

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

285 701

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2121-93**

(22) Přihlášeno: **10. 02. 92**

(40) Zveřejněno: **15. 06. 94**
(Věstník č. 6/94)

(47) Uděleno: **18. 08. 99**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **13. 10. 99**
(Věstník č. 10/99)

(86) PCT číslo: **PCT/SU92/00027**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
C 03 B 11/12

(73) Majitel patentu:
OBNINSKOE
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE
PREDPRIYATIE TEKHNOLOGIA, Obninsk,
RU;

(72) Původce vynálezu:
Gorban Igor Anatolievich, Obninsk, RU;
Samsonov Vyacheslav Ivanovich, Obninsk,
RU;

(74) Zástupce:
Sedlák Zdeněk ing., Mendlovo nám. 1a,
Brno, 60300;

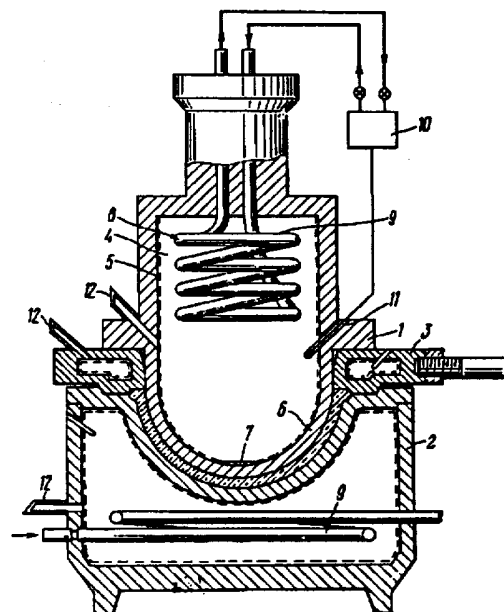
(54) Název vynálezu:

**Zařízení pro výrobu skleněných výrobků
a způsob tepelné regulace tvarovacího
prvku v tomto zařízení**

(57) Anotace:

Zařízení obsahuje tvarovací ústrojí s alespoň jedním dutým tvarovacím prvkem (1), který je vystaven působení vnějšího oteplení stykem se skleněnou tavinou a má vnitřní plochu a hermeticky utěsněný dutý prostor (4), ve kterém je uspořádáno teplotnosné médium, jímž je materiál schopný se intenzivně odpařovat za tvarovací teploty, přičemž zařízení pro výrobu skleněných výrobků je opatřeno ústrojím (8) pro regulaci teploty teplotnosného média v intervalu tvarovací teploty, má dutý prostor (4) tvarovacího prvku (1) první oblast, která je vystavena působení tvarovací teploty, jejímž působením se odpařuje teplotnosné médium nacházející se v dutém prostoru (4) tvarovacího prvku (1), a chlazenou druhou oblast, v jejíž blízkosti je uspořádáno ústrojí (8) pro regulaci teploty teplotnosného média, a ve které se kondenzuje odpařené teplotnosné médium, přičemž na vnitřní ploše tvarovacího prvku (1) je nanášena alespoň jedna vrstva (5) porézního materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě, která představuje kapilární strukturu pro přenos kondenzovaného teplotnosného

média z druhé oblasti do první oblasti v důsledku kapilárního účinku. Teplotnosné médium je v dutém prostoru (4) tvarovacího prvku (1) obsaženo v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru (4) nasycenými parami teplotnosného média a k napuštění vrstvy (5) materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě stejným potřebným množstvím. Při způsobu tepelné regulace tohoto zařízení se po odvodu dutého prostoru (4) tvarovacího prvku (1) přivede nátrubkem (12) teplotnosné médium do zmíněného dutého prostoru (4) a na základě měření zařízením (11) pro kontrolu teploty v dutém prostoru (4) se pomocí ústrojí (8) pro regulaci teploty teplotnosného média udržuje v zařízení tlak odpovídající požadované teplotě.



Zařízení pro výrobu skleněných výrobků a způsob tepelné regulace tvarovacího prvku v tomto zařízení

5 Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro výrobu skleněných výrobků, obsahujícího tvarovací ústrojí s alespoň jedním dutým tvarovacím prvkem, který je vystaven působení vnějšího oteplení stykem se skleněnou taveninou a má vnitřní plochu a hermeticky utěsněný dutý prostor, ve kterém je uspořádáno teplotnosné médium, jímž je materiál schopný se intenzivně odpařovat za tvarovací teploty, přičemž zařízení pro výrobu skleněných výrobků je opatřeno ústrojím pro regulaci teploty teplotnosného média v intervalu tvarovací teploty a způsobu tepelné regulace tvarovacího prvku v tomto zařízení.

15

Dosavadní stav techniky

Při lisování skleněných výrobků z roztaveného nebo poloroztaveného skla má zvláštní význam intenzivní výměna tepla mezi zpracovávaným materiálem a lisovacím zařízením. Výrobky ze skla se lisují za vysokých teplot, které jsou většinou v rozmezí 400 až 650 °C, a přitom vzniká řada problémů, na nichž je závislý pracovní rytmus, to znamená rychlost lisování, provozní odolnost lisovacího zařízení a jakost skleněných výrobků. Proto je vysoce aktuální, aby se vyřešila rovnoměrná a rychlá tepelná regulace zařízení pro lisování skla.

První problém je spojen s nutností udržet teplotu lisovacího zařízení v omezeném teplotním intervalu, při kterém je lisovací proces optimální. Lisování skla pod dolní mezní teplotou je nebezpečné proto, že náhle a to i nepatrné snížení teploty lisovacího zařízení má za následek snížení jakosti lisovaných skleněných výrobků, přičemž dochází i ke zhoršení optických a mechanických vlastností těchto výrobků proto, že na nich vzniknou různé vady, jako jsou pórovité nebo zvlněné části, trhliny a podobně.

Při překročení horní hranice pracovní teploty dochází k přehřátí tvarovacích ploch. To má za následek, že se sklovina nalepuje na tvarovací plochy, přičemž toto nalepování může být difúzní a tím katastrofální, neboť v tomto případě dochází k přerušení práce celé lisovací linky a je třeba vyčistit celé lisovací zařízení nebo je zcela vyměnit.

Druhý problém souvisí s tím, že je obtížné udržet lisovací zařízení v omezeném teplotním intervalu rozdílnou intenzitou odvádění tepla z lisovacího zařízení se zřetelem ke geometrickým parametrům lisovaného výrobku a k druhu skla. Rychlost odvádění tepla závisí na rychlosti tuhnutí skloviny, na tloušťce výrobku a na geometrii jeho jednotlivých částí. Má-li skleněný výrobek jak široké ploché části, tak i zaoblené a v ostrém úhlu provedené úseky, což se vyskytuje zejména u stínidel osvětlovacích těles, výrazně se liší rychlost výměny tepla mezi různými úseky. To má za následek vznik různých vad a trhlin ve skle.

Při lisování skla hraje důležitou úlohu okolnost, že prvky lisovacího zařízení mají rozdílnou tloušťku, neboť mají masivní konstrukci a proto i rozdílnou tepelnou kapacitu a rozdílnou intenzitu odvádění tepla.

Známe způsoby tepelné regulace lisovacího zařízení a konstrukce jeho prvků byly jednotlivě vyvinuty nejen pro různé druhy skla ("krátké" a "dlouhé" sklo, to je rychle a pomalu tuhnoucí), ale i pro určité rychlosti lisování a pro jednotlivé části lisovacího zařízení, což znamená, že tepelné a mechanické aspekty lisovacího zařízení a výrobku jsou nedělitelně svázané. V důsledku toho je značně omezeno zpracovávání různých druhů skla na stejném zařízení, zvýšení pracovní rychlosti lisování a následně i zvýšení výkonu celého zařízení.

Podstatou známého způsobu a zařízení pro výrobu skleněných výrobků podle US patentu č.4790867 je zdokonalení chladicího systému, umožňujícího odvádění tepla různými rychlostmi v závislosti na pracovní rychlosti lisování.

5

Tento známý způsob a zařízení umožňují vytvořit pro tvarovací prvky chladicí systém, který je přizpůsoben širokému rozsahu pracovních rychlostí stejného lisovacího zařízení.

10

Zmíněný způsob a zařízení však nezabezpečují efektivní odvádění tepla z tvarovacích ploch, které jsou ve styku se sklovinou. Příčinou je vysoká tepelná setrvačnost chladicího systému. V tomto případě představuje tvarovací prvek, například razník, konstrukci sestávající ze tří kovových částí, které jsou bezprostředně ve vzájemném styku a mají rozdílnou tepelnou vodivost. Je to vlastní těleso razníku, materiál s nízkou teplotou tavení (pájka) a termoregulační prvek (chladicí blok). Je zřejmé, že k přenosu tepla z povrchů, které jsou ve styku se sklovinou, k chladicímu prostředku procházejícímu kanály termoregulačního prvku, může docházet jen na základě tepelné vodivosti. Je známo, že tento proces přenosu tepla závisí na celé řadě faktorů, například na tepelné vodivosti materiálu, tloušťce vrstvy a podobně, a má vysokou setrvačnost.

15

20

V této souvislosti nemá popsany chladicí systém žádnou možnost operativně reagovat, to je odvádět teplo při prudkých změnách teploty na tvarovacích povrchových plochách, k nimž dochází v průběhu každého cyklu lisování skleněných výrobků. Tak může při zvýšení lisovací rychlosti v důsledku setrvačnosti chladicího systému docházet k přehřívání tvarovacích ploch, které jsou v dotyku se sklovinou, a k jejímu lepení na tyto plochy.

25

Z části se tento problém řeší tak, že se při uvedeném postupu a u zmíněného zařízení používá termoregulační prvek zhotovený z různých kovů a s rozdílnou tloušťkou stěn, které se při změně režimu formování navzájem nahrazují. Proto se při vyšších pracovních rychlostech používá tenčí termoregulační prvek, vyrobený z kovu, který má střední tepelnou vodivost, například z nerezavějící oceli, zatím co se při nízkých pracovních rychlostech používá prvek ze silně tepelně vodivého materiálu, například z hliníku, zhotovený jako silnostěnný.

30

35

Tím však není vyřešen problém celkové setrvačnosti chladicího systému. Tento problém je vyřešen jen zčásti, neboť vlastní proces odvádění tepla z tvarovacích ploch k chladicímu prostředku zůstává stejný (vedení tepla vícevrstvou stěnou) a kvantitativně se jen nevýznamně mění.

Tento postup a zařízení jsou proto vhodné jen pro omezený rozsah teplot lisování z důvodu nedostatečné účinnosti chladicího systému.

40

Výroba a nutnost výměny prvků pro regulaci tepla v průběhu lisovacího procesu jsou příčinou, že je tento proces méně dynamický a provozně obtížný.

45

Je rovněž znám způsob výroby skleněných výrobků podle US patentu č. 285 728, spočívající v přivádění skloviny v dávkách a jeho lisování v lisovacím zařízení obsahujícím alespoň jeden dutý tvarovací prvek, do jehož dutiny se přivádí materiál, který má schopnost intenzivně se odpařovat při pracovních teplotách. Tímto materiálem je rtuť. Tvarovací prvek se vyhřívá na pracovní teplotu, načež rtuť zajišťuje tepelnou regulaci zmíněného materiálu v lisovacím teplotním intervalu. Uvedený způsob se provádí pomocí lisovacího zařízení, u kterého alespoň jeden tvarovací prvek má hermeticky utěsněný dutý prostor, v němž je obsažen materiál schopný při pracovní teplotě intenzivně vytvářet páry, a který je opatřen prvkem pro tepelnou regulaci tohoto materiálu v lisovacím teplotním intervalu.

50

Tento způsob a zařízení umožňují provádět regulaci teploty tvarovacích ploch tvarovacího prvku při lisování dávkovaného množství skloviny v průběhu změny pracovní rychlosti lisování.

Tento způsob a zařízení však nezajišťují účinné odvádění tepla z tvarovacích ploch tvarovacího prvku pro vysokou setrvačnost chladicího systému. Setrvačnost chladicího systému je podmíněna tím, že dutý prostor tvarovacího prvku, například razníku, je naplněn rtutí, a to až do výšky
 5 přesahující horní hrany vyráběného skleněného výrobku při vstupu razníku do matrice. V tomto případě představuje razník masivní kovovou konstrukci s vnitřní vložkou tvořenou tekutou rtutí. Současně s tím dochází také k odvádění tepla z tvarovacích ploch v závislosti na tepelné vodivosti materiálu razníku a rtuti. Protože však rychlost šíření tepla v kovech je nedostatečná, nemá tento chladicí systém možnost rychle reagovat na strmé změny teplot tvarovacích ploch
 10 prvků lisovacího zařízení, k nimž dochází při lisování skleněných výrobků.

Tento způsob a toto zařízení dále nezabezpečují rovnoměrné rozdělování teploty na tvarovacích plochách, nezávisle na teplotě a tloušťce skleněných výrobků.

15 Profil teploty na tvarovacích plochách, které jsou ve styku se sklovinou, je v průběhu lisování nestejnoměrný. Zpravidla je oblast vysokých teplot ve střední části tvarovacího prvku a jeho horní části jsou chladnější. V důsledku toho dochází na horní hraně výrobku k lokálnímu pnutí, které má často za následek vznik mikrotrhlin. Nestejnoměrné rozdělení teploty na tvarovacích plochách je také ovlivňováno geometrií a tloušťkou výrobků. Má-li výrobek části navzájem
 20 svírající ostrý úhel, silnostěnné části, jakož i široké a ploché části, značně se od sebe liší rychlost výměny tepla a tím i teplota na tvarovacích plochách. Jedním z nejdůležitějších faktorů, určujících jakost a sortiment výrobků, je proto izotermie tvarovacích ploch, které jsou ve styku se sklovinou.

25 Pro vyrovnávání teploty na tvarovacích plochách, které jsou ve styku se sklovinou, je proto zajištění rychlého odvádění tepla a jeho převádění na celou tvarovací plochu nezbytnou podmínkou.

30 U tohoto chladicího systému probíhá odvádění tepla z tvarovacích ploch pomalu vzhledem k jeho vysoké setrvačnosti, zatímco k přivádění tepla z více ohřátých částí na části méně ohřáté prakticky nedochází.

V této souvislosti je lisování skleněných výrobků s komplikovanou geometrií a proměnlivou tloušťkou popsáním způsobem a zařízením problematické.

35 Kromě toho při pracovní teplotě například 600 °C bude tlak nasycených par rtuti v hermeticky utěsněném dutém prostoru razníku $0,87 \cdot 10^4$ Pa, což při poměrně malé tloušťce jeho stěn představuje zřejmé nebezpečí pro jeho konstrukci a může vést k jeho zničení.

40 Kromě toho je používání rtuti, která je vysoce toxickým materiálem, z ekologického hlediska nežádoucí. Rtuť působí mimořádně agresivně na materiál razníku, čímž se také snižuje jeho životnost

45 Podstata vynálezu

Úkolem vynálezu je vytvořit takové zařízení pro výrobu skleněných výrobků, u něhož by došlo ke zvýšení účinnosti odvádění tepla z povrchů tvarovacích prvků, které jsou v dotyku se sklovinou, a dosáhnout stejnoměrného rozdělení teploty na těchto plochách, a to nezávisle na
 50 rychlosti lisování a na geometrii a tloušťce lisovaných skleněných výrobků a vyřešit způsob tepelné regulace teplotonosného média, které umožní tuto účinnost zvýšit.

Tento úkol vyřešilo zařízení pro výrobu skleněných výrobků, obsahující tvarovací ústrojí s alespoň jedním dutým tvarovacím prvkem, který je vystaven působení vnějšího oteplení stykem

se skleněnou taveninou a má vnitřní plochu a hermeticky utěsněný dutý prostor, ve kterém je uspořádáno teplotnosné médium, jímž je materiál schopný se intenzivně odpařovat za tvarovací teploty, přičemž zařízení pro výrobu skleněných výrobků je opatřeno ústrojím pro regulaci teploty teplotnosného média v intervalu tvarovací teploty, podle vynálezu, jehož podstatou je, že

5 dutý prostor tvarovacího prvku má první oblast, která je vystavena působení tvarovací teploty, jejímž působením se odpařuje teplotnosné médium nacházející se v dutém prostoru tvarovacího prvku, a chlazenou druhou oblast, v jejíž blízkosti je uspořádáno ústrojí pro regulaci teploty teplotnosného média, a ve které se kondenzuje odpařené teplotnosné médium, přičemž na vnitřní ploše tvarovacího prvku je nanášena alespoň jedna vrstva porézního materiálu odolného proti

10 korozi a vysoké teplotě, která představuje kapilární strukturu pro přenos kondenzovaného teplotnosného média z druhé oblasti do první oblasti v důsledku kapilárního účinku, přičemž teplotnosné médium je v dutém prostoru tvarovacího prvku obsaženo v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru na sycenými parami teplotnosného média a k napuštění vrstvy materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě stejným potřebným

15 množstvím, a dále je opatřen zařízením s ústrojím pro odvětrání dutého prostoru tvarovacího prvku, nátrubkem pro přívod teplotnosného média do zmíněného dutého prostoru a zařízením pro kontrolu teploty v dutém prostoru, které je ve spojení s ústrojím pro regulaci teploty teplotnosného média.

20 Nasycená pára, vytvářející se na nejsilněji tepelně zatížených úsecích, odebírá těmito úseci určitě množství tepla, které je úměrné množství vytvořené páry a velikosti latentního výparného tepla, a přivádí teplo na méně tepelně zatížené úseky a předává je těmito úseci tak, že se na nich sráží. Vysoké hodnoty latentního výparného tepla materiálů, schopných se intenzivně odpařovat, způsobují i rychlé šíření tepla podél tvarovacích ploch, a to i v těch případech, kdy je

25 rozdíl teplot mezi různými úseci tvarovacích ploch malý.

Pro řízení podmínek způsobu podle vynálezu musí být na vnitřní ploše dutého tvarovacího prvku tenký film materiálu schopného se intenzivně odpařovat za pracovní teploty. Navíc je třeba zajistit cirkulaci tohoto materiálu od úseků, na kterých se pára sráží, k úseci, na nichž

30 dochází k intenzivnímu odpařování. Za tímto účelem se vnitřní plocha tvarovacího prvku překrývá vrstvou porézního materiálu odolného korozi a vysoké teplotě.

Porézní materiál, zavedený po svém ohřevu do dutého prostoru, a který je schopný intenzivního odpařování, vytváří tlak, kterým se přemísťuje kapalina z úseků, kde se kondenzovala, do úseků

35 ze kterých se odpařuje. Tímto způsobem dochází k přerozdělování kapaliny na tvarovacích plochách, na kterých se tak udržuje konstantní tloušťka teplotnosného filmu.

Odvětrání hermeticky utěsněného dutého prostoru na hodnotu $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa je nezbytné proto, aby v průběhu lisovací operace byly v tomto prostoru jen čisté páry materiálu uloženého

40 v dutině. Tím se umožňuje dosáhnout předem stanovené hodnoty tlaku nasycených par tekutého teplotnosného média v hermeticky utěsněném dutém prostoru, v závislosti na výši vakua a teploty, to znamená, dosáhnout toho, aby v průběhu lisování byly v dutém prostoru páry tekutého kovu, které jsou v každém okamžiku procesu v nasyceném stavu.

45 Materiál, schopný intenzivního odpařování za pracovní teploty, se do dutého prostoru tvarovacího prvku přivádí v množství, které převyšuje množství potřebné pro vyplnění dutého prostoru tvarovacího prvku nasycenými parami tohoto materiálu a pro nasycení vrstvy porézního materiálu odolného korozi a vysoké teplotě. Zmíněné množství materiálu, schopného se intenzivně odpařovat při pracovní teplotě, je podmíněno tím, že vnitřní plochy tvarovacího prvku

50 mají být stále pokryty filmem tekutého kovu, který v průběhu lisování nemá vyschnout. Při nedostatku teplotnosného média na tvarovací ploše může dojít ke kritické situaci, k tak zvané krizi ve výměně tepla, když na místě intenzivního přívodu tepla chybí film teplotnosného média, což má za následek místní přehřátí povrchu. Při nadměrném vyplnění dutého prostoru teplotnosným médiem se zase zvyšuje setrvačnost tvarovacího prvku v průběhu lisování.

Popsaná opatření a je provádějící fyzikální jevy zabezpečují intenzivní a prakticky nesetřvačnou cirkulaci teplotního média v kruhu za sebou následujících přeměn "kapalina-pára-kapalina", čímž umožňují přenos značného množství tepla z tepelně nejsilněji zatížených úseků na úseky tepelně méně zatížené. Zmíněná intenzifikace odnímání tepla z "horkých" úseků zase dovolu-
 5 provádět lisování skleněných výrobků vysokou rychlostí, bez ohledu na geometrii a tloušťku lisovaných skleněných výrobků, při dodržení jejich vysoké jakosti. Je vhodné uvést, že tím, že pára bez zábrán proniká z "horkých" úseků ke "studeným" úsekům, nezávisle na uspořádání vnitřního prostoru tvarovacího prvku, umožňuje řešení podle vynálezu lisovat ze skla i předměty,
 10 které mají složitou geometrii, což také umožňuje rozšířit sortiment lisovaných skleněných výrobků.

Je účelné přivádět do dutého prostoru lisovacího prvku materiál schopný se intenzivně odpařovat při pracovní teplotě v množství, které o 3 až 7 % převyšuje množství potřebné pro vyplnění
 15 dutého prostoru nasycenými parami tohoto materiálu a pro nasycení vrstvy porézního materiálu odolného korozi a vysoké teplotě.

Při upevňování vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě na vnitřní plochy dutého tvarovacího prvku může vzniknout malá mezera mezi vnitřní plochou dutého tvarovacího prvku a zmíněnou vrstvou. Aby byl zabezpečen dokonalý tepelný kontakt mezi porézní vrstvou
 20 a stěnou tvarovacího prvku je žádoucí, aby mezera byla vyplněna tekutým materiálem, zavedeným do dutého prostoru tvarovacího prvku. Uvedené množství materiálu, schopného intenzivního odpařování, zabezpečuje úplné a dokonalé nasycení vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě tímto materiálem, jakož i jeho stálou přítomnost v mezeře mezi zmíněnou
 25 vrstvou a vnitřní stěnou tvarovacího prvku.

Je žádoucí, aby množství materiálu, schopného intenzivně se odpařovat při pracovní teplotě, bylo přímo úměrné jeho hustotě, ploše vnitřního povrchu dutého prostoru a tloušťce vrstvy materiálu
 30 odolného korozi a vysoké teplotě.

Optimální množství (m) teplotního média v hermeticky utěsněném a odvětrávaném dutém prostoru, zaručující dokonalé nasycení vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě, je dáno následujícím vztahem:

$$35 \quad m = 1,03 \text{ až } 1,07 \mu \delta S, \quad (1)$$

kde μ je hustota teplotního média,
 δ je tloušťka vrstvy porézního materiálu odolného korozi a vysoké teplotě,
 S je plošný obsah vnitřního povrchu dutého tvarovacího prvku.
 40

Toto množství (m) teplotního média v dutém prostoru stačí pro kontinuální přenos tepla na tvarovací plochy v průběhu lisování, k němuž dochází za sebou následující přeměnou tekutého teplotního média do nasycené páry a její další zpětnou přeměnou na kapalinu pomocí kondenzace.
 45

Je výhodné, když teplotní médium je alespoň jeden kov ze skupiny alkalických kovů, případně, když jím je sodík nebo eutektická slitina sodíku a draslíku.

Takové materiály, jako je cesium, draslík, sodík, lithium, jakož i eutektická slitina draslíku
 50 a sodíku, mají komplex fyzikálních vlastností v rozmezí teplot lisování skleněných výrobků (400 až 650 °C), které zabezpečují účinný přenos tepla v hermeticky utěsněném a odvětrávaném dutém prostoru tvarovacího prvku. K takovým vlastnostem patří smáčecí schopnost porézní vrstvy odolné korozi a vysoké teplotě při sycení teplotním médiem, velké latentní vypařovací

teplo, vysoká tepelná vodivost teplotnosného média, nízká hodnota jeho viskozity v tekutém i odpařeném stavu, vysoké hodnoty povrchového napětí a vysoká teplotní stabilita těchto materiálů.

- 5 Komplex uvedených vlastností, které jsou charakteristické pro účinnost teplotnosného média, je možno sjednotit do určitého kritéria kvality (N) :

$$N = \mu \delta r / \mu, \quad (2)$$

- 10 kde μ je hustota,
 δ je povrchové napětí,
 r je latentní vypařovací teplo,
 μ je viskozita teplotnosného média.

- 15 Změna kritéria kvality (N) pro výše uvedené materiály v oblasti pracovní teploty 400 až 650 °C dokládá, že nejvhodnějším pracovním materiálem je sodík. Vezme-li se ještě dále v úvahu skutečnost, že cena sodíku je nízká, je zřejmé, že sodík je nejvhodnějším pracovním materiálem pro tvarovací prvky.

- 20 Podle vynálezu je vhodné, když vrstva materiálu, odolného proti korozi a vysoké teplotě, je kovová síťka sestávající z materiálu vylučujícího chemickou interakci s teplotnosným médiem, která je nepropustně upevněna na vnitřní ploše tvarovacího prvku, přičemž upevnění může být provedeno bodovým svarem.

- 25 Tvar kovové sítě, který má zmíněná vrstva, umožňuje dosáhnout kapilárního tlaku, který zabezpečuje cirkulaci tekutého kovu na celé vnitřní ploše dutého prostoru tvarovacího prvku.

- Podstatou způsobu tepelné regulace tvarovacího prvku zařízení pro výrobu skleněných výrobků, který obsahuje alespoň jeden dutý tvarovací prvek s hermeticky těsným dutým prostorem a s tvarovací plochou, přičemž tento způsob zahrnuje uspořádání teplotnosného média v uvede-
 30 ném dutém prostoru, kterým je materiál způsobil vytvářet za tvarovací teploty intenzivní páry, a které zahrnuje ohřev tvarovacího prvku na teplotu tvarování a provedení tepelné regulace tvarovací plochy v jednom tepelném tvarovacím intervalu, je, že před uložením teplotnosného média ve zmíněném dutém prostoru se vytvoří kapilární struktura, dutý prostor se zahřeje
 35 a odvdzušní, a zmíněné teplotnosné médium se uloží v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru nasycenými parami teplotnosného média a k napuštění kapilární struktury, načež se dutý prostor hermeticky utěsni, v průběhu tvarovacího procesu se v první oblasti ochladí na teplotu, při které dochází ke kondenzaci teplotnosného média, které působí na tvarovací teplotu, při které se teplotnosné médium odpařuje a v dutém prostoru vytváří
 40 nasycené páry teplotnosného média, zatímco druhá oblast, vzdálená od tvarovací plochy, se ochladí na teplotu, za které dochází ke kondenzaci teplotnosného média, které se v důsledku působení kapilarity pohybuje z druhé oblasti do první oblasti, přičemž tepelná regulace tvarovací plochy se provádí kontrolou teploty v dutém prostoru a odpovídající regulace tlaku nasycených par teplotnosného média se dosahuje změnou intenzity ochlazování druhé oblasti za účelem
 45 stálého udržování tohoto tlaku v takovém rozsahu, který bude dostačovat k tomu, aby se teplota tvarovací plochy udržela na tvarovacím teplotním intervalu.

Při způsobu tepelné regulace podle vynálezu se teplotnosné médium uspořádá v dutém prostoru v množství, které odpovídá vztahu

50

$$m = 1,03 \text{ až } 1,07 \mu \delta s, \text{ kde značí:}$$

m - množství teplotnosného média

- μ - hustotu teplotnosného média
 δ - tloušťku kapilární struktury
 s - plošný obsah vnitřního povrchu tvarovacího prvku.

- 5 Je vhodné, když se tlak nasycených par teplotnosného média v dutém prostoru tvarovacího prvku v průběhu tvarovacího procesu stále udržuje v rozmezí 0,08 až 12 kPa.

- 10 Uvedený tlak nasycených par sodíku je optimální pro zabezpečení potřebné teploty tvarovací plochy dutého tvarovacího prvku a pro přerozdělování této teploty na povrchu tvarovacího prvku od "teplejších" do "studenějších" úseků, nezávisle na rychlosti lisování a geometrii a tloušťce lisovaných výrobků.

- 15 Je vhodné, použije-li se jako porézní materiál odolný korozi a vysoké teplotě materiál, který vylučuje vzájemné chemické působení se sodíkem.

- Použitím uvedeného materiálu se vylučuje tvoření usazenin na porézní struktuře a ucpávání pórů, což opět přispívá ke stejnoměrnému nasycení celé porézní struktury tekutým sodíkem a k jeho neomezené cirkulaci ve zmíněné vrstvě.

- 20 Zařízení pro výrobu skleněných výrobků s ústrojím pro regulaci teploty teplotnosného média včetně způsobu tepelné regulace tvarovacího prvku podle vynálezu tak skýtá tyto možnosti:

- zabezpečení izotermického rozdělení teploty na tvarovacích plochách,
- zvýšení účinnosti odvádění tepla z tvarovacích ploch (hustoty přenášených tepelných toků mohou v tomto případě být až několik set W/cm²);
- 25 - zvýšení výkonu při procesu lisování o 30 až 40 %;
- snížení tloušťky stěny lisovaného výrobku o 20 až 30 %;
- lisování výrobků různé tloušťky, nezávisle na jejich geometrii;
- zvýšení jakosti skleněných výrobků a snížení množství zmetků díky zabezpečení dokonalého plastického přetvoření skla na tvarovacích plochách.

- 30 Uspořádáním vrstvy porézního materiálu s vysokou odolností proti korozi a teplotě na vnitřním povrchu dutého prostoru tvarovacího prvku se zabezpečuje, že za pracovní teploty se na vnitřní ploše tvarovacího prvku vytváří trvalá smáčecí vrstva jako tekutý film materiálu schopného se intenzivně odpařovat při pracovní teplotě, a který cirkuluje v pórech vrstvy. To znamená, že
- 35 porézní materiál, odolný korozi a vysoké teplotě, splňuje funkci zvláštního "knotu", v němž materiál schopný intenzivního odpařování za pracovní teploty cirkuluje vysokou rychlostí. Tím tato vrstva zajišťuje rychlé převádění tepla ze silněji ohřátých částí povrchu tvarovacího prvku na části méně ohřáté a následně zabezpečuje vytvoření podmínek na tvarovacích plochách, které se blíží izotermě.

- 40 Nátrubek, uspořádaný ve stěně tvarovacího prvku, splňuje dvě funkce. Zaprvé se jím do dutého prostoru tvarovacího prvku přivádí materiál schopný intenzivně se odpařovat za pracovní teploty, za druhé se jím provádí odvodušňování dutého prostoru tvarovacího prvku. Proto je také spojen s vakuovacím zařízením, kterým může být libovolné známé zařízení určené pro stejný účel.

- 45 Řešení podle tohoto vynálezu tak umožňuje zvýšit účinnost odvádění tepla z povrchu tvarovacích prvků, které jsou ve styku se sklovinou, a zajistit dosažení stejnoměrného rozdělení teploty na tomto povrchu nezávisle na lisovací rychlosti, geometrii a tloušťce lisovaných skleněných výrobků.

Přehled obrázků na výkresech

Příkladné provedení zařízení podle vynálezu, je znázorněno na výkresech, kde obr. 1 představuje schematicky svislý částečný osový řez lisovacím zařízením a obr. 2 svislý částečný osový řez razníkem.

Příklad provedení vynálezu

Příkladné provedení zařízení podle vynálezu obsahuje jako tvarovací prvky razník 1, matici 2 a prstenec 3. Razník 1, znázorněný na obr. 2, který je určen pro lisování světelných filtrů leteckých palubních návěstidel, má hermeticky utěsněný dutý prostor 4. Na vnitřní ploše razníku 1 je v dutém prostoru 4 uspořádána vrstva materiálu odolného korozi a teple, která má tvar sítě 5 zhotovené z nerezavějící oceli. Sítka 5 je na vnitřním povrchu razníku 1 upevněna například bodovým svarem. Sítka 5 je ovšem také možno upevnit na vnitřní plochu razníku 1 i jiným způsobem.

Nejvhodnější je použití sítě 5 s drobnými oky, vyrobené z nerezavějící oceli, která dovoluje, aby se na vnitřní ploše razníku 1 vytvořila kapilárně porézní struktura ("knot"), ve které v průběhu formovací operace cirkuluje tekutý sodík. V závislosti na konfiguraci tvarovacího prvku a jeho geometrických rozměrech je také možno na jeho vnitřní ploše upevnit několik vrstev sítě 5, čímž se zvětší celková tloušťka této vrstvy a tím i množství cirkulujícího sodíku.

Přitom je pro správnou pracovní funkci zařízení nezbytnou podmínkou, aby sítka 5 byla pevně a dobře spojena se stěnou 6 vnitřní plochy tvarovacího prvku.

Pouze při dokonalém upevnění sítě 5 na vnitřní ploše tvarovacího prvku je zabezpečeno smáčení tekutým sodíkem, čímž jsou také vytvořeny nejvhodnější podmínky pro odvádění tepla.

Sítka 5, zhotovená z nerezavějící oceli, nejdokonaleji odpovídá požadavkům chemické netečnosti vůči tekutému sodíku při vysokých teplotách, čímž je vyloučeno tvoření usazenin na porézní struktuře a ucpávání jejich pórů.

V dutém prostoru 4 razníku 1 je uložen materiál 7, schopný intenzivně vytvářet, páry při pracovní teplotě. Jak již bylo uvedeno, použijí se jako materiál 7 pro tento účel kovy ze skupiny kovů alkalických zemin, a to buď jednotlivě nebo kombinovaně. Zvláště vhodný pro tento účel je sodík.

Zařízení pro výrobu skleněných výrobků obsahuje také zařízení pro řízení teploty materiálu 7 schopného intenzivně vytvářet páry v lisovacím teplotním intervalu.

Jako zařízení pro řízení teploty sodíkových par v teplotním intervalu lisování je u tohoto příkladného provedení použit kondenzátor 8, který má tvar spirálové trubky 9, uspořádané v dutém prostoru 4 razníku 1. Konce této spirálové trubky 9, jimiž se přivádí a odvádí chladicí prostředek, jsou vyvedeny ven z dutého prostoru 4 na horní části razníku 1. Jako chladicí prostředek je možno použít stlačený vzduch, vodu, směs vody a vzduchu nebo plynný dusík.

Množství přiváděného chladicího prostředku v závislosti na teplotě sodíkových par se v průběhu lisovacího procesu řídí známým speciálním zařízením 10, a teplota sodíkových par se měří pomocí dvojkovového teploměru 11.

Jsou také možné i jiné varianty provedení kondenzátoru 8, například ve tvaru Fieldovy trubky.

Ve stěně 6 razníku 1 je zaústěn nátrubek 12, který je spojen se zařízením pro vakuování dutého prostoru 4 lisovníku 1. Vakuovací zařízení není na výkresu znázorněno, neboť pro tento účel je možno použít známé zařízení, například vakuové čerpadlo.

- 5 Kromě toho má nátrubek 12 ještě další funkci, a to, že se jím do dutého prostoru 4 razníku 1 přivádí sodík.

- Množství sodíku, zavedeného do dutého prostoru 4 razníku 1, má o 3 až 7 % překračovat množství potřebné k vyplnění dutého prostoru 4 jeho parami při pracovní teplotě a pro nasycení vrstvy tvaru kovové sítě 5.

Vše, co bylo uvedeno jako platné pro razník 1, platí ve stejném rozsahu i pro matici 2 a prstenec 3, pokud jsou provedeny jako duté.

- 15 Zařízení na výrobu skleněných výrobků pracuje takto:

Na vnitřní ploše dutého razníku 1 se například bodovými svary upevní porézní materiál, kterým je ve dvou vrstvách uložená síťka 5 s jemnými oky, zhotovená z nerezavějící oceli.

- 20 Razník 1 se ohřeje na pracovní teplotu zvolenými libovolnými známými prostředky, například pomocí plynového hořáku nebo krátkodobým ponořením razníku 1 do menšího množství skloviny.

- 25 Dále se prostřednictvím nátrubku 12 speciálním zařízením, například pomocí, vakuového čerpadla, provede odvětrání dutého prostoru 4 razníku 1, načež se tímž nátrubkem 12 přivede do dutého prostoru 4 kovový sodík v roztaveném stavu a v množství, které o 3 až 7 % převyšuje množství potřebné k vyplnění dutého prostoru 4 sodíkovými parami a k nasycení porézní vrstvy sítě 5, zhotovené z kovu odolného korozi a vysoké teplotě.

- 30 Přitom dochází k intenzivnímu odpařování části sodíku a k naplnění dutého prostoru 4 razníku 1 jeho parami až do dosažení tlaku $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa. Druhá část sodíku se nasává v tekutém stavu do porézní vrstvy odolné korozi a vysokým teplotám, až se tato vrstva zcela nasytí, čímž je vnitřní plocha dutého prostoru 4 razníku 1 smáčena.

- 35 Poté se horní část nátrubku 12 hermeticky uzavře.

Dále se do matrice 2 přivede potřebné množství skloviny a na matici 2 se spustí prstenec 3 a razník 1.

- 40 Přitom stěnou 6 razníku 1, která je v kontaktu se sklovinou a má nízký tepelný odpor, se přenáší teplo ze skloviny k jeho vnitřní ploše, na které je uspořádána vrstva tekutým sodíkem nasycené porézní sítě 5. V okamžiku zahájení lisovací operace teploty skleněného výrobku a povrchu razníku 1, který je v kontaktu se sklovinou, nejsou stejnoměrné. Zpravidla má střední část razníku 1 vyšší teplotu. V důsledku toho je nestejněměrná i teplota na vnitřní ploše jeho dutého prostoru 4 a na porézní vrstvě sítě 5, která na ni doléhá. Teplotní spád způsobuje, že dochází k přesouvání tekutého sodíku z méně ohřátých do více ohřátých úseků. Spolu se sodíkem se také souhlasně převádí teplo. Přitom dochází k cirkulaci sodíku velmi vysokou rychlostí, neboť celý proces probíhá ve vakuu. Rychlost cirkulace a tedy i rychlost přenosu tepla je tím vyšší, čím je větší teplotní spád na pracovní ploše razníku 1.

- 50 Současně se zvyšuje intenzita odpařování sodíku, což má za následek zvýšení tlaku v dutém prostoru 4 razníku 1 na $p_2 = 12$ kPa. Přitom dochází ke kondenzaci sodíkových par na povrchu spirálové trubky 9 kondenzátoru 8, který je uvnitř dutého prostoru 4 razníku 1, sražená sodíková

pára pak ve formě kapek odkapává dolů, načež se tekutý sodík znovu odpařuje a celý cyklus se opakuje.

Řízení tlaku nasycených sodíkových par se provádí automaticky pomocí kondenzátoru 8. V případě, že dojde ke zvýšení teploty na tvarovacích plochách, což se stává při vysokých lisovacích rychlostech, stoupne teplota v dutém prostoru 4 razníku 1, zvýší se intenzita odpařování sodíku a tlak jeho par se zvýší. Dvojkový teploměr 11 současně vyšle signál do zařízení řídicího přívodu chladicího prostředku. Toto zařízení zvětší přívod chladicího prostředku do kondenzátoru 8. Přitom se zvyšuje intenzita kondenzace sodíkových par a jejich tlak se v dutém prostoru 4 razníku 1 sníží na výchozí hodnotu.

Tímto způsobem lze stále udržovat teplotu povrchu razníku 1 na žádoucí úrovni, čímž je zabezpečen vysoký výkon celého lisovacího zařízení a jakost, výrobků.

Při použití zařízení podle vynálezu pro lisování světelných filtrů z termického skla byly získány následující výsledky:

- lisovací rychlost se zvýšila 1,5 krát až dvojnásobně,
- hmotnost výrobků se díky možnosti zmenšení tloušťky jejich stěn snížila o 15 až 30 %,
 - u výrobků se zcela odstranilo jejich zvlhňování, čímž se zvýšily jejich světelně technické charakteristiky a zlepšil se jejich vzhled,
 - výtěžek dobrých výrobků se zvýšil 1,5 krát až dvojnásobně díky výraznému snížení zmetkových výrobků vykazujících rozdíly v tloušťce a trhliny,

Příkladný způsob tepelné regulace tvarovacího prvku se uskutečňuje tak, že před uložením teplonosného média ve zmíněném dutém prostoru se vytvoří kapilární struktura, načež se dutý prostor zahřeje a odvětrá. Zmíněné teplonosné médium se uloží v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru nasycenými parami teplonosného média a k napuštění kapilární struktury, načež se dutý prostor hermeticky utěsní. V průběhu tvarovacího procesu se v první oblasti ochladí na teplotu, při které dochází ke kondenzaci teplonosného média, které působí na tvarovací teplotu, při které se teplonosné médium odpařuje a v dutém prostoru vytváří nasycené páry teplonosného média, zatímco druhá oblast, vzdálená od tvarovací plochy, se ochladí na teplotu, za které dochází ke kondenzaci teplonosného média, které se v důsledku působení kapilarity pohybuje z druhé oblasti do první. Tepelná regulace tvarovací plochy se provádí kontrolou teploty v dutém prostoru a odpovídající regulací tlaku nasycených par teplonosného média se dosahuje změnou intenzity ochlazování druhé oblasti za účelem stálého udržování tohoto tlaku v takovém rozsahu, který bude dostačovat k tomu, aby se teplota tvarovací plochy udržela na tvarovacím teplotním intervalu...

Prakticky se na vnitřní povrch dutého prostoru razníku nanese ekvidistantně k povrchu dutiny vrstva kapilárně porézního žáruvzdorného materiálu. Kapilárně porézní struktura je vytvořena jako kovová síťka seržové vazby s jemnými póry, vyrobená z jemného drátu z nerezavějící oceli, která vylučuje vzájemné chemické působení s materiálem schopným intenzivně se odpařovat za pracovní teploty. Síťka může být například zhotovena z nerezavějícího ocelového drátu, přičemž osnovní drát má tloušťku 0,09 mm a útkový drát 0,055 mm. Síťce se udělí tvar, odpovídající trase dutého prostoru, načež se síťka připojí na vnitřní stěnu razníku elektrickým odporovým svarem, například argonovým bodovým obloukovým svarem.

Pak se lisovací zařízení, obsahující matici, prstenec a razník, ohřeje známým způsobem, například pomocí plynového hořáku, na dolní hranici, teplotního intervalu lisování konkrétního skla. Jak je známo, je tato dolní hranice 400 až 450 °C, například u hlinito-borokřemičitého skla je 450 °C.

Následující etapa spočívá v odvzdušnění dutiny razníku na $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa, což umožní v průběhu lisovací operace dosáhnout v hermeticky utěsněném dutém prostoru razníku požadovaný tlak nasycených par materiálu schopného se intenzivně odpařovat (teplonosného média) v závislosti na výši vakua a na teplotě. To znamená, že je třeba se dále zabývat parami kapalného teplonosného média, které jsou v nasyceném stavu a jsou podřízeny stavové rovnici ideálního plynu:

$$pV = \frac{m}{\mu} R T \quad (3)$$

kde p - je tlak nasycených par teplonosného média,

V - je objem dutého prostoru razníku,

m - je hmotnost nasycených par teplonosného média v dutém prostoru,

R - je univerzální plynová konstanta,

T - je teplota ve stupních Kelvina,

μ - je relativní molekulová hmotnost teplonosného média.

Při odvzdušňování se z dutého prostoru razníku současně odstraňují plyny obsažené ve vzduchu, které by mohly značně ovlivnit práci razníku tím, že by mohly blokovat část pracovní plochy zařízení pro regulaci teploty materiálu schopného se intenzivně odpařovat za pracovní teploty (kondenzátoru). Kromě toho je nezbytné odstranit z dutého prostoru razníku vzdušný kyslík, aby se vyloučila, nebo alespoň snížila, možnost tvoření oxidů, které by se mohly shromažďovat v oblastech intenzivního odpařování a mohly by ucpávat kapilární otvory kapilární porézní struktury.

Provedenými zkouškami bylo prokázáno, že splnění zmíněných požadavků při odvzdušnění dutého prostoru razníku se dosáhlo v tlakovém rozmezí $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa. Přitom je experimentálně stanovená horní hranice $p_0 = 0,1$ Pa zvolena se zřetelem k podmínkám přípustného nahromadění oxidů na porézní struktuře v průběhu pracovní operace razníku, které nijak výrazně nepůsobí na kapilární vlastnosti porézního materiálu v oblasti intenzivního odpařování teplonosného média (pól razníku).

Dolní hranice $p_0 = 0,02$ Pa se může blížit nule. Dosažení vysokého vakua však vyžaduje nákladné zařízení a je značně časově náročné. Při použití laboratorních vakuovacích zařízení je možno bez výrazných nákladů dosáhnout hodnoty $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa. Další snížení tlaku se na práci razníku v průběhu lisovací operace prakticky neprojevovalo.

Dutý prostor razníku je tedy účelné odvzdušnit na hodnotu $p_0 = 0,02$ až $0,1$ Pa.

Po dosažení potřebné hodnoty vakua v dutině razníku se do ní přivádí materiál schopný intenzivního odpařování za pracovní teploty, ohřátý na dolní hranici pracovní teploty, a to v množství m ,

kde

$$m = 1,03 \text{ až } 1,07 \mu\text{S}, \quad (1)$$

to znamená v množství, které překračuje množství potřebné k naplnění dutého prostoru tvarovacího prvku nasycenými parami tohoto materiálu a k nasycení vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě.

- 5 Ze vztahu (1) je zřejmé, že toto množství je úměrné hustotě uvedeného materiálu, plošnému obsahu vnitřní plochy dutiny razníku a tloušťce vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě. Přitom množství přiváděného materiálu převyšuje o 3 až 7 % množství potřebné pro úplné naplnění dutého prostoru v razníku nasycenými parami tohoto materiálu a pro nasycení vrstvy porézního materiálu odolného korozi a vysoké teplotě. Přitom zmíněný materiál v tekutém stavu vyplní porézní strukturu kovové sítě na celé vnitřní ploše razníku.

- 15 Dolní mezní hodnota je ve vztahu k hmotnosti teplotnosného média podmíněna jevem sublimace teplotnosného média od oblasti intenzivního přívodu tepla (pól razníku) v dolní části razníku k oblasti kondenzace teplotnosného média v horní části razníku. Zde se kondenzují páry kapalného materiálu do tvaru kapek a takto probíhá přerozdělování v dutém prostoru razníku.

- 20 Provedené zkoušky prokázaly, že přivedením teplotnosného média v množství, které o 3 % překračuje množství potřebné k nasycení kovové sítě, lze zabránit možnému nedostatku teplotnosného média na této kovové síti. Horní mezní hodnota nadbytečného množství teplotnosného média ve výši 7 % je podmíněna jevem, který souvisí s nasycháním filmu tekutého teplotnosného média na místě intenzivního odvádění tepla. Vyschnutí filmu tekutého teplotnosného média vede ke vzniku havarijní situace v důsledku místního přehřátí stěny razníku (lokální krize výměny tepla).

- 25 Při provedených pokusech se také ukázalo, že přiváděním teplotnosného média v množství zvýšeném o 7 % vzhledem k množství potřebnému k nasycení kovové sítě, se v průběhu lisovací operace výše zmíněná závada neprojevila. Splnění těchto požadavků je tedy podmíněno přebytkem (m) teplotnosného média, to je

- 30
$$m = 3 \text{ až } 7 \text{ \%}.$$

- 35 Jako materiál schopný se intenzivně odpařovat při pracovní teplotě, se použijí kovy ze skupiny alkalických kovů, a to buď jednotlivě nebo kombinovaně, například cesium, rubidium, draslík, sodík nebo eutektická slitina draslíku a sodíku. V teplotním intervalu lisování skla však má sodík nejlepší tepelné fyzikální vlastnosti.

- 40 Po odvzdušnění dutiny razníku a naplnění uvedeného množství tekutého kovu se tento dutý prostor hermeticky utěsní. Razník se upne do upínacího zařízení lisu a po zavedení potřebné dávky skloviny do matrice se do této matrice spustí, čímž se sklovina tvaruje do požadovaného tvaru. V okamžiku styku razníku se sklovinou začne docházet k intenzivní výměně tepla mezi tvarovací plochou a roztavenou sklovinou. Tok tepla, přecházející ze skloviny na dolní nejsilněji tepelně zatíženou část razníku, je odebírán odpařováním filmu tekutého kovového teplotnosného média a proudem nasycených par je přenášen do horní, nejméně prohřáté části razníku, kde se nasycené páry teplotnosného média zčásti kondenzují tak, že předávají latentní výparné teplo na kondenzátor a vnitřní stěny horní části razníku. K tomu také přispívá vysoká tepelná vodivost tekutého kovového filmu, jehož prostřednictvím se teplota ze silněji ohřáté dolní části razníku přenáší na jeho horní část.

- 50 Na místech intenzivního odpařování tekutého sodíku, na nichž dochází ke zvýšené spotřebě teplotnosného média, se jeho spotřeba doplňuje tekutým sodíkem, který se přivádí působením kapilárního tlaku teplotnosného média v kapilárně-porézní struktuře.

Tímto způsobem tedy dochází v průběhu lisovací operace ke kontinuální cirkulaci teplotnosného média, kterou je zabezpečeno převádění tepla z "horkých" do "studených" úseků razníku.

Odebírané tepelné toky jsou párou dopravovány prakticky bez setrvačnosti a přenášejí teplo na relativně chladné úseky kondenzací nasycených par ve formě latentního výparného tepla.

5 Řízení teploty tvarovací plochy razníku v průběhu lisovací operace je odvozeno od změny tlaku nasycených plynů teplotnosného média v dutině razníku od p_1 do p_2 díky regulaci spotřeby chladicího prostředku v kondenzátoru. Přitom stojí za zmínku, že v dutém prostoru razníku je v každém časovém okamžiku prakticky izotermické rozdělení teploty.

10 Za podmínek termodynamické rovnováhy mezi kondenzátorem a nasycenou párou tekutého kovu je vztah teploty a tlaku skutečně dán výše uvedenou závislostí (3).

Dojde-li z jakéhokoliv důvodu k tomu, že se na některém úseku tvarovací plochy lisovacího razníku objeví úsek o teplotě T_1 nižší než T , která je určována vztahem termodynamické rovnováhy, dojde k tomu, že v tomto úseku dutého prostoru razníku se z nasycené páry stává pára přesycená, načež dochází k její kondenzaci za vyvíjení latentního výparného tepla. Zvýší-li se teplota kteréhokoliv úseku tvarovací plochy razníku, to znamená, že T_1 je větší než T , přechází v tomto úseku dutiny razníku kondenzát tekutého kovu do skupenství nasycené páry a tím uvedenému úseku odebírá teplo. Množství odebraného tepla je přitom dáno hmotností odpařeného teplotnosného média a velikostí latentního výparného tepla. Existenci dvou výše popsaných procesů tohoto systému je tak zabezpečeno izotermické nesetřvačné rozdělování tepla po celé vnitřní ploše razníku.

25 Určená teplota tvarovací plochy razníku je v průběhu lisovací operace zajišťována řízením tlaku nasycených par teplotnosného média souhlasně s podmínkami termodynamické rovnováhy při změně rovnovážného stavu směrem k nižší nebo vyšší teplotě.

Za tímto účelem se v dutém prostoru razníku vytváří tlak nasycených par sodíku o hodnotě p_1 až p_2 kPa.

30 Volba mezních hodnot tlaku nasycených par teplotnosného média je podmíněna existencí optimálního rozsahu teploty tvarovacích ploch při lisování skla.

35 Při teplotách tvarovacích ploch, které jsou pod mezní hodnotou, dochází při lisovacím procesu k vzniku závad, jako jsou pórovitý povrch výrobku, mikrotrhliny, deformace a podobně. Je známo, že tato teplota je 400 °C.

Horní mezní hodnota teploty je podmíněna tepelnou difúzí skloviny do kovu tvarovacích ploch a vznikem opalu. Tato teplota činí 650 °C.

40 Za podmínek termodynamické rovnováhy mezi kondenzátem (teplotnosným médiem) a nasycenou párou tekutého kovu je vztah teploty a tlaku dán výše uvedenou rovnicí (3) pro stav ideálního plynu.

45 Z rovnice (3) je zřejmé, že teplotu tvarovacích ploch je možno řídit změnou tlaku nasycených par sodíku v dutině razníku. Kromě toho z této rovnice (3) vyplývá, že pro zabezpečení teploty tvarovacích ploch $T_1=400$ °C musí být v dutém prostoru zajištěn tlak nasycených par sodíku o hodnotě $p_1=0,08$ kPa, zatímco pro zabezpečení teploty tvarovacích ploch $T_2=650$ °C musí být udržován tlak nasycených par sodíku na hodnotě $p_2=12$ kPa.

50 Na zařízení podle vynálezu bylo provedeno pokusné průmyslové lisování leteckých navigačních světelných filtrů a kuchyňského nádobí z barevného a tónovaného skla, odolného změnám teploty. Přitom byly zkoušeny různé varianty plnění prvků lisovacího zařízení jak co do množství materiálu schopného intenzivně se odpařovat, tak i se zřetelem k použití různých materiálů při rozdílných technologických parametrech lisovacího procesu.

Analýza výsledků pokusného průmyslového lisování je uvedena v připojené tabulce 1. Pro porovnání jsou v tabulce 1 uvedeny výsledky (příklady 14, 15), jichž bylo dosaženo při lisování těchto výrobků na celokovové konstrukci lisovacího zařízení.

Tabulka 1

Příkl. Název č. lisovaného výrobku		Název mater. schopného intenz. od- pařování	Množství materi- álu přivezeného do dutiny lisov. prvku v gramech	Technologické parametry			Charakteristické hodnoty		
				Teplota skloví pro lisování v	Tlak nasycených par v kPa	Rychlost li- sování ks/min.	Tloušťka stěny výrobku	Jakost	Pórovitost
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	světelný filtr	sodík	10,0 (podle pro- počtu) x)	1793	0,06 až 0,08	-	zařízení se přehřálo	2,5 až 3,0	žádná
2.	"	"	10,3 (o 3 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 8	4			
3.	"	"	10,7 (o 7 % vyšší než podle propočtu)	"	12	4			
4.	"	"	11,0 (o 10 % vyšší než podle propočtu)	"	14 až 15	4			
5.	"	sodík a draslík	10,0 (podle pro- počtu)	"	7 až 8	-	zařízení se přehřálo	2,5 až 3,0	žádná
6.	"	"	10,5 (o 5 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 8	4			
7.	"	draslík	10,5 (o 5 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 8	4			
8.	"	cesium	15,0 (o 5 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 8	4			
9.	víko hrnce	sodík	25,0 (podle propočtu)	"	7 až 8	4			
10.	hrnec	sodík	25,0 (podle propočtu)	"	14 až 15	-	sklo se lepilo	3,5 až 4,3	žádná
11.	hrnec	sodík	25,75 (o 3 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 8	4			
12.	"	sodík a draslík	25,0 (podle propočtu)	"	0,06 až 0,08	-	zařízení se přehřálo	3,5 až 4,5	žádná
13.	"	sodík a draslík	26,75 (o 7 % vyšší než podle propočtu)	"	7 až 10	4			
14.	světelný filtr	-	-	"	-	2 až 3			pórovitost
15.	(pro stovnění) hrnec (pro stovnění)	-	-	"	-	2 až 3			pórovitost

x) - propočtené množství materiálu, schopného se intenzivně odpařovat při pracovní teplotě, které je zapotřebí pro úplné naplnění dutého prostoru tvarovacího prvku nasycenými parami tohoto materiálu a k nasycení vrstvy materiálu odolného korozi a vysoké teplotě.

Jak je zřejmé z uvedených příkladů, umožňuje řešení podle vynálezu vyrábět skleněné výrobky vysoké kvality nezávisle na jejich geometrii, tloušťce a rychlosti lisování.

5

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle vynálezu a způsob tepelné regulace tvarovacího prvku tohoto zařízení mohou být využívány v oblasti výroby skla při lisování výrobků nejrůznějších geometrických rozměrů z různých druhů skla, jakož i při tváření výrobků z kovu, z umělých hmot a z plastů plněných skleněným vláknem.

10

Vynálezu lze nejefektivněji využít při lisování skleněných výrobků, u nichž se kladou zvýšené požadavky na jakost povrchu a jejich hmotnostní a světelné technické charakteristiky.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

20

1. Zařízení pro výrobu skleněných výrobků, obsahující tvarovací ústrojí s alespoň jedním dutým tvarovacím prvkem, který je vystaven působení vnějšího oteplení stykem se skleněnou taveninou a má vnitřní plochu a hermeticky utěsněný dutý prostor, ve kterém je uspořádáno teplotnosné médium, jímž je materiál schopný se intenzivně odpařovat za tvarovací teploty, přičemž zařízení pro výrobu skleněných výrobků je opatřeno ústrojím pro regulaci teploty teplotnosného média v intervalu tvarovací teploty, **vyznačující se tím**, že dutý prostor (4) tvarovacího prvku (1) má první oblast, která je vystavena působení tvarovací teploty, jejímž působením se odpařuje teplotnosné médium nacházející se v dutém prostoru (4) tvarovacího prvku (1), a chlazenou druhou oblast, v jejíž blízkosti je uspořádáno ústrojí (8) pro regulaci teploty teplotnosného média, a ve které se kondenzuje odpařené teplotnosné médium, přičemž na vnitřní ploše tvarovacího prvku (1) je nanášena alespoň jedna vrstva (5) porézního materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě, která představuje kapilární strukturu pro přenos kondenzovaného teplotnosného média z druhé oblasti do první oblasti v důsledku kapilárního účinku, přičemž teplotnosné médium je v dutém prostoru (4) tvarovacího prvku (1) obsaženo v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru (4) nasycenými parami teplotnosného média a k napuštění vrstvy (5) porézního materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě potřebným množstvím, a dále je opatřeno ústrojím pro odvětrání dutého prostoru (4) tvarovacího prvku (1), nátrubkem (12) pro přívod teplotnosného média do zmíněného dutého prostoru (4) a ústrojím (11) pro kontrolu teploty v dutém prostoru (4), které je ve spojení s ústrojím (8) pro regulaci teploty teplotnosného média.

25

30

35

40

45

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že teplotnosné médium je alespoň jeden kov ze skupiny alkalických kovů.

3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že kov ze skupiny alkalických kovů je sodík nebo eutektická slitina sodíku a draslíku.

50

4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že vrstva (5) porézního materiálu odolného proti korozi a vysoké teplotě je kovová síťka sestávající z materiálu vylučujícího chemickou interakci s teplotnosným médiem, která je nepropustně upevněna na vnitřní ploše tvarovacího prvku (1).

5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že upevnění je provedeno bodovým svařením.

6. Způsob tepelné regulace tvarovacího prvku zařízení pro výrobu skleněných výrobků, který obsahuje alespoň jeden dutý tvarovací prvek s hermeticky těsným dutým prostorem a s tvarovací plochou, přičemž tento způsob zahrnuje uspořádání teplotnosného média v uvedeném dutém prostoru, kterým je materiál způsobilý vytvářet za tvarovací teploty intenzivní páry, a které zahrnuje ohřev tvarovacího prvku na teplotu tvarování a provedení tepelné regulace tvarovací plochy v jednom tepelném tvarovacím intervalu, **vyznačující se tím**, že před uložením teplotnosného média ve zmíněném dutém prostoru se vytvoří kapilární struktura, dutý prostor se zahřeje a odvzdušní, a zmíněné teplotnosné médium se uloží v množství poněkud přesahujícím množství potřebné k vyplnění dutého prostoru nasycenými parami teplotnosného média a k napuštění kapilární struktury, načež se dutý prostor hermeticky utěsní, v průběhu tvarovacího procesu se v první oblasti ochladí na teplotu, při které dochází ke kondenzaci teplotnosného média, které působí na tvarovací teplotu, při které se teplotnosné médium odpařuje a v dutém prostoru vytváří nasycené páry teplotnosného média, zatímco druhá oblast, vzdálená od tvarovací plochy, se ochladí na teplotu, za které dochází ke kondenzaci teplotnosného média, které se v důsledku působení kapilarity pohybuje z druhé oblasti do první, přičemž se tepelná regulace tvarovací plochy provádí kontrolou teploty v dutém prostoru a odpovídající regulací tlaku nasycených par teplotnosného média se dosahuje změnou intenzity ochlazování druhé oblasti za účelem stálého udržování tohoto tlaku v takovém rozsahu, který bude dostačovat k tomu, aby se teplota tvarovací plochy udržela na tvarovacím teplotním intervalu.

7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že se teplotnosné médium uspořádá v dutém prostoru v množství, které odpovídá vztahu

$$m = 1,03 \text{ až } 1,07 \mu\text{ds, kde značí:}$$

m - množství teplotnosného média
 30 μ - hustotu teplotnosného média
 δ - tloušťku kapilární struktury
 s - plošný obsah vnitřního povrchu tvarovacího prvku.

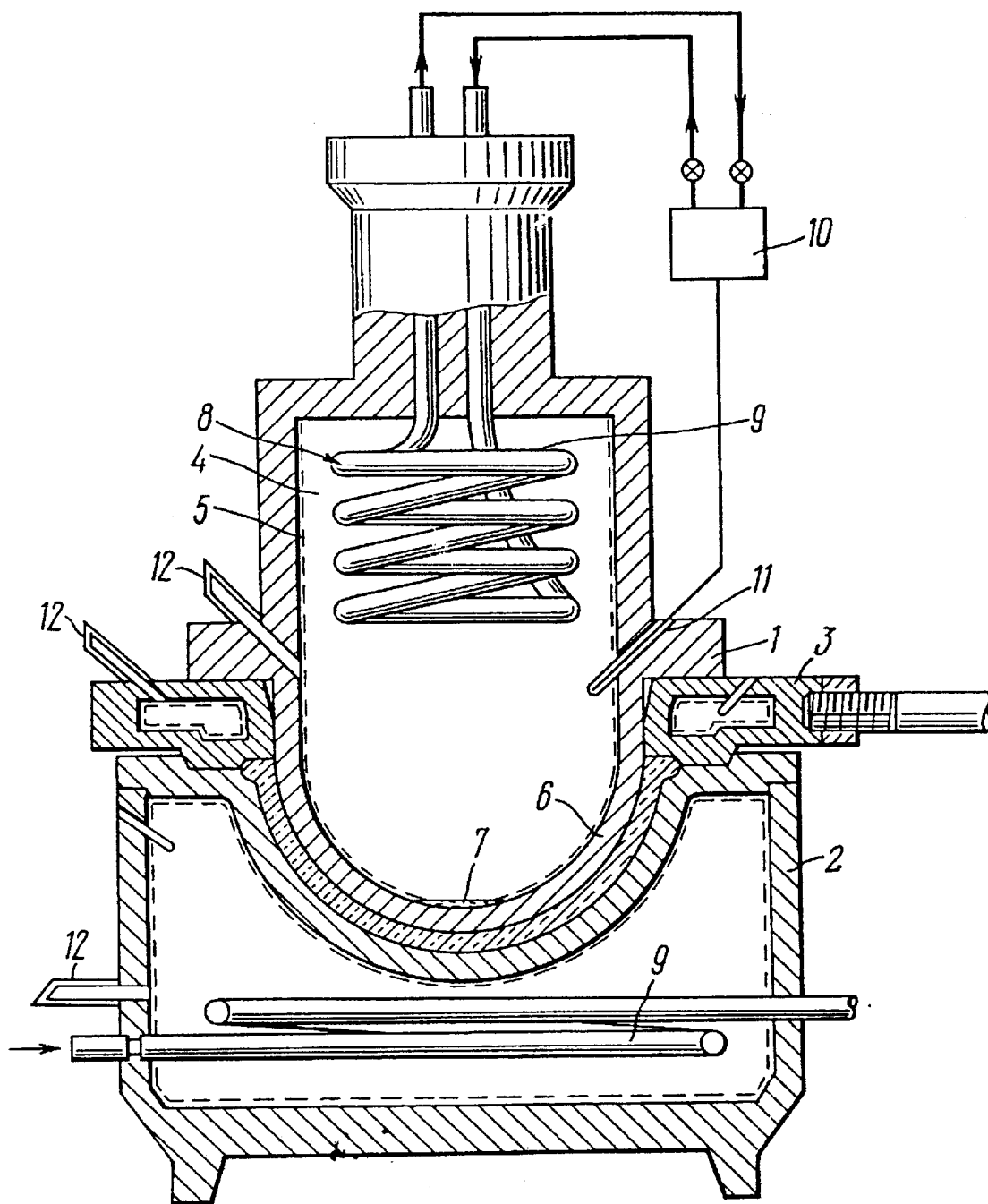
8. Způsob podle některého z nároků 6 až 7, **vyznačující se tím**, že se tlak nasycených par teplotnosného média v dutém prostoru tvarovacího prvku v průběhu tvarovacího procesu stále udržuje v rozmezí 0,08 až 12 kPa.

9. Způsob podle některého z nároků 6 až 8, **vyznačující se tím**, že jako teplotnosné médium se použijí alkalické kovy, buď jednotlivě nebo v kombinaci.

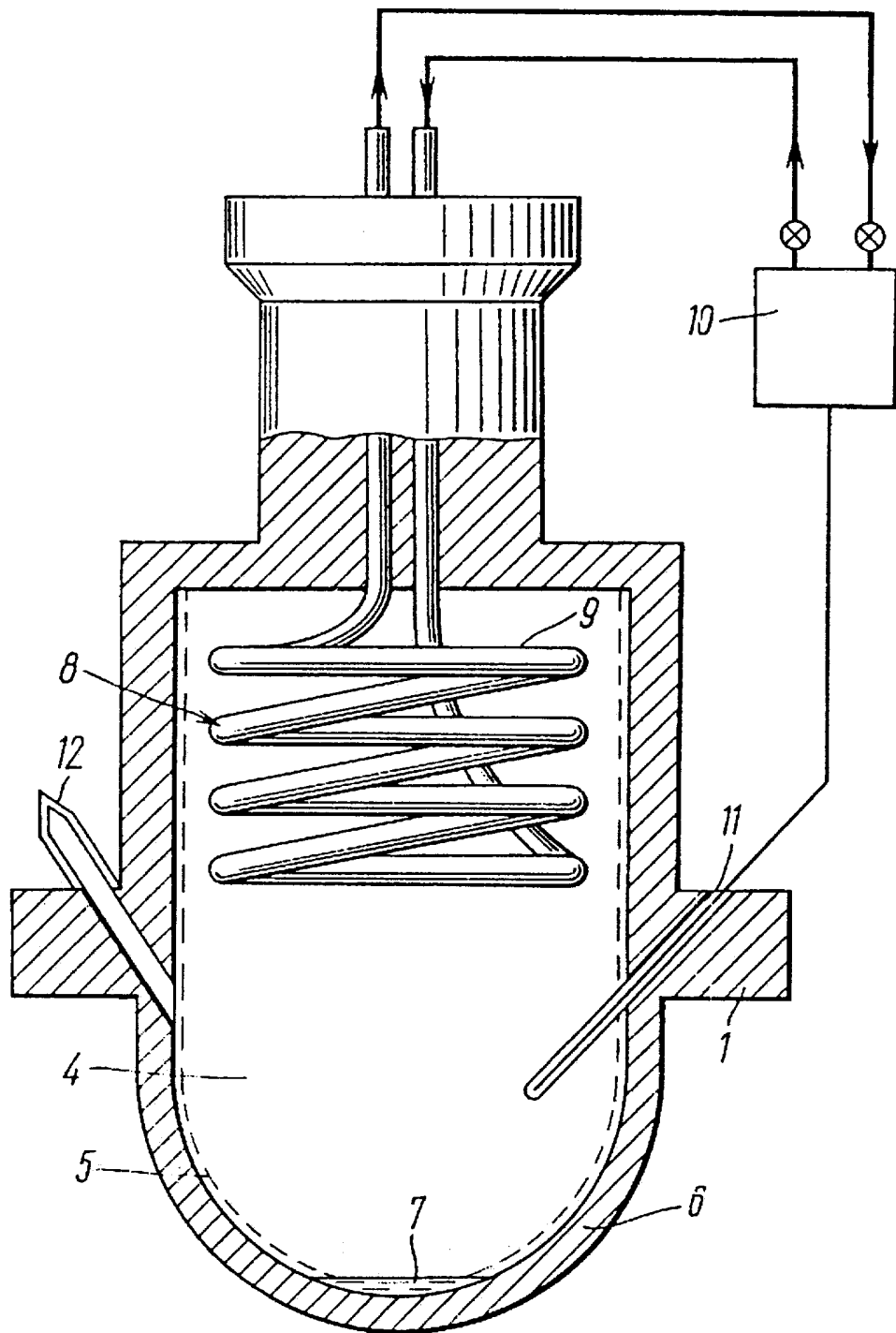
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že se z většího počtu alkalických kovů použije sodík nebo eutektická slitina sodíku a draslíku.

45

2 výkresy



OBR.1



Obr. 2

Konec dokumentu