichu strusky pro kompenzaci účinku zvýšení množství strusky na vrstvě kovu během tohoto období.

3. Způsob podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zvýšení tlaku v kroku (i) činí alespoň 5 kPa.

4. Způsob podle nároku 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (i) zahrnuje zvyšování tlaku v nádobě kdykoliv během odpichu strusky až do 10 minut po ukončení odpichu strusky.

5. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (i) zahrnuje zvyšování tlaku v nádobě pouze během období odpichu strusky.

6. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (i) zahrnuje kontinuální zvyšování tlaku v nádobě.

7. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (i) zahrnuje zvyšování tlaku v nádobě v sérii kroků.

8. Způsob podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že kroky zvyšování tlaku mají velikost 0,5 až 2,0 kPa.

9. Způsob podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že kroky zvyšování tlaku mají velikost 0,5 až 1,5 kPa.

10. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (ii) zahrnuje kontinuální snižování tlaku.

11. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (ii) zahrnuje snižování tlaku v sérii kroků.

12. Způsob podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že kroky snižování tlaku mají velikost 0,5 až 2,0 kPa.

13. Způsob podle nároku 12, v y z n a č u j í c í s e t í m , že kroky snižování tlaku mají velikost 0,5 až 1,5 kPa.

14. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 11 až 13, v y z n a č u j í c í s e t í m , že časový interval mezi kroky snižování tlaku činí 20 až 30 minut.

15. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (ii) zahrnuje nastavení tlaku na nižší tlak (P2) pro celé časové období do následujícího odpichu strusky.

16. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 2 až 14, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (ii) je dokončen v časovém období před následujícím odpichem strusky a tlak je udržován na nižším tlaku (P2) do následujícího odpichu.

17. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že časové období mezi odpichy strusky činí 2 až 3 hodiny.

18. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (b) zahrnuje vstřikování přiváděného materiálu, obsahujícího kov, pevného uhlíkatého materiálu a tavidel či struskotvorných přísad do kovové vrstvy prostřednictvím velkého množství přívodních trubek/dmyšních trubic.

19. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok (c) zahrnuje tavení přiváděného materiálu, obsahujícího kov, na roztavený kov v kovové vrstvě.

20. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje vypuzování roztaveného materiálu ve formě rozstříkovaných a šplíchajících kapiček a proudů roztaveného materiálu do

prostoru nad obvykle nehybným povrchem roztavené lázně a vytváření přechodové oblasti.

21. Způsob podle nároku 20, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje dmychání plynu, obsahujícího kyslík, do nádoby na přímé tavení prostřednictvím jedné nebo více přívodních trubek/dmyšních trubic a přidavné spalování reakčních plynů, uvolňovaných z roztavené lázně, přičemž stoupající a poté klesající rozstříkované a šplíchající kapičky a proudy roztaveného materiálu v přechodové oblasti usnadňují přestup tepla do roztavené lázně, a přičemž přechodová oblast minimalizuje tepelné ztráty z nádoby prostřednictvím boční stěny nádoby, která je ve styku s přechodovou oblastí.

22. Způsob podle nároku 21, v y z n a č u j í c í s e t í m , že plynem, obsahujícím kyslík, je vzduch nebo kyslíkem obohacený vzduch.

VHÁNĚNÝ HORKÝ VZDUCH

OBR. 1

VODOU CHLAZENÉ
PANĚLY

ZTUHLÁ STRUSKA

UHLÍ/RUDA
NOSNÝ PLYN

PŘECHODOVÁ OBLAST

1450°C - 1550°C
ROZTAVENÁ
"STRUSKA"

ROZTAVENÝ KOV

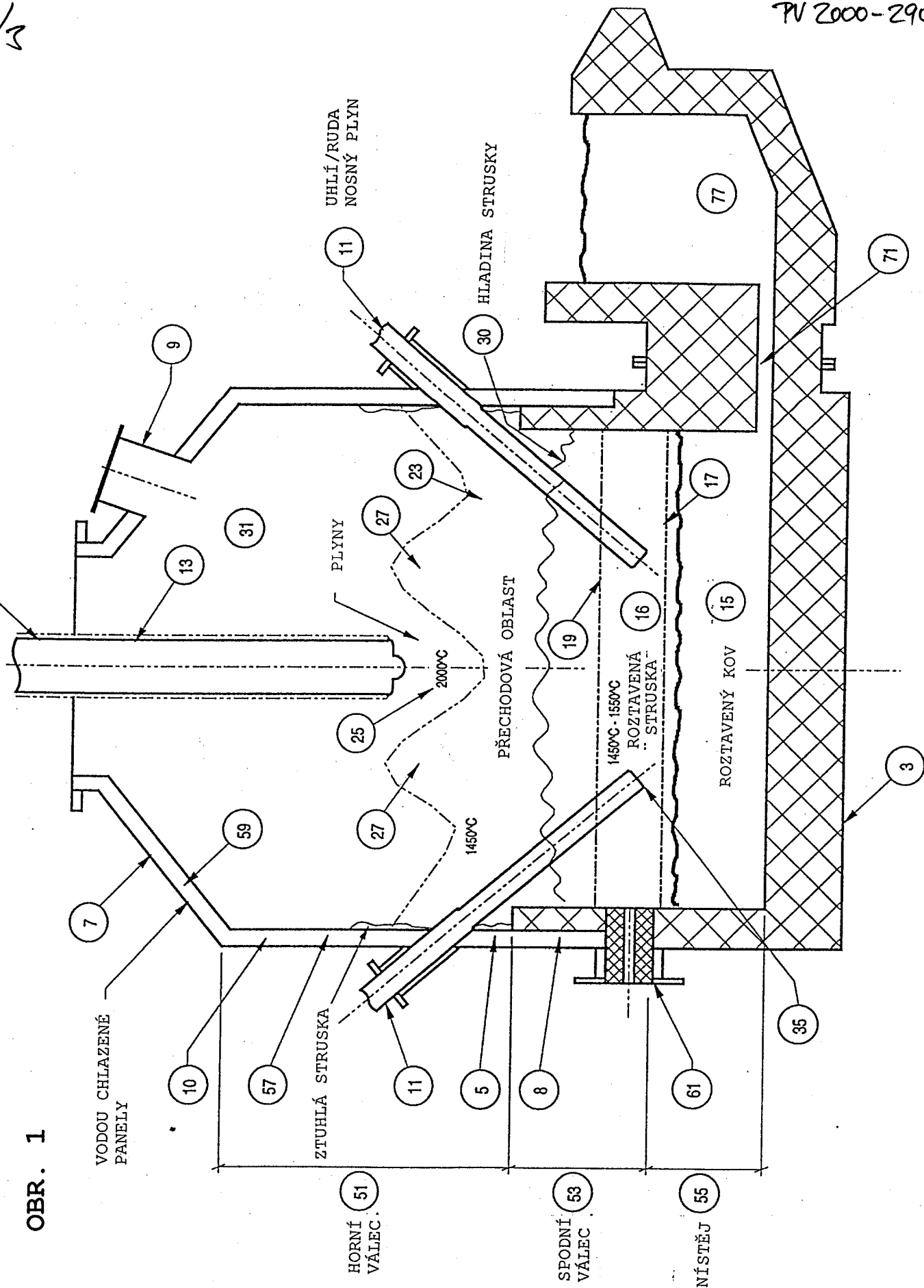
HORNÍ
VÁLEC

SPODNÍ
VÁLEC

NÍSTĚJ

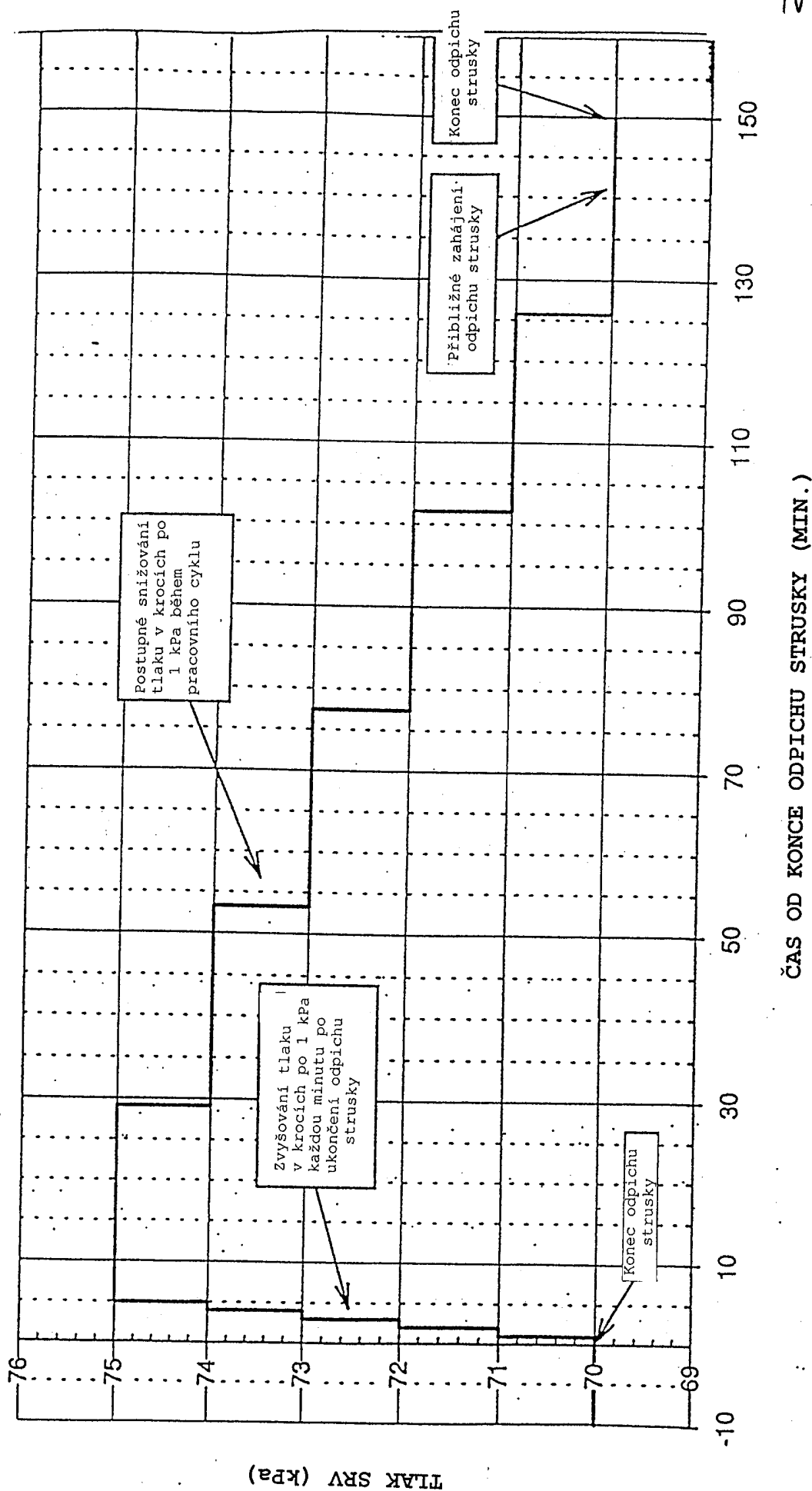
10.00.40

1/3



OBR. 2

PRŮBĚH TLAKU V ČASE 2 ½ HODINY MEZI ODPICHY

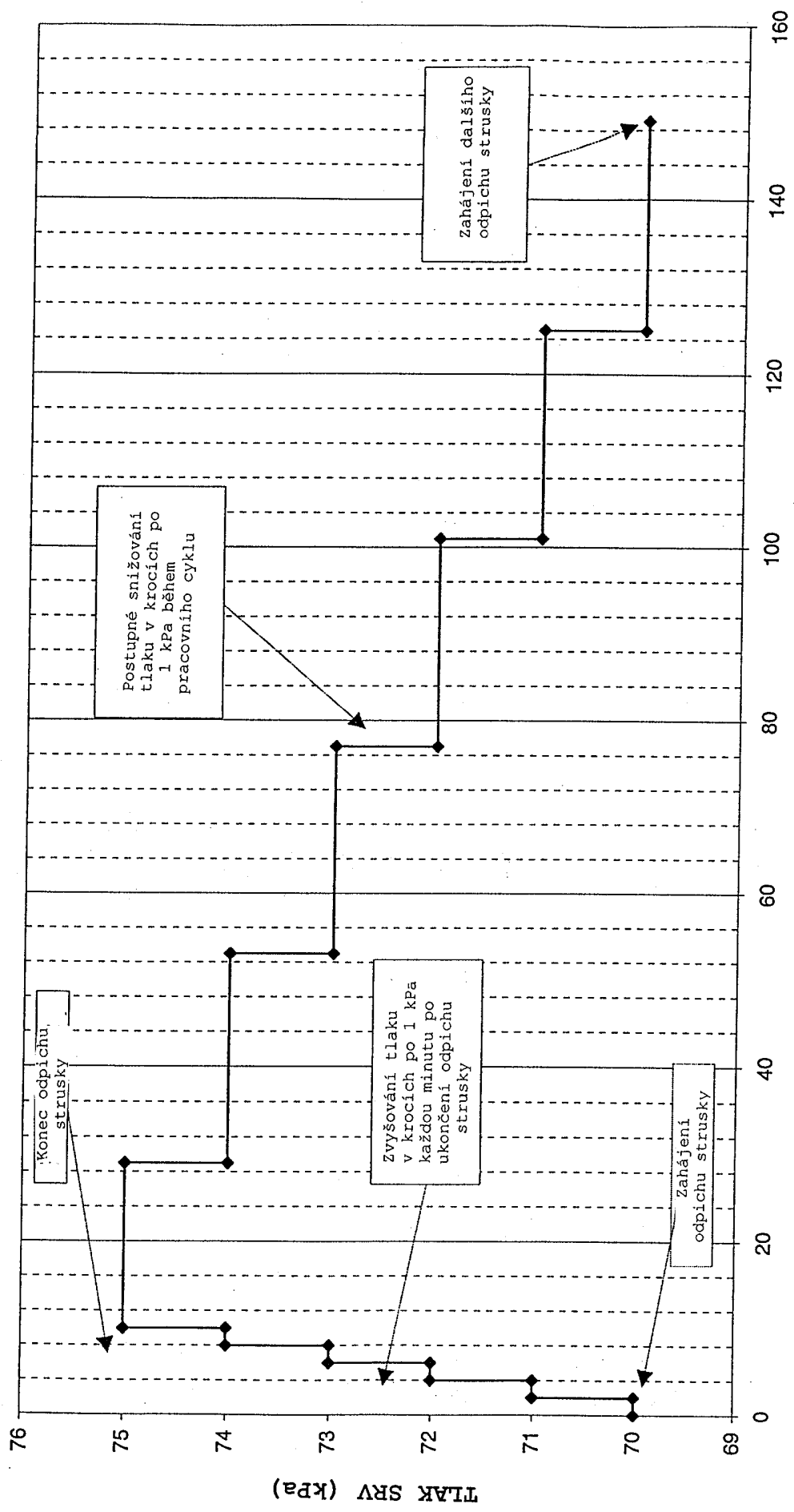


3/2

PV 2000-2904

OBR. 3

PRŮBĚH TLAKU V ČASE 2 ½ HODINY MEZI ODPICHY



ČAS OD KONCE ODPICHU STRUSKY (MIN.)

07.03.01