

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2001 -4128

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **16.11.2001**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.04.2003**
(Věstník č. 4/2003)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷ :

C 03 B 7/092

C 03 B 5/18

(71) Přihlašovatel:

ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ AKADEMIE
VĚD ČR, Praha, CZ;
BH-F (ENGINEERING) LTD., Didcot, GB;

(72) Původce:

Smrček Josef Ing. CSc., Praha, CZ;
Hájek Milan Ing. CSc., Praha, CZ;
Vilk Peter Ing., Reading, GB;

(74) Zástupce:

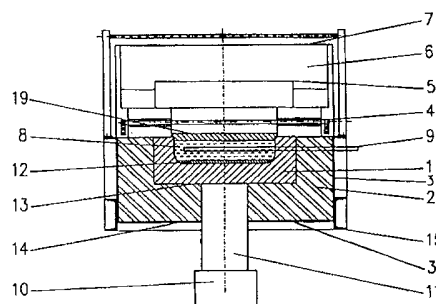
Smrčková Marie ing., Velflíkova 8, Praha 6, 16000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob homogenizace taveniny a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Na taveninu, o viskozitě v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s, ve stacionárním či průtokovém stavu, se působí mikrovlnným zářením o frekvenci 0,1 až 20 GHz, z jakéhokoliv směru. Vnější místo prostoru s taveninou, kde vyúsťuje vlnovod (11) mikrovlnného záření se může ochlazovat. Mikrovlnné záření v tavenině se odráží odraznými koncovými prostředky v tavenině zpět k místu vniku do taveniny a odstiňuje se od okolí stínícím kovovým prostředkem. Do prostoru s taveninou o dané viskozitě vyúsťuje nejméně jeden vlnovod (11) zdroje (10) mikrovlnného záření v jakémkoliv směru k vnějšímu povrchu taveniny. nejméně jeden vlnovod (11) je přiveden k vnějšímu povrchu dna (13) žlabu (1) dávkovače a/nebo k vnějšímu povrchu dna (14) kovového pláště (3) žlabu dávkovače a/nebo k vnějšímu povrchu dna (17) bazénu (16) pracovní části pece a/nebo k postranním stěnám bazénu (16) pracovní části pece, případně i nad hladinu skloviny (8) či nad horní překlad (5) žlabu (1). Místo vyústění vlnovodu (11) může být opatřeno izolační vrstvou (2). Do prostoru taveniny mohou být zavedeny odrazné kovové prostředky. Prostor s taveninou má ve směru kolmém na podélnou osu prostoru svislý průřez čtvercový, obdélníkový, kruhový nebo oválný.



Způsob homogenizace taveniny a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu homogenizace taveniny, dielektrické, např. skloviny, odstraněním nebo minimalizováním místních koncentračních rozdílů - nehomogenit v této tavenině.

Vynález se týká též zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

K získání homogenní roztavené taveniny, např. skloviny, se dnes ještě používá tradičních metod – vložením plynopudné látky do skloviny, kdy vznikající plyny stoupají ke hladině a tím promíchávají obsah lázně.

Moderní metodou homogenizace je strojní míchání rotačními míchadly. Vzhledem k přísně laminárnímu toku způsobuje jen protažení šlír. Hlavní nevýhodou strojního rotačního míchání je, že míchadlem vyvolané proudění, zasahuje jen omezeně až ke dnu, kde se šlira nachází a nelze spustit míchadlo až na úroveň šliry tj. na 1 mm ode dna.

Nehomogenity v tavenině, zejména ve sklovině, jsou přítomny především jako šliry tj. části taveniny ve tvaru tenkých vrstev či provazců o tloušťce 0,001 – 1 mm, tedy v rozměrech kdy způsobují rozptyl viditelného světla. Sklovina, která tvoří šliry, má odlišné chemické složení a tudíž jiné fyzikální vlastnosti :

- index lomu, potom je ve skle šlira vidět a vizuálně ruší, zvyšuje rozptyl světla a tím snižuje spektrální propustnost, snižuje brilanci např. skla;
- teplotní roztažnost, což snižuje pevnost výrobku;
- viskozitu a povrchové napětí, což ovlivňuje rozmíchání šlír, a tyto její vlastnosti ovlivňují nepříznivě tvarovací proces;
- a obvykle mají šliry i vyšší specifickou hmotnost, tj. koncentrují se na dně a vytvářejí tam tlustou šliru, která je pro konečné výrobky obzvláště nebezpečná

V českých patentech č. 289191 a č. 289193 je popsáno využití mikrovlnného ohřevu tím způsobem, že ke směsi sklářského materiálu se přidává inertní aditivum vybrané ze skupiny karbidů, boridů či nitridů v množství 5 až 50 g na 1 kg sklářského materiálu, který se taví účinkem mikrovlnného záření o frekvenci 2450 MHz. Zařízení sestává z mikrovlnné pece s nejméně jedním generátorem. Jedná se o moderní způsob tavení skleněného materiálu ze studeného stavu, tj. sklářské vsázky pomocí ohřevu mikrovlnné energie.

K roztavení skloviny je třeba použít přídatného prostředku – aditiva.

Cílem předloženého vynálezu je již utavenou taveninu, např. sklovinu, s viskositou taveniny vyšší než v tavicím prostoru, homogenizovat, bez přídatku aditiva.

Podstata vynálezu

Tento cíl se dosáhne novým způsobem homogenizace taveniny, zejména skloviny, v prostoru keramického žlabu dávkovače, případně v žáruvzdorném bazénu pracovní části vany, kde je vždy viskozita taveniny vyšší než v tavícím prostoru, podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na dielektrickou taveninu, o viskozitě v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s, ve stacionárním či průtokovém stavu, se působí mikrovlnným zářením o frekvenci 0,1 až 20 GHz z jakéhokoliv směru, tj. např. zezdola, shora nebo z boku prostoru s taveninou, nebo kombinacemi těchto směrů.

Hlavní výhodou nového způsobu homogenizace taveniny je umožnění homogenizace jinak obtížně homogenizovatelné taveniny usazující se na dně, nebo velmi viskózní taveniny.

Když se vnější místo prostoru s taveninou, kde vyústuje vlnovod mikrovlnného záření ochlazuje, získá se příznivý vysoký poměr permitivity taveniny k permitivitě keramické vyzdívky.

Mikrovlnné záření v tavenině i mimo taveninu se může odrážet a směřovat odraznými kovovými prostředky v tavenině zpět k místu vniku do taveniny, čímž stoupá podíl absorbované energie ve spodní části taveniny, kde se obvykle nachází nezhomogenizovaná tavenina, přitom horní část taveniny není zbytečně přehřívána nadbytečnou energií.

Mikrovlnné záření v tavenině i mimo taveninu se odstiňuje od okolí stínícím kovovým prostředkem za účelem koncentrace mikrovlnného pole do taveniny a zabránění úniku mikrovlnného záření do okolního prostoru.

K provádění tohoto nového způsobu homogenizace již utavené taveniny slouží zařízení podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do prostoru s taveninou o viskozitě v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s, např. v keramickém žlabu dávkovače či bazénu pracovní části pece, vyústuje nejméně jeden vlnovod zdroje mikrovlnného záření v jakémkoliv směru, a to k vnějšímu povrchu taveniny, tedy např. dna a/nebo postranních stěn prostoru a/nebo nad hladinu taveniny. Nejméně jeden vlnovod může být přiveden k vnějšímu povrchu dna žlabu dávkovače, případně k vnějšímu povrchu dna kovového pláště žlabu dávkovače, nebo k vnějšímu povrchu dna bazénu pracovní části pece, nebo k postranním stěnám bazénu pracovní části pece, nebo shora at' již přivedením vlnovodu nad hladinu či nad překladovou desku.

Hlavní výhodou tohoto konstrukčního uspořádání je, že se přiváděná mikrovlnná energie přivádí přímo k tavenině nejbližší cestou v prostředí o nízké permitivitě a v cestě nestojí žádné prostředky, které by snižovaly účinnost přenosu.

Když jsou k místu vyústění vlnovodu do prostoru s taveninou přivedeny chladičí prostředky, např. chladičí vzduch, sníží se teplota keramické stěny, tím i její permitivita, a stoupne tak poměr permitivity taveniny a stěny, což zlepší poměr vybavované energie v tavenině ku energii ztracené ve stěně.

Když je místo vyústění vlnovodu opatřeno vhodnou izolační vrstvou, lze využít i keramické materiály nesnášející chlazení.

Ve výhodném uspořádání jsou do prostoru taveniny zavedeny stíněné odrazné kovové prostředky, např. molybdenové tyče, které odráží a soustřeďují mikrovlnnou energii zpět ke dnu taveniny, a tím se zvyšuje koncentrace energie vybavené ve spodní části taveniny.

Jako součást stínění slouží kovový plášť keramického či žáruvzdorného materiálu žlabu dávkovače či bazénu pracovní části pece.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je podrobně popsán na příkladných provedeních, objasněných na připojených schematických výkresech, z nichž představuje

obr. 1 svislý řez žlabem dávkovače s roztavenou taveninou a přívodem mikrovlnné energie zdola,

obr. 2 svislý řez žlabem dávkovače s roztavenou taveninou a jinými přívody mikrovlnné energie zdola a seshora,

obr. 3 svislý řez bazénu pracovní části pece s roztavenou taveninou přívody mikrovlnné energie zezdola a z boku bazénu.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1 (Obr. 1)

Keramický žlab 1 dávkovače má ve svislém řezu kolmém na podélnou osu žlabu 1 obdélníkový průřez. Žlabem 1 protéká dielektrická tavenina, např. sklovina 8. Žlab 1 je obklopen tepelnou izolací 2 uloženou v kovovém plášti 3. Žlab 1 je vytápěn nad sklovinou 8 elektrickými odporovými články 4 nebo neznázorněnými hořáky ve stejných místech. Nad hladinou skloviny 8 je žlab 1 překryt překladem 5, zakrytým horní izolací 6. Samotná hladina je zakryta hladinovou deskou 19. Horní stavba žlabu 1 je pokryta stínícím kovovým plechem 7, spojeným s kovovým pláštěm 3 žlabu 1. Ve sklovině 8 jsou ponořeny kovové tyče 9 např. molybdenové. Mikrovlnné pole je zavedeno do skloviny 8 ze zdroje 10 mikrovlnného záření vlnovodem 11, vedeným dolní stavbou žlabu 1, a procházejícím otvorem v kovovém plášti 3, dolní izolací 2 až ke vnějšímu povrchu dna 13 žlabu 1.

Sklovina 8 má viskozitu v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s a působí se na ni mikrovlnným zářením o frekvenci 0,1 až 20 GHz. Taveninou je např. borosilikátová sklovina 8, která má ve žlabu 1 dávkovače viskozitu až 10^4 Pa.s, a působí se na ni mikrovlnným zářením o frekvenci 2, 45 GHz.

Mikrovlny o frekvenci 2,45 GHz vstupují z vlnovodu 11 až do keramického žlabu 1 dávkovače. Vlnovod 11 a v místě vlnovodu 11 neizolované dno žlabu 1 jsou chlazeny vzduchem. Tím se udrží dostatečně nízký poměr permitivity keramického materiálu žlabu 1 dávkovače ku permitivitě roztavené skloviny 8. Proto se většina energie dostane až do roztavené skloviny 8. Do žlabu 1 vstupuje dnem 13. Na dně 13 se shromažďuje těžká korozní tavenina 12, která je zdrojem nebezpečné šliry. Ta je tedy přednostně ohřívána, takže stoupá teplotní rozdíl mezi šlirou a základní sklovinou 8, tím klesá viskozita šliry, která se tak snáze do skloviny 8 konvekčním prouděním a difuzí zamíchává. Tomuto přehřívání napomáhají i instalované kovové tyče 9 ve sklovině 8, které odrážejí mikrovlnnou energii zpět ke dnu 13 žlabu 1. Tím se opět zlepšuje poměr absorbované energie ve šlirě a v základní sklovině 8, takže není nutno používat vysoký výkon zdrojů 10 mikrovln. Polohou stínicího plechu 7 se mění velikost rezonančního prostoru a tím poloha kmiten a uzlů. Rovněž tak poloha odporových topných článků 4 ovlivňuje zpětný odraz mikrovln do skloviny 8 a tedy tvar teplotního pole v tavenině a nutný příkon. Jsou-li vodorovné topné články 4 vinuty dostatečně hustě, tj. s distancí menší než $1/4$ délky vlny použitého záření, je odraz téměř dokonalý.

Může se měřit množství zmařeného tepla na zdroji mikrovlnného záření, a podle jeho velikosti měnit či nastavit optimální geometrii výšky horního odrazného kovového prostředku vzhledem k hladině taveniny a vzdálenosti vyústění vlnovodu vzhledem k vnější stěně prostoru taveniny tak, aby množství zmařeného tepla na zdroji mikrovlnného záření bylo minimální.

Pokud se týká zlepšení homogenity taveniny, např. skloviny 8, byla provedena následující modelová měření, simulující poměry ve žlabu 1 dávkovače. Mikrovlny, tedy elektromagnetické záření o frekvenci řádově 0,1-15 GHz pronikají látkami s nízkou permitivitou pro elektrickou polarizaci a permeabilitou pro magnetickou polarizaci. V látkách s vysokou permitivitou dochází k dielektrickému ohřevu a působí-li se na taveninu v uzavřeném odrážejícím prostoru vzniká mnohočetné stojaté vlnění elektrického pole. Tím se vytvářejí v prostoru uzly a kmity. Při použití nejpoužívanější frekvence 2,45 GHz je délka vlny 12,2 cm. Při tom vzniká v tavenině, nehomogenní elektrické pole

- díky stojatému vlnění vzniklého odrazem od stínicího odrážejícího kovového pláště – vznikají teplotní píky se vzdáleností 2 - 4 cm ;
- vlivem exponenciálního poklesu absorbovaného výkonu se vzdáleností od místa začátku absorbující látky (taveniny);
- vlivem nehomogenního prostředí, tj. permitivita není jak díky různé teplotě lázně, tak nestejnému chemickému složení, ve všech bodech stejná;
- vlivem odrážejících kovových či keramických vodičů. Ty odrážejí energii zpět, takže v prostoru mezi nimi a stěnou je absorpce několikrát větší.

Je tedy důležité znát permitivitu taveniny a její teplotní závislost. Protože za vysokých teplot roztavené taveniny se permitivita obtížně měří, používá se metoda měření množství absorbované energie v měřeném vzorku taveniny. To je úměrné rychlosti změny teploty měřeného vzorku za většinou splněného předpokladu konstantního měrného tepla. Byl proto proveden pokus tavení borokřemičitého skla v kelímku v mikrovlnné peci. Po vyhřátí 945 g borokřemičité skloviny se 4 % hmotn. Na_2O v kelímku o hmotnosti 660 g na teplotu 1255 °C a stabilizaci vzrůstu teploty, při konstantním příkonu pece na $0,92 \text{ K} \cdot \text{sec}^{-1}$, bylo do skloviny vhozeno 14,7 g skla,

získaného drenážováním při tavně základní skloviny, a představující korozní taveninu 12 – šířu. Roztažnost této korozní taveniny 12 – šířky, byla podstatně vyšší než základní skloviny 8. Maximální rozměr střípku korozní taveniny 12 byl 20 mm. Po vyrovnání teploty studených střípků korozní taveniny 12 až na měřenou teplotu 1252 °C, t.j. po 10 min., byl po dobu 25 minut odečítán vzrůst teploty 1,32 K.min⁻¹ při stále konstantním příkonu i ztrátách tepla. Pak během 15 minut byla zvýšena teplota na 1450 °C, tedy na viskozitu 310 Pa.s, a udržována na této hodnotě po dobu 30 minut. Po vychlazení kelímku nebyly ve skle pozorovány šířky ani v polarizovaném světle.

Příklad 2 (Obr. 2)

V případě, že keramický žlab 1 dávkovače nelze chladit, je výhodné uspořádání vlnovodů 11 dle obr. 2 takové, že jeden vlnovod 11 je přiveden ke dnu 14 kovového pláště 3 a jeden vlnovod 11 je přiveden shora nad hladinu skloviny 8. Dolní vlnovod 11 prochází dnem 14 kovového pláště 3, případně jeho kotvením 15. Horní vlnovod 11 prochází horním stínícím plechem 7, horní izolací 6 a horním překladem 5. Toto provedení je vhodné tehdy, je-li keramický žlab 1 dávkovače proveden z keramických materiálů s velmi nízkou permitivitou, např. s obsahem Al₂O₃ či SiO₂. Přivedení mikrovlnné energie shora, jak je rovněž naznačeno na obr. 2., je výhodné zejména při plynovém ohřevu hořáky 23.

Příklad 3 (Obr. 3)

Sklovina 8 je přiváděna přívodem 21 z tavicího prostoru pece do bazénu 16 pracovního prostoru pece a je odváděna odvodem 22 k dalšímu zpracování např. do žlabu keramického žlabu 1 dávkovače.

Vlnovody 11 jsou přivedeny k vnějšímu povrchu žáruvzdorného keramického bazénu 16, např. pracovní části sklářské tavicí pece, s roztavenou sklovinou 8. Sklovina 8 přichází do bazénu 16 průtokem a odchází do feedru a odtud k dalšímu zpracování. Bazén 16 má ve srovnání s předchozím žlabem 1 dávkovače větší hloubku i šířku. Bazén 16 má ve svislém řezu kolmém na podélnou osu bazénu 16 přibližně čtvercový průřez. Na dně 17 bazénu 16 se shromažďuje velké množství korozní taveniny 12, kterou je nutné homogenizovat se základní sklovinou 8 v bazénu 16. Vlnovody 11 jsou přivedeny ke dnu 17 bazénu 16 a též k postranním stěnám 18 bazénu 16. Výhodou působení mikrovlnného pole na korozní taveninu 12 v bazénu 16 opatřeného izolací 20 je potom vyšší teplota a tím i vyšší permitivita skloviny. Vzhledem k větším rozměrům bazénu 16 pracovního prostoru pece je vhodné použít silnější mikrovlnného pole a tím i větší množství vlnovodů 11. V tomto případě je využito kotvicího kovového pláště 3 jako hranice rezonančního prostoru.

Toto řešení je určeno zejména pro větší šířku bazénu 16 nebo když je permitivita tavenin nízká, potom je vhodné použití frekvence mikrovlnného pole menší než 2,45 GHz, např. frekvence 0,915 GHz případně 0,895 GHz.

Konstrukční uspořádání dle obr. 3 je též vhodné pro viskozitu skloviny 8 v rozmezí 10 až 100 Pa.s, tedy výrazně nižší viskozitu a tedy vyšší teplotu, a lze jej provozovat nejen kontinuálně ale i diskontinuálně.

Uvedené konstrukční uspořádání lze aplikovat též tak, že namísto bazénu 16 je možno využít též neznázorněný svislý stoupací kanál se svislým obdélníkovým průřezem, jehož výška je větší než šířka. V tomto případě mikrovlnné pole zabránuje šířím korozní taveniny 12, aby se při stoupání taveniny, např. skloviny nahoru, separovaly ke dnu kanálu.

Samozřejmě jsou možné mnohé další modifikace a varianty předloženého vynálezu, a je zřejmé, že v rámci rozsahu patentových nároků může být vynález používán i jinak, než je popsáno v příkladných provedeních.

Vztahové značky

- 1 keramický žlab
- 2 izolace 2 žlabu 1
- 3 kovový plášť 3 keramického žlabu 1
- 4 elektrické odporové články
- 5 překlad 5 žlabu 1
- 6 horní izolace 5 překladu 5 žlabu 1
- 7 stínící horní plech 7 na horní stavbě žlabu 1
- 8 sklovina
- 9 kovové tyče
- 10 zdroj 10 mikrovlnné energie
- 11 vlnovod
- 12 korozní tavenina
- 13 dno 13 žlabu dávkovače 1
- 14 dno 14 kovového pláště 3
- 15 kotvení 15 kovového pláště 3
- 16 bazén
- 17 dno 17 bazénu 16
- 18 postranní stěny 18 bazénu 16
- 19 hladinová deska
- 20 izolace 20 bazénu 16
- 21 přívod 21 skloviny 8
- 22 odvod 22 skloviny 8
- 23 hořák

Průmyslová využitelnost

Řešení je určeno pro koncentrační homogenizaci již utavených tavenin, zejména sklovin ~~8~~ ve sklářských feedrech, případně pracovních částech pecí. Taveninami mohou být taveniny termoplastických anorganických materiálů.

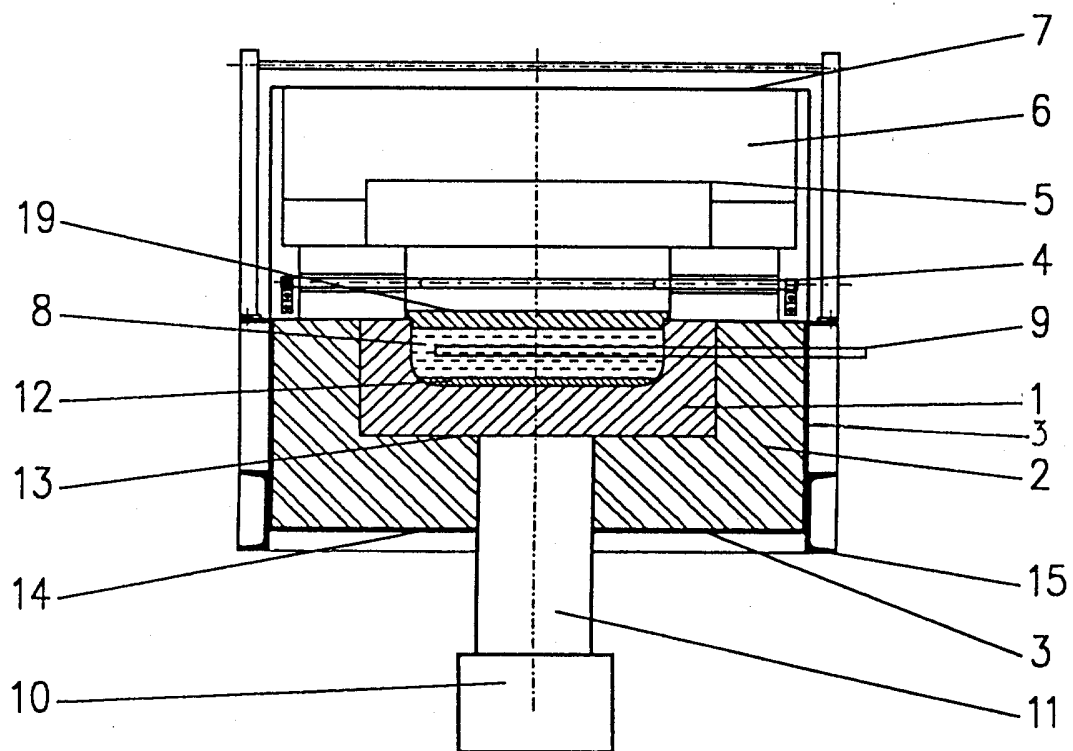
~~122~~ 4 ~~2004-4728~~

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob homogenizace roztavené taveniny, dielektrické, zejména skloviny, v prostoru keramického žlabu (1) dávkovače, případně v žáruvzdorném bazénu (16) pracovní části vany, **vyznačující se tím**, že na taveninu, o viskozitě v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s, ve stacionárním či průtokovém stavu, se působí mikrovlnným zářením o frekvenci 0,1 až 20 GHz, které se přivádí z nejméně jednoho vlnovodu (11) z jakéhokoliv směru.
2. Způsob homogenizace podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnější místo prostoru s taveninou, kde vyúsťuje vlnovod (11) mikrovlnného záření, se ochlazuje.
3. Způsob homogenizace podle nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že mikrovlnné záření v tavenině se odráží odraznými kovovými prostředky v tavenině zpět k místu vniku do taveniny.
4. Způsob homogenizace podle nároků 1 nebo 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že mikrovlnné záření v tavenině se odstiňuje od okolí stínícím kovovým prostředkem.
5. Zařízení k provádění způsobu homogenizace již utavené taveniny, určené k dalšímu zpracování, v keramickém žlabu (1) dávkovače nebo v žáruvzdorném bazénu (16) pracovní části pece, podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že do prostoru s taveninou o viskozitě v rozmezí 10^4 až 10^1 Pa.s vyúsťuje nejméně jeden vlnovod (11) zdroje (10) mikrovlnného záření v jakémkoliv směru k vnějšímu povrchu taveniny.
6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že nejméně jeden vlnovod (11) je přiveden k vnějšímu povrchu dna (13) žlabu (1) dávkovače a/nebo k vnějšímu povrchu dna (14) kovového pláště (3) žlabu (1) dávkovače.
7. Zařízení podle nároků 5 nebo 6, **vyznačující se tím**, že nejméně jeden vlnovod (11) je přiveden k vnějšímu povrchu dna (17) bazénu (16) pracovní části pece a/nebo k postranním stěnám bazénu (16) pracovní části pece.
8. Zařízení podle nároků 5 nebo 6, **vyznačující se tím**, že nejméně jeden vlnovod (11) je přiveden nad hladinu skloviny (8) či nad horní překlad (5) žlabu (1).
9. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 5, 6, 7, 8, **vyznačující se tím**, že místo vyústění vlnovodu (11) je opatřeno izolační vrstvou (2).
10. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 5, 6, 7, 8, 9, **vyznačující se tím**, že do prostoru taveniny jsou zavedeny odrazné kovové prostředky.
11. Zařízení podle nejméně jednoho z nároků 5, 6, 7, 8, 9, 10, **vyznačující se tím**, že prostor s taveninou má ve směru kolmém na podélnou osu prostoru svislý průřez čtvercový, obdélníkový, kruhový nebo oválný.

Anotace.

X



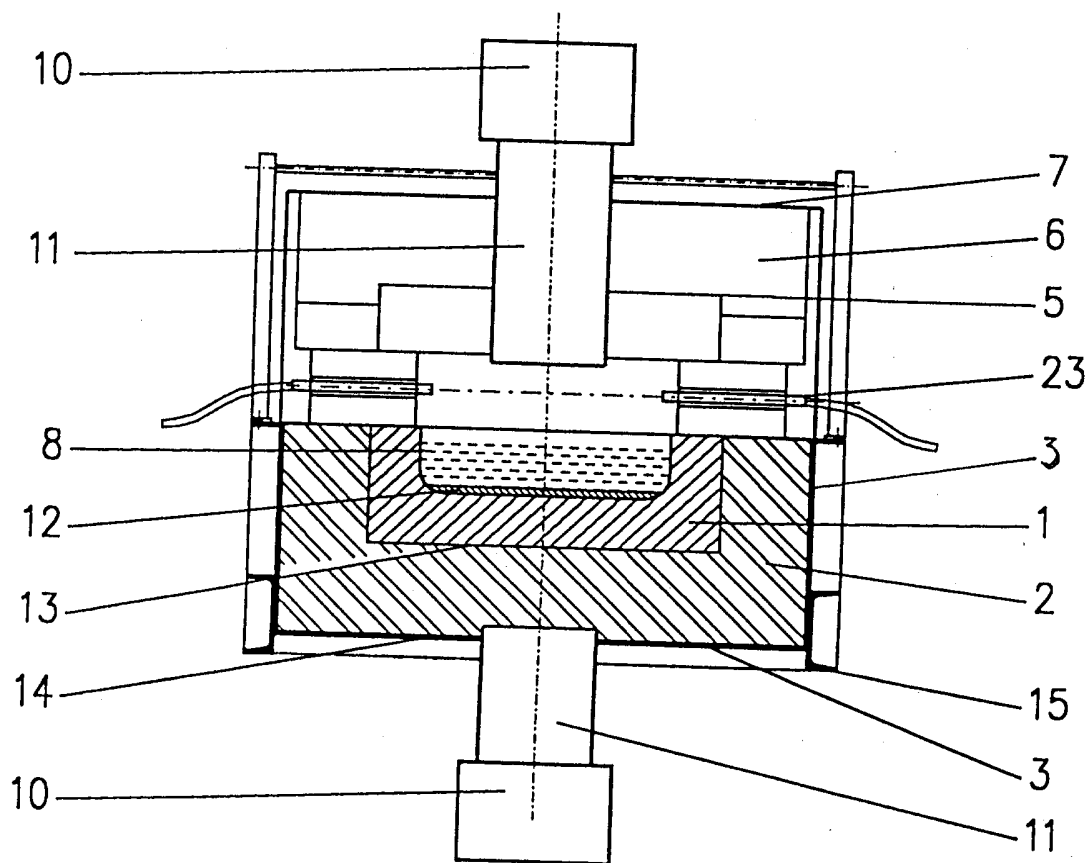
Obr. 1

Ing. Martin
patent
Velinskova 8. 10. 1944

7/OK

Pr. 2001 7/20

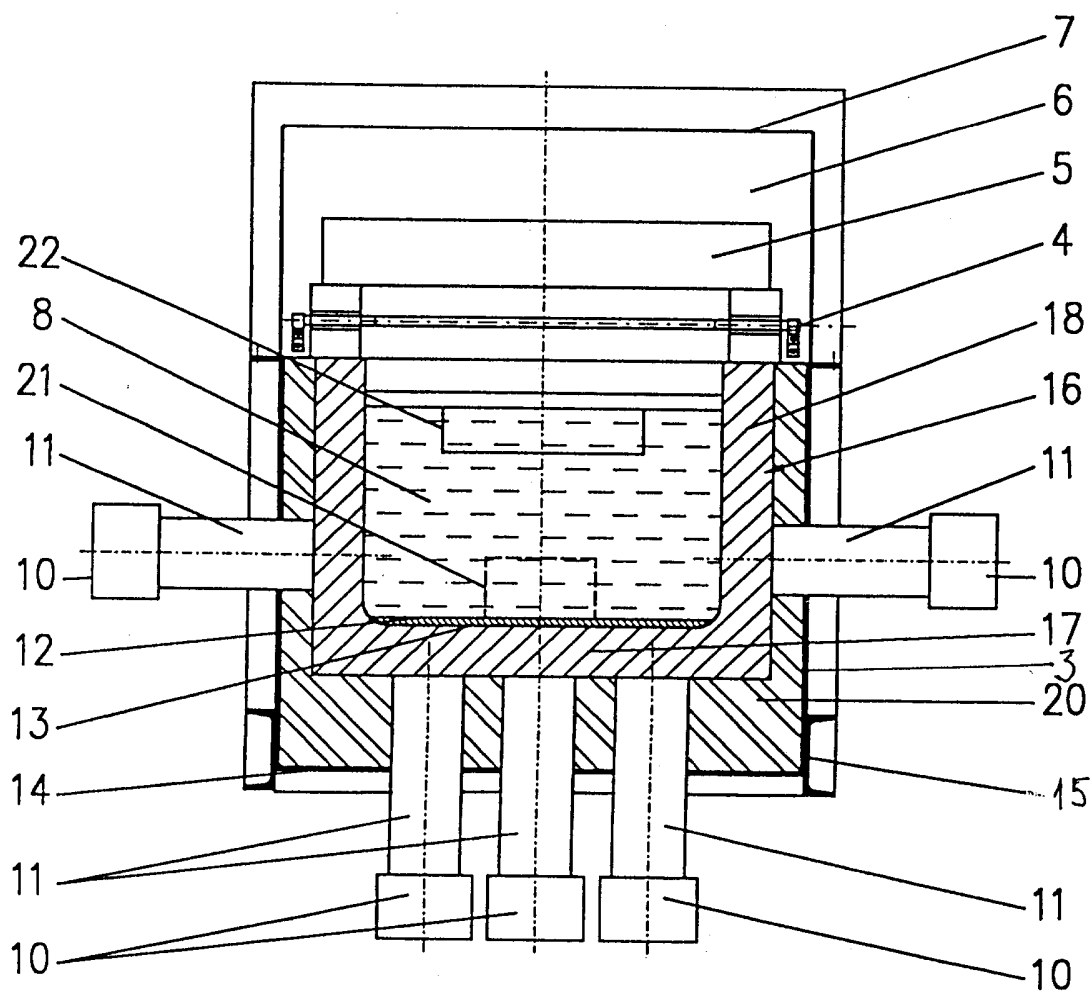
2/3



Obr. 2

Ing. Marie SMOLČOVÁ
předm. pro z. st. pce
Vetřníkov. s. 100-00 Praha 6

3/3



Obr. 3

Ing. Marie ŠTĚPÁNKOVÁ
 projektová inženýrka
 Větrná 10, 100 00 Praha 6