



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

238388
(11) (B2)

[51] Int. Cl.⁴
C 03 B 27/00

[22] Přihlášeno 31 01 83

[21] {PV 593-83}

[32] [31] [33] Právo přednosti od 01 02 82
(č. 8202768) a od 11 10 82
(č. 8229004) Velká Británie

[40] Zveřejněno 17 09 84

[45] Vydáno 15 04 87

[72]

Autor vynálezu

RIGBY MALCOLM JAMES, ST. HELENS, WARD PETER,
NEAR WIGAN, EVASON JOHN, SOUTHPORT (Velká Británie)

[73]

Majitel patentu

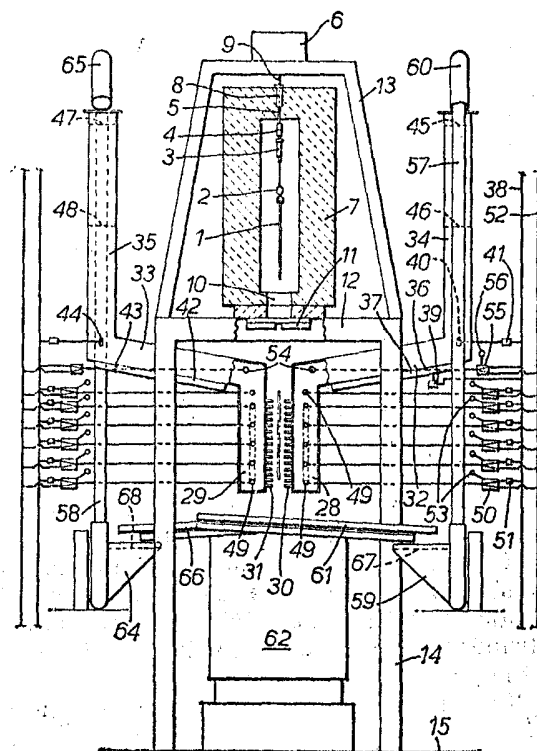
PILKINGTON BROTHERS P.L.C., ST. HELENS (Velká Británie)

(54) Způsob tepelného vytvrzování skla a zařízení k provádění způsobu

1

Vynález se týká způsobu tepelného vytvrzování skla, při kterém se žhavé sklo ochlazuje zrnitým materiálem, který se žene směrem ke sklu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že se vyvíjejí alespoň dva proudy zhuštěných plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu a tyto se ženou směrem ke sklu rychlostí, která zajišťuje soudržnost každého proudu v jeho dráze směrem ke sklu. Zařízení k provádění způsobu má trysky, k nimž je připojen alespoň jeden svislý kanál nebo nádrž pro siouspec plynem fluidovaného zrnitého materiálu, přičemž v tomto kanálu nebo nádrži je umístěn regulátor tlaku pro řízení rychlosti proudu plynem fluidovaného materiálu.

2



OBŘ. 1

Vynález se týká způsobu tepelného vytvrzování skla, při kterém se žhavé sklo ochlazuje zrnitým materiálem. Vynález se dále týká zařízení k provádění zmíněného způsobu.

Podle dříve používaných způsobů se sklo tepelně vytvrzovalo dmycháním studeného vzduchu na povrch žhavého skla. Snahy o zvýšení stupně vytvrzení skla dosahované zvyšováním intenzity proudu chladicího vzduchu nebyly vždy z ekonomických důvodů přijatelné s ohledem na mechanické poškození povrchu skla, které způsobovalo optické závady, které činí vytvrzené skleněné tabule nezpůsobilými k použití jako okení skla pro motorová vozidla.

Bylo také navrženo stříkat chladicí kapalinu na povrchy žhavého skla ve formě paprsků nebo rozprášeného postřiku kapaliny, což je popsáno v britských patentových spisech č. 441 017, 449 602 a 449 864.

Dále bylo navrženo použít jako chladicí prostředí suspenzi zrnitého materiálu v proudu plynu. Patentový spis Sp. st. a. č. 3 423 198 se týká použití plynné suspenze zrnitého organického polymeru, zejména silikonového kaučuku nebo polyfluorokarbonsu. Patentový spis Sp. st. a. č. 3 764 403 popisuje uvádění žhavého skla do styku s vločkami sublimace schopného kysličníku uhlíčitého.

Úkolem předloženého vynálezu je vytvořit zlepšený způsob a zařízení k tepelnému vytvrzování skla, při kterém se zrnitý materiál vrhá na povrchy skla za účelem zvýšení odvádění tepla z těchto povrchů skla ve vytvrzovacím procesu.

Vynález řeší úkol tím, že vytváří způsob tepelného vytvrzování skla, při kterém se žhavé sklo ochlazuje zrnitým materiálem, jehož podstata spočívá v tom, že se vyvíjí proud zhutněných provzdušněných částic zrnitého materiálu a tento proud se žene proti sklu rychlostí, která zajišťuje, že je zachována soudržnost proudu v jeho dráze ke sklu.

Je výhodné, když proud částic zrnitého materiálu má podíl zředění v rozmezí 0,9 až 0,4.

Zejména je výhodné, když proud částic zrnitého materiálu má podíl zředění v rozmezí od 0,76 do 0,4.

Dále je výhodné, když složka rychlosti proudu částic zrnitého materiálu kolmá k povrchu skla je alespoň $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Dále je výhodné, když se vyvíjí množství zmíněných proudů částic zrnitého materiálu, které jsou vrhány proti povrchu skla.

Když je vytvrzovaná skleněná tabule uložena svisle, je výhodné, jsou-li řady proudů částic zrnitého materiálu na protilehlých stranách tabule namířeny k povrchu skleněné tabule.

Když sklo je vytvrzovaná skleněná tabule podepřená vodorovně, je výhodné, jsou-li řady proudů částic zrnitého materiálu vrhá-

ny nahoru a dolů k povrchu skleněné tabule.

Dále je výhodné, když se vyvíjí množství proudů částic zrnitého materiálu a tyto proudy se vrhají do chladicího plynem fluidovaného lože zrnitého materiálu k povrchu skla, které je ponořeno do chladicího lože.

Vytvrzuje-li se skleněná tabule zavěšená svisle a ponořená do chladicího lože, je vhodné proudy částic zrnitého materiálu vrhat do chladicího lože k oběma povrchům skleněné tabule.

Dále je výhodné, když zmíněné proudy fluidovaných částic zrnitého materiálu se vyvíjejí přiváděním provzdušněného zrnitého materiálu k vytváření zmíněných proudů.

Dále je výhodné, když proudy částic zrnitého materiálu jsou vyháněny ze řad trysek, které jsou spojeny se zásobníkem tělesem provzdušněného zrnitého materiálu.

Dále je výhodné, když se zrnitý materiál ve sloupci nechá padat dolů a do padajících částic se přivádí v blízkosti trysek přídavný plyn, přičemž se reguluje výška sloupce zrnitého materiálu nad tryskami a tlak přídavného plynu k zajištění soudržnosti každého proudu v jeho dráze k povrchu skla.

Dále je výhodné, když proudy částic zrnitého materiálu se žene ze dvou svislých řad trysek, každá řada trysek je zásobována proudem plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu a v blízkosti řad trysek se do proudu přivádí přídavný plyn.

Zařízení k provádění tohoto způsobu obsahuje trysky pro vrhání plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu k povrchu skla, přičemž podstata vynálezu spočívá v tom, že k tryskám je připojen alespoň jeden svislý kanál nebo nádrž pro sloupec plynem fluidovaného zrnitého materiálu a v tomto kanálu nebo nádrži je umístěn regulátor tlaku pro řízení rychlosti proudu plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu. Trysky mohou být uspořádány v řadě s pravidelnými rozestupy.

Je výhodné, je-li ke svislému kanálu na jeho horním konci připojen zásobník, přičemž regulátory tlaku jsou porézní desky umístěné ve svislém kanálu přilehle ke vstupům trysek.

Svislé kanály mohou být dva, každý s jednou řadou trysek, mezi jejichž výstupními konci je vymezena svislá mezera pro uložení zavěšené skleněné tabule, přičemž ke každému svislému kanálu je připojen jeden ze dvou zásobníků zrnitého materiálu. Mezi každý zásobník a jemu přidružený svislý kanál lze umístit jeden vzduchový skluz. Dále je výhodné, je-li pod tryskami uložena nádrž pro sběr zrnitého materiálu, u jejího horního okraje dva vzduchové skluzy a mezi nimi a horními konci zásobníků svislé kotoučové dopravníky pro rekuperaci zrní-

tého materiálu. Nádrž může mít u svého dna přírůdky plynu pro vyvíjení plynem fluidovaného lože v nádrži.

Je výhodné, jsou-li řady trysek uspořádány vodorovně, ke každé z nich je připojen jeden kanál a trysky přitom tvoří jednu horní řadu směřující svisle dolů a jednu spodní řadu směřující svisle nahoru.

Způsobem podle vynálezu se zintenzivní proces tepelného vytvrzování skla, neboť se jím zvyší odvádění tepla z povrchů skla.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na výkresech, kde obr. 1 je bokorys zařízení podle vynálezu kreslený částečně v řezu, obr. 2 je nárys zařízení z obr. 1 kreslený částečně v řezu, obr. 3 je půdorys zařízení z obr. 1 a 2, obr. 4 je svislý schematický řez druhým provedením zařízení podle vynálezu, obr. 5 je svislý schematický řez třetím provedením zařízení podle vynálezu pro tepelné vytvrzování vodorovně uložených skleněných tabulí, obr. 6 je bokorys zařízení podle vynálezu v obměněném provedení k obr. 1, obsahujícím lože fluidované plynem a obr. 7 je bokorys čtvrtého provedení zařízení podle vynálezu.

Podle obr. 1 až 3 skleněná tabule 1 se sodno-vápenato-křemičitého skla, která ve znázorněném provedení má tvar obdélníka, avšak může být vyříznuta do tvaru ochranného skla pro boční nebo zadní okno motorového vozidla, je zavěšena klaštínami 2 obvyklým způsobem v závěsné soustavě 3, která visí ze závěsné tyče 4. Závěsná tyč 4 je zavěšena zdvihacími lany 5 na zdvihací soustavě 6 obvyklého provedení, která je uložena nad stropem svislé pece 7 běžné konstrukce. Zdvihací lana 5 procházejí objímkami 8 ve stropě svislé pece 7, kterým také procházejí svislé vodící kolejničky 9, na kterých je vedena závěsná tyč 4. U dna svislé pece 7 je ústí 10, které může být uzavřeno hydraulicky ovládanými dveřmi 11. Svislá pec 7 je uložena na desce 12, nad kterou je kostra 13, která nese zdvihací soustavu 6.

Deska 12 je upevněna na horním konci rámu 14, který je svisle vztyčen od podlahy 15.

Na rámu 14 jsou upevněny dva svislé kanály 28, 29, opatřené každý jednou řadou trysek 30, popřípadě 31, které vyčnívají dovnitř z čelních stěn svislých kanálů 28, 29. Mezi výstupními konci trysek 30, 31 je vymezen pracovní prostor. Trysky 30 a 31 každé řady jsou uspořádány ve vzoru „domino-5“. Svislé kanály 28, 29 mají obdélníkový průřez a vyčnívají svisle dolů z výstupních konců vzduchových skluzů 32 a 33, vedených ze spodních konců svislých zásobníků 34, 35 obsahujících sloupce zrnitého materiálu, který má být přiváděn v provzdušněném stavu k tryskám 30 a 31.

Vzduchový skluz 32 má porézní dno 36, kterým je veden vzduch z plnicí komory 37. Do plnicí komory 37 se přivádí stlačený vzduch z rozváděcího potrubí 38 stlačeného

vzduchu přes regulátor 39 tlaku. U dna svislého zásobníku 34 je přiváděn vzduch porézní trubkou 40 k provzdušnění a uvedení do pohybu zrnitého materiálu ve svislém zásobníku 34. Porézní trubka 40 je přes regulátor 41 tlaku připojena k rozváděcímu potrubí 38 stlačeného vzduchu. Podobně se z rozváděcího potrubí 38 stlačeného vzduchu vede stlačený vzduch do plnicí komory 42 a dále porézním dnem 43 vzduchového skluzu 33 a také do porézní trubky 44 uložené u dna svislého zásobníku 35.

Jak bude dále vysvětleno, zařízení podle vynálezu obsahuje cirkulační dopravní soustavu k udržování přívodu zrnitého materiálu do horního konce svislého zásobníku 34, kde částice zrnitého materiálu propadávají jemným filtrem 45. Podání zrnitého materiálu svislým zásobníkem 34 strhává vzduch z jeho horního konce a tento strhávaný vzduch spolu se vzduchem ze vzduchového skluzu 32 účinně provzdušňuje částice zrnitého materiálu ve svislém zásobníku 34, takže tyto jsou pohyblivé a mohou proudit směrem dolů jako tekutina. Tento účinek je zvyšován vedením vzduchu o regulovaném tlaku porézní trubkou 40 u dna svislého zásobníku 34 a také porézním dnem 36 vzduchového skluzu 32 k vytvoření vyvážené provzdušňovací soustavy k zajištění tekutosti částic zrnitého materiálu, které v určeném čase proudí do horního konce svislého kanálu 28.

Výška hladiny 46 sloupce zrnitého materiálu ve svislém zásobníku 34 nad tryskami 30 vytváří ve skutečnosti tlakové čelo v přivádění částic zrnitého materiálu k tryskám 30. S každou řadou trysek 30 přispívá toto tlakové čelo k řízení rychlosti, kterou jsou paprsky zhuštěných provzdušněných částic zrnitého materiálu vypuzovány z trysek 30 proti sklu, které má být vytvrzeno.

Protilehlá řada trysek 31 je podobně zásobována proudem provzdušněného zrnitého materiálu ze svislého kanálu 29, který vyčnívá dolů ze vzduchového skluzu 33 vyvedeného ze dna svislého zásobníku 35. Na horním konci svislého zásobníku 35 je uložen jemný filtr 47 a zrnitý materiál ve svislém zásobníku 35 má hladinu 48.

V každém svislém kanálu 28 a 29 je řada porézních trubek 49 pro přívod plynu vyrobených například z porézního slinutého kovu. Porézní trubky 49 jsou uloženy vodorovně napříč svislých kanálů 28, 29 za tryskami 30, 31 a přilehle k nim a ve svislém směru jsou rozmístěny ve stejných vzdálenostech. Porézní trubky 49 jsou vodorovně nastavitelné ke a od vstupů do trysek 30, 31. Vně svislého kanálu 28, 29 je konec trubky 49 připojen ke přepínacímu ventilu 50, což může být solenoidový ventil, jehož první vstup je přes regulátor 51 tlaku připojen k rozváděcímu potrubí 38 stlačeného vzduchu a jehož druhý vstup je připojen k sacímu potrubí 52. Činnost přepínacího ventilu 50 je řízena časovačem 53.

Ve znázorněném provedení je šest poréz-
ních trubek **49** a časovač **53** řídí sled připo-
jování porézních trubek **49** k rozváděcímu
potrubí **38** stlačeného vzduchu a k sacímu
potrubí **52**.

Když jsou porézní trubky **49** připojeny
přepínacím ventilem **50** k rozváděcímu po-
trubí **38** stlačeného vzduchu, vzduch, který
z nich vystupuje, je přídavný vzduch přivá-
děný do proudu provzdušněných částic zr-
nitého materiálu, které padají dolů svislý-
mi kanály **28**, **29**. Výška každého sloupce
zrnitého materiálu daná výškou hladin **46**
a **48** sloupců zrnitého materiálu a regulova-
ný tlak vzduchu přiváděného z rozváděcího
potrubí **38** do porézních trubek **49** ve svis-
lých kanálech **28** a **29** určují tlak v pro-
vzdušněných částicích zrnitého materiálu u
vstupů do trysek **30**, **31**. Tím je určena rych-
lost, kterou jsou paprsky zhutněných pro-
vzdušněných částic zrnitého materiálu vy-
háněny z trysek **30** a **31** proti povrchům
skleněné tabule **1**, když je tato zavěšena v
pracovním prostoru mezi tryskami **30** a **31**.

U horního konce každého svislého kaná-
lu **28** a **29** je umístěna porézní trubka **54**
v oblasti vstupu proudu zrnitého materiálu
do každého svislého kanálu **28**, **29**. Každá
porézní trubka **54** je připojena přepínacím
ventilem **55** k rozváděcímu potrubí **38** stla-
čeného vzduchu a k sacímu potrubí **52**.
Přepínací ventil **55** je řízen časovačem **56**.

S každým svislým zásobníkem **34**, **35** je
sdružen jeden svislý kotoučový dopravník
57, popřípadě **58**. Svislý kotoučový doprav-
ník **57** vede nahoru z násypky **59** k výpusti
60 umístěné nad otevřeným horním koncem
svislého zásobníku **34**. Násypka **59** je umís-
těna v blízkosti výstupního konce vzducho-
vého skluzu **61**, který je upevněn pod ma-
lým úhlem k vodorovné rovině na jedné
straně nádrže **62** k zachycování zrnitého
materiálu, který přepadává přes horní boční
okraj nádrže **62**. Svislý kotoučový doprav-
ník **58** vede nahoru z násypky **64** k výpusti
65 umístěné nad otevřeným horním koncem
svislého zásobníku **35**. Násypka **64** je umís-
těna pod výstupním koncem vzduchového
skluzu **66**, který je rovněž upevněn pod ma-
lým úhlem k vodorovné rovině (obr. 1) a
zachycuje zrnitý materiál, který přepadává
přes horní boční okraj **63** nádrže **62**.

Násypky **59** a **64** mají hrubé filtry **67** a
68, kterými zrnitý materiál padá z výstup-
ních konců vzduchových skluzů **61** a **66**.

Nyní bude popsán pracovní cyklus tepel-
ného vytvrzování skleněné tabule **1**.

Na začátku se reguluje přívod stlačeného
vzduchu do porézních trubek **40** a **44** u den
svislých zásobníků **34** a **35** a vzduchových
skluzů **32** a **33**. Sloupce provzdušněného zr-
nitého materiálu jsou tím udržovány v po-
hotovostním stavu ve svislých zásobnících
34 a **35**. Porézní trubky **49** a **54** se nyní při-
pojí k sacímu potrubí **52**. Podtlak plynu vy-
víjený porézními tryskami **54** působí zhut-
nění zrnitého materiálu v oblasti u výstupů

vzduchových skluzů **32** a **33** a potlačí proud
zrnitého materiálu z pohyblivých sloupců
provzdušněného zrnitého materiálu ve svis-
lých zásobnících **34** a **35**. Odsávání plynu
porézními tryskami **49** potlačí jakýkoli sklon
zrnitého materiálu vystupovat tryskami **30**
a **31**.

Dveře **11** u dna svislé pece **7** se otevřou
a závěsná tyč **4** se spustí zdvihací sousta-
vou **6**, takže skleněná tabule **1**, která má
být vytvrzena, může být zavěšena do kleš-
tin **2**.

Nyní se uvede do činnosti zdvihací sou-
stava **6**, aby zdvihla závěsnou tyč **4** do po-
lohy ve svislé peci **7** znázorněné v obr. 1
a **2** a dveře **11** se zavřou. Skleněná tabule **1**
zůstane ve svislé peci **7** po dobu nutnou k
ohřátí na teplotu blízkou bodu měknutí skla,
například v rozmezí 620 °C až 680 °C, záře-
ním elektrických ohříváčů zabudovaných ve
stěnách svislé pece **7**. Když skleněná tabu-
le **1** byla ohřáta na žádanou teplotu, o-
tevřou se dveře **11** u dna svislé pece **7** a
skleněná tabule **1** se rychle spustí stálou
rychlostí do pracovního prostoru mezi trys-
kami **30** a **31**. Dynamický brzdový mecha-
nismus zdvihací soustavy **6** zajistí rychlé za-
brzdění, když skleněná tabule **1** dosáhla po-
lohy vyznačené přerušovanými čarami v
obr. 1 a **2** mezi řadami trysek **30** a **31**.

Požaduje-li se výroba ohnutých vytvrze-
ných skleněných tabulí **1**, mohou být mezi
svislou pecí **7** a pracovním prostorem u-
místěny známým způsobem ohýbací čelisti.
Žhavá skleněná tabule **1** se napřed spustí
do polohy mezi ohýbacími čelistmi, které se
nyní posunou, aby se uzavřely kolem skle-
něné tabule **1** a ohnuly ji do zakřiveného
tvaru. Potom se ohýbací čelisti rozevřou a
skleněná tabule **1** se spustí do pracovního
prostoru mezi tryskami.

Alternativně nebo přídavně může být po-
užito techniky zavěšení popsané v GB-A-
2038312 buď k usnadnění ohnutí při po-
užití ohýbacích čelistí nebo k vytvoření o-
hnutí zavěšené skleněné tabule **1**.

Když je skleněná tabule **1** v klidu v pra-
covním prostoru, časovač **56** zapůsobí na
přepínací ventily **55**, které přepojí porézní
trubky **54** ze sacího potrubí **52** na rozváděcí
potrubí **38** stlačeného vzduchu. Časovač **53**
sdružené s nejspodnějšími porézními trub-
kami **49** současně přepnou nejspodnější pře-
pínací ventily **50** ze sacího potrubí **52** na
rozváděcí potrubí **38** stlačeného vzduchu a
tím začne provzdušňování uklidněného zr-
nitého materiálu u den svislých kanálů **28**
a **29**. Sled přepínání rychle pokračuje k
rychlému připojení zbývajících přepínacích
ventilů **50** k rozváděcímu potrubí **38** stla-
čeného vzduchu.

Nastane okamžitý pohyb zrnitého mate-
riálu ve svislých kanálech **28** a **29** a proto-
že proud provzdušněného zrnitého materiá-
lu ze svislých zásobníků **34** a **35** není více
potlačen odsáváním plynu porézními trub-

kami 54, tlakové čelo stávající ve svislých zásobnících 34 a 35 okamžitě způsobí výtok paprsků zhuštěných provzdušněných částic zrnitého materiálu z řad trysek 30, 31 k povrchům skleněné tabule 1.

Účinné tlakové čelo určené výškou padajících částic zrnitého materiálu ve svislých zásobnících 34 a 35 a tlak vzduchu přiváděného porézními trubkami 49 určují tlak ve svislých kanálech 28 a 29 bezprostředně za tryskami 30 a 31. Paprsky zhuštěných provzdušněných částic zrnitého materiálu jsou tudíž vyháněny z trysek 30, 31 k povrchům skleněné tabule 1 v pracovním prostoru rychlostí, která zajišťuje soudržnost každého paprsku v jeho dráze ke skleněné tabuli 1.

Přebytečný zrnitý materiál přepadá přes boční okraje nádrže 62 a padá dolů po vzduchových skluzech 61 a 66 do násypky 59 a 64 a je vrácen do horních konců svislých zásobníků 34 a 35 svislými kotoučovými dopravníky 57 a 58. Brzy po začátku proudění zrnitého materiálu začíná doplňování zrnitého materiálu ve svislých zásobnících 34 a 35 k udržování výšky sloupců zrnitého materiálu kolem statických hladin 46 a 48.

Na konci periody vytvrzování, během které se skleněná tabule 1 ochladí značně pod svou dolní chladicí teplotu a vznikne vytvrzovací napětí, jak skleněná tabule 1 chladne na teplotu okolí, připojí časovače 53 a 56, přepínací ventily 50 a 56 k sacímu potrubí 52, čímž se přeruší proud zrnitého materiálu k tryskám 30, 31 zhuštěním zrnitého materiálu ve svislých kanálech 28 a 29 za tryskami 30, 31 a zhuštěním zrnitého materiálu v oblasti výstupu vzduchových skluzů 32, 33.

Pohyblivost provzdušněných sloupců zrnitého materiálu ve svislých zásobnících 34, 35 je zachována. Když odsávání plynu porézními trubkami 54 způsobilo přerušení proudu provzdušněného zrnitého materiálu ze vzduchových skluzů 32, 33, mohly by být porézní trubky 49 spojeny s ovzduším, jestliže není nebezpečí, že zrnitý materiál, který je nyní v klidovém stavu ve svislých kanálech 28 a 29 by unikl spodními tryskami 30, 31.

Jeden činitel, který má vliv na stupeň vytvrzení skla, je poměr zředění každého proudu částic zrnitého materiálu, který je definován níže, a s výhodou má hodnotu od 0,9 do 0,4. Účinný tlak u vstupu do trysek 30, 31, a tedy i rychlost, kterou jsou paprsky zhuštěného provzdušněného zrnitého materiálu vyháněny z trysek 30, 31, jsou také, že zajišťují soudržnost každého paprsku zrnitého materiálu na jeho dráze ke sklu při požadovaném poměru zředění.

Hlavní řízené veličiny tedy jsou výška sloupců zrnitého materiálu ve svislých zásobnících 34, 35, tlak plynu proudícího z porézních trubek 49 ve svislých kanálech 28, 29, čas působení paprsků zrnitého ma-

teriálu a geometrie trysek 30, 31 a jejich řad.

Množství vzduchu přiváděné do jednotlivých porézních trubek 49 nebo do jejich pářů může být měněno nezávisle. To umožňuje nezávislé nastavení intenzity paprsků zrnitého materiálu částmi řad trysek 30, 31, takže může být udržena rovnoměrnost chlazení.

U jednoho provedení zařízení podle předloženého vynálezu pro vytvrzování skleněných tabulí 1 je délka každé trysky 30, 31 v řadách rovna 30 mm a otvor trysky má průměr 3 mm. Trysky 30, 31 jsou uspořádány v řadě „domino-5“ se vzdálenostmi mezi tryskami 30, 31 rovné 20 mm × 20 mm. Každá řada trysek 30, 31 zaujímá plochu 1010 mm × 620 mm a v každé řadě je 3200 trysek 30, 31. Vzdálenost mezi čelními konci trysek 30, 31 dvou řad je 115 mm. Výška hladin 46, 48 zrnitého materiálu ve sloupcích ve svislých zásobnících 34, 35 je 2 m nad horním koncem řad trysek 30, 31. Pracovní prostor o šířce 115 mm mezi konci trysek 30, 31 je dostatečný pro chlazení ploché skleněné tabule 1 nebo tabule ohnuté do zakřiveného tvaru obvyklého u ochranných skel motorových vozidel.

Byly vytvrzeny skleněné tabule 1 ze sodno vápenato-křemičitého skla o rozměrech 300 mm × 300 mm. Každá skleněná tabule 1 byla obrácena na předochlazovací teplotu, například 650 °C, a potom ochlazena proudy částic zrnitého materiálu vyháněnými z trysek 30, 31 pracovního prostoru.

Každý proud zrnitého materiálu byl vyháněn k povrchu skleněné tabule 1 rychlostí, která zajišťovala, že hranice proudu se nestala difúzní a soudržnost proudu byla zajištěna v jeho dráze k povrchu skleněné tabule 1. Proudů narazily na skleněnou tabuli 1 dříve, než se znatelně ohnuly dolů.

Bylo zjištěno, že je výhodné, když každý proud zrnitého materiálu má poměr zředění v rozmezí 0,9 až 0,4. Kolmá složka rychlosti k povrchu skleněné tabule byla u každého proudu zrnitého materiálu alespoň 1 m · s⁻¹.

Poměr zředění udává nevyplněný prostor v každém proudu částic zrnitého materiálu. Například pro každý paprsek je:

$$\text{Poměr zředění} = \frac{V_u - V_p}{V_u}$$

kde

V_u = objem krátkého úseku proudu a

V_p = objem zrnitého materiálu v tomto úseku proudu.

Hodnota poměru zředění klesá s rostoucím zhuštěním zrnitého materiálu a pro práškový materiál má hodnotu v rozmezí 0,4 až 0,5 pro statické sloupce nebo velmi zhuštěná tělesa prášku, který je v pohybu. Na druhém konci rozmezí, kde poměr zředění je větší než 0,9, přičemž mezní hodnota 1,0 značí čistý plyn, je pouze malý podíl prášku přítomný v proudu plynu.

Proudy zrnitého materiálu byly vrhány na povrchy skla po předem určenou dobu dostatečnou k vytvoření požadovaného vytvrzení skla. Po této době časovače 53 zapůsobí na přepínací ventily 50 a porézní trubky 49 se přepojí na sací potrubí 52. Odsávání plynu v oblasti parézních trubek 49 potlačí proudy zrnitého materiálu v tryskách 30, 31 a vrhání částic zrnitého materiálu z trysek 30, 31 na skleněnou tabuli 1 se rychle zastaví.

Současně zapůsobí časovač 56 na přepínací ventil 55 a ten připojí porézní trubky 54 k sacímu potrubí 52. Zrnitý materiál v oblastech výstupu vzduchových skluzů 32, 33 rychle potlačí proud zrnitého materiálu ke svislým kanálům 28, 29.

Pro vzdušněný zrnitý materiál ve vzduchových skluzech 32, 33 a ve svislých zásobnících 34, 35 je udržován v pohyblivém stavu v pohotovosti pro vytvrzení následující skleněné tabule 1.

Na konci vytvrzovací operace se stlačený vzduch zavede na vzduchové skluzy 32, 33 a porézní trubky 40, 44 se vypnou a zrnitý materiál ve svislých zásobnících 34, 35 a ve vzduchových skluzech 32, 33 se usadí, musí však být před další vytvrzovací operací opět provzdušněn.

Dále jsou uvedeny některé příklady tepel-

ného vytvrzování skleněných tabulí 1 způsobem podle předloženého vynálezu s použitím výše popsané řady trysek 30, 31.

Příklad 1

Použitý zrnitý materiál byl γ -kysličník hlinitý, který měl tyto vlastnosti:

Hustota částic = $1,83 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Rozmezí velikosti částic = $20 \text{ } \mu\text{m}$ až $140 \text{ } \mu\text{m}$.

Střední velikost částic = $60 \text{ } \mu\text{m}$.

Řada skleněných tabulí 1 různé tloušťky byla ohřáta na 650°C a potom podrobena chlazení proudy γ -kysličníku hlinitého za těchto podmínek:

Tlak vzduchu dodávaného do porézních trubek 49 = $0,172 \text{ MPa}$.

Rychlost proudu při výstupu z trysek 30, 31 = $1,88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Měrné množství hmoty z každé trysky 30, 31 = $10,1 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$.

Poměr zředění každého paprsku = $0,602$.

Stupeň vytvrzení skleněných tabulí tloušťky od $1,1 \text{ mm}$ do 12 mm je v tabulce I.

TABULKA I

Tloušťka skla (mm)	Středové napětí v tahu (MPa)	Povrchové napětí v tlaku (MPa)
1,1	50	74
2	63	108
2,3	68	120
3	80	148
6	114	240
8	120	266
10	124	280
12	128	286

Středové napětí v tahu bylo měřeno světelnou technikou, podle které helium/neonový laser byl namířen na jeden okraj skla a retardační čáry byly měřeny v prvních 20 až 30 mm povrchu skla k získání míry pro střední středové napětí v tahu v této plošné oblasti skla. Povrchové napětí v tlaku bylo měřeno použitím diferenciálního povrchového refraktometru.

Změna tlaku vzduchu přiváděného do porézních trubek 49 měla vliv na výstupní rychlost proudů γ -kysličníku hlinitého z trysek 30, 31 a na poměr zředění každého proudu, jak je uvedeno v tabulce II, která udává výsledky vytvrzování skleněných tabulí 1 tloušťky 2,3 a 3 mm, které byly ohřáty na předchladič teplotu 650°C .

TABULKA II

Tlak vzduchu (MPa)	Rychlost na výstupu z trysek ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Poměr zředění	Měrné množství hmoty v proudu ($\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$)	Středové napětí v tahu (MPa)	
				2,3 mm	3 mm
0,035	1,12	0,714	4,34	52	56
0,103	1,35	0,533	8,74	66	75
0,172	1,88	0,602	10,1	68	80
0,276	2,3	0,626	11,73	72	84

Tyto výsledky ukazují, jak zvýšení tlaku přiváděného vzduchu z 0,035 MPa na 0,276 MPa má za následek zvýšení rychlosti proudů částic zrnitého materiálu na výstupech z trysek 30, 31 z $1,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Poměr zředění byl v rozmezí 0,533 až 0,714. Měrné množství hmoty γ -kysličníku hlinitého v každém paprsku vzrostlo ze $4,34 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ na $11,73 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$. Proudů zrnitého materiálu zachovaly svou soudržnost a dopadaly na povrch skla dříve, než jejich dráhy doznaly nějaké znatelné zakřivení směrem dolů, takže složka rychlosti každého proudu kolmá k povrchu skla při jeho dopadu na sklo nebyla znatelně menší než hodnota měřená na výstupu z trysek 30, 31. Normálová složka rychlosti je s výhodou alespoň $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a k zamezení poškození povrchu skla bylo zjištěno, že je vhodné, aby nebyla vyšší než $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Při vyšší teplotě skla, například 670°C , bylo dosaženo vytvrzení skla poněkud vyšší. Tak například bylo vytvořeno středové napětí v tahu 87 MPa ve skle o tloušťce 3 mm při tlaku vzduchu přiváděného do porézních trubek 45 rovném 0,276 MPa. Za stejných podmínek bylo ve skle o tloušťce 2,3 mm dosaženo středové napětí v tahu 75 MPa.

Je třeba zajistit, aby povrchy skla nebyly poškozeny vlivem příliš vysoké rychlosti zrnitého materiálu dopadajícího na ně, když jsou ještě ve žhavém stavu, a tedy citlivé. Horní mez rychlosti $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ byla zjištěna jako vhodná.

Mohou být použity vzdálenosti mezi konci trysek 30, 31 od 50 mm do 60 mm. Se zvětšováním těchto vzdáleností se snižuje stupeň vytvrzení skla při jinak stejných podmínkách.

To bylo prokázáno změnou vzdáleností trysek 30, 31 od 60 mm do 200 mm při vytvrzování skla o tloušťce 2,3 mm ohřátého na 650°C při tlaku vzduchu v porézních trubkách 45 rovném 0,172 MPa. Výsledky jsou v tabulce III.

TABULKA III

Vzdálenost trysek 30, 31 (mm)	Středové napětí v tahu (MPa)
60	90

Vzdálenost trysek 30, 31 (mm)	Středové napětí v tahu (MPa)
80	81
120	68
150	67
200	66

To ukazuje, že změna vzdálenosti trysek 30, 31 v rozmezí od 120 mm do 60 mm umožnila jinou možnou cestu změny rychlosti proudů zrnitého materiálu při jejich dopadu na sklo a tedy změnu napětí vytvořených ve skle.

Vzdálenost trysek 30, 31 rovná 200 mm je dostatečná pro uložení 80 % až 90 % obvyklého sortimentu zakřivených skleněných tabulí pro ochranná skla motorových vozidel a 95 % obvyklých skleněných tabulí pro zadní a boční okna motorových vozidel.

Příklad 2

Byly provedeny podobné zkoušky jako v příkladu 1 s použitím trihydrátu kysličníku hlinitého $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ majícího tyto vlastnosti:

Hustota částic = $2,45 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Rozmezí velikosti částic = 20 μm až 160 μm .

Střední velikost částic = 86 μm .

Řada skleněných tabulí různé tloušťky byla ohřáta na 650°C a potom ochlazena proudy trihydrátu kysličníku hlinitého za těchto podmínek:

Tlak vzduchu přiváděného do porézních trubek 49 = 0,172 MPa.

Rychlost proudů při výstupu z trysek 30, 31 = $1,77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Měrné množství hmoty z každé trysky 30, 31 = $10,38 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$.

Poměr zředění každého proudu = 0,68.

Stupeň vytvrzení skleněných tabulí o tloušťce od 1,1 mm do 12 mm je v tabulce IV.

TABULKA IV

Tloušťka skla (mm)	Středové napětí v tahu (MPa)	Povrchové napětí v tlaku (MPa)
1,1	53	79
2	68	110
2,3	72	122
3	82	150
6	126	259
8	138	288
10	140	300
12	142	309

Opět bylo ukázáno, jak změna tlaku vzduchu přiváděného do porézních trubek **49** ovlivňuje výstupní rychlost proudů zrnitého materiálu vyháněných z trysek **30, 31**, poměr zředění a stupeň vytvrzení skleně-

ných tabulí **1**. Výsledky pro skleněné tabule tloušťek 2 mm, 2,3 mm a 3 mm ohřátých na 650 °C jsou podobné jako při použití γ -kysličníku hlinitého a jsou uvedeny v tabulce V.

TABULKA V

Tlak vzduchu (MPa)	Rychlost na výstupu z trysek ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Poměr zředění	Měrné množství hmoty v proudě ($\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$)	Středové napětí v tahu (MPa)		
				2,0 mm	2,3 mm	3,0 mm
0,035	1,13	0,736	5,65	46	54	58
0,103	1,51	0,66	9,35	60	68	78
0,172	1,78	0,683	10,38	68	72	82
0,276	2,51	0,729	12,44	72	76	85

Tyto výsledky ukazují, že při použití trihydrátu kysličníku hlinitého způsobuje zvýšení tlaku přiváděného vzduchu do porézních trubek **49** z 0,035 MPa na 0,276 MPa zvýšení výstupní rychlosti z trysek **30, 31** z $1,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na $2,51 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Poměr zředění je v rozmezí 0,66 až 0,736. Měrné množství trihydrátu kysličníku hlinitého v každém paprsku vzrostlo z $5,65 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ na $12,44 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ a paprsky mají stejný tvar jako v příkladu 1.

Při vyšší teplotě skla, například 670 °C, bylo při tlaku přiváděného vzduchu 0,276 MPa ve 3 mm tlustém skle dosaženo středového napětí v tahu 87 MPa.

Příklad 3

Se stejnou řadou a rozměry trysek **30, 31** bylo použito směsi 95 % objemu trihydrátu kysličníku hlinitého z příkladu 2 a 5 % objemu uhličitanu sodného pro vytvrzování skleněných tabulí **1** tloušťky 2,3 mm o rozměrech 300 mm $\times$ 300 mm. Uhličitan sodný měl střední velikost částic 70 μm a hustotu $2,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Byla dosažena vyšší napětí, než při chlazení pouhým trihydrátem kysličníku hlinitého. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce VI.

TABULKA VI

Tlak přiváděného vzduchu (MPa)	Středové napětí v tahu (MPa)		
	Teplota skla 630 °C	Teplota skla 650 °C	Teplota skla 670 °C
0,035	49	59	63
0,103	70	78	81
0,172	74	84	87
0,276	76	86	89

Rovněž ve skleněných tabulích o tloušťce 3 mm bylo dosaženo za stejných podmínek

vyšších napětí. Výsledky jsou uvedeny v tabulce VII.

TABULKA VII

Tlak přiváděného vzduchu (MPa)	Středové napětí v tahu (MPa)		
	Teplota skla 630 °C	Teplota skla 650 °C	Teplota skla 670 °C
0,035	53	63	66
0,103	75	84	87
0,172	77	86	89
0,276	79	88	92

Příklad 4

Bylo použito stejného uspořádání trysek **30, 31** jako v příkladech 1 až 3, avšak vrtání trysek **30, 31** bylo 2 mm. Bylo použito stejného trihydrátu kysličníku hlinitého jako v příkladu 2.

Skleněné tabule o tloušťce 2,3 mm byly ohřaty na 650 °C a potom ochlazeny paprsky trihydrátu kysličníku hlinitého. Pracovní podmínky a dosažené výsledky jsou uvedeny v tabulce VIII.

TABULKA VIII

Tlak přiváděného vzduchu (MPa)	Rychlost na výstupu trysek (m . s ⁻¹)	Poměr zředění	Měrné množství hmoty v proudu (g . s ⁻¹)	Středové napětí v tahu (MPa)	Povrchové napětí v tlaku (MPa)
0,103	1,48	0,52	5,37	71	120
0,137	1,78	0,483	7,1	73	123
0,276	2,17	0,53	7,86	78	132

Příklad 5

Při stejném uspořádání řad trysek **30, 31** jako v příkladu 1, 2 a 3 byl pro tepelné vytvrzování skleněných tabulí tloušťky 2,3 milimetru jako zrnitý materiál použit „Fillit“, prach obsahující duté skleněné kuličky vyrobené z pulverizovaného popela z kotlů energetických centrál, s těmito vlastnostmi:

Hustota materiálu = 2,6 g . cm⁻³.

Hustota částic = 0,38 g . cm⁻³.

Velikost částic = 15 μm až 200 μm.

Střední velikost částic = 80 μm.

Tlak vzduchu přiváděného do porézních trubek **45** byl nastaven k vytvoření proudů „Fillitu“ o výstupní rychlosti 1,4 m . s⁻¹ z trysek **30, 31** a s poměrem zředění 0,76.

Skleněné tabule o tloušťce 2,3 mm byly

ohřáty na 650 °C před ochlazením, střední napětí v tahu ve vytvrzeném skle bylo rovno 58 MPa.

Příklad 6

Při stejném uspořádání trysek **30, 31** jako v příkladech 1 až 3 byl jako zrnitý materiál použit zirkonový písek velikosti zrna 150 mesh, který měl tyto vlastnosti:

Hustota částic = 5,6 g . cm⁻³.

Rozmezí velikosti částic = 30 μm až 160 μm.

Střední velikost částic = 110 μm.

Výsledky dosažené při vytvrzování skleněných tabulí o tloušťce 2,3 mm jsou uvedeny v tabulce IX.

TABULKA IX

Tlak přiváděného vzduchu (MPa)	Rychlost na výstupu z trysek (m . s ⁻¹)	Poměr zředění	Měrné množství hmoty v proudu (g . s ⁻¹)	Středové napětí v tahu (MPa)
0,103	1,5	0,86	8,25	50
0,172	1,7	0,865	9,02	65
0,276	2,2	0,80	16,88	82

Příklad 7

Změnou návrhu trysek **30, 31** bez změny tlaku vzduchu přiváděného do porézních trubek **49** bylo možno dosáhnout vyšších výstupních rychlostí.

To bylo ověřeno použitím stejného trihydrátu kysličníku hlinitého jako v příkladu 2 vyháněného ze dvou svislých řad trysek **30, 31**.

V každé řadě byly trysky **30, 31** uspořádány ve vzoru „domino-5“ při vzdálenostech mezi tryskami **30, 31** 20 mm × 20 mm. Každá

tryska **30, 31** měla délku 55 mm a vrtání 3 mm. Každá řada trysek **30, 31** zaujímal prostor 1010 × 620 mm a vzdálenost mezi čelními konci trysek **30, 31** byla rovna 85 milimetrům.

Skleněné tabule tloušťky 2,3 mm byly ohřáty na teploty 630 °C, 650 °C a 670 °C a byly ochlazeny proudem trihydrátu kysličníku hlinitého vyháněného z trysek **30, 31** působením tlaků 0,103 MPa, 0,172 MPa a 0,276 MPa, které byly použity dříve v pokusu č. 2. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce X.

TABULKA X

Tlak přiváděného vzduchu (MPa)	Rychlost na výstupu z trysek (m . s ⁻¹)	Poměr zředění	Měrné množství hmoty v proudě	Středové napětí v tahu (MPa) Teplota skla		
				630 °C	650 °C	670 °C
0,103	1,6	0,729	7,46	61	66	67
0,172	2,32	0,741	10,38	70	73	77
0,276	4	0,823	12,21	72	77	81

V těchto příkladech jsou účinné proudy zhutněných provzdušněných částic zrnitého materiálu s poměrem zředění v rozmezí 0,87 až 0,53.

Poměr zředění v rozmezí 0,76 až 0,4 dával dobré výsledky.

Rozdílné účinky vytvrzení skla, například k vytvoření průhledových pásem ve skleněných tabulích pro ochranné štíty motorových vozidel, mohou být dosaženy uspořádáním trysek 30, 31 v každé řadě podle zadaného vzoru oblastí vyššího vyvinutého napětí ve skle, které jsou vystřídány s oblastmi nižšího vytvrzovacího napětí, kterými je odpovídající průhled v případě lomu skleněné tabule.

Zavěšené žhavé sklo může být dopravováno vodorovně pracovním prostorem mezi svislými rámy. Při jiném způsobu zpracování skleněných tabulí mohou tyto být nesený v určitém úhlu ke svislé rovině, například v úhlu 45°, a přemísťovány po vodorovné dráze mezi řadami trysek 30, 31 pracovním prostorem, který má shodný sklon ke svislé rovině.

Některé trysky mohou být nasměrovány dovnitř k vytváření proudů částic zrnitého materiálu směrem k okrajům skleněné tabule ke zvýšení napětí v jejích okrajích. V jiném uspořádání mohou být trysky v okrajových oblastech řad nasměrovány dovnitř k vytváření celkového proudu ke střední oblasti vytvrzované skleněné tabule.

Druhé provedení zařízení podle předloženého vynálezu je znázorněno na obr. 4.

Dvě nádrže 69, 70 obsahující fluidovaný zrnitý materiál mají děrované boční stěny 71, 72. Z těchto bočních stěn 71, 72 vyčnívají řady trysek 30, 31. Vzdálenost mezi konci trysek 30, 31 je 110 mm a do pracovního prostoru mezi konci trysek 30, 31 se spustí skleněná tabule 1, která má být tepelně vytvrzena.

Provzdušněné částice se přivádějí ke každé tryse 30, 31 ze zásoby fluidovaného zrnitého materiálu v nádržích 69, 70.

Parézní membrána 73 umístěná u dna nádrže 69 tvoří strop plnicí komory 74, do které se přivádí fluidační vzduch přívodním potrubím 75. Horní konec nádrže 69 je uzavřen strojem 76, který má vstupní otvor 77 spojený s plnicím kanálem 78, který obsahuje ventil 79. Když je ventil 79 otevřen, plní se nádrž 69 zrnitým materiálem plnicím kanálem 78. S otvorem ve stropu 76 je spojen vzduchový kanál 80. Ve vzduchovém kanálu

80 je ventil 81, kterým může být horní oblast nádrže 69 spojena buď s tlakovým potrubím 82, nebo se sacím potrubím 83.

Další kanál 84 je spojen s otvorem stropu 76 blízko boční stěny 71 nádrže 69. Další kanál 84 tvoří výtok nad částí fluidovaného lože v nádrži 69, která je oddělena od hlavní části fluidovaného lože přepážkou 85, která vyčnívá dolů od stropu 76. Spodní konec přepážky 85 je umístěn nad porézním dnem 73 nádrže 69 k vytvoření dráhy pro proud fluidovaného zrnitého materiálu označené šipkou, z hlavní části nádrže 69 do prostoru mezi přepážkou 85 a boční stěnou 71 nádrže 69, který zásobuje trysky 30 provzdušněnými částicemi zrnitého materiálu. Přebytný fluidační vzduch je odváděn dalším kanálem 84.

Nádrž 70 má shodné součásti označené stejnými vztahovými značkami jako nádrž 69.

U dna nádrže 70 je umístěna porézní membrána 87, kterou se protlačuje fluidační vzduch z plnicí komory 88, která má vlastní přívodní potrubí 89. Z nádrže 70 se pod přepážkou 85 vede proud provzdušněných částic zrnitého materiálu označený šipkou k zásobování trysek 31. Po naplnění obou nádrží 69, 70 vhodným množstvím zvoleného zrnitého materiálu se zavřou ventily 79 a ventily 81 připojí tlakové potrubí 82 ke kanálům 80, takže nad fluidovanými loži v nádržích 69, 70 se udržuje určitý tlak. Tlak fluidačního vzduchu přiváděného přívodními potrubími 75, 89 do plnicích komor 74, 88 je takový, že zrnitý materiál v nádržích 69, 70 je ve fluidovaném stavu bez ohledu na tlak označený šipkou 90, který je udržován v horních oblastech nad oběma fluidními loži.

Regulací tlaku fluidačního vzduchu přiváděného přívodními potrubími 75, 89 ve vztahu ke tlakům 90 udržovanými nad povrchy fluidních loží se řídí tlak v provzdušněných částicích, které proudí k řadám trysek 30, 31, čímž se zajišťuje, že proudy zhutněných provzdušněných částic jsou hnány k povrchům skla rychlostí, která zajišťuje, že je zachována soudržnost proudů v jejich drahách k povrchu skla. Spínání zdrojů vzduchu je řízeno podobným způsobem jako u provedení zařízení podle obr. 1 až 3.

Zrnitý materiál prošlý tryskami 30, 31 je shromážděn ve zvláštní zásobní nádrži a opět vrácen do plnicích kanálů 78 nádrží 69, 70.

Použití přepážek **85** připouští pokles hladiny fluidovaného zrnitého materiálu v nádržích **69, 70** bez nepříznivého působení na vytvrzovací účinek, který je docílen, protože v horní oblasti nad povrchy fluidovaného materiálu v nádržích **69, 70** se udržuje stálý tlak. Přiváděním plynu dalšími kanály **84** se napomáhá řízení tlaku v provzdušněných částicích přiváděných k tryskám **30, 31**.

Obr. 5 znázorňuje třetí provedení zařízení podle předloženého vynálezu vhodné pro tepelné vytvrzování vodorovně uložené skleněné tabule **91**.

Vodorovně uspořádané přívodní kanály **92** a **93** obsahující fluidovaný zrnitý materiál mají horní a spodní řady trysek **30, 31**.

Trysky **30** vyčnívají dolů ze spodní plochy přívodního kanálu **92** a trysky **31** vyčnívají nahoru z horní plochy přívodního kanálu **93**. Mezi konci trysek **30, 31** je vymezen vodorovný pracovní prostor pro skleněnou tabuli **91**.

Svislý zásobník **94** je ustaven na horní ploše horního přívodního kanálu **92** a druhý svislý zásobník **95** je ke spodnímu přívodnímu kanálu **93** připojen ze strany. V přívodních kanálech **92, 93** jsou uloženy porézní trubky **95**.

Přidavné porézní trubky **97, 98** jsou uloženy u dna druhého svislého zásobníku **95**, přičemž porézní trubka **98** je spojena paralelně s porézními trubkami **96** spodního přívodního kanálu **93**.

Před zpracováním skleněné tabule **91** se porézní trubky **96** obou přívodních kanálů **92, 93** připojí na sací potrubí. Rovněž porézní trubka **98** druhého svislého zásobníku **95** se připojí na sací potrubí.

Tímto opatřením je zrnitý materiál v přívodních kanálech **92, 93** udržován ve zhuštěném neprovzdušněném stavu. Do porézní trubky **97** u dna svislého zásobníku **95** se přivádí vzduch, takže zrnitý materiál ve svislém zásobníku **95** je udržován v pohotovostním provzdušněném stavu.

Skleněná tabule **91**, která byla ohřáta na předochlazovací teplotu, je nesena na rámu **93** a vnášena do vodorovného pracovního prostoru. Nyní se přivede vzduch do porézních trysek **96** a v horním přívodním kanálu **92** a do porézních trysek **96, 98** ve spodním přívodním kanálu **93**. Provzdušňování zrnitého materiálu v přívodních kanálech **92, 93** je takové, že vytvrzovací účinek zrnitého materiálu, který je hnán dolů tryskami **30** na horní povrch skleněné tabule **91**, je v podstatě stejný jako vytvrzovací účinek zrnitého materiálu, který je hnán nahoru tryskami **31** na spodní povrch skleněné tabule **91**.

Obr. 6 znázorňuje v pohledu podobném obr. 1 jiný způsob provedení vynálezu, kde svislé kanály **23, 29** jsou ponořeny do plynem fluidovaného lože zrnitého materiálu, do kterého je skleněná tabule **1** spuštěna. Z trysek **30, 31** jsou vyháněny proudy zrnitého

tého materiálu do fluidovaného lože rychlostí, která zajišťuje, že je zachována soudržnost každého proudu v jeho dráze fluidovaným ložem k povrchu skla.

Řady trysek **30, 31** a přivádění zrnitého materiálu jsou stejné jako v zařízení podle obr. 1 až 3.

Na podlaze **15** je uvnitř rámu **14** uložen zdvihací stůl **100** obklopený měchem **101**. Zdvihací stůl **100** je ve spodní poloze nakreslen čerchovanými čarami. Na zdvihacím stole **100** je uložena nádrž **102** pro ochlazovací plynem fluidované lože stejného zrnitého materiálu, jaký se přivádí do trysek **30, 31**. Nádrž **102** má vodorovný obdélníkový průřez a otevřený horní konec. Dno nádrže **102** sestává z porézní membrány **103**. Porézní membrána **103** tvoří současně strop plnicí komory **104**.

Plnicí komora **104** je rozdělena přepážkami ve tři části, přičemž střední část má vlastní přívod vzduchu a je umístěna pod pracovním prostorem, zatímco dvě vnější části mají společný přívod vzduchu. Do střední části plnicí komory **104** se přivádí vzduch o vyšším tlaku než do vnějších částí.

Propustnost porézní membrány **103** je taková, že průtokem vzduchu je způsoben vysoký úbytek tlaku. Tlak vzduchu přiváděného do střední části plnicí komory **104** je takový, že střední část fluidovaného lože v nádrži **102** je v klidovém, rovnoměrně expandovaném stavu fluidace částic. Množství zrnitého materiálu, které je na začátku přítomno v nádrži **102**, je takové, že když se do plnicí komory **104** přivede fluidační vzduch, je hladina povrchu fluidního lože asi v polovině nádrže **102**.

Neznázorněné chladicí trubky mohou být uloženy v nádrži **102** v blízkosti jejích bočních stěn k udržování fluidního lože na vhodné ochlazovací teplotě, například od 60 °C do 80 °C.

Působením zdvihacího stolu **100** se nádrž **102** zdvihne ze spodní polohy do horní polohy zobrazené plnými čarami. Oba svislé kanály **28, 29** se vnoří do fluidního lože a přemístění fluidovaného materiálu svislými kanály **28, 29** je takové, že fluidované lože nyní vyplní celou nádrž **102** a může mírně přetékat přes její horní okraj.

Na jedné straně nádrže **102** je uspořádán vzduchový skluz **61** k zachycování zrnitého materiálu, který přetéká přes horní okraj nádrže **102** do dvou násypky **105**. K nádrži **102** jsou připevněny celkem čtyři násypky **105**, které obepínají celý horní okraj nádrže **102**. Druhé dvě násypky **105** se vyprazdňují na vzduchový skluz **66**. Každá násypka **105** má dole hrdlo **106**, na kterém je zavěšena výpust **107**. Když se nádrž spouští nebo zdvihá, výpusti **107** jsou zavěšeny nahoru a když je nádrž **102** v horní poloze, výpusti **107** jsou zavěšeny dolů přes vzduchové skluzy **61, 66**.

Pracovní cyklus je podobný jako u zaří-

zení podle obr. 1 až 3. Po uzavření dveří 11 svislé pece 7 se zavěšená skleněná tabule 1 ohřívá ve svislé peci 7, zdvihací stůl 100 se uvede do činnosti, aby zdvihl nádrž 102. Výpusti 107 jsou zavěšeny nahoru, takže líčují se vzduchovými skluzy 61, 66. Když se zdvihací stůl 100 začne zdvíhat, spustí se svislé kotoučové dopravníky 57, 58. Když je nádrž 102 v horní poloze, zapnou se přívody vzduchu do plnicí komory 104.

Vzduch přiváděný do plnicí komory 104 fluiduje zrnitý materiál v nádrži 102 se zrnitým materiálem v pracovním prostoru mezi řadami trysek 30, 31 do klidového rovnoměrně expandovaného stavu fluidace částic.

Nyní se otevrou dveře 11 svislé pece 7 a žhavá skleněná tabule 1 se rychle spustí konstantní rychlostí do pracovního prostoru. Ihned jakmile spodní okraj skleněné tabule 1 prošel vodorovným, klidným horním povrchem fluidovaného zrnitého materiálu, zapne se přívod vzduchu do porézních trubek 49 a do vzduchových skluzů 52, 57. Provzdušněný zrnitý materiál proudí ze svislých zásobníků 34, 35 do trysek 30, 31 při takovém tlaku, že souvislé proudy zrnitého materiálu jsou hnány ke skleněné tabuli klidně fluidovaným materiálem v pracovním prostoru.

Zrnitý materiál přetéká přes horní okraj nádrže 102 a je vrácen do svislých zásobníků 34, 35 k udržování statických hladin zásobních sloupců zrnitého materiálu.

Klidně fluidované lože v nádrži 102 dává základní hladinu napětí sklu a odvádění tepla z povrchů skla se zvyšuje účinkem trysek 30, 31, které dopadají na povrch skla a zvyšují místní pohyb zrnitého materiálu u povrchu skla a vytvářejí rovnoměrnější vzor napětí ve skle než v případě samotných proudů zrnitého materiálu z trysek 30, 31.

Obr. 7 znázorňuje další provedení zařízení podle předloženého vynálezu pro ohýbání a vytvrzování skleněných tabulí.

Shodné součásti mají shodné vztahové značky se značkami v obr. 1 až 3.

Svislá pec 7 je umístěna u spodní části zařízení a nad ústím 10 svislé pece 7 jsou uloženy ohýbací čelisti 108, 109. Svislé kanály 28, 29 se řadami trysek 30, 31 jsou spodní části svislých kanálů, jejichž horní části tvoří svislé zásobníky 34, 35. Vzduchové skluzy 32, 33 ze zařízení podle obr. 1 až 3 jsou zde vynechány, neboť nejsou nutné.

Provzdušňování zrnitého materiálu v každém svislém zásobníku 34, 35 se provádí dvěma páry porézních trubek 40. Jeden pár porézních trubek 40 je uložen asi v polovině každé horní části. Spodní pár porézních trubek 40 je uložen u dna horní části. Každý pár porézních trubek 40 je připojen přes regulátor 41 tlaku k rozváděcímu potrubí 38 stlačeného vzduchu. Stálý přívod stlačeného vzduchu do porézních trubek 40 udržuje zásobní těleso zrnitého materiálu v horních částech v pohotovosti v provzdušněném stavu.

Na horním konci každého svislého kanálu 28, 29 bezprostředně nad řadami trysek 30, 31 je uspořádána řada tří porézních trubek 54, které jsou paralelně připojeny k přepínacímu ventilu 55, který je řízen časovačem 56. Jeden vstup přepínacího ventilu 55 je připojen přímo k sacímu potrubí 52. Druhý vstup přepínacího ventilu 55 je přes regulátor 41 tlaku připojen k rozváděcímu potrubí 38 stlačeného vzduchu. V každém svislém kanálu 28, 29 je uloženo deset svisle uspořádaných porézních trubek 49, které jsou v párech připojeny k přepínacím ventilům 50 řízeným časovači 53 a mají vstupy připojeny přímo k sacímu potrubí 52 a druhé vstupy připojené přes regulátory 51 tlaku k rozváděcímu potrubí 38 stlačeného vzduchu.

Činnost tohoto zařízení je podobná činnosti zařízení podle obr. 1 až 3. Připojení sacího potrubí 52 k řadám tří porézních trubek 54 v oblasti výstupu svislých zásobníků 34, 35 slouží ke zhuštění zrnitého materiálu v této oblasti, nad kterou jsou udržována zásobní tělesa zrnitého materiálu v provzdušněném stavu až do okamžiku, kdy je třeba vytvořit proud zrnitého materiálu.

Žhavá skleněná tabule 1 se zdvihne ze svislé pece 7 do polohy k ohnutí mezi ohýbací čelisti 108, 109, které se na ni přitlačí. Po rozevření ohýbacích čelistí 108, 109 se skleněná tabule 1, která je stále žhavá, zdvihne do pracovního prostoru mezi řadami trysek 30, 31.

Sběrný žlab 115 prachu se přesune pod řady trysek 30, 31 a přepínací ventily potom připojí rozváděcí potrubí 38 stlačeného vzduchu k porézním trubkám 54. To uvolní zásobní tělesa provzdušněného zrnitého materiálu ve svislých zásobnících 34, 35 a vyvine se padající proud zrnitého materiálu ve svislých kanálech 28, 29 a zásobuje proudy zrnitého materiálu vyháněné z trysek 30, 31 jako výsledek následného připojení rozváděcího potrubí 38 stlačeného vzduchu k porézním trubkám 49, což začne, když časovač 56 zapůsobí na přepínací ventil 55.

Ve všech provedeních zařízení podle předloženého vynálezu může být kruhový průřez vrtání trysek 30, 31 zaměněn za jiný tvar, například oválný. Místo trysek mohou být čelní plochy svislých kanálů 28, 29 opatřeny řadami otvorů tvaru štěrbin, které jsou uzpůsobeny k vytváření proudů zhuštěných provzdušněných částic zrnitého materiálu dopadajících na povrch skla.

Způsobem podle vynálezu lze vyrobit tepelně vytvrzené skleněné tabule s vysokými hodnotami středového napětí v tahu a přiměřeně vysokými hodnotami povrchového napětí v tlaku. Středové napětí v tahu je ukazatelem vysoké pevnosti vytvrzeného skla.

Tak například středová napětí v tahu v rozmezí 114 MPa až 128 MPa byla vytvořena ve skleněných tabulích tloušťky 6 mm až

12. num způsobem podle předloženého vynálezu.

Způsobem podle vynálezu byly vyrobeny i tenčí skleněné tabule, od 2 mm do 3 mm, vykazující středové napětí v tahu od 60 MPa do 92 MPa, stejně jako tabule tohoto roz-

mezí tlouštěk mající středové napětí v tahu nižší než 60 MPa, například až do 46 MPa.

Ještě tenčí skleněné tabule mohou být zpracovány podle předloženého vynálezu, například mající při tloušťce 1,1 mm středové napětí v tahu asi 53 MPa.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob tepelného vytvrzování skla, při kterém se žhavé sklo ochlazuje zrnitým materiálem, který se žene směrem ke sklu, vyznačující se tím, že se vyvíjejí alespoň dva proudy zhuštěných plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu a tyto se ženou směrem ke sklu rychlostí, která zajišťuje soudržnost každého proudu v jeho dráze směrem ke sklu.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že každý proud částic zrnitého materiálu má podíl zředění v rozmezí 0,9 až 0,4, který je definován poměrem $(V_1 - V_p)/V_m$, kde V_1 je objem jednotkové délky tohoto proudu a V_p je objem zrnitého materiálu obsaženého v této jednotce délky proudu.

3. Způsob podle bodu 2 vyznačující se tím, že každý proud částic zrnitého materiálu má podíl zředění v rozmezí 0,76 až 0,4.

4. Způsob podle kteréhokoli z bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že složka rychlosti každého proudu částic zrnitého materiálu kolmá k povrchu skla je rovna alespoň 1 m. s⁻¹.

5. Způsob podle bodů 1 až 4 vyznačující se tím, že proudy částic zrnitého materiálu jsou uspořádány v řadě s pravidelnými rozestupy.

6. Způsob podle bodu 5 pro vytvrzování skleněné tabule uložené svisle, vyznačující se tím, že řady proudů částic zrnitého materiálu jsou na protilehlých stranách skleněné tabule směřovány k jejím povrchům.

7. Způsob podle bodu 5 pro vytvrzování skleněné tabule podepřené ve vodorovné poloze vyznačující se tím, že řady proudů částic zrnitého materiálu jsou hnány svisle nahoru a dolů k jejím povrchům.

8. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že se vyvíjí řada proudů částic zrnitého materiálu a tyto se vhánějí do plynem fluidovaného lože zrnitého materiálu směrem k povrchům skla do tohoto lože ponořeného.

9. Způsob podle bodu 8 pro vytvrzování skleněné tabule svisle zavěšené a ponořené do chladicího lože vyznačující se tím, že řady proudů částic zrnitého materiálu jsou hnány z protilehlých stran do chladicího lože k oběma povrchům skleněné tabule.

10. Způsob podle bodů 5 až 9 vyznačující se tím, že proudy zrnitého materiálu se vytvářejí z plynem fluidovaných částic, které se odvádějí ze zásobního sloupce zrnitého materiálu fluidovaného plynem.

11. Způsob podle bodu 10 vyznačující se tím, že proudy částic zrnitého materiálu se ženou ze řad trysek spojených se sloupcem plynem fluidovaného zrnitého materiálu.

12. Způsob podle bodu 11 vyznačující se tím, že zrnitý materiál ve sloupci se nechává padat dolů v proudu strhávaného plynu a v blízkosti trysek se do zrnitého materiálu zavádí přídavný plyn, přičemž souvislost každého proudu zrnitého materiálu v jeho dráze směrem ke sklu se zajišťuje regulací výšky sloupce zrnitého materiálu nad tryskami a regulací tlaku přídavného plynu.

13. Způsob podle bodu 11 vyznačující se tím, že souvislost každého proudu zrnitého materiálu v jeho dráze směrem ke sklu se zajišťuje regulací tlaku plynu nad zásobním sloupcem zrnitého materiálu.

14. Způsob podle bodu 12 vyznačující se tím, že proudy částic zrnitého materiálu se ženou ze dvou svislých řad trysek, přičemž každá řada trysek je zásobována proudem plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu a v blízkosti trysek se do proudu vhání přídavný plyn.

15. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, mající trysky pro vrhání plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu k povrchu skla, vyznačující se tím, že ke tryskám (30, 31) je připojen alespoň jeden svislý kanál (28, 29) nebo nádrž (69, 70) pro sloupec plynem fluidovaného zrnitého materiálu a ve svislém kanálu (28, 29) nebo nádrži (69, 70) je umístěn regulátor tlaku pro řízení rychlosti proudu plynem fluidovaných částic zrnitého materiálu.

16. Zařízení podle bodu 15 vyznačující se tím, že trysky (30, 31) jsou uspořádány v řadě s pravidelnými rozestupy.

17. Zařízení podle bodu 16 vyznačující se tím, že ke svislému kanálu (28, 29) je na jeho horním konci připojen zásobník (34, 35), přičemž regulátory tlaku jsou porézní trubky (49) umístěné ve svislém kanálu (28, 29) přilehle ke vstupům trysek (30, 31).

18. Zařízení podle bodu 17 vyznačující se tím, že má dva svislé kanály (28, 29), každý s jednou svislou řadou trysek (30, 31), mezi jejichž výstupními konci je vymezena svislá mezera pro uložení zavěšené skleněné tabule, přičemž ke každému svislému kanálu (28, 29) je připojen jeden ze dvou zásobníků (34, 35) zrnitého materiálu.

19. Zařízení podle bodu 18 vyznačující se tím, že mezi každým zásobníkem (34, 35) a jemu přidružených svislých kanálech (28, 29) je umístěn jeden vzduchový skluz (32, 33).

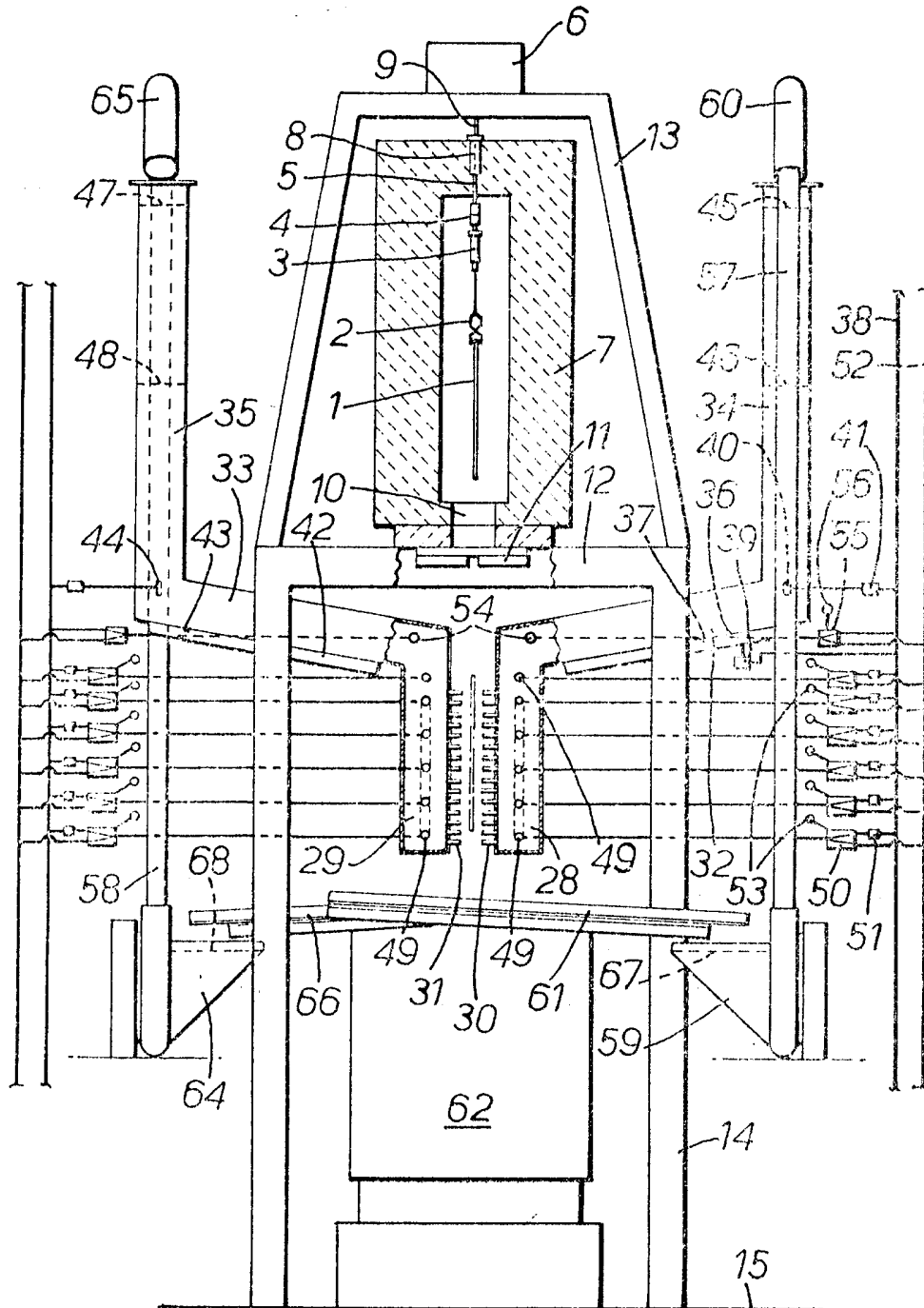
20. Zařízení podle bodů 17 až 19 vyznačující se tím, že pod tryskami (30, 31) je uložena nádrž (62, 102) pro sběr zrnitého materiálu z jeho proudů, u horního okraje nádrže (62) jsou umístěny dva vzduchové skluzy (61, 66) a mezi nimi a horními konci zásobníků (34, 35) jsou umístěny svislé kotoučové dopravníky (57, 58) pro rekuperaci zrnitého materiálu.

21. Zařízení podle bodu 20 vyznačující se tím, že nádrž (102) je u svého dna opatřena přívody plynu pro vyvíjení plynem fluidovaného lože v nádrži (102), přičemž nádrž (102) je uložena na zdvihacím stole (100) k jejímu zdvižení na výškovou úroveň trysek (30, 31).

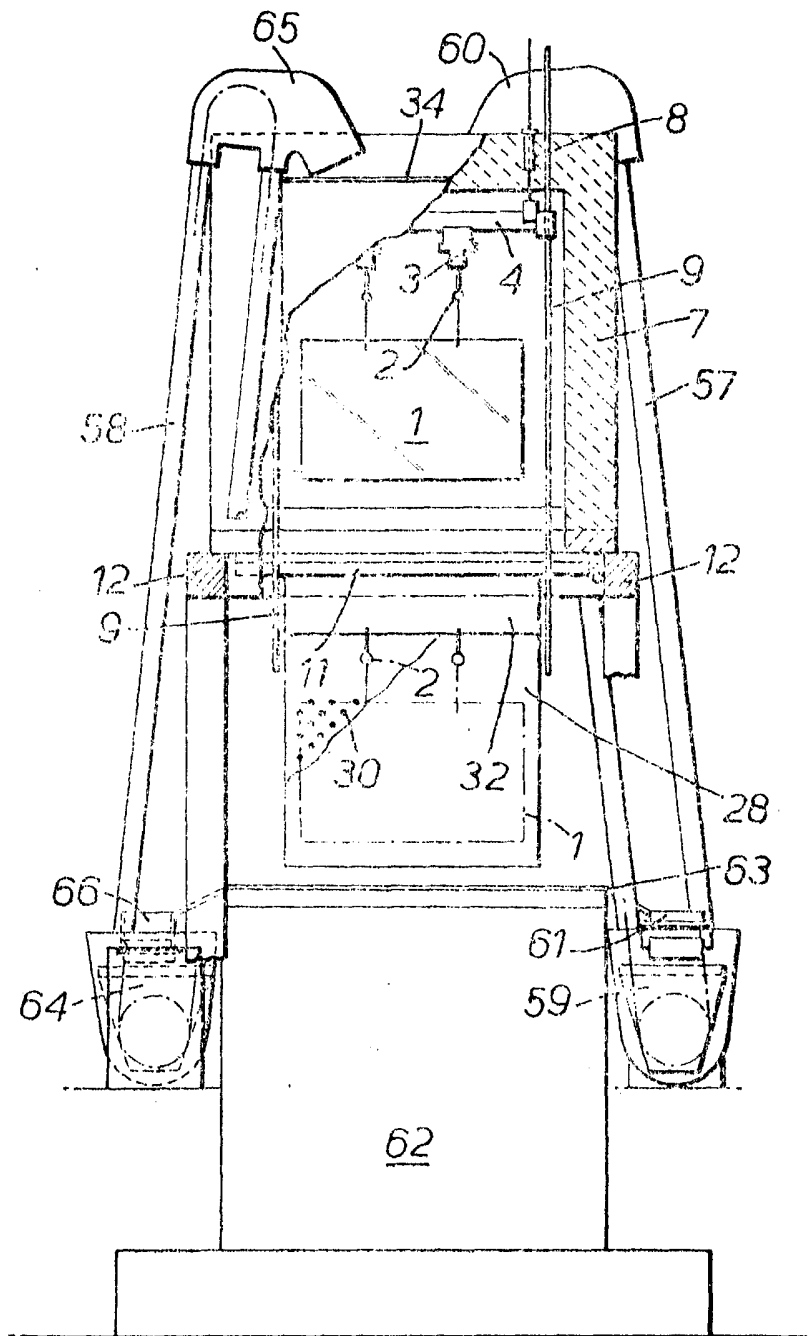
22. Zařízení podle bodu 15 vyznačující se tím, že nádrž (69, 70) zrnitého materiálu je uzavřená nádoba a trysky (30, 31) jsou připojeny k jedné boční stěně nádrže (69, 70), přičemž k víku (76) nádrže (69, 70) je připojen přívod (62) plynu k vytvoření tlaku nad sloupcem zrnitého materiálu.

23. Zařízení podle bodu 22 vyznačující se tím, že má dvě nádrže (69, 70) zrnitého materiálu, jejichž řady trysek (30, 31) jsou uspořádány proti sobě.

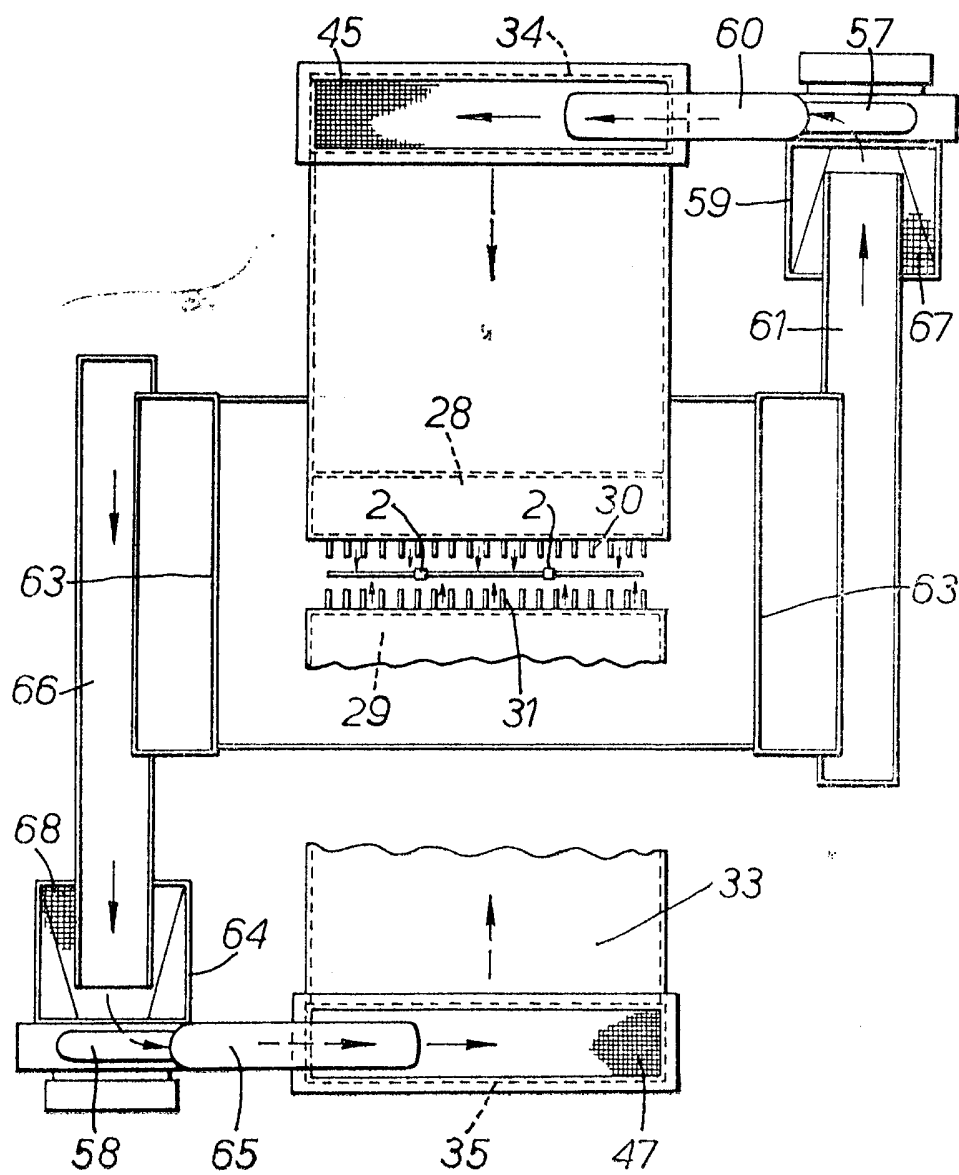
24. Zařízení podle bodu 15 vyznačující se tím, že řady trysek (30, 31) jsou uspořádány vodorovně, ke každé z nich je připojen jeden kanál (92, 93), přičemž trysky (30, 31) tvoří jednu horní řadu trysek (30) směřující svisle dolů a jednu spodní řadu trysek (31) směřující svisle nahoru.



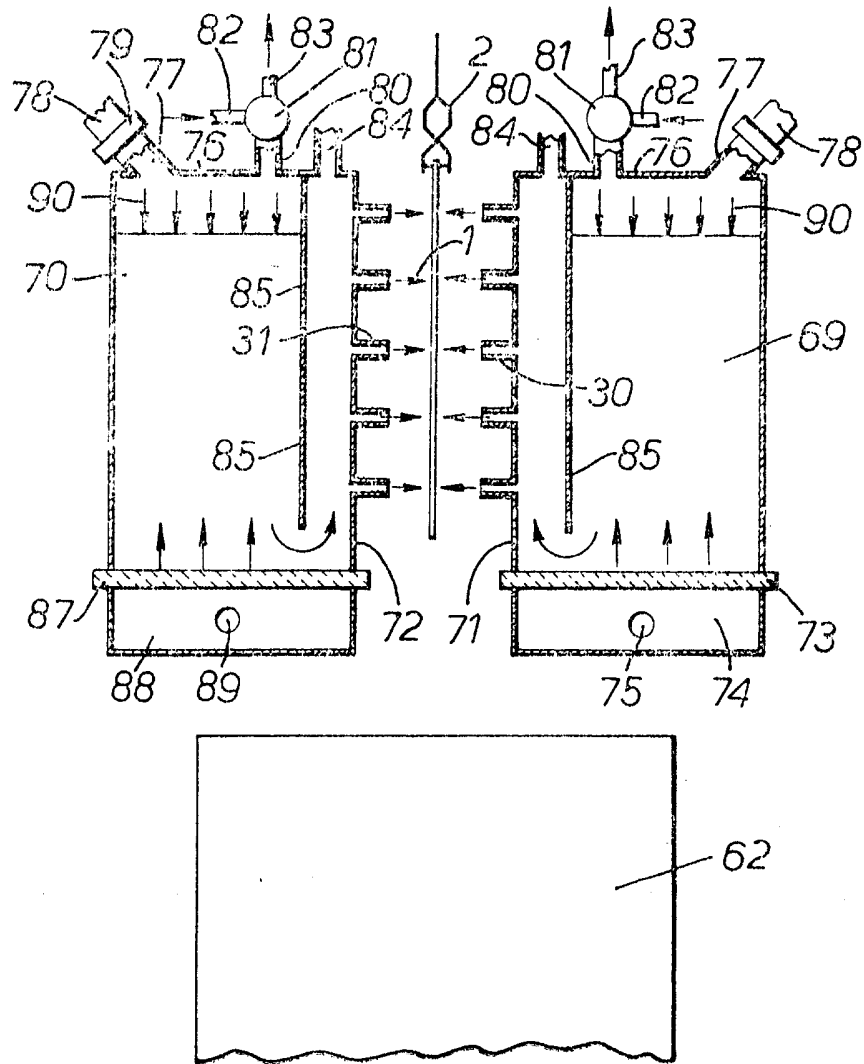
OBR. /



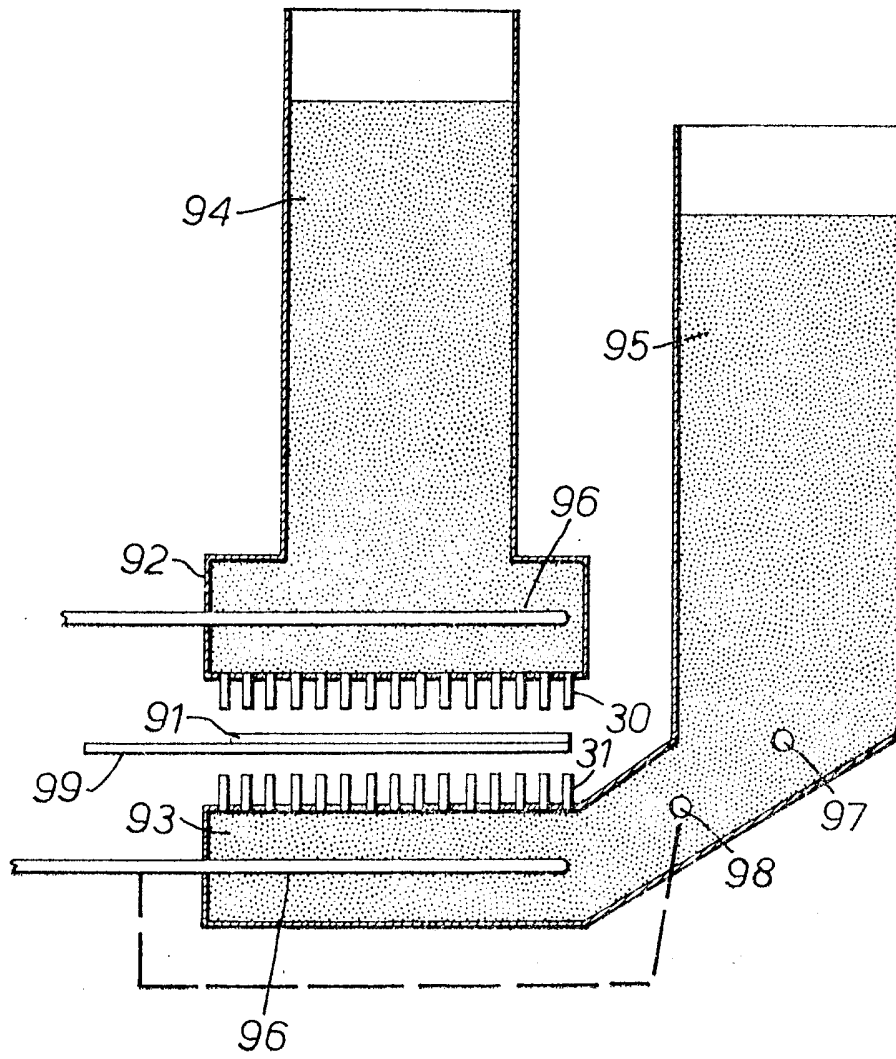
ОБР. 2



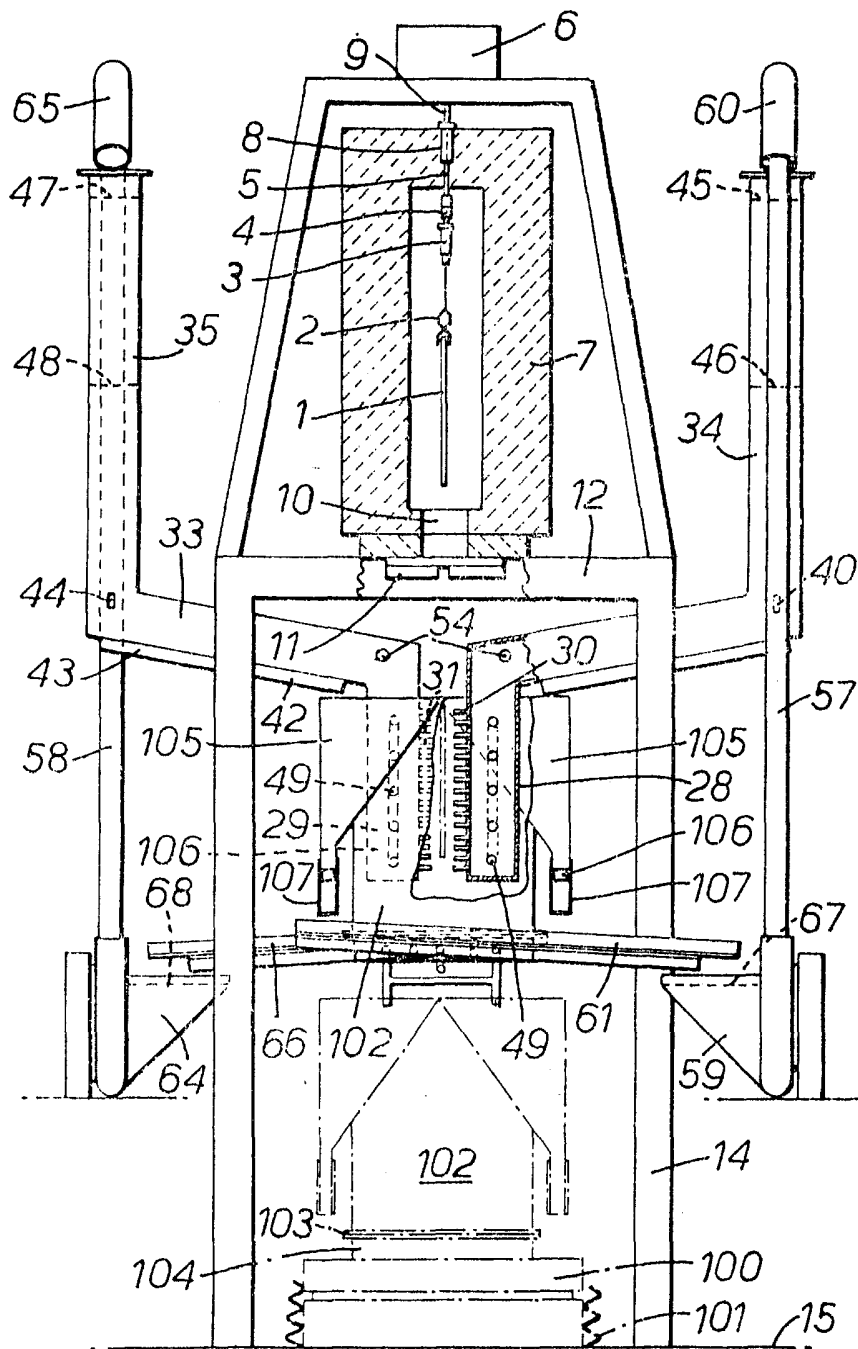
OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5



OBR. 6

