



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

222699

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 22 B 21/06

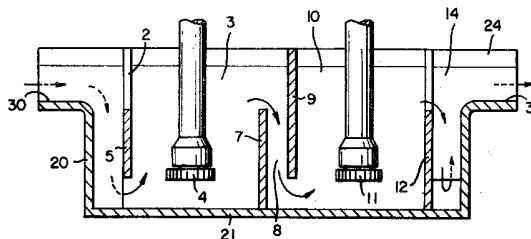
- (22) Přihlášeno 11 06 81
(21) (PV 4384-81)
(32) (31)(33) Právo přednosti od 12 06 80
(158771) Spojené státy americké
(40) Zveřejněno 15 09 82
(45) Vydáno 15 09 85

- (72) Autor vynálezu PELTON JOHN FRANKLIN, YORKTOWN HEIGHTS, NEW YORK (Sp. st. a.)
(73) Majitel patentu UNION CARBIDE CORPORATION, NEW YORK, NEW YORK (Sp. st. a.)

(54) Zařízení pro rafinování roztaveného kovu

Vynález se týká zařízení pro rafinování roztaveného kovu, které sestává z nádoby, která je opatřena vstupní zónou a výstupní zónou, mezi kterými jsou v sérii uspořádány dvě rafinační komory, které jsou odděleny přepážkami. Otočný distributor plynu, uspořádaný přibližně ve středu každé rafinační komory, sestává z hřídele, který je na horním konci opatřen hnacím ústrojím a k jehož spodnímu konci je pevně připojen rotor.

Zdokonalení popsaného zařízení spočívá v tom, že vstupní zóna a výstupní zóna jsou uspořádány tak, že roztavený kov může proudit ode dne vstupní zóny ke dnu první rafinační komory série a z horní části poslední rafinační komory série do horní části výstupní zóny, přičemž v nádobě jsou uspořádány oddělovací přepážky umístěné tak, že první přepážka je na vstupní straně nádoby a roztavený kov proudí z horní části jedné rafinační komory přes horní hranu první přepážky do prostoru mezi první a druhou přepážkou a pod druhou přepážkou do spodní části následující rafinační komory série.



Obr. 2

Vynález se týká zařízení pro rafinování roztaveného kovu, zejména pro rafinování hliníku, hořčíku, mědi, zinku, cínu, olova a jejich slitin. Zařízení podle vynálezu představuje zdokonalení zařízení, které je popsáno v patentovém spisu USA č. 3 743 263.

Hlavním znakem procesu, který probíhá v tomto známém zařízení, je dispergování čerficího plynu ve formě extrémně malých bublinek v tavenině. Vodík se z taveniny odstraňuje desorpcí do plynových bublinek, zatímco ostatní nekovové nečistoty jsou flotací vyplavovány do vrstvy pěny. Dispergování čerficího plynu se provádí otočnými distributory plynu, které uvnitř taveniny vyvolávají značnou turbulenci. Tato turbulence nutí malé nekovové částičky aglomerovat ve větší shluky částíček, které jsou plynovými bublinami vyplavovány na hladinu taveniny. Toto turbulentní proudění kovu současně zajišťuje důkladné mísení čerficího plynu s taveninou a zabráňuje vytváření nánosů, zejména kovových kyslíčků, uvnitř nádoby. Nekovové nečistoty vyplavené z kovu jsou ze systému odstraňovány spolu s pěnou, zatímco vodík desorbovaný z kovu opouští systém spolu s využitým čerficím plynem.

Popsaný postup se provádí v zařízení, které sestává ze vstupní komory, kterou rafinovaný kov prochází přes přepážku do první rafinační komory a druhé rafinační komory, přičemž v jednotlivých komorách jsou uspořádány otočné distributory plynu. Roztavený kov pak přichází do výstupní trubice a prochází do výstupní komory, která je v zájmu využití prostoru uspořádána po straně vstupní komory na totéž konci rafinačního zařízení. Popsaná konstrukce je patrná na obr. 4 a 5 zmíněného patentového spisu USA č. 3 743 263. Kompaktní provedení tohoto zařízení má výhodu v poměrně malých rozměrech.

Popsané kompaktní zařízení se v praxi dobře osvědčilo a dále osvědčuje, avšak jeho maximální rafinační výkon je pouze $7,5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. V mnoha technologických soustavách se však vyžaduje ještě vyšší rychlost rafinace, avšak není k dispozici prostor pro stávající, lineárně zvětšená rafinační zařízení, s třemi rafinačními komorami a otočnými distributory plynu. V jiných technologických soustavách, ve kterých takový prostor k dispozici je, je naopak snaha dosáhnout vyšší rafinační kapacity na jednotlivé rafinační komory zařízení.

Uvedené nedostatky známých zařízení odstraňuje zařízení pro rafinování roztaveného kovu, které sestává z nádoby rozčleněné na vstupní zónu a výstupní zónu, mezi kterými jsou za sebou uspořádány nejméně dvě rafinační komory, které jsou navzájem odděleny oddělovacími přepážkami, přičemž první rafinační komora přiléhá k vstupní zóně a je propojena s touto první zónou propojenou dále s první odpěňovací komorou a poslední rafinační komora přiléhá k výstupní zóně a je propojena s touto výstupní zónou propojenou dále s druhou odpěňovací komorou, přičemž uprostřed rafinačních komor jsou uspořádány otočné distributory plynu, z nichž každý sestává z hřídele, který je na horním konci opatřen hnacím ústrojím a na spodním konci je pevně spojen s rotorem, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že první přepážka mezi vstupní zónou a první rafinační komorou je nahoře uzavřena a u dna otevřena pro průtok kovu a druhá přepážka mezi poslední rafinační komorou a výstupní zónou je nahoře otevřena a u dna uzavřena pro průtok kovu, přičemž první oddělovací přepážka a druhá oddělovací přepážka mezi rafinačními komorami jsou uspořádány s mezerou, první oddělovací přepážka je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna uzavřena pro průtok kovu a druhá oddělovací přepážka je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna uzavřena pro průtok kovu.

Vstupní zóna je od první odpěňovací komory oddělena třetí přepážkou a čtvrtá přepážka mezi první odpěňovací komorou a první rafinační komorou je nahoře a u dna uzavřena pro průtok kovu.

Výstupní zóna je od druhé odpěňovací komory oddělena pátou přepážkou, která je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna otevřena pro průtok kovu, přičemž horní hrana první oddělovací přepážky je uspořádána těsně pod klidovou hladinou roztaveného kovu v zařízení.

Nový a vyšší účinek vynálezu spočívá ve zvýšení rafinační kapacity zařízení při jen mírném zvětšení jeho rozměrů nebo v dosažení vyššího rafinačního výkonu na rafinační komoru.

Prvním krokem vedoucím ke zdokonalení známého zařízení bylo zjištění důvodů omezení rafinační kapacity známého kompaktního zařízení. Zjistilo se, že jedním z důvodů omezení je přípustný polohový spád roztaveného kovu při jeho průchodu zařízením. Pod tímto polohovým spádem se rozumí rozdíl mezi vyšší úrovní, se kterou roztavený kov do zařízení vstupuje, a nižší úrovní, se kterou tavenina zařízení na výstupu opouští. Při maximální kapacitě $7,5 \text{ kg.s}^{-1}$, činí tento polohový spád přibližně 5 až 7,5 cm. V důsledku konstrukce kompaktního zařízení je obtížné, případně nemožné, dosáhnout maximální kapacity nebo ještě vyšší kapacity při použití ještě vyššího polohového spádu. Pokles hladiny kovu na výstupu v důsledku polohového spádu má za následek větší průtok kovu, v důsledku čehož se zvyšuje pravděpodobnost smísení plovoucí pěny s proudem rafinovaného kovu. Další zvýšení průtoku na výstupu, které vyplývá z vyšší rychlosti proudění kovu, zvyšuje pravděpodobnost vmísení pěny. Zvýšený průtok kovu má současně za následek zvýšené vnitřní tření kovu, zejména ve výstupní trubici, což má naopak za následek přídavný polohový spád. Dále, vyšší rychlosti proudění kovu vyžadují vyšší frekvence otáčení distributoru plynu a vyšší objemový průtok čerčicího plynu, jestliže se má dosáhnout stejné rafinační kapacity. Toto zvýšení frekvence otáčení a průtoku čerčicího plynu rovněž zvyšuje polohový spád. Částí řešení uvedeného problému tedy bylo hledání cesty vedoucí k omezení polohového spádu a po dosažení tohoto cíle odstranění případných negativních důsledků, které z toho vyplývají.

Rafinační kapacita známého kompaktního zařízení je omezena také tím, že dochází ke značnému pronikání taveniny z druhé rafinační komory zpět do první rafinační komory. Rychlost, kterou otočný distributor plynu při stabilních provozních podmínkách, to jest frekvenci otáčení, průtoku plynu, rozměrech trysek a komory atd., odstraňuje nečistoty, je úměrná dané koncentraci nečistot. Rychlost odstraňování vodíku je za těchto okolností úměrná druhé mocnině obsahu vodíku. Rafinační kapacita soustavy se dvěma nebo více otočnými distributory plynu se za těchto okolností dosáhne tehdy, jestliže jsou jednotlivé distributory uspořádány v jednotlivých komorách tak, že roztavený kov proudí pouze v jednom směru. Jestliže roztavený kov má proudit z první komory do druhé komory, jak je tomu v tomto případě, nemělo by v podstatě docházet k žádnému zpětnému proudění z druhé komory do první komory. Tato situace se označuje jako oddělení stupňů, které je známo ze řady kontinuálních průtokových procesů.

Podstata vynálezu je dále objasněna na konkrétním příkladu jeho provedení, které je popsáno pomocí připojených výkresů, které znázorňují:

Obr. 1 schematický půdorysný pohled na zařízení podle vynálezu, obr. 2 schematický řez zařízením z obr. 1 v rovině 2-2 z obr. 1, obr. 3 schematický perspektivní pohled na řez vstupním koncem zařízení, obr. 4 schematický perspektivní pohled na řez výstupním koncem zařízení a obr. 5 schematický půdorysný pohled na rotor použitý v zařízení.

Zařízení pro rafinování roztaveného kovu, které je znázorněno na obr. 1 a 2, sestává z nádoby ve tvaru kvádru, která sestává ze čtyř bočních stěn 20, dna 21, třetí přepážky 22, vnitřní stěny 23 a přepážek, které vymezují šest oddělených komor. Boční stěny 20 a dno 21 mohou být sestaveny z několika vrstev ze žáruvzdorné izolace, komory s topnými elementy, litinového pouzdra a grafitových desek pokrývajících část nádoby, která není ve styku se vzduchem, a desek z karbidu křemíku. Provedení těchto vrstev je běžné a není na výkresech znázorněno. Rafinační nádoba je dále opatřena víkem 24, které umožňuje dosažení uzavřené soustavy. Přepážky nebo přepážkové desky jsou s výhodou z grafitu nebo karbidu křemíku. Vstupní zóna 1 ve směru proudění taveniny sestává z prvního přepadu 30 a první přepážky 2. Výstupní zóna 15 sestává z druhé přepážky 12, druhé odpěňovací komory 13, páté přepážky 14 a je opatřena druhým přepadem 31.

Proudění taveniny je naznačeno šipkami.

Roztavený kov vstupuje přes první přepad 30 do vstupní zóny 1 a prochází pod první přepážkou 2 do první rafinační komory 3. První přepážka 2 je konstruována tak, že roztave-

ný kov nemůže proudit jinak, než je popsáno. V první rafinační komoře 3 prochází roztavený kov kolem prvního otočného distributoru 4 plynu a dochází k popsané rafinaci. Na hladině taveniny se shromažďuje pěna, která je na této hladině vyplavována přes horní hranu čtvrté přepážky 5 do první odpěňovací komory 6, kde se sbírá. Zbylý roztavený kov prochází pod čtvrtou přepážkou 5 a je recyklován do první rafinační komory 3. Je patrné, že vstupní zóna 1 a první odpěňovací komora 6 jsou od sebe z hlediska taveniny zcela odděleny. Roztavený kov pak prochází přes horní hranu první oddělovací přepážky 7 do prostoru 8 mezi první oddělovací přepážkou 7 a druhou oddělovací přepážkou 9 a pod druhou oddělovací přepážkou 9 a do poslední rafinační komory 10, kde přichází do styku s druhým otočným distributorem 11 plynu a dále rafinován.

Tavenina s pěnou, plovoucí na hladině této taveniny prochází z poslední rafinační komory 10 přes druhou přepážku 12 do horní části druhé odpěňovací komory 13. V této druhé odpěňovací komoře 13 se sbírá a odstraňuje pěna. Tavenina prochází pod pátou přepážkou 14 do výstupní zóny 15, ze které je ze zařízení odváděna přes druhý přepad 31. Je třeba poznamenat, že pokud se týká pohybu taveniny, není výstupní zóna 15 přímo spojena s poslední rafinační komorou 10.

Horní hrany přepážek 5, 7, 12 jsou s výhodou uspořádány co nejvýše, aby mohly stírat vrstvu pěny a stěny rafinačních komor 3, 10 zůstaly čisté. Jestliže zařízení není v provozu, to jest neprovádí se rafinace, nachází se hladina kapaliny obvykle v úrovni nebo nad úrovní prvního přepadu 30 vstupní zóny 1 nebo druhého přepadu 31 výstupní zóny 15, podle toho, který z těchto přepadů 30, 31 je níže. Toto může být označeno jako klidová hladina zařízení. Horní hrany přepážek 5, 7, 12 jsou uspořádány poněkud pod touto hladinou, například 3,75 cm pod touto hladinou, takže nebrání volnému pohybu pěny z rafinačních komor 3, 10 do odpěňovacích komor 6, 13. Vzdálenost mezi spodními hranami přepážek 5, 7, 14 a dnem 21 nádoby se volí tak, aby průtok roztaveného kovu byl v podstatě nerušený. V typické konstrukci se tato vzdálenost volí přibližně 15 cm.

Vzdálenost mezi oddělovacími přepážkami 7, 9, to jest šířka prostoru 8, se také volí empiricky podle přibližného odhadu a činí přibližně polovinu vzdálenosti od dna 21 nádoby ke spodní hraně druhé oddělovací přepážky 9. Druhá oddělovací přepážka 9 obvykle stejně jako přepážky 5, 14 probíhá k horní straně nádoby. K hornímu okraji nádoby probíhá také třetí přepážka 22 a vnitřní stěna 23 mezi vstupní zónou 1 a první odpěňovací komorou 6, respektive výstupní zónou 15 a poslední rafinační komorou 10.

Bylo zjištěno, že zařízení podle vynálezu umožňuje nejen zvýšení průtoku taveniny o nejméně 100 %, ale i dosažení vyššího stupně rafinace, což je umožněno zvýšením frekvence otáčení trysek a zvýšením průtoku plynu. Kromě toho lze použít různé kombinace frekvence otáčení a průtoku plynu, protože je v podstatě vyloučen polohový spád, který činí méně než 2,5 cm. Jestliže je zařízení sestaveno ze tří nebo více rafinačních komor, jsou v zařízení upraveny přístupy do rafinačních komor uspořádaných mezi první a poslední rafinační komorou, které umožňují odstraňování pěny a čištění. Mezilehlé rafinační komory jsou v podstatě konstruovány stejně jako rafinační komory 3, 10, s výjimkou spočívající v tom, že přepážky, odpovídající oddělovacím přepážkám 7, 9 budou uspořádány jak na vstupní, tak na výstupní straně komory. Vstupy jednotlivých rafinačních komor jsou tedy vytvořeny u dna a výstupy poblíž horní strany.

Vynález je dále popsán na konkrétním příkladu jeho provedení.

P ř í k l a d

Popsané a znázorněné zařízení je konstruováno s následujícími rozměry:

- rotor podle obr. 5 má průměr 19 cm a tloušťku 6,3 cm, v jeho obvodu jsou vytvořeny drážky, takže vzniká osm zubů 35, jednotlivé z těchto zubů 35 mají šířku 2,5 cm a délku 3,2 cm,
- vzdálenost mezi spodní stranou rotoru a dnem rafinační komory činí 12,7 cm,
- jsou použity dvě rafinační komory 3, 10, každá z nich má šířku 58,5 cm a délku 73,5 cm,
- hloubka kapaliny v jednotlivých rafinačních komorách 3, 10 je v průběhu rafinace 73,5 cm,
- vstupní zóna 1 má šířku 10 cm a délku 28 cm,
- výstupní zóna 15 má šířku 15,2 cm a délku 28 cm,
- otvor pod přepážkami 2, 2, 14 je 15,2 cm vysoký,
- vzdálenost mezi oddělovacími přepážkami 7, 2 je 7,6 cm.

Zařízení bylo provozováno jako vodní model, za následujících podmínek:

- průtok vody odpovídá průtoku roztaveného hliníku $15,1 \text{ kg.s}^{-1}$,
- otáčky rotoru činily přibližně $90.\text{s}^{-1}$,
- průtok plynu (dusíku) jednotlivými rotory odpovídal $2,83.10^{-3} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ argonu nebo dusíku (skutečný průtok byl $8,5.10^{-3} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ čímž se kompenzovalo zvýšení objemu plynu zahřátím na teplotu roztaveného hliníku na trojnásobek),
- voda přiváděná do zařízení obsahovala kyslík v množství přibližně 6 až 8 ppm. Čerpením pomocí otočných distributorů plynu se odstraňovala část rozpuštěného kyslíku, čímž se simulovala činnost zařízení při odstraňování nekovových nečistot a vodíku z roztaveného kovu. Měřil se obsah kyslíku na vstupu a výstupu.

V ý s l e d k y:

Výška hladiny ve výstupní zóně 15 je přibližně shodná s výškou hladiny ve vstupní zóně 1. Vzájemné výšky těchto hladin lze nastavit změnami frekvence otáčení rotorů a změnou průtoku plynu. Zvýšení průtoku plynu má v tomto případě za následek zvýšení hladiny kapaliny ve výstupní zóně 15 vzhledem k hladině ve vstupní zóně 1. Zvýšení frekvence otáčení rotoru má opačný účinek. V praxi je tedy snadné měnit frekvenci otáčení rotoru a velikost průtoku plynu tak, aby se hladiny vyrovnaly, nebo aby výstupní hladina byla podle potřeby poněkud výše nebo níže než vstupní hladina.

Simulovaný stupeň rafinace (měřený stupněm odstranění kyslíku z vody) je stejný jako v případě kompaktního zařízení se dvěma tryskami, které pracuje na svém maximálním rafinačním s průtokem vody, který odpovídá průtoku roztaveného hliníku $7,5 \text{ kg.s}^{-1}$.

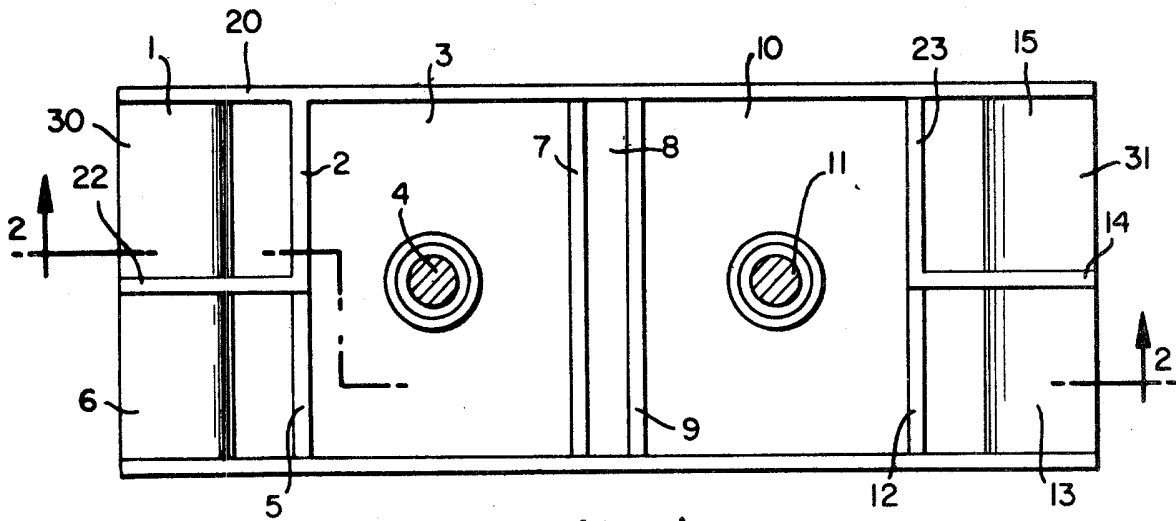
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro rafinování roztaveného kovu, které sestává z nádoby rozčleněné na vstupní zónu a výstupní zónu, mezi kterými jsou za sebou uspořádány nejméně dvě rafinační komory, které jsou navzájem odděleny oddělovacími přepážkami, přičemž první rafinační komora přiléhá k vstupní zóně a je propojena s touto první zónou propojenou dále s první odpěňovací komorou a poslední rafinační komora přiléhá k výstupní zóně a je propojena s touto výstupní zónou propojenou dále s druhou odpěňovací komorou, přičemž uprostřed rafinačních komor jsou uspořádány otočné distributory plynu, z nichž každý sestává z hřídele, který je na horním konci opatřen hnacím ústrojím a na spodním konci je pevně spojen s rotorem, vyznačující se tím, že první přepážka (2) mezi vstupní zónou (1) a první rafinační komorou (3) je nahoře uzavřena a u dna (21) otevřena pro průtok kovu a druhá přepážka (12) mezi poslední rafinační komorou (10) a výstupní zónou (15) je nahoře otevřena a u dna (21) uzavřena pro průtok kovu, přičemž první oddělovací přepážka (7) a druhá oddělovací přepážka (9) mezi rafinačními komorami (3, 10) jsou uspořádány s mezerou, první oddělovací přepážka (7) je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna (21) uzavřena pro průtok kovu a druhá oddělovací přepážka (9) je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna (21) uzavřena pro průtok kovu.

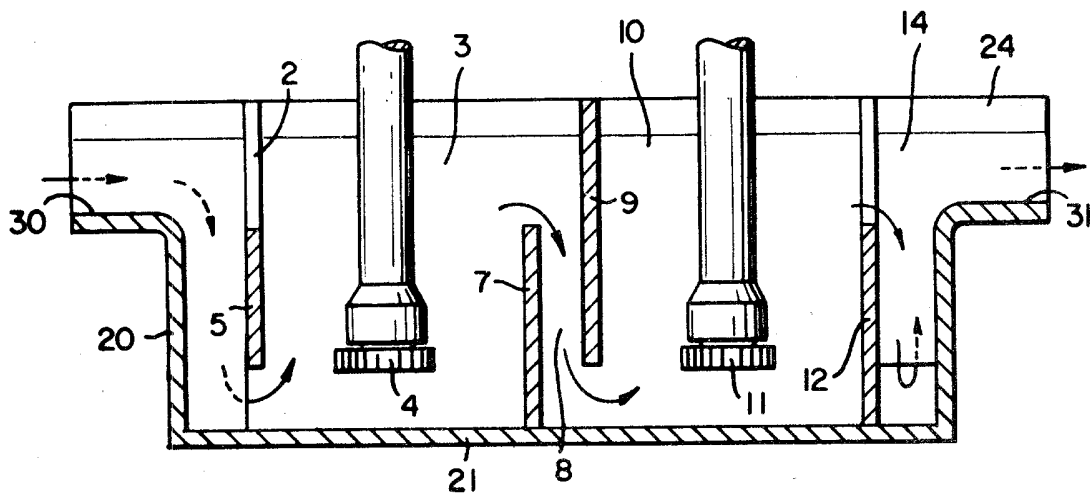
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že vstupní zóna (1) je od první odpěňovací komory (6) oddělena třetí přepážkou (22) a čtvrtá přepážka (5) mezi první odpěňovací komorou (6) a první rafinační komorou (3) je nahoře a u dna (21) uzavřena pro průtok kovu.

3. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že výstupní zóna (15) je od druhé odpěňovací komory (13) oddělena pátou přepážkou (14), která je nahoře otevřena pro průtok kovu a u dna (21) otevřena pro průtok kovu.

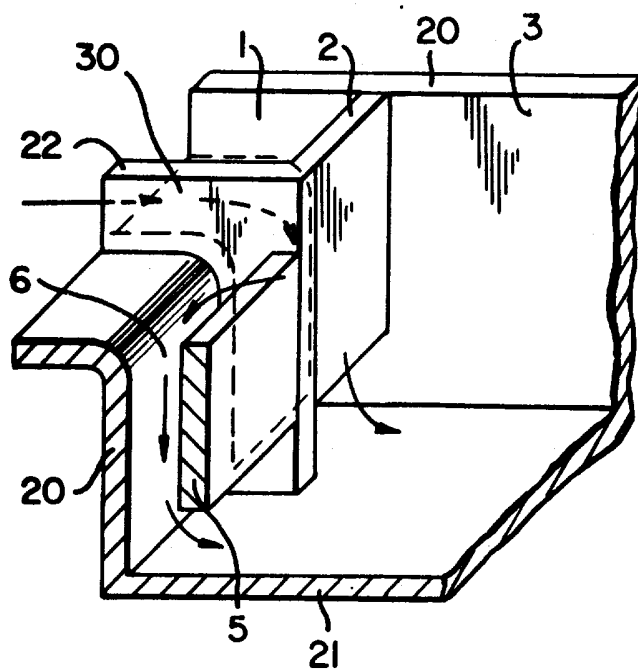
4. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že horní hrana první oddělovací přepážky (7) je uspořádána těsně pod klidovou hladinou roztaveného kovu v zařízení.



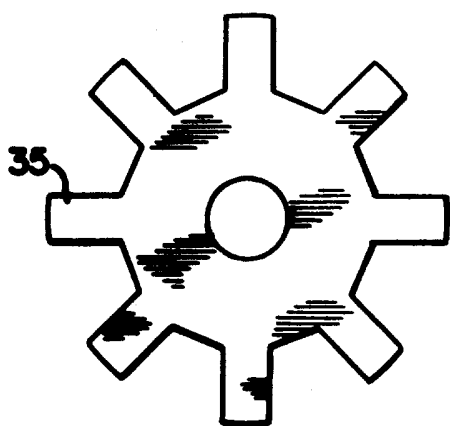
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 5

