

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

293 088

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1997 - 3856**

(22) Přihlášeno: **01.05.1996**

(30) Právo přednosti:

07.06.1995 GB 1995/9511555

(40) Zveřejněno: **13.05.1998**

(Věstník č. 5/1998)

(47) Uděleno: **03.12.2003**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **18.02.2004**

(Věstník č. 2/2004)

(86) PCT číslo: **PCT/GB1996/001050**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 1996/040594**

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁷:

C 03 B 23/03

C 03 B 23/027

(73) Majitel patentu:

**PILKINGTON UNITED KINGDOM LIMITED, St.
Helens, GB;**

(72) Původce vynálezu:

**Garner Jeffrey, Shevington, GB;
Tetlow Ian, Earlsdon, GB;**

(74) Zástupce:

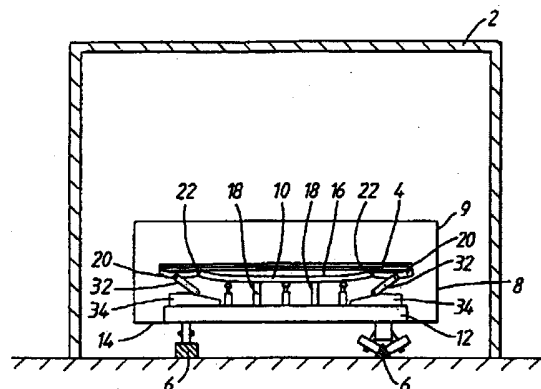
Švorčík Otakar JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

**Způsob ohýbání plošných skleněných dílců a
skleněný plošný dílec jím vyrobený**

(57) Anotace:

Řešení se týká způsobu ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v samotížně ohýbacím kroku a) samotížně ohýbá skleněná tabule (4) při zvýšené teplotě na formě (10) pro samotížné ohýbání v pásnu samotížného ohýbání pece (2), a v lisovém ohýbacím kroku b) se samotížně ohýbaná skleněná tabule (4) podrobuje lisovému ohýbání na požadovaný tvar pomocí horní formy (74), přičemž ohýbaná skleněná tabule (4) je podporována na formě (10) pro samotížné ohýbání jako dolní formě v pásnu lisového ohýbání pece (2). Způsob se vyznačuje tím, že se mezi samotížně ohýbacím krokem a) a lisovým ohýbacím krokem b) ohýbaná skleněná tabule (4) po vstupu do pásma lisového ohýbání chladí se řízenou rychlostí chlazením řízením teploty prostředí obklopujícího sklo v pásnu lisového ohýbání. Dále je navržen ohýbaný plošný skleněný dílec vyrobený tímto způsobem, mající maximální plošné tahové napětí menší než 7 MPa.



Způsob ohýbání plošných skleněných dílců a skleněný plošný dílec jím vyrobený

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu ohýbání plošných skleněných dílců a zejména způsobu ohýbání, zahrnujícím počáteční samotížný ohýbací pohyb a následné lisové ohýbání. Způsob se zejména hodí pro ohýbání automobilových skel pro následné vrstvení, například pro výrobu předních skel vozidel.

Dosavadní stav techniky

Sklo pro okna vozidel je normálně zakřivené, přičemž zakřivení se uděluje rovinným sklům pomocí ohýbacího procesu. V jednom takovém ohýbacím procesu se rovinné skleněné tabule ukládají na lisovnicovou obvodovou rámovou formu a zahřívají se na teplotu měknutí skla. Každá skleněná tabule se prohne svou vlastní hmotností, až se obvod ohýbaného plošného skleněného dílce dotkne obvodové rámové formy. Takový ohýbací postup je známý jako samotížné (gravitační) ohýbání a byl vyvíjen po řadu let pro ohýbání plošných skleněných dílců tak, aby plnil požadavky výrobců vozidel.

Když se například požadovalo hlouběji ohýbané sklo, byla obvodová rámová forma obměněna tak, že se konce formy připojily ke střední části formy pomocí kloubů a kloubově připojené koncové části („křídla“, boční části – dále boční části) se postupně zavíraly s měknutím skla a postupu ohýbáním. Tím se odstranil sklon ohýbané tabule klouzat vzhledem k formě během ohýbání, a zabránilo se tak poškrábání. Taková forma se obvykle označuje jako kloubová forma.

Samotížné ohýbání se ukázalo jako obzvláště vhodné pro výrobu skla, které se následně vrství kombinováním dvou plošných skleněných dílců s vrstvou mezilehlého materiálu. Samotížné ohýbání je způsobilé získávat skla s vysokou optickou kvalitou a umožňuje také ohýbat dvě skleněné tabule současně, čímž se dosáhne odpovídajících skel, tvarově si velmi dobře odpovídajících pro jejich sestavování do vrstveného skla.

V nedávné době přinesl vývoje designu vozidel požadavek na skla se složitějším zakřivením, tj. skla, které je třeba ohýbat ve dvou směrech, obecně na sebe kolmých. Pouhým samotížným ohýbáním je však možné dodávat sklu takové složené zakřivení pouze v omezené míře.

Zvýšené používání automatů při montáži u výrobců vozidel také vyžaduje přesnější rozměrové tolerance, které skla musí splňovat. Tvar obvodu ohýbané tabule musí být přesný, a to nejen v dvourozměrném průmětu, ale také ve třech rozměrech, tj. úhel skla u obvodu musí být správný. Jak je známo odborníkům v oboru, není-li tento „vstupní úhel“ správný, nebude ohýbaný skleněný dílec uspokojivě dosedat a těsnit v odpovídající části karoserie vozidla.

Kromě toho závisí optické vlastnosti okna na tvaru centrální oblasti skla, která musí být proti přesně ovládána, aby se mohly plnit požadavky kladené na optické parametry.

Tyto požadavky, spolu s trendem k hlubším a složitějším ohybům, nemohou již být splněny pouhým samotížným ohýbáním. V současné době je požadováno jako potřebné dokončovat ohýbání takových tvarů následujícím lisovým ohýbáním (ohýbáním pomocí lisu). Tento pochod se může vztahovat pouze na omezenou část plochy ohýbaného skleněného dílce, například oblasti, které budou po osazení do karoserie vozidla přiléhat ke sloupkům této karoserie. Při mnoha běžných designech vozidel se považuje, aby takové plochy skla byly hlouběji ohnuty a v následujícím popisu bude jakákoli část plošného skleněného dílce, u níž se požaduje hlubší ohýbání pomocí následujícího lisového ohýbání, označována jako část s hlubokým ohybem.

Při lisovém ohýbání se horní nebo lisovníková forma spouští na horní povrch skleněných tabulí tak, že se dále ohýbají působením horní formy, tlačící skla proti dolní formě. Když se provádí lisové ohýbání po počátečním samotížném ohýbání, může dolní forma obsahovat formu pro samotížné ohýbání.

5

Patentový spis US 4 778 507 popisuje způsob ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se po samotížném ohýbání provádí lisové ohýbání. V tomto spisu je uvedeno, že se pásmo lisového ohýbání s výhodou udržuje na teplotě v rozmezí od 500 do 660 °C. Je zde také uvedeno, že doba lisování je od 0 do 60 sekund. Dále se zde uvádí, že po lisování se plošné skleněné dílce postupně

10

chladí při typické rychlosti chlazení 20 až 200 °C za minutu.

Patentový spis US 5 071 461 popisuje způsob ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v ohřívací peci zahřívají ohýbané skleněné tabule na teplotu od 550 do 650 °C. Patentový spis EP-A-0 300 416 popisuje ohýbání v peci, v níž je stanice pro samotížné ohýbání udržována při

15

okolní teplotě 621 až 638 °C, a v dále následující stanici pro lisové ohýbání se lisovací formy udržují při určené zvýšené teplotě, která se blíže okolní teplotě ve stanici na lisové ohýbání.

Patentový spis GB-a-2 063 851 popisuje způsob ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se udržuje v pásmu samotížného ohýbání okolní teplota na hodnotách od 621 do 638 °C a okolní

20

teplota v pásmu lisového ohýbání se udržuje na hodnotě přibližně 582 °C.

I když uvedené patentové spisy popisují řadu parametrů, způsobu, vztahujících se k teplotě a době zpracovávání pro použití při samotížném ohýbání a následujícím lisovém ohýbání, existuje v oboru stále potřeba vytvořit řízený způsob ohýbání skla, při kterém by bylo možné

25

použít počáteční samotížné ohýbání a následující lisové ohýbání plošných skleněných dílců s hluboce ohýbanými částmi, u nichž by se dosáhlo požadovaného maximálního prahu napětí a požadovaných optických vlastností plošných skleněných dílců. Dále stále trvá potřeba vytvořit způsob ohýbání skla, který by umožnil volbou vhodných parametrů procesu, aby byl snadno regulovatelný a říditelný pro dosažení požadovaných parametrů v hotovém výrobku, vyráběném v peci.

30

Lisové ohýbání se používá také v oboru pro ohýbání rovinných skleněných tabulí bez předchozího samotížného ohýbání. To však může vést k nevýhodám spočívajícím v tom, že ohýbaný profil se získává lisovací silou s mačkáním jednotlivých tabulí mezi dvěma formami, čímž může dojít ke zhoršení optických a fyzikálních vlastností při srovnání se samotížným ohýbáním. V plošných

40

skleněných dílcích mohou také vzniknout pnutí, působící prasknutí nebo vyžadující přidavné tepelné zpracování s řízeným chlazením pro jejich odstranění (annealing). Zařízení a způsoby

45

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol vytvořit způsob ohýbání plošných skleněných dílců, který by byl řízen za účelem jeho snadného použití ve výrobě, přičemž by se odstranila nežádoucí tvorba otisků na plošných skleněných dílcích a zavádění pnutí do skla. Dále si klade za úkol vytvořit ohýbání plošných skleněných dílců, který by umožnil používat lehčí horní lisovací formu než ve stavu techniky, aby se předešlo otiskům na povrchu skel.

50

Vynález přináší způsob ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v samotížné ohýbacím kroku a) samotížně ohýbá skleněná tabule při zvýšené teplotě na formě pro samotížné ohýbání v pásnu samotížného ohýbání pece, a v lisovém ohýbacím kroku b) se samotížně ohýbaná skleněná tabule (4) podrobuje lisovému ohýbání na požadovaný tvar pomocí horní formy, 5 přičemž ohýbaná skleněná tabule je podporována na formě pro samotížné ohýbání jako dolní formě v pásnu lisového ohýbání pece, přičemž podstata způsobu spočívá podle vynálezu v tom, že mezi samotížné ohýbacím krokem a) a lisovým ohýbacím krokem b) se ohýbaná skleněná tabule po vstupu do pásma lisového ohýbání chladí se řízenou rychlostí chlazení řízením teploty prostředí obklopujícího sklo v pásnu lisového ohýbání.

10 Podle dalšího znaku vynálezu se teplota prostředí obklopujícího sklo v pásnu lisového ohýbání pece řídí tak, aby byla v rozmezí od 500 do 600 °C, s výhodou 550 až 580 °C.

Podle dalšího znaku vynálezu se rychlost chlazení plošného skleněného dílce v pásnu lisového ohýbání řídí tak, aby byla až 50 °C za minutu, s výhodou až 30 °C za minutu a nejvýhodněji 10 až 20 °C za minutu. 15

Podle dalšího znaku vynálezu je lisové ohýbání provádí po dobu až 20 sekund, s výhodou od 5 do 15 sekund a nejvýhodněji 10 až 15 sekund. 20

Horní forma vyvíjí podle dalšího znaku vynálezu na horní povrch plošného skleněného dílce lisovací zatížení od 50 do 150 kg, s výhodou do 50 do 100 kg.

Podle dalšího znaku vynálezu horní forma spočívá na plošném skleněném dílci se zvolenou 25 čistou hmotností.

Horní forma je s výhodou uzpůsobena pro spouštění na horní povrch plošného skleněného dílce závěsným systémem uspořádaným tak, že dovoluje boční a nakláněcí pohyb horní formy vzhledem k formě pro samotížné ohýbání, nesoucí skleněnou tabuli, ohýbanou do ohýbaného plošného skleněného dílce. 30

Podle dalšího znaku vynálezu jsou na konci lisového ohýbání forma a forma pro samotížné ohýbání ve zvoleném vzájemném odstupu pomocí více distančních prostředků, uzpůsobených tak, že dovolují pohyb horní formy do strany vzhledem k formě pro samotížné ohýbání. 35

Podle dalšího znaku vynálezu je teplota části skleněné tabule, která se má ohýbat, v okamžiku vstupu do pásma lisového ohýbání z pásma samotížného ohýbání, od 625 do 640 °C.

Forma pro samotížné ohýbání s výhodou obsahuje kloubovou formu mající obvodovou rámovou obrubu dosedající k dolnímu povrchu ohýbané skleněné tabule, přičemž obvodová rámová 40 obruba má tloušťku od 3 do 4 mm.

Vynález dále navrhuje způsob lisového ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v samotížné ohýbacím kroku a) vytvoří předvyrobená ohýbaná skleněná tabule, nesená na kloubové formě pro samotížné ohýbání, a tato předvyrobená ohýbaná skleněná tabule se v liso- 45 vém ohýbacím kroku b) podrobuje lisovému ohýbání, přičemž podstata způsobu spočívá v tom, že se lisový ohýbací krok b) provádí ohýbáním předvyrobené ohýbané skleněné tabule při okolní teplotě od 500 do 600 °C do konečného ohýbaného tvaru pomocí horní formy pro lisové ohýbání, která se spouští na horní povrch ohýbané skleněné tabule, a lisový ohýbací krok b) se provádí 50 v podmínkách, kdy horní forma pro lisové ohýbání má čistou hmotnost 50 až 150 kg. S výhodou se lisové ohýbání provádí při okolní teplotě od 550 do 580 °C a po dobu od 5 do 10 sekund.

Vynález dále přináší ohýbaný plošný skleněný dílek vyrobený výše uvedeným způsobem, mající 55 maximální plošné tahové napětí menší než 7 MPa.

Vynález umožňuje řídit lisové ohýbání tak, že ohýbaný plošný skleněný dílec má vysokou optickou kvalitu a jsou do něj vnesena nízká napětí. Umožňuje použití lehčí horní formy než ve stavu techniky, což nejen minimalizuje tvorbu otisků, ale také činí způsob snadněji regulovatelný tak, aby se do skla nezaváděla nežádoucí napětí.

5

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na
 10 připojené výkresy, na kterých znázorňuje obr. 1 schematický příčný řez pecí pro ohřívání skleně-
 ných tabulí, ukazující formu pro samotížné ohýbání a dvě ploché skleněné tabule před samo-
 tížným ohýbáním, obr. 2 zvětšený schematický detail zařízení z obr. 1 v řezu napříč pohledu na
 obr. 1, ukazující jedno zajišťovací ústrojí boční části znázorněné na obr. 1, obr. 3 schematický
 15 detail v řezu A-A z obr. 2, obr. 4 půdorys formy pro samotížné ohýbání, uložené na základě
 vozíku, znázorněné na obr. 1, obr. 5 schematický příčný řez, podobný obr. 1, ukazující zařízení
 pro lisové ohýbání skleněných tabulí v peci, přičemž zařízení je znázorněno před lisovým
 ohýbáním, obr. 6 zařízení z obr. 5 v průběhu lisového ohýbání, obr. 7 zvětšený detail jednoho
 z distančních ústrojí znázorněných na obr. 6, v pohledu vedeném z boku vzhledem ke znázornění
 20 na obr. 6, a obr. 8 diagram ukazující změnu teploty plošných skleněných dílců před lisovým
 ohýbáním, v jeho průběhu a po lisovém ohýbání.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněn řez tunelovou pecí 2 pro ohýbání skleněných tabulí, v typickém případě
 25 dvojice skleněných tabulí 4, které jsou určeny k tomu, aby ve formě ohýbaných plošných útvarů
 byly sestaveny na sebe do vrstveného skla pro výrobu například předního automobilového skla.
 taková tunelová pec 2 je v oboru dobře známá a sestává z podélné kolejové dráhy 6, po níž
 30 pojíždí na kolech řada za sebou uspořádaných otevřených kolejových vozíků 8. Každý vozík 8 je
 opatřen obvodovou rámovou formou 10, uloženou na základě 12, zpevněné na pevné nové stěně
 14 vozíku 8. Vozík 8 má také prstencovou, s výhodou obdélníkovou boční stěnu 9.

Vozíky 8 jsou uloženy za sebou v uspořádání pro cyklický pohyb okolo smyčky, obsahující pec
 2. Smyčka obsahuje plnicí pásmo, ohřívací pásmo, v němž jsou zahřáté skleněné tabule (vychází
 35 plošné útvary) samotížné ohýbány na formě 10 pro samotížné ohýbání, chladicí pásmo
 a odebírací (vykládací) pásmo. Pec 2 může mít další pásma, například pásmo řízeného chlazení
 (annealing) pro snižování pnutí vyvolaných během ohýbání, mezi ohřívacím a chladicím
 pásmem. Pro odborníky v oboru bude zřejmé, že i když vynález je formou příkladu znázorněn na
 skříňové peci, může být alternativně použit v jiném typu chladicí pece.

40

Vynález se zejména týká výroby plošných skleněných dílců majících části s hlubokým ohybem,
 které se nedají získat pouze použitím samotížného ohýbání. Podle vynálezu je vřazeno ohýbací
 pásmo pro lisové ohýbání v oblasti smyčky bezprostředně následujíc ve směru postupu na
 smyčce za samotížným pásmem. V pásmu lisového ohýbání jsou samotížně ohýbané plošné
 45 skleněné dílce dále podrobovány lisovému ohýbání na konečný požadovaný tvar další vratně
 pohyblivou formou, přičemž jsou přitom podporovány formou pro samotížné ohýbání.

Obr. 1 znázorňuje skleněné tabule 4 na formě ve vozíku 8 před samotížným ohýbáním. Vozík 8
 je uložen tak, že se pohybuje podél pece 2 ve směru kolmém k rovině nákresny. Forma 10
 50 obsahuje střední pevnou část 16 formy, osazenou na základně 12 formy pomocí více podpor 18.
 Na vzájemně opačných stranách střední části 10 formy jsou kloubově uloženy odpovídající
 kloubově připojené boční části 20 („křídla“, dále boční části). I když vynález je popsán na
 příkladě formy pro samotížné ohýbání se dvěma opačnými bočními částmi, bude zřejmé pro
 odborníky v oboru, že podle vynálezu je také možné používat formu pro samotížné ohýbání,
 55 mající pouze jednu kloubově připojenou boční část.

Kloubově připojené boční části 20 jsou uspořádány tak, aby se pohybovaly otáčením mezi dolní polohou, jak je znázorněna na obr. 1, v níž je forma 10 tvarově uzpůsobena pro podporování jedné nebo více plochých skleněných tabulí 4 ve formě 10, s vyšší polohou, v níž boční části 20 vymezují spolu se střední částí 16 plynule zakřivenou obvodovou obrubu, která vymezuje plochu, do níž se skleněná tabule 4 má nebo mají tvarovat při dokončování ohýbání. Skleněná tabule 4 se při průchodu ohřívacím pásmem pece 2 zahřívají tak, že se při postupujícím ohřevu prohne účinkem vlastní tíže a přizpůsobí se požadovanému tvaru vymezovanému formou 10. Nad střední částí 16 formy se skleněné tabule 4 prohýbají, až se dostanou do styku s horním povrchem formy, čímž se přizpůsobí požadovanému tvaru. Nad bočními částmi 20 dovoluje účinek změkčování skla, že se boční části 20 mohou kloubově otáčet vzhůru při působení vyvíjené síly, poskytované dvojicí protizávaží, takže každá boční část 20 se otáčí okolo odpovídající osy 22 otáčení na spojení mezi střední částí 16 a odpovídající horní částí 20, a skleněné tabule 4 jsou tak tlačeny vzhůru, až jejich dolní povrch spočine na horním povrchu bočních částí 20.

Jak bude popsáno níže, když plošné skleněné dílce obsahují části s hlubokým ohybem, mají tyto části sklon vyžadovat, aby byly mechanicky tlačeny proti dolní formě horní lisovníkovou formou, takže se spolehlivě a opakovaně dosáhne tvar, vymezovaný dolní formou. Bude patrné, že vynález může používat tak zvaných „nezatížených“ forem, které nemají protizávaží, ale jsou speciálně tvarovány tak, že se forma kloubově prohýbá při působení hmotnosti skla, když měkne.

Typická forma 10 je podrobněji znázorněna na obr. 4. Forma 10 je osazena nad základnovým dílem 12 prostřednictvím podpor 18, upevněných ke spodní straně střední části 16 formy 10. Základnový díl je dostatečně tuhý tak, aby minimalizoval následující ohýbací pochod. Boční části 20 jsou připojeny ke střední části 16 na jejich opačných stranách odpovídajícími kloubovými osami 22. Každá boční část 20 má na opačných stranách k sobě připojenou dvojici protizávaží 24, přičemž každé protizávaží 24 je osazeno na odpovídajícím rameni 26, upevněném k odpovídajícímu konci 28 příslušné osy otáčení 22. Horní povrch obvodu 30 formy 10, tvořené střední částí 16 a bočními částmi 20, se dotýká spodní strany skleněných tabulí 4 a vymezuje konečný požadovaný tvar skleněných tabulí 4, ohýbaných do odpovídajících ohýbaných plošných skleněných dílců.

Plocha povrchu formy 10, dotýkající se plošného skleněného dílce, je s výhodou minimalizována pro zmenšení plochy, která je k dispozici pro přenos tepla mezi skleněnými tabulemi 4 a kovovou formou 10, která může vést k nežádoucím napětím, přítomným v hotových ohýbaných skleněných tabulích 4. Taková napětí mohou vyvolat prasknutí skleněných tabulí 4. V typickém případě je požadováno udržovat napětí v tahové oblasti plošných skleněných dílců nižší než 7 MPa.

Obvodová část 30 formy 10, vymezovaná horními povrchy střední části 10 a bočních částí 20, má v typickém případě tloušťku okolo 3 do okolo 4 mm, takže se minimalizuje plocha dotyku mezi sklem a formou 10. Když se však předpokládá, v souladu s vynálezem, použití formy 10 pro samotížné tvarování současně jako dolní forma pro následný pochod lisového ohýbání, je požadováno, aby dolní forma byla dostatečně tuhá a silná, aby nemohlo dojít k jejímu nekontrolovanému ohýbání a borcení při působení tlaku vyvíjeného ze strany horní formy pro lisovací ohýbání.

Podle vynálezu je zařízení pro lisové ohýbání obzvláště uzpůsobené pro to, aby umožnilo použít běžnou formu pro samotížné ohýbání vlastním prohnutím, mající relativně tenký obvodový rám pro použití při následujícím lisovém ohýbání při zajišťování řízení vysoké kvality výsledných ohýbaných plošných skleněných výrobků. Použití takového tenkého obvodového rámu přináší nízká napětí ve skle, jak bylo vysvětleno výše. Byla provedena obměna formy a zbývajících částí zařízení, které zajišťují, že forma může odolávat lisovému ohýbání a skleněné tabule nejsou neúmyslně značkovány otisky nebo jinak poškozovány, pokud jde o jejich kvalitu, v důsledku přídavného lisového ohýbání.

Boční části 20, znázorněné a obr. 1, jsou každá opatřeny nejméně jedním zajišťovacím ústrojím pro svislé zajišťování polohy boční části 20 během lisového ohýbání. Každá boční část má popřípadě dvě zajišťovací ústrojí, i když znázorněné provedení má pouze jedno zajišťovací ústrojí pro každou boční část. Zajišťovací ústrojí obsahuje kloubově připojené zajišťovací rameno 32, které je kloubově osazeno na odpovídající boční části 20 a vybíhá z ní směrem dolů pro umožnění klouzání přes horní povrch desky 34, osazené na základnové části 12, který tvoří horní vačkovou plochu.

Sestava zajišťovacího ramena 32 a desky 34 je podrobněji znázorněna na obr. 2 a 3. Zajišťovací rameno 32 obsahuje dvojici podlouhlých desek 36, umožněných na vzájemnými odstupy, které jsou osazeny na horních koncích nástavce 38 upevněného k odpovídající boční části 20, přičemž nástavek 38 je uspořádán mezi deskami 36 a mezilehlým otočným uložením, obsahujícím svorníkovou sestavu 40. Zajišťovací rameno 32 vybíhá směrem dolů z boční části 20 a její volný dnový konec 42 je opatřen válcovou rozpěrou 44, upevněnou mezi deskami 36 další svorníkovou sestavou 46. Válcová rozpěra 44 je sevřena mezi podlouhlými deskami 36, takže je bráněno jejímu otáčivému pohybu vůči podlouhlým deskám. V podstatě uprostřed zajišťovacího ramena 32 je uložena další rozpěra 48 a svorníková sestava 50.

Zajišťovací rameno 32 je způsobilé volného otáčení vzhledem k boční části 20 okolo nástavce 38 a jeho dolní povrch 52 spočívá na horním povrchu desky 34, která obsahuje podlouhlou vačkovou plochu 54, po níž může klouzat volný dolní konec 42 zajišťovacího ramena 32. Vačková plocha 54 obsahuje v podstatě vodorovnou část 56 a přilehlou nakloněnou náběhovou část 58. Náběhová část 58 je s výhodou nakloněna v úhlu okolo 20° vzhledem k vodorovné rovině a v případě potřeby může být v podstatě vodorovná část 56 lehce nakloněna k vodorovné rovině v úhlu několika stupňů ve stejném smyslu, jako náběhová část 58. Deska 34 je nastavitelně uložena ve vztyčené poloze vzhledem k základně 12 prostřednictvím úložné desky 60, k níž je deska odnímatelně upevněna svorníkovými sestavami 62. Deska 34 může být snadno výškově seřizena a nakloněna.

Na obr. 1 je znázorněna boční část 20 v jejím spuštěném uspořádání, přičemž v tomto uspořádání je zajišťovací rameno 32 nakloněno vzhledem k vodorovnému směru k nezajištěné poloze a jeho volný konec 42 spočívá na náběhové části 58 vačkové plochy 54 desky 34. Takové uspořádání je znázorněno čerchovaně na obr. 2. Během samotížného ohýbání se boční část 20 otáčí směrem vzhůru při působení protizávaží 24, které postupně působí, že se plošný skleněný dílec stále více ohýbá, jak měkne v důsledku ohřevu. Boční část 20 se pohybuje z čárkovaně vyznačené polohy, znázorněné na obr. 2, do polohy z čárkovaně vyznačené polohy, znázorněné a obr. 2, do polohy znázorněné na obr. 2 plnou čarou. Bude zřejmé, že když se boční část 20 během samotížného ohýbacího pochodu zvedá, volný konec 42 zajišťovacího ramena 32 klouže vzhůru podél náběhové části 58, až dosáhne na v podstatě vodorovnou část 56, která vymezuje zajišťovací úsek 64 pro zajišťovací rameno 32. Zajišťovací rameno 32 se pohybuje v rovině kolmé na osu 22 otáčení.

Jak je znázorněno na obr. 4, svírá deska 34, vymezující vačkovou plochu 54, pravý úhel s příslušnou osou 22 otáčení, takže když se boční část 20 otáčí vzhůru okolo odpovídající osy 22 otáčení, klouže volný konec 42 zajišťovacího ramena 32 a zejména dolní plocha 52 rozpěrky 44 stále vzhůru po náběhové ploše 58, až je zajišťovací rameno 32 v podstatě svislé, přičemž jeho volný konec 42 je v dotyku se zajišťovacím úsekem 64. Jek je patrné z obr. 2, může být pro zajištění, že nedojde k neúmyslnému posunutí zajišťovacího ramena 32 mimo vačkovou plochu 54, k navzájem opačným koncům 70 desky 64 připojen drát 66, procházející mezi deskami 36 zajišťovacího ramena 32, umístěnými ve vzájemném odstupu.

Jak je patrné z obr. 2, je zajišťovací rameno v jeho zajišťovací poloze v podstatě svislé. S výhodou je výška a naklonění desky 34 seřizena tak, že v zajišťovací poloze není zajišťovací rameno 32 v podstatě svislé, ale je lehce nakloněno v úhlu několika stupňů vzhledem ke svislému směru, přičemž naklonění je ve stejném smyslu, jako v případě odjištěné polohy. V zajištěné poloze je dolní plocha 52 neotáčivé rozpěrky 44 v třetím záběru s plochou 54 v zajišťovacím

úseku 64. Jelikož je zajišťovací úsek 64 v podstatě vodorovný a zajišťovací rameno 32 je v podstatě svislé, umožňuje to při následujícím lisovém ohýbání, podrobněji popisovaném níže, při němž se vyvíjí na boční část 20 v její směrem vzhůru otočené poloze, směrem dolů orientovaná tlačná síla, že se přenáší směrem dolů odpovídající síla přes zajišťovací rameno 32 a dále na základnu 12 přes desku 34 a úložnou desku 60, na níž je deska 34 osazena. Taková směrem dolů působící tlačná síla, vyvíjená na boční část 20, je přenášena s minimálním ohybem nebo borcením boční části 20 směrem dolů. Zajišťovací rameno 32 působí jako tuhá a zajištěná podpůrná vzpěra boční části 20 v důsledku třetího záběru mezi zajišťovacím ramenem 32 a zajišťovacím úsekem 64 vačkové plochy 54. To umožňuje použít při následujícím lisovacím ohýbání kloubové formy 10, mající relativně tenkou obvodovou obrubu 30.

Bude zřejmé, že obsluha musí nastavit zajišťovací rameno 32 a deskovou sestavu 34, když je zařízení studené. Zařízení však musí pracovat uspokojivě a spolehlivě při zvýšených teplotách v peci, například okolo 600 až 650 °C. Počáteční nastavení musí vzít v úvahu roztahování různých částí zařízení při ohřívání, jakož i lehké borcení mechanických částí v důsledku tepelných cyklů, a také mechanické opotřebení s postupujícím časem. Je zjevně dávana přednost tomu, aby se zařízení dalo obsluhou snadno nastavit. Sestava zajišťovacího ramena 32 a desky 34 je s výhodou uspořádána tak, že zajišťovací rameno 32 není při lisovém ohýbání zcela svislé. To zajišťuje, že i když dochází k borcení a opotřebení, nemůže se zajišťovací rameno 32 otáčet za svislou polohou a nemůže tak dojít k sklouznutí konce 70 z desky 34.

Toto přidavně dovoluje, aby bylo během velkého množství ohřívacích cyklů definováno rozmezí možných zajišťovacích poloh v zajišťovací oblasti 56, odpovídající rozsahu lehce se měnících výšek (vzhledem k základně 12) boční části 20, k níž je zajišťovací rameno 32 připojeno. To může snadno kompenzovat jakékoli borcení, k němuž může docházet v důsledku po sobě následujících tepelných cyklů.

Konečná úhlová poloha a tím i výška boční části 20 je vymezována zarážkovými členy na ramenech 26, nesoucích protizávaží 24, která vymezují konečnou polohu formy, odpovídající konečnému požadovanému tvaru plošných skleněných dílců.

Je však možné, aby se výška boční části 20 vzhledem k základně 12 lehce lišila v důsledku tepelných cyklů, přičemž vytvoření zajišťovacího rozmezí zajišťuje, že zajišťovací rameno působí jako podpůrná vzpěra pro boční část 20 formy 10 během lisového ohýbání přesto, že takové tepelné cykly působí malou změnu v konečné úhlové poloze zajišťovacího ramena 32. Tím odpadá potřeba pravidelného kontrolování a seřizování zajišťovacích ústrojí.

S výhodou je zajišťovací úsek 56 lehce nakloněn směrem vzhůru, takže dovoluje hladký kluzný pohyb vačkovým působením na volný konec 42 zajišťovacího ramena podél vačkové plochy 54. Sestava zajišťovacího ramena 32 a desky 34 se dá snadno nastavovat pouze ručně, a to seřizováním výšky a orientace desky 34 vzhledem k základně 12 a tím i relativně vzhledem k zajišťovacímu ramenu 32 na odpovídající boční části 20.

Konečné uspořádání formy o samotižném ohýbání a před lisovým ohýbáním je znázorněno na obr. 5.

I když provedení znázorněné na obr. 1 až 4 má pouze jedno zajišťovací rameno, osazené na každé boční části 20, mohou být na každé boční části v případě potřeby použita dvě nebo více zajišťovacích ramen. Po lisovém ohýbání, které bude popsáno níže, a poté, co byly plošné dílce, ohýbané lisovým ohýbáním, vyjmuty ve vykládacím úseku z formy, může být boční část 20 znovu nastavena do svého počátečního spuštěného uspořádání, a to tím, že pracovník obsluhy ručně zatlačí na zajišťovací rameno 32 směrem dovnitř tak, že bude ležet v uspořádání znázorněném čerchovaně na obr. 2. V případě potřeby se tento pochod může provádět samočinně, například robotem.

Na obr. 5 je znázorněno zařízení 72 pro lisové ohýbání v pásmu lisového ohýbání tunelové pece 2, přičemž lisové ohýbací zařízení je znázorněno ve stavu před lisovým ohýbacím pochodem. V pásmu lisového ohýbání je veden vozík 8, obsahující formu 10, která nese samotížné ohýbané skleněné tabule 4 a jejíž boční části 20 jsou uloženy do jejich orientace otočené vzhůru a zajišťovací ramena 32 jsou ve v podstatě svislé orientaci a dosedají směrem dolů na horní plochu odpovídajících desek 34, jak bylo popsáno výše, do předem nastavené polohy, v níž jsou skleněné tabule 4 uloženy tak, aby ležely pod zařízením 72 pro lisové ohýbání. Zařízení pro lisové ohýbání se uvede v činnost, když je požadováno dokončit ohýbání skleněných tabulí 4 do požadovaného tvaru, aby výsledné ohýbané skleněné dílce, získané ohýbáním skleněných tabulí 4, měly tvar, vymezovaný dutinou ohýbací formy 10.

Lisová ohýbací forma 72 obsahuje horní formu nebo lisovník 74, mající dolní lisovací plochu 76, která tvoří lisovnickovou plochu formy v podstatě odpovídající lisovnickové ploše formy vymezované plochou formy 10 pro samotížné ohýbání. Skleněné tabule 4 jsou určeny k lisovému ohýbání mezi horní formou 74 a formou 10 pro samotížné ohýbání, aby se tak dosáhlo požadovaného tvaru. Horní forma 74 obvykle obsahuje keramické těleso. Jak je patrné z obr. 5, může rovná forma 74 obsahovat jediný formový díl. V alternativním uspořádání však může horní forma obsahovat dvojici formových dílů, umístěných se vzájemným odstupem, která jsou uspořádány tak, aby byly tlačeny proti pouze těm částem skleněných tabulí 4, u nichž je zapotřebí hluboké ohýbání, tj. v blízkosti bočních částí 20.

Horní forma 74 je nesena pomocným rámem 78. Pomocný rám 78 je zavěšen pod nosným rámem 80 několika řetězy 82. S výhodou jsou řetězy 82 čtyři, přičemž každý je umístěn v odpovídajícím rohu horní formy 74. Místo řetězů mohou být použita kovová lana. Nosný rám 80 má k jeho hornímu povrchu 84 připojeno lano (nebo řetěz) 86, uspořádané směrem vzhůru od středu nosného rámu 80 stropem 87 tunelové pece 2 přes první kladku 88 do v podstatě vodorovného směru, přičemž se přes druhou kladku 90 převádí do sestupného svislého směru a přičemž konec lana 86 je připojených k prvnímu protizávaží 92, které samo je připojeno k mechanismu 94 pro pohybování lisovnickovou částí.

Protizávaží 92 a mechanismu 94 pro pohybování lisovnickové části jsou uloženy bočně vzhledem k tunelové peci 2 na její společné podélné straně. Mechanismus 94 pro pohybování lisovnickovou částí s výhodou obsahuje hydraulickou nebo pneumatickou sestavu pístu a válce, připojenou na jeho dolním konci k podlaze 96. Na obr. 5 je znázorněna horní forma 74 v jejím zdviženém uspořádání, s mechanismem 94 tvořeným sestavou pístu a válce v zataženém uspořádání. Ve zdviženém uspořádání horní formy 74 se vozík 8 může pohybovat ze vstupní části tunelové pece 2 do polohy horní formou 74 před následujícím lisovým ohýbáním. Protizávaží 92 má požadovanou hmotnost, aby se minimalizovala práce, kterou je třeba vynaložit mechanismem 94 s pístem a válcem při zvedání a spouštění horní formy 74, avšak s tím, že v případě selhání mechanismu 94 je hmotnost prvního protizávaží 92 dostatečně vysoká k tomu, aby selhání probíhalo bezpečně a horní forma 74 se mohla odtáhnout vzhůru a vozíky 8 mohly pod ní projet.

Zařízení obsahuje také druhou soustavu protizávaží pro umožňování, aby horní forma 74 spočinula na skleněných tabulích 4 během lisového ohýbání s předem určenou čistou hmotností. Směrem vzhůru od středu horní plochy 100 pomocného rámu 78 pro horní formu 78 vybíhá tuhá kovová tyč 98. K horní části tyče 98 je připojeno druhé lano 102, které postupně prochází neznázorněnými otvory v nosném rámu 80 a stropu 88 pece a potom přes dvojici kladek 104, 106 tak, že je k jejímu druhému konci připojeno druhé protizávaží 108, které se může volně svisle pohybovat. V případě potřeby mohou být jak pro první, tak i pro druhé protizávaží 92, 108, použity neznázorněné svislé kolejnice nebo nosiče pro zabránění neúmyslnému pohybu protizávaží 92, 108 směrem do strany. Druhé protizávaží 108 má měrnou hmotnost zvolenou tak, aby dodala konkrétní předem určenou čistou hmotnost kombinované sestavě horní formy 74 a pomocného rámu 78, na němž je forma 74 osazena.

Čistá hmotnost horní formové sestavy je s výhodou 100 ± 50 kg, nejtypičtěji od 50 do 100 kg, v závislosti na konkrétním uspořádání formy a velikosti a požadovaném tvaru plošných skleněných dílců, které se mají ohýbat. Lano 102 mezi druhým protizávažím 108 a horní formou 74 je stále napjaté. Kovová tyč 98 je uložena mezi lanem 102 a pomocným rámem 78 tak, aby se snížilo nadměrné protažení nebo deformace lana 102 v oblasti horní formy 74, kde je teplota ovzduší v lisovacím úseku vysoká. Lano 86 mezi nosným rámem 80 a prvním protizávažím 92 je také vždy napjaté. Jak bude popsáno níže, je během lisového ohýbání dovoleno řetězům 82, aby povolily, takže při lisovém ohýbání se na horní povrch skleněných tabulí 4 působí pouze zvolenou čistou váhou horní formy 74 a jejího přiřazeného pomocného rámu 78.

Na opačných stranách horní formy 74 a přilehle k ní je umístěno několik distančních prostředků 109. Distanční prostředky 109 obsahují každý horní zarážkový člen 110, mající svislé těleso 112, k jehož dolnímu konci je upevněna v podstatě vodorovná deska 114. Horní zarážkové členy 110 jsou pevně osazeny na pomocném rámu 78. Na základně 12 je osazena odpovídající skupina dolní zarážkových členů 116 distančních prostředků. Každý dolní zarážkový člen 116 obsahuje vzhůru vybiňující těleso 118, mající na horním konci osazený svisle seřiditelný distanční člen 120.

Jak je znázorněno podrobněji na obr. 7, obsahuje každý distanční člen 120 šroubovou část 122, mající vyklenutou hlavovou část 124, která je v podstatě půlkulovitá a jejíž horní plocha je uspořádána tak, aby během lisového ohýbání dosedla na dolní povrch 126 deskové části 114 odpovídajícího horního zarážkového členu 110. Šroubová část je zašroubována do směrem vzhůru vybiňujícího tělesa 118 tak, aby byla snadno výškově nastavitelná, přičemž je na ní našroubována matice 128, umožňující fixovat vyklenutou hlavovou část 124 v požadované výšce.

S výhodou je desková část 114 a vyklenutá hlavová část 124 vytvořena z oceli. Horní a dolní zarážkové členy 110, 116 jsou uloženy proti sobě ve dvojicích. S výhodou jsou použity tři dvojice zarážkových členů 110, 116. Při takovém uspořádání, jaké je znázorněno na obr. 4, jsou na jednom dlouhém okraji 117 formy 10 umístěny dvě dvojice zarážkových členů se vzájemným odstupem, a třetí dvojice zarážkových členů 110, 116 je uložena středově na opačném dlouhém okraji 119 formy 10.

Distanční prostředky 109 jsou vytvořeny tak, aby zajistily, že horní a dolní forma 74, 10 jsou oddělovány po v podstatě celé jejich ploše mezerou odpovídající tloušťce skleněných tabulí 4 v jejich konečném ohýbaném tvaru. To zajišťuje, že se v podstatě zabrání jakémukoli nadměrnému lisování skleněných tabulí 4, které by mohlo vést k otisku obvodově rámové obruby 30. Jak je podrobněji popsáno níže, jsou s výhodou použity tři distanční prostředky 109, takže je zajištěno, že svislá poloha horní formy 74 vzhledem k dolní formě pro samotížné ohýbání je určena, aniž by mohlo docházet k vzájemnému vykývnutí forem 74, 10. To zvyšuje možnost spolehlivého dosažení správného odstupu forem.

Jak je uspořádání zajišťovacích ramen 32 je zapotřebí, aby distanční prostředky 109 byly nastaveny pracovníkem obsluhy, když je zařízení v chladném stavu, avšak distanční prostředky 109 musí zajistit správný odstup horní formy 74 a dolní formy 10 při zvýšených teplotách v průběhu lisového ohýbání, při nichž může dojít k tepelnému roztažení nebo jiné deformaci jako důsledku tepelných cyklů. Použití tří dvojic zarážkových členů 110, 116 zajišťuje, že mezera mezi horní a dolní formou 74, 10 může být spolehlivě nastavena bez jakéhokoli vykyvování horní formy 74 vzhledem k dolní formě 10 při konečném uspořádání forem 10, 74 pro lisové ohýbání.

Bude zřejmé, že v typické tunelové peci 2 je použito vozíků 8, obsahujících každý odpovídající formu 10 pro samotížné ohýbání. Typická pec 2 obsahuje nejméně dvacet sestav vozíků 8 a forem 10 pro samotížné ohýbání. Je však použita pouze jedna horní forma 74 pro lisové ohýbání. Je zapotřebí, aby při provozu každé formy 10 pro samotížné ohýbání a jí přiřazeného vozíku 8 byla tato forma náležitě nastavena vzhledem k jediné formě 74 pro lisové ohýbání.

Distanční prostředky 109 pro vymezení správné nastavitelné mezery mezi formami 10, 74 jsou tak proto uzpůsobeny ve spojení s každou formou 10 pro samotížné ohýbání tak, aby každá forma 10 pro samotížné ohýbání mohla být individuálně nastavována pro správnou práci s jedinou horní formou 74. Každý distanční prostředek 109 je jednotlivě seřízen před spuštěním pece, takže
 5 během lisového ohýbání, když je horní forma 74 spouštěna na skleněné tabule 4, nesené na samotížné formě 10, jsou horní a dolní formy 74, 10 umístěny ve správném odstupu ve vzdálenosti odpovídající tloušťce skleněných tabulí 4 v jejich konečném ohnutém tvaru.

Nyní bude popsáno lisové ohýbání s odvoláním na obr. 6. Když je dolní forma 10, nesoucí na sobě skleněné tabule 4, uvedena pod horní formou 74, je mechanismus 94 tvořený sestavou pístu a válce uváděn v činnost tak, že se spouští nosný rám 80 nesoucí horní formu 74, až se horní forma 74 dostane do styku s pod ní ležícími skleněnými tabulemi 4 na formě 10 pro samotížné ohýbání. Zdvih mechanismu 94 tvořeného sestavou pístu a válce je větší, než jaký je požadován pro vyvolání styku horní formy 74 se skleněnými tabulemi 4. Nosný rám 80 tak přebíhá ve
 15 smyslu pokračování spouštění po styku horní formy 74 se skleněnými tabulemi 4, takže se spustí pro větší přiblížení k pomocnému rámu 78, než v počátečním uspořádání znázorněném na obr. 5. Tento přeběh nosného rámu 80 působí, že řetězy 82 se uvolní (ztratí napětí). V tomto stavu horní forma 74 a k ní přiřazený pomocný rám 78 dosedne směrem dolů na skleněné tabule 4 s požadovanou čistou hmotností, zvolenou vhodným výběrem konkrétní hmotnosti druhého protizávaží 108. Horní forma 74 tak tlačí na horní povrch skleněných tabulí 4 předem určenou
 20 čistou hmotností.

Jelikož není horní forma 74, alespoň ke konci lisového ohýbání, podporována během lisového ohýbání shora, je hmotnost horní formy 74 rovnoměrně rozdělena po celých dosedacích
 25 plochách, v typickém případě o velikosti okolo 1 m², horní formy 74 a pod ní ležících skleněných tabulí 4. To zajišťuje stejné rozdělení hmotnosti během lisového ohýbání po ploše skleněných tabulí 4. Lisové ohýbání v typickém případě trvá po dobu až 20 sekund, typičtěji 5 až 15 sekund a nejlépe 10 až 15 sekund. Ke konci lisového ohýbání, kdy byly skleněné tabule stlačeny horní formou 74 do těsného dotyku okolo jejich celého obvodu s dolní formou 10 pro samotížné ohýbání, dosedá u každého distančního prostředku 109 vyklenutá hlava 124 proti deskovému
 30 členu 114, takže se vymezí po v podstatě celé ploše formy pro lisové ohýbání předem nastavený mezeru mezi horní formou 74 a dolní formou 10, odpovídající tloušťce lisově ohýbaných skleněných tabulí 4. To minimalizuje tvorbu značkovacího otisku obvodové rámové obruby 30 formy 10 pro samotížné ohýbání na dolním povrchu skleněných tabulí 4, což je zvláštním problémem zejména při použití formy pro samotížné ohýbání, mající tenké obruby s tloušťkou
 35 řádově 3 až 4 mm.

Při způsobu podle výhodného provedení vynálezu se při lisovém ohýbacím pochodu jeho pracovní parametry, například teplota, čas, atd., a mechanické provedení zařízení, zejména tvar
 40 dolní samotížné ohýbací formy a tvar a čistá hmotnost samotížné ohýbací formy, koordinují tak, aby přinášely zlepšení vzhledem ke způsobům podle stavu techniky. Tato zdokonalení se projevují nejen pouze lepší ovladatelností lisového ohýbacího pochodu, ale také potenciálními zlepšeními v kvalitě vyráběných výrobků, získaných lisovým ohýbáním.

Obr. 8 znázorňuje typický vztah mezi teplotou a časem v provedení lisového ohýbacího postupu podle vynálezu. Na obr. 8 a v následujícím popisu teploty skleněných tabulí je třeba mít na zřeteli, že zmínka o teplotě se vztahuje k teplotě těch částí skleněných tabulí, které mají být
 45 podrobeny při následném lisovém ohýbacím procesu ohýbání s hlubokým ohybem. Střední teplota skla celé tabule bude nižší, než teplota v částech, které mají být podrobeny hlubokému ohýbání. Ohřívací pásmo je konfigurováno tak, aby umožnilo dosahování požadovaného rozdělování teploty po ploše skleněných tabulí, například diferenciálního ohřevu. V jednom výhodném provedení se před lisovým ohýbáním mohou skleněné tabule ležící pod formou ohřívat stropním ohřívacem pro vytvoření diferenciálního teplotního profilu po ploše skleněných tabulí 4 tak, aby se napomohlo dosahování požadovaného tvaru během lisového ohýbání. Takový postup
 50

diferenciálního ohřevu stropním ohřivačem je popsán v evropské patentové přihlášce EP 94309435.9.

5 Z obr. 8 je patrné, že se teplota mění v obecně třech po sobě jdoucích krocích, a to při samotížném ohýbání skleněných tabulí v pásnu samotížného ohýbání na vstupní straně pece, při lisové ohýbání samotížně ohnutých tabulí v dále následujícím pásnu lisového ohýbání pece a při chlazení skleněných tabulí v ještě dále následujícím chladicím pásnu pece. V pásnu pece pro samotížné ohýbání se teplota skleněné tabule během samotížného ohýbání zvyšuje, a když samotížně ohýbané skleněné tabule vystupují ze samotížného ohýbacího pásma, je teplota částí skleněných tabulí, které se mají hluboce ohýbat, zahřátá na maximální teplotu T_{max} . Pro jakýkoli konkrétní ohýbaný tvar skleněné tabule leží hodnota T_{max} v relativně malém rozmezí, určeném složitostí tvaru skla pro dané složení a tloušťku skleněné tabule. V typickém případě jsou části skleněných tabulí, ohýbané s hlubokým ohybem, na teplotě T_{max} okolo 625 do 640 °C, když teplota skleněné tabule vystupuje ze samotížného ohýbacího pásma.

15 Je požadováno, aby teplota skleněné tabule v samotížném ohýbacím pásnu byla dostatečně vysoká pro zajištění, že viskozita skla bude dostatečně nízká, aby umožnila správné samotížné prohnutí skla na požadovaný tvar. Je-li však tato teplota příliš vysoká, může být zhoršena optická kvalita výsledného výrobku. V typickém případě je okolní teplota v samotížném ohýbacím pásnu okolo 650 °C.

Když skleněná tabule vstupuje do lisového ohýbacího pásma, začne skleněná tabule ihned chladnout, jak je znázorněno na obr. 8. Při způsobu podle vynálezu je rychlost chlazení skleněných tabulí v pásnu lisového ohýbání řízena tak, aby byla udržována na relativně nízké hodnotě. 25 Poté, co skleněné tabule byly v pásnu lisového ohýbání přítomné po dobu, během níž byly uloženy pod horní formu 74 pro lisové ohýbání, a horní forma 74 byla spuštěna do dotyku s horním povrchem skleněných tabulí (tato doba je označena jako doba t_1 vedení), začne ohýbací lisování. Potom pokračuje po dobu t_2 lisové ohýbání, jak je znázorněno na obr. 8, po jejímž uplynutí se forma zvedne od skleněných tabulí. Doba t_1 je určena mechanickým dopravním systémem pro to, aby lisovnicové formy umožnily skleněným tabulím se přesunout z pásma samotížného ohýbání do polohy pod horní formou, a dobou pro zahájení chodu horní formy.

35 Teplota prostředí v pásnu lisového ohýbání je řízena tak, aby byla relativně vysoká, v typickém případě od 500 do 600 °C a nejlépe od 550 do 580 °C. To vede k tomu, že rychlost chlazení skleněných tabulí se řízeně brzdí ve srovnání s tím, kdyby se v pásnu lisového ohýbání použily nižší teploty. Lisové ohýbání se optimálně provádí v rozmezí relativně vysokých teplot. Například se na obr. 8 lisové ohýbání zahajuje při teplotě T_{start} a končí při teplotě T_{stop} . Teplotní rozmezí, při kterém se provádí lisové ohýbání skleněných tabulí, ovládá přechodná napětí, vyvolávaná ve skleněných tabulích během lisového ohýbání.

40 Provádí-li se lisové ohýbání při relativně vysoké teplotě skla, potom má sklo sklon být měkčí a jakákoli napětí vyvíjená ve skleněných tabulích během lisového ohýbání se dají mnohem snadněji relaxovat, protože časová konstanta relaxace napětí je při vyšších teplotách kratší. Podle výhodného provedení způsobu podle vynálezu se tak lisové ohýbání provádí při relativně vysoké teplotě v pásnu lisového ohýbání. Když je lisovnicová forma zdvižena ze skla, udržuje si skleněná tabule požadovaný ohnutý tvar, protože přechodná lisovací napětí byla relaxována a také teplota skla byla dostatečně snížena natolik, že nedochází k dalšímu gravitačnímu ohýbání.

50 Tento požadavek, aby teplota skleněných tabulí byla relativně vysoká během lisového ohýbání, by mohl potenciálně působit problémy s ovladatelností vzhledem k potřebě provádět lisové ohýbání skleněných tabulí krátce poté, co vystoupily z pásma samotížného ohýbání, aby skleněné tabule nevychladly pod předností teplotu pásma lisového ohýbání. Tím, že se udržuje teplota prostředí v pásnu lisového ohýbání relativně vysoká, je rychlost chlazení bržděna, což potom poskytuje široké časové okno, během kterého se dá uspokojivě provádět lisové ohýbání.

55

Řízení rychlosti chlazení skleněných tabulí při začátku jejich vstupu do pásma lisového ohýbání se tak získává lepší ovladatelnost lisového ohýbání. Zajištěním relativně vysoké teploty během lisového ohýbání časově řízeným způsobem se kromě toho umožňuje, aby sklo bylo ohýbáno relativně pomalu. Tomu je dáována přednost, protože použití relativně pomalého lisového ohýbání vede k tomu, že do skleněných tabulí jsou vnášeny relativně nízká lisovací pnutí. V typickém případě je lisovací údobí mezi časem T_{start} a T_{stop} na obr. 8 až 20 sekund, výhodněji 10 až 15 sekund.

Toto opatření, vedoucí k delším lisovacím údobím, umožňuje používat relativně lehké lisovnice při srovnání s lisovnicemi obvykle používanými při lisovém ohýbání. V typickém případě je lisovací zatížení, vyvíjené horní formou, 100 ± 50 kg, nejlépe 50 až 100 kg. Lisovací zatížení se volí v závislosti na konkrétním tvaru formy a velikosti a požadovaném tvaru ohýbaných plošných skleněných dílců, získávaných ohýbáním skleněných tabulí. Použití relativně malého zatížení vede k menšímu výskytu praskání skleněných tabulí a zmenšuje také náchylnost skleněných tabulí na značkování otiskem forem, zejména dolní formou, když je tato forma tvořena obvyklou formou pro samotížné ohýbání, mající výhodnou obvodovou rámovou obruč o tloušťce 3 až 4 mm. Lehká lisovací forma také zmenšuje opotřebení nástrojů a snižuje nároky na údržbu ve srovnání s použitím těžších zatížení, jaká jsou v typickém případě používána ve známých zařízeních na lisové ohýbání.

Po lisovém ohýbání pokračuje chladnutí skleněných tabulí v pásmu lisového ohýbání řízeným způsobem. Udržování relativně vysoké okolní teploty v pásmu lisového ohýbání řídí rychlost chladnutí po lisovém ohýbání tak, že skleněné tabule jsou udržovány během tohoto pokračujícího chlazení při dostatečně vysoké teplotě pro umožňování relaxace jakýchkoli napětí, která byla eventuálně zavedena do skleněných tabulí během lisového ohýbání a také řízené chlazení (anealint) skleněných tabulí. Řízené chlazení (annealing) dovoluje ovládat zbytková plošná pnutí, zejména na okrajích skleněných tabulí, pro umožňování toho, aby výsledný vrstvený výrobek plnil požadavky výrobce vozidel.

S výhodou je průměrná rychlost chlazení skleněných tabulí v pásmu lisového ohýbání menší než 50°C za minutu, výhodněji až okolo 30°C a nejvýhodněji přibližně 10 až 20°C . Toto opatření v podobě zbrzděné rychlosti chlazení v pásmu lisového ohýbání použitím vysokých teplot prostředí v tomto pásmu vede k uvolnění časových požadavků na časové řízení lisového ohýbání a rychlost, se kterou se lisové ohýbání zahajuje a provádí. To také umožňuje, aby ohýbané skleněné dílce byly i v případě, kdy se mají ohýbáním vytvářet hluboko ohýbané dílce, odebrány z pece pro samotížné ohýbání při relativně nižší teplotě, například v rozmezí 625°C až 640°C , než by bylo jinak potřebné pro udržování konkrétního rozmezí lisové ohýbací teploty bez použití brzděného chlazení, což potom může vést ke zlepšení optické kvality skleněných tabulí. Toto uvolňování požadavků na časové řízení umožňuje použití relativně lehké lisovnice, což může zlepšit fyzikální a optické parametry výsledných lisově ohýbaných plošných skleněných dílců.

Plošný skleněný dílec se poté odebírá z pásma lisového ohýbání do chladicího pásma, v němž se plošné skleněné dílce nechají chladnout při vyšší rychlosti chlazení, než v lisovém ohýbacím pásmu. V případě potřeby může být rychlost chlazení v chladicím pásmu řízena použitím ohřevu s nízkou úrovní sálání. Rychlost chlazení se řídí tak, že jakákoli plošná napětí a napětí vyvolávaná při tuhnutí v plošných skleněných dílcích jsou v předepsaných rozmezích. Jakmile jsou však plošné skleněné dílce pod hodnotou okolo 500°C , která je nižší, než je dolní chladicí teplota skla, potom může být rychlost chlazení relativně vysoká bez zavádění nežádoucích napětí do plošných skleněných dílců.

Podle přednostního způsobu podle vynálezu se teplota prostředí v pásmu lisového ohýbání udržuje na vysoké úrovni. To potom vede k tomu, že horní forma má relativně vysokou pracovní teplotu, aniž by byly zapotřebí pro horní formu samostatné ohřívací prvky. To vede ke snížení investičních nákladů na horní formu.

V peci pro samotížné ohýbání a pásnu lisového ohýbání se teploty prostředí řídí známým způsobem, například pomocí horkovzdušných hořáků nebo sálavých ohříváčů. V chladicím pásnu mohou použity známé chladicí prostředky, například černé plochy pro příjem sálání z chlazených skleněných ploch a vzduchové proudy za stropem pece pro odvod tepla z chladicího pásma.

Při uspořádání podle obr. 6 jsou distanční ústrojí 109 zvlášť uzpůsobena pro pokrytí výchylek v bočních polohách horní formy 74 a dolní formy 10, protože vyklenutá hlava 124 může zabírat do deskového členu 114 ve zvoleném rozmezí bočních poloh vymezovaných plochou deskového členu 114. To dovolu je dosažení přesné rozteče forem přes možné výchy lky v polohách více forem 10 pro samotížné ohýbání okolo ohýbací smyčky. Toto uspořádání neomez uje volnost polohování horní formy 74 pro lisové ohýbání v bočním směru.

Horní forma 74 je nesena nosným rámem 80 prostřednictvím řetězů 82, takže horní forma 74 není omezována během lisového ohýbání proti jak otáčivému, tak i bočnímu translatačnímu pohybu. Nosný rám 80 je kromě toho zavěšen z lana 86, které neomez uje horní formu 74 proti bočnímu pohybu v průběhu lisového ohýbání. Podporování horní formy 74 jednak více řetězy 82 na nosném rámu 86 a jednak lanem 86 mezi nosným rámem 80 a kladkou 88 dovolu je neomez ovaný svislý pohyb, například natáčivý, částí horní formy 74 během lisového ohýbání.

U horní formy 74 se požaduje, aby byla přesně uložena vzhledem ke každé z více forem 10 pro samotížné ohýbání v celé smyčce, obsahující tunelovou pec. V praxi se bude translatační poloha, a to jsou svislá, tak i vodorovná, a rotační poloha, vodorovná i otáčivá, každé formy 10 pro samotížné ohýbání, měnit z jednoho vozíku na druhý nejen po počátečním nastavení pece, ale také zejména po provozu pece. To vyplývá z tepelného roztahování, deformace v důsledku tepelných cyklů, a opotřeben í zařízení, například opotřeben í kol vozíku a kolejí.

Jelikož je horní formě 74 dovolováno během lisového ohýbání usadit se do tvaru samotížné ohýbaných skleněných tabulí 4 bez jakéhokoli omezování bočního nebo nakláněcího pohybu, může horní forma 74 snadno najít svoji správnou polohu pro přesné lisové ohýbání vzhledem k pod ní ležícím skleněným tabulím 4 bez ohledu na výchylku polohy těchto skleněných tabulí č vzhledem k horní formě 74 od jedné formy 10 pro samotížné ohýbání ke druhé. Toto zajištění volnosti pohybu horní formy 74 během lisového ohýbání zajišť uje, že přesné lisové ohýbání se dosahuje bez ohledu na jakékoli výchy lky polohy mezi více formami pro samotížné ohýbání. Tento neomez ovaný pohyb dovolu je zavěšení horní formy 74 prostřednictvím ohebných prvků, jako řetězů 82.

Horní forma 74 je dále podporována řetězy 82 při možnosti menšího valivého pohybu do dotyku s pod ní ležícími skleněnými tabulemi 4. To zajišť uje, že požadovaný tvar skleněných tabulí 4, ležících pod formou, může být dosahován postupným posouvacím působením, v jehož důsledku se horní forma postupně dostane do styku s pod ní ležícími skleněnými tabulemi 4. S výhodou se horní forma 74 navaluje na horní povrch skla tak, že se horní formou tvarují nejprve hluboko ohýbané části.

Použití zárážkových členů, u nichž dolní zárážkový člen obsahuje půlkulovitou vyklenutou část a horní zárážkový člen sestává z ploché desky, proti níž vyklenutá část dosedá, zajišť uje spolehlivé vzájemné polohování horní formy a dolní formy pro minimalizování nežádoucích otisků formy 10 pro samočinné ohýbání na skleněných tabulích. Toho je však dosahováno bez odstranění nebo snížení schopnosti horní formy 74 pohybovat se do strany jak rotačně, tak i translatačně, a svisle se naklánět vzhledem k dolní formě 10 a skleněným tabulím 4 neomezeně v průběhu lisového ohýbání.

Vynález umožňuje vyrábět plošné skleněné dílce s ohýbanými částmi, majícími malé poloměry, jakož až 150 mm. To je možné srovnat s minimálním poloměrem 450 mm, když se použije

samotné samotízné ohýbání s diferenciálním ohřevem skleněných tabulí, a minimálním polo-
měrem 1000 mm při samotízném ohýbání bez diferenciálního ohřevu.

Vynález umožňuje vyrábět plošné skleněné dílce s hluboko ohnutými částmi, majícími krajová
napětí (pnutí) srovnatelná s těmi, jaká jsou dosažitelná při použití běžných ohýbacích postupů se
samotízným ohýbáním. Vynález v typickém případě umožňuje vyrábět ohýbané plošné dílce,
mající krajová tahová napětí menší než 7 MPa. To umožňuje ohýbat skleněné tabule bez potřeby
následujícího řízeného chlazení (anaeling) pro odstraňování pnutí, následujícího po lisovém
ohýbání.

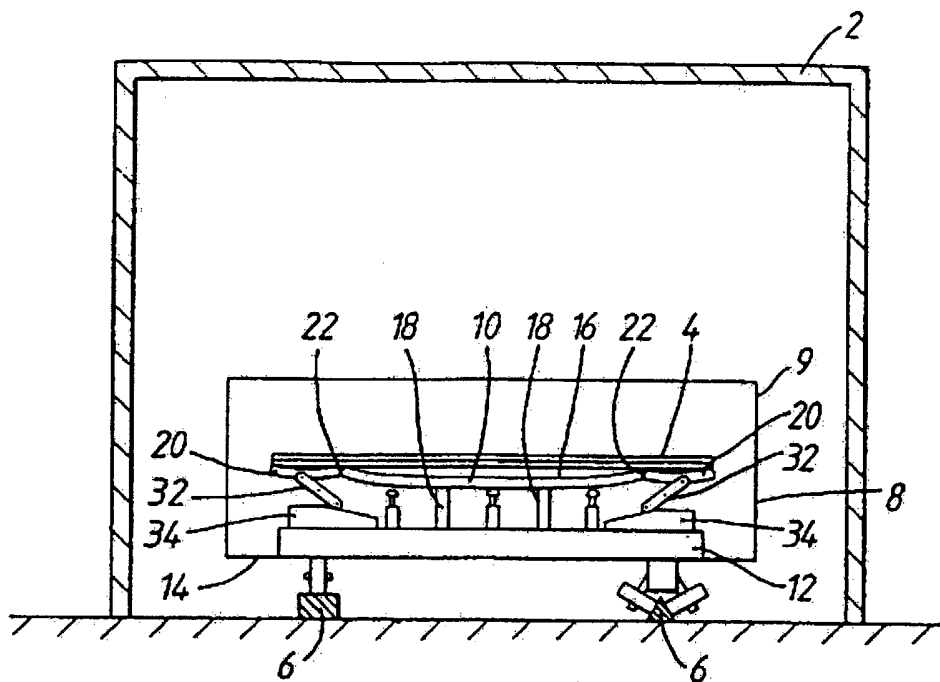
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v samotízně ohýbacím kroku a) samotízně ohýbá skleněná tabule (4) při zvýšené teplotě na formě (10) pro samotízně ohýbání v pásmu samotízného ohýbání pece (2), a v lisovém ohýbacím kroku b) se samotízně ohýbaná skleněná tabule (4) podrobuje lisovému ohýbání na ožhovaný tvar pomocí horní formy (74), přičemž ohýbaná skleněná tabule (4) je podporována na formě (10) pro samotízně ohýbání jako dolní formě v pásmu lisového ohýbání pece (2), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že mezi samotízně ohýbacím krokem a) a lisovým ohýbacím krokem b) se ohýbaná skleněná tabule (4) po vstupu do pásma lisového ohýbání chladí se řízenou rychlostí chlazení řízením teploty prostředí obklopujícího sklo v pásmu lisového ohýbání.
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č e n ý t í m**, že teplota prostředí obklopujícího sklo v pásmu lisového ohýbání pece se řídí tak, aby byla v rozmezí od 500 do 600 °C.
3. Způsob podle nároku 2, **v y z n a č e n ý t í m**, že se teplota prostředí obklopujícího sklo v pásmu lisového ohýbání pece řídí tak, aby byla v rozmezí od 550 do 580 °C.
4. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **v y z n a č e n ý t í m**, že rychlost chlazení plošného skleněného dílce v pásmu lisového ohýbání se řídí tak, aby byla až 50 °C za minutu.
5. Způsob podle nároku 4, **v y z n a č e n ý t í m**, že rychlost chlazení plošného skleněného dílce v pásmu lisového ohýbání se řídí tak, aby byla až 30 °C za minutu.
6. Způsob podle nároku 5, **v y z n a č e n ý t í m**, že rychlost chlazení plošného skleněného dílce v pásmu lisového ohýbání se řídí tak, aby byla 10 až 20 °C za minutu.
7. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **v y z n a č e n ý t í m**, že lisové ohýbání se provádí po dobu až 20 sekund.
8. Způsob podle nároku 7, **v y z n a č e n ý t í m**, že lisové ohýbání se provádí po dobu od 5 do 15 sekund.
9. Způsob podle nároku 8, **v y z n a č e n ý t í m**, že lisové ohýbání se provádí po dobu od 10 do 15 sekund.
10. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **v y z n a č e n ý t í m**, že horní forma (74) vyvíjí lisovací zatížení na horní povrch plošného skleněného dílce od 50 do 150 kg.
11. Způsob podle nároku 10, **v y z n a č e n ý t í m**, že horní forma (74) vyvíjí lisovací zatížení na horní povrch plošného skleněného dílce od 50 do 100 kg.

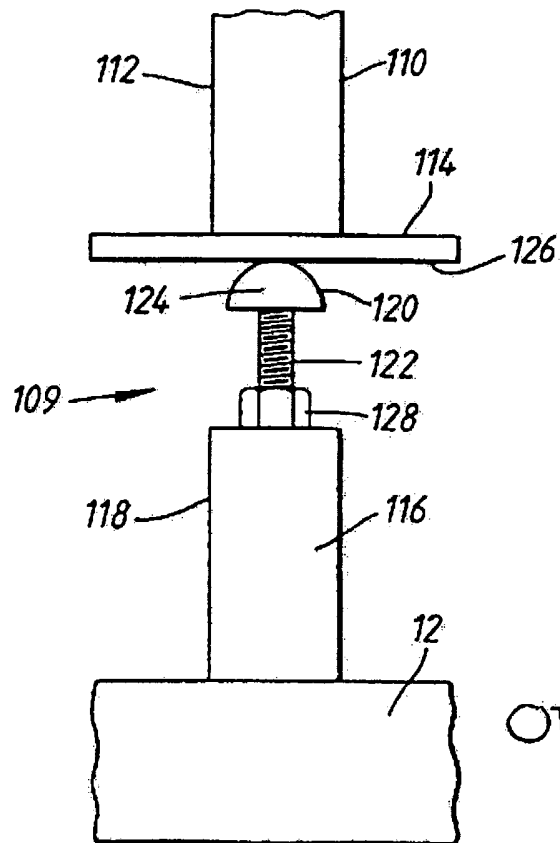
12. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **v y z n a č e n ý t í m**, že během lisového ohýbání horní forma (74) spočívá na plošném skleněném dílci se zvolenou čistou hmotností.
- 5 13. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 12, **v y z n a č e n ý t í m**, že horní forma (74) je uzpůsobena pro spouštění na horní povrch plošného skleněného dílce závěsným systémem (78, 80, 82) uspořádaným tak, že dovoluje boční a nakláněcí pohyb horní formy vzhledem k formě (10) pro samotížné ohýbání, nesoucí skleněnou tabuli (4), ohýbanou do ohýbaného plošného skleněného dílce.
- 10 14. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 13, **v y z n a č e n ý t í m**, že na konci lisového ohýbání jsou horní forma (74) a forma (10) pro samotížné ohýbání ve zvoleném vzájemném odstupu pomocí více distančních prostředků (109), uzpůsobených tak, že dovolují pohyb horní formy (74) do strany vzhledem k formě (10) pro samotížné ohýbání.
- 15 15. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 14, **v y z n a č e n ý t í m**, že teplota části skleněné tabule (4), která se má ohýbat, v okamžiku vstupu do pásma lisového ohýbání z pásma samotížného ohýbání, je od 625 do 640 °C.
- 20 16. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 15, **v y z n a č e n ý t í m**, že forma (10) pro samotížné ohýbání obsahuje kloubovou formu mající obvodovou rámovou obrubu (30) dosedající k dolnímu povrchu ohýbané skleněné tabule (4), přičemž obvodová rámová obruba (30) má tloušťku od 3 do 4 mm.
- 25 17. Způsob lisového ohýbání plošných skleněných dílců, při kterém se v samotížné ohýbacím kroku a) vytvoří předvyrobená ohýbaná skleněná tabule (4), nesená na kloubové formě (10) pro samotížné ohýbání, a tato předvyrobená ohýbaná skleněná tabule (4) se v lisovém ohýbacím kroku b) podrobuje lisovému ohýbání, **v y z n a č e n ý t í m**, že lisový ohýbací krok b) se provádí ohýbáním předvyrobené ohýbané skleněné tabule (4) při okolní teplotě od 500 do 600 °C
- 30 do konečného ohýbaného tvaru pomocí horní formy (74) pro lisové ohýbání, která se spouští na horní povrch ohýbané skleněné tabule (4), a lisový ohýbací krok b) se provádí na podmínkách, kdy horní forma (74) pro lisové ohýbání má čistou hmotnost 50 až 150 kg.
- 35 18. Způsob podle nároku 17, **v y z n a č e n ý t í m**, že lisové ohýbání se provádí při okolní teplotě od 550 do 580 °C.
19. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **v y z n a č e n ý t í m**, že se lisové ohýbání provádí po dobu od 5 do 15 sekund.
- 40 20. Ohýbaný plošný skleněný dílec vyrobený způsobem podle kteréhokoli z nároků 1 až 19, mající maximální plošné tahové napětí menší než 7 MPa.

45

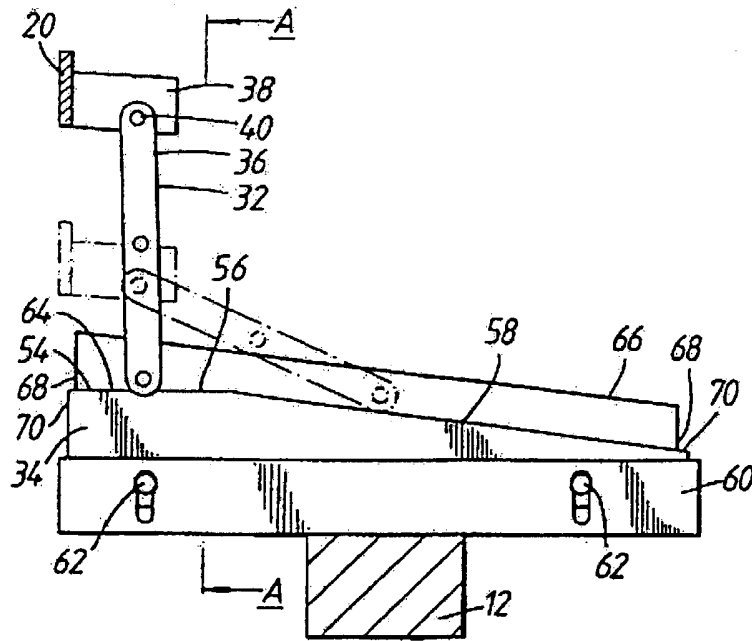
4 výkresy



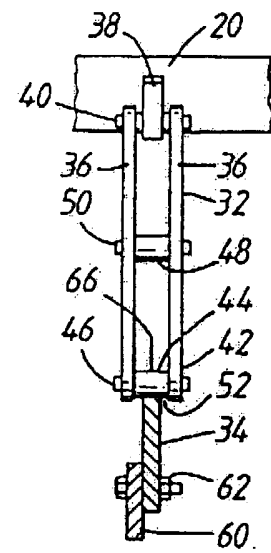
OBR. 1



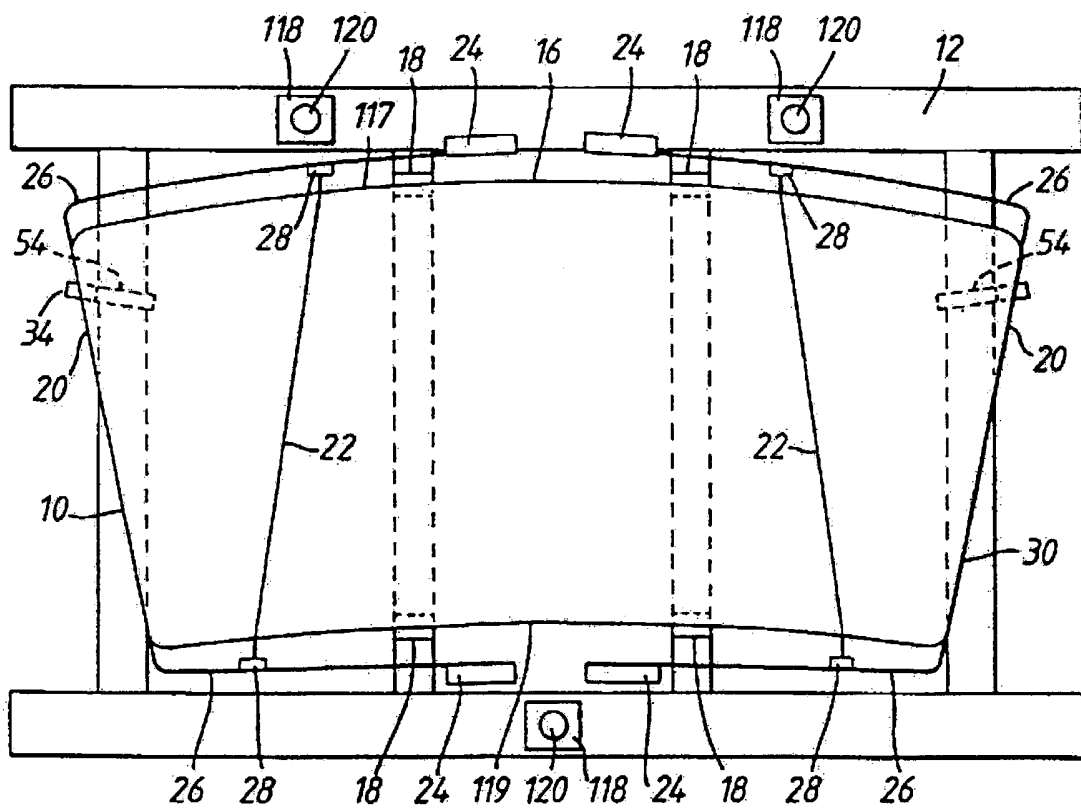
OBR. 7



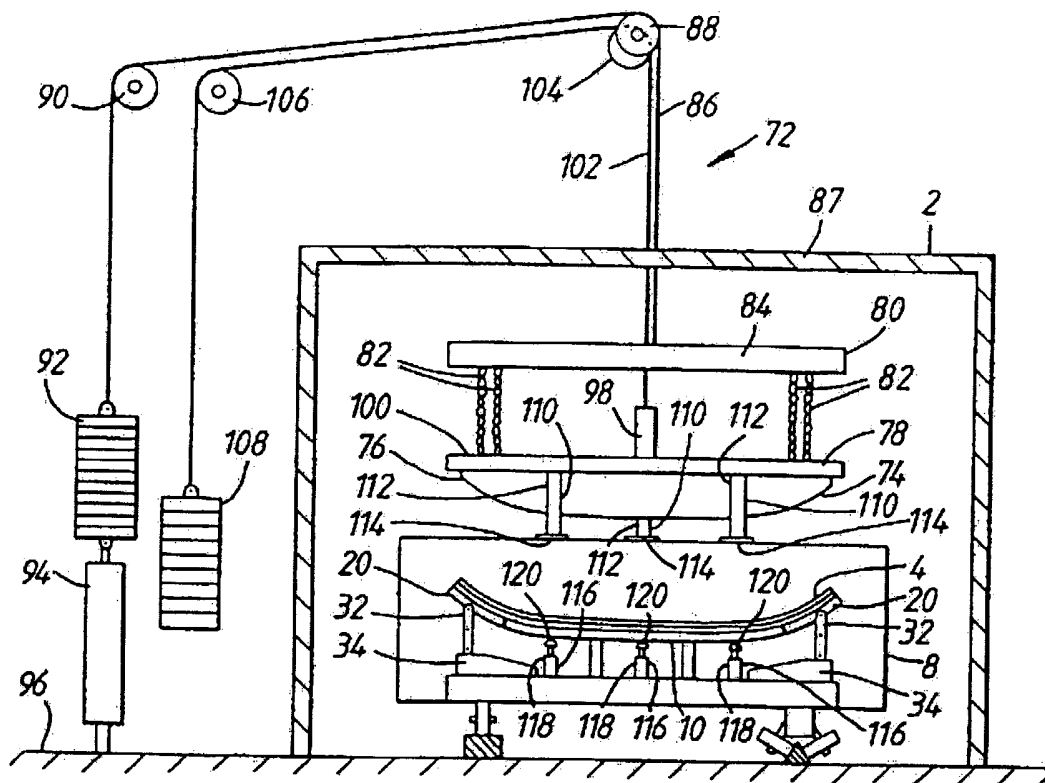
OBR. 2



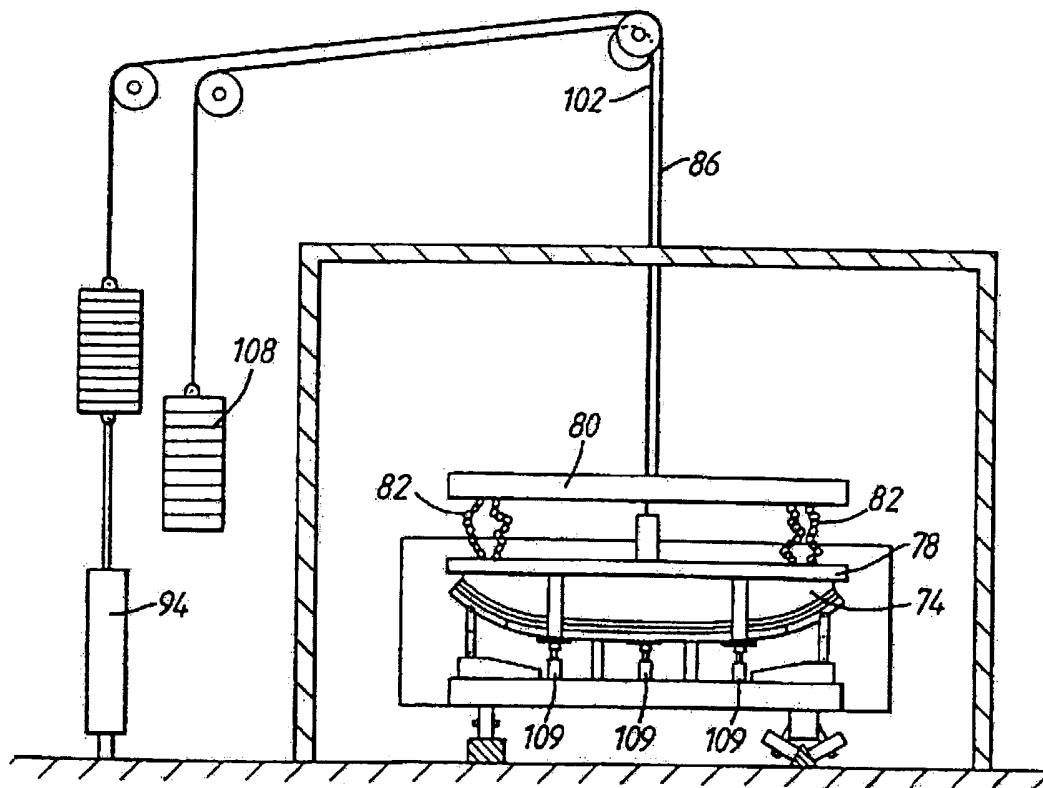
OBR. 3



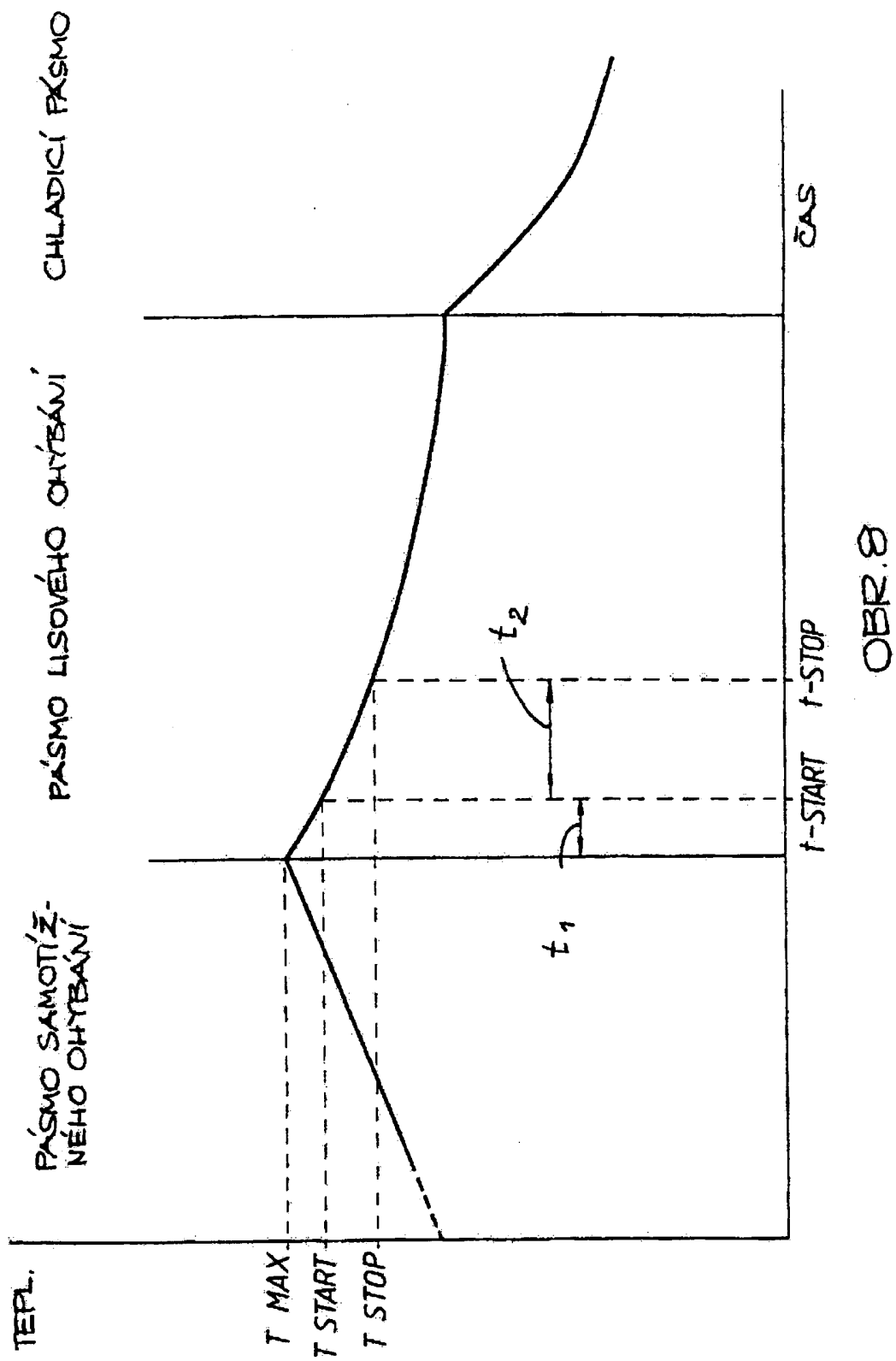
OBR. 4



OBR.5



OBR.6



Konec dokumentu