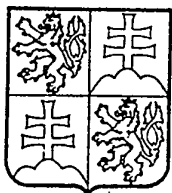


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

274 489

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl.⁵
C 03 B 23/025

(21) PV 7573-88.U
(22) Přihlášeno 18 11 88
(30) Právo přednosti od 20 11 87 FR
(87 16083)

(40) Zveřejněno 12 09 90
(45) Vydáno 30 09 92

(72) Autor vynálezu

LECOURT JEAN, PAŘÍŽ (FR),
LEGROS DESIRÉ, JEMEPPE (SAMBRE) (BE),
GRANVILLE ANDRÉ, AUVELAIS (BE)

(73) Majitel patentu

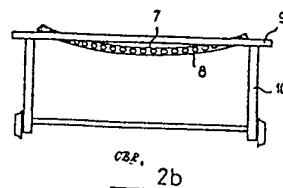
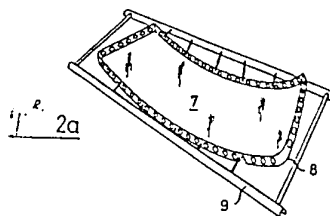
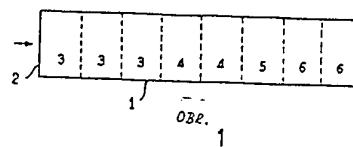
SAINT-GOBAIN VITRAGE, COURBEVOIE (FR)

(54)

Zařízení pro tepelné ohýbání skleněných
tabulí

(57) Zařízení pro tepelné ohýbání skleněných tabulí vlastní tíhou, zahrnující pec obsahující alespoň jednu předehřívací zónu, alespoň jednu ohýbací zónu a elektrické odpory zajišťující vyhřívání pece, jakož i mobilní vybavení pro nesení a transport skleněných tabulí pecí, je vyznačené tím, že součet užitečných tepelných kapacit vnitřních stěn každé zóny je nižší než tepelná kapacita mobilního vybavení včetně skleněné tabule, nacházejícího se v každé zóně.

CS 274489 B2



Vynález se týká zařízení pro tepelné ohýbání skleněných tabulí vlastní tíhou, zejména na za účelem výroby klenutých skel pro automobily.

Za účelem současného ohýbání skleněných tabulí, určených k následnému sestavení a slepení pomocí fólie z plastické hmoty za vzniku vrstveného bezpečnostního skla, se běžně používá tepelné ohýbání skla vlastní tíhou. Stejněho způsobu bylo rovněž použito pro ohýbání jednotlivých skleněných tabulí určených pro finální sestavu společně s jednou nebo několika fóliemi z plastické hmoty. Konečně stejného způsobu bylo použito i pro ohýbání jednotlivých skleněných tabulí určených pro následné tepelné tvrzení.

V průběhu ohýbání skleněných tabulí vlastní tíhou je plochá skleněná tabule (nebo ploché skleněné tabule), vyříznutá do požadovaného tvaru, uložena na plochu na vozíku, vyrobeném z materiálu, který bez deformace snáší vysoké teploty. Tímto materiálem může být například nerezavějící ocel. Vozík se pohybuje diskontinuálním způsobem skrz následně uspořádané zóny tunelové pece, přičemž postupně přechází z jedné zóny do druhé a setrvává v každé z těchto zón po určitou dobu, která je označována jako perioda cyklu. Při postupu pecí se teplota skleněné tabule postupně zvýší až na transformační teplotu, načež teplota skleněné tabule posléze přesáhne i tuto transformační teplotu. V důsledku toho se sklo deformuje účinkem vlastní tíhy, přičemž dolehne k povrchu pevné formy a přejme tak její tvar. Uvedená kovová forma může být sklopná za účelem usnadnění deformace skleněné tabule anebo může obsahovat zařízení, která se aktivně podílejí na uvedené deformaci, jak je to například popsáno v evropské patentové přihlášce EP 87 40 1344.

Pec, ve které se pohybují vozíky nesoucí skleněné tabule, obsahuje dva typy zón, ve kterých vozíky postupně setrvávají, přičemž každá z uvedených zón disponuje vlastní tepelnou regulací. Těmito zónami jsou v uvedeném pořadí: předehřívací zóny, ve kterých se skleněná tabule pokud možno co nejrychleji ohřeje, a ohýbací zóny, ve kterých dochází k ohnutí skleněné tabule a ve kterých musí být teplota skleněné tabulce velmi jemně nastavena v jednotlivých oblastech skleněné tabule, aby se skleněné tabuli umožnilo dosáhnout požadovaného tvaru formy.

V průběhu této fáze ohýbání skleněné tabule se do blízkosti skleněné tabule v různých vzdálenostech umístí vyhřívací prvky ve formě topných tyčí. Tímto způsobem, tzn. vhodnou volbou rozličných vzdáleností uvedených topných tyčí, lze odlišným režimem ohřívat jednotlivé oblasti skleněné tabule. Toto uspořádání umožňuje dosažení různých polomerů zakřivení skleněné tabule, jak je to například žádoucí v případě výroby předních skel automobilů, a jednak dosažení různých tvarů vyklenutí skleněných tabulí změnou vzdálenosti mezi topnými tyčemi a skleněnou tabulí, provedenou v průběhu přechodu od jednoho vozíku k vozíku následujícímu. Vysoká pružnost tohoto způsobu tudíž umožňuje jednoduchými prostředky postupně produkovat na stejném zařízení rozličné typy ohnutých skleněných tabulí.

Je zde však jedna podmínka, která musí být obligatorně splněna: teplota celé skleněné tabule při jejím vstupu do první ohýbací zóny musí odpovídat následujícímu zpracování. Jestliže je tato teplota příliš nízká, bude lokálně přivedená energie v průběhu ohýbání nedostatečná k dosažení požadovaných polomerů zakřivení. Jestliže bude naopak tato teplota příliš vysoká, bude nemožné, a to i v případě, že topné tyče budou od skleněné tabule vzdáleny co možná nejdéle, zabránit stékání skla do níže položených oblastí skleněné tabule.

Z výše uvedeného je zřejmé, jakým choulostivým problémem je dosažení adekvátní teploty skleněné tabule na výstupu z předehřívací zóny. V případě, kdy jsou postupně zpracovávány tabule identické, používá se k dosažení správné teploty skleněné tabule na konci předehřívací zóny pece, jejíž zóny jsou alespoň částečně vybaveny stěnami z těžko tavitelných materiálů, majícími vysokou tepelnou kapacitu, v důsledku čehož zůstává jejich teplota do značné míry stabilní. Protože doba pobytu každého vozíku v zóně je stále stejná (tj. perioda cyklu) a množství tepla dodané mobilnímu vybavení včetně skleněné desky je rovněž přibližně stejné, bude teplota dosažená na konci cyklu na výstupu ze zóny také

stejná. Jestliže je však žádoucí vyrábět v jedné a téže peci skleněné tabule různých tloušťek a hmotností, potom je i tepelná kapacita mobilního vybavení včetně skleněné tabule v jednotlivých případech různá. Tak například některá přední skla automobilů vrstveného typu mohou být tvořena sklem tloušťky 2 mm spojeným s druhým sklem tloušťky 1,5 mm, zatímco jiná vrstvená přední skla mohou být tvořena dvěma identickými skleněnými tabulemi o tloušťce 2,5 mm. I povrchy různých modelů skleněných tabulí jsou velmi rozdílné, přičemž hmotnost produkovaných předních skel se mění od 10 do 25 kg.

Jestliže se jedná o dlouhé série stejného typu předních automobilových skel, je pec stabilizována a je možné zvolit tepelné podmínky adaptované na každý typ skleněných tabulí. Nicméně, pro vozy vyráběné v malých sériích a navíc, v případě výroby několika verzí uvedených vozů, je nezbytné měnit výrobní cyklus za účelem výroby různých modelů skleněných tabulí. Stejně tak se může ukázat nezbytným okamžitě změnit výrobní program a zařadit do programu na poslední chvíli model skleněné tabule, který je odlišný od již naprogramovaného modelu.

Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že je nezbytné mít možnost bezprostředně adaptovat provozní podmínky pece na rozličné typy skleněných tabulí. Je nemožné modifikovat délku cyklu, neboť tato změna by současně nepříznivě zasáhla i ty vozíky, které se ještě nacházejí v peci a které ještě patří k předcházejícímu programu.

Obvykle navržená řešení pro regulaci ohřívání skleněných tabulí v peci jsou obecně míněna pro pece, ve kterých se zpracovávají identické skleněné tabule. V těchto pecích je například možné při přechodu od jedné série k sérii jiné modifikovat kadenci pece; rovněž je možné modifikovat teplotu předepsanou pro jednotlivé zóny pece anebo tepelný příkon dodaný jednotlivým zónám pece v okamžiku, kdy do příslušné zóny přichází skleněná tabule nové série. Tyto změny režimu pece je možné a výhodné provádět i s určitým časovým předstihem, což má za následek zkrácení reakční doby pece, tj. doby, během které pec reaguje na nastalé změny v typu zpracovávaných skleněných tabulí. Při takto voleném režimu pece se kontroluje obsah vozíku ještě před tím, než vstoupí do uvažované zóny. Tak se například zabráni vyvedení uvedené zóny z její tepelné rovnováhy v případě, že do zóny vstoupil vozík, který z náhodilých příčin nenese žádnou skleněnou tabuli. Tepelný příkon dodaný uvažované zóně se totiž sníží ještě před vstupem prázdného vozíku do zóny.

Jinak je tomu však v případě, kdy je nezbytné vyrábět ohnuté skleněné tabule rozličných typů a kdy není předem známo, v jakém pořadí budou po sobě jednotlivé typy skleněných tabulí následovat. Výše popsané způsoby regulace teplotního režimu pece mají v tomto případě příliš dlouhou reakční dobu, než aby mohly akceptovat výraznější a náhodilé změny hmotnosti skleněných tabulí, které postupně procházejí pecí. Zejména v případě, jejichž zóny mají stěny, které jsou částečně anebo zcela tvořeny cihlami ze žárovzdorného materiálu, se teplota v zónách nemůže dostatečně rychle přizpůsobit nově vzniklému stavu v případě, že lehké přední automobilové sklo následuje za relativně těžším předním automobilovým sklem. Druhé z uvedených skel bude systematicky příliš teplé. V obráceném případě tomu bude naopak, tzn. že následující těžší sklo nebude mít teplotu dostačující k jeho zpracování.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro tepelné ohýbání skleněných tabulí vlastní tíhou, zahrnující pec, obsahující alespoň jednu předeohřívací zónu, alespoň jednu ohýbací zónu a elektrické odpory zajišťující vyhřívání pece, jakož i mobilní vybavení pro nesení a transport skleněných tabulí pecí, jehož podstata spočívá v tom, že součet užitečných tepelných kapacit vnitřních stěn každé zóny je nižší než tepelná kapacita mobilního vybavení včetně skleněné tabule nacházejících se v každé zóně.

Vnitřní stěny pece jsou s výjimkou všech prvků plnicích mechanickou nebo elektrickou funkci vytvořeny z vláknitých izolačních materiálů.

Výhodně je nístěj pece zevnitř potažena vláknitým materiálem.

Mobilní vybavení nacházející se v peci je výhodně tvořeno vozíkem, obsahujícím vrchní část vozíku pro nesení skleněných tabulí, pohyblivě uspořádanou uvnitř pece, a spodní část vozíku, která je mechanicky spojena s vrchní částí vozíku podélným tuhým spojením a pohyblivě uspořádána vně pece pod touto pecí, přičemž podélné tuhé spojení je pohyblivě uspořádáno ve šterbině rozdělující nístěj pece na dvě části.

Vozík s výhodou obsahuje těsnicí prostředky pro utěsnění šterbiny, rozdělující nístěj na dvě části.

Podélné tuhé spojení má výhodně délku rovnou délce každé zóny, přičemž je klouzavě uloženo ve šterbině rozdělující nístěj pece na dvě části.

Podélné tuhé spojení je výhodně tvořeno stojkami pro zajištění tuhosti podélného tuhého spojení a obsahuje výplňové prvky z izolačních materiálů uspořádané tak, že vyplňují celý prostor šterbiny rozdělující nístěj pece na dvě části.

S výhodou je alespoň jedna ze dvou částí nístěje, uspořádaných po obou stranách šterbiny rozdělující nístěj pece na dvě části, vybavena posouvacími prostředky pro pohyb v horizontální rovině a ve směru kolmém k podélné ose uvedené šterbiny.

S výhodou mají obě části nístěje, uspořádané na obou stranách šterbiny rozdělující nístěj pece na dvě části, vnitřní plochy skloněné vzhledem k horizontální rovině, přičemž nejspodnější strany sklopených ploch sousedí s uvedenou šterbinou.

S výhodou jsou na vnitřních stěnách pece umístěny topné elektrické odpory.

Zařízení podle vynálezu s výhodou obsahuje také první uzávěrovou zónu, oddělující první předešlívací zónu od vnějšku pece.

Zařízení podle vynálezu s výhodou obsahuje také druhou uzávěrovou zónu, oddělující poslední ohýbací zónu od následující chladnější zóny.

Výraznou výhodou zařízení pro tepelné ohýbání skleněných tabulí podle vynálezu je to, že vzhledem k malé tepelné kapacitě vnitřních stěn jednotlivých zón pece je možné změnit teplotu v těchto zónách pouze malým tepelným příkonem. Praktickým dopadem této skutečnosti je krátká reakční doba pece. Pec je v tomto případě schopna rychlé změny teplotního režimu v odezvu na změnu typu zpracovávaných skleněných tabulí.

Užitečnou tepelnou kapacitou vnitřní stěny se zde rozumí tepelná kapacita tloušťky e stěny, která se účinně zúčastní cyklické tepelné výměny mezi stěnou a chladnější hmotou, která periodicky vstupuje do uvažované zóny. Tato tloušťka e se v milimetrech vy počte podle následujícího vzorce:

$$e = 600 \cdot \sqrt{\lambda \cdot c} ,$$

ve kterém λ znamená měrnou tepelnou vodivost materiálu stěny, vyjádřenou ve W/(m.K) a c znamená měrné teplot materiálu stěny, vyjádřené v J/(kg.K).

Mobilním vybavením zóny se rozumí mobilní vybavení zóny včetně skleněné tabule, kterou toto mobilní vybavení nese, nacházející se v uvažovaný časový úsek uvnitř zóny.

Z výše uvedeného je zřejmé, že řešení výše popsaného problému podle vynálezu spočívá v tom, že se omezí tepelná kapacita stěn každé zóny pece na hodnotu nižší, než je tepelná kapacita mobilního vybavení pece, tvořeného vozíkem včetně naložené skleněné tabule, a nacházejícího se v každé zóně pece. Uvažovaná tepelná kapacita se netýká celé tloušťky stěny, neboť na tepelné výměně se nezúčastní celá tloušťka stěny, přičemž část stěny, která se v tomto ohledu bere v úvahu, se omezuje pouze na tloušťku stěny e (uvedenou v milimetrech) rovnou $600 \cdot \sqrt{\lambda \cdot c}$, kde λ a c mají výše uvedené významy. Konkrétně se cíle dosáhne omezením nebo dokonce eliminací žárovzdorné hmoty (cihly, cement), tvořící

stěny jednotlivých zón pece. Kromě toho se fakultativně navrhuje regulovat přívod tepla do pece tím, že se udržuje konstantní teplota topných elektrických odporů, umístěných na vnitřních stěnách jednotlivých zón pece.

Za účelem zkrácení ohřívacího času a usnadnění uvedené regulace je důležité omezit na nejvyšší možnou míru tepelnou kapacitu mobilního vybavení cirkulujícího v peci. Cíle je dosaženo tím, že se uvnitř pece nechá cirkulovat pouze část uvedeného mobilního vybavení, přičemž část vozíku, která zajišťuje jeho transport a zahrnuje pojížděcí prostředky, se ponechá cirkulovat vně pece.

Omezení tepelné kapacity vnitřních stěn jednotlivých zón pece však činí tyto zóny choulolistivými vůči parazitním tepelným účinkům, zejména vůči cirkulaci chladného vzduchu. V zařízení podle vynálezu se proto navrhuje uspořádat mezi teplými a chladnými částmi pece, tj. mezi vnějškem pece a první předeřívací zónou a mezi poslední ohýbací zónou a následující chladnější zónou, průduchy. Výhodně se chladná část vozíku, která obsahuje pojížděcí prostředky, nachází pod pecí a je spojena s vrchní částí vozíku nesoucí skleněnou tabuli spojovacími prostředky, tvořenými podélným tuhým spojením a procházejícími podélnou štěrbinou provedenou v nížeji pece. Těsnost mezi vnitřkem a vnějškem pece s výhodou zajišťuje střední část vozíku, která vyplňuje celý prostor uvedené podélné štěrby v nížeji pece. Kromě toho se navrhuje, aby obě části nížeji pece, nacházející se na obou stranách podélné štěrby rozdělující nížeji pece na dvě části, byly pohyblivé směrem ven z pece.

Za účelem pokud možno co největšího omezení vnitřního prostoru pece se navrhuje vytvořit nížeji pece ze dvou částí umístěných na obou stranách od uvedené podélné štěrby, přičemž vnitřní stěny těchto dvou částí jsou skloněny vzhledem k horizontální rovině tak, aby boční stěny pece byly co nejnížší.

V následující části popisu bude zařízení podle vynálezu popsáno podrobněji s odkazy na výkresy, na kterých obr. 1 znázorňuje schematický půdorys jednotlivých zón tradiční pece pro ohýbání skleněných tabulí, obr. 2a znázorňuje v perspektivním zobrazení ohnutou skleněnou tabuli spočívající na kovové formě, obr. 2b znázorňuje v nárysu transportní vozík cirkulující v tradiční peci pro ohýbání skleněných tabulí a nesoucí kovovou formu, na které spočívá již ohnutá skleněná tabule, obr. 3 znázorňuje schematické uspořádání jednotlivých zón v peci podle vynálezu, obr. 4 znázorňuje vozík podle vynálezu, určený k cirkulaci v peci podle vynálezu pro ohýbání skleněných tabulí, obr. 5 znázorňuje v bočním pohledu transportní vozík podle vynálezu z obr. 4, přičemž vozík, na rozdíl od obr. 4 nese kovovou formu, na které spočívá ohnutá skleněná tabule, obr. 6 znázorňuje vnitřní strukturu podélného tuhého spojení transportního vozíku spojující vrchní část vozíku s kovovou formou se spodní částí vozíku s pojížděcími prostředky, obr. 7 znázorňuje příčný řez pecí podle vynálezu, přičemž v jedné ze zón pece se nachází transportní vozík s kovovou formou a na ní uspořádanou ohnutou skleněnou tabulí, obr. 8 znázorňuje příčný řez prázdnou zónou pece podle vynálezu, přičemž obě části nížeji pece jsou vysunuty směrem ven z pece.

Jakkoliv uvedený konkrétní příklad pece podle vynálezu zahrnuje tři předeřívací zóny a dvě ohýbací zóny, není nijak omezující a pec podle vynálezu může obsahovat libovolný počet jak předeřívacích, tak i ohýbacích zón.

Na obr. 1 je znázorněno rozdělení zón v tradiční peci pro ohřev a následné ohnutí dvou skleněných tabulí, určených k následnému spojení pomocí fólie z termoplastické hmoty za účelem získání bezpečnostního čelního automobilového skla. Pec 1 obsahuje tři předeřívací zóny 3, dvě ohýbací zóny 4 a jednu dmýchací zónu 5. Úkolem uvedené dmýchací zóny 5 je případně umožnit vytvoření oblasti s mírným předpětím v obvodové části čelního skla, což činí sklo po jeho ochlazení pevnějším. Toto mírné předpětí omezuje možnost rozbití skla mechanickým nárazem nebo expozicí teplem. Pec 1 rovněž obsahuje dvě chladicí zóny 6. Dvíčka 2, uspořádaná na vstupu do pece 1, omezují ztráty tepla konvekci.

Na obrázku 2a je znázorněna kovová forma 8, nesoucí skleněnou tabuli 7. Uvedená kovová forma 8 je držena tuhým rámem 9, který je zase nesen vozíkem 10. Funkce vozíku 10 spočívá v tom, že transportuje skleněné tabule 7 z jedné zóny pece 1 do druhé v průběhu jejich vyhřívání, ohýbání a ochlazování. Vozík 10 se pohybuje pomocí kol, vedených kolejnicemi uspořádanými v nížeji pece 1, a je poháněn mechanickými prostředky, jakými jsou například řetězy.

Na obr. 3 je v půdorysu znázorněno schematické uspořádání pece podle vynálezu. Pec 11, reprezentující příkladné provedení pece podle vynálezu, obsahuje tři předehřívací zóny 12 a dvě ohýbací zóny 13, dále obsahuje jednu dmýhací zónu 14 a dvě chladicí zóny 15. Úkolem chladicích zón 15 je ochladit skleněné tabule 7 na teplotu, při které je možné se skleněnými tabulemi 7 již manipulovat, aniž by přitom hrozilo nebezpečí, že se skleněné tabule 7 rozbijí. Výhodně je pec 11 rovněž vybavena dvěma průduchy, tvořenými první uzávěrovou zónou 16, uspořádanou před předehřívacími zónami 12 a vybavenou systémem dvou dvířek, která nejsou nikdy otevřena současně, čímž se zamezí proudění chladného vzduchu do první předehřívací zóny 12, a druhou uzávěrovou zónou 17, která je rovněž vybavena systémem dvou dvířek, která nejsou rovněž nikdy otevřena současně. Tato druhá uzávěrová zóna 17 slouží jako uzávěr mezi poslední ohýbací zónou 13, ve které je sklo nejteplejší, a následnou chladnější zónou, například dmýhací zónou 14, do které se vhání relativně chladný vzduch. Tím se zamezí vnikání chladného vzduchu, který by jinak mohl rušit teplotní režim pece 11 podle vynálezu s malou tepelnou kapacitou stěn.

Na obr. 4 je znázorněna výhodná forma vozíku podle vynálezu, který je tvořen spodní částí 19, vybavenou koly a určenou pro trvalé setrvání vně pece. Vrchní část 18 vozíku je tvořena kolébkou, která zůstává v teplé části pece.

Na obr. 5 je znázorněn jiný příklad vozíku podle vynálezu. Tento vozík nese tuhý rám 9, na kterém je fixována kovová forma 8 nesoucí skleněnou tabuli 7. Mezi spodní částí 19 vozíku a vrchní částí 18 vozíku se nachází tuhé spojení 20, které je pokud možno co nejtenčí a které má délku prakticky rovnou délce jednotlivých zón pece 11. Toto tuhé spojení 20 slouží k ucpání volného průchodu v nížejší stěně pece 11 a je tvořeno dvěma částmi: stojkami 21 a výplňovým prvkem 22 z izolačního materiálu. Jedna z možných forem tuhé spojení 20 je znázorněna na obr. 6. Horní a spodní část tuhé spojení 20 je tvořena dvěma plechovými kryty 23, které rámuji dvě silné vláknité desky 24, přičemž prostor vymezený plechovými kryty 23 s vláknitými deskami 24 je vyplněn izolačním materiálem 25, tvořeným například keramickými vlákny z oxidu hlinitého o hustotě 100 kg/m^3 .

Obr. 7 znázorňuje příčný řez pecí podle vynálezu, vedený předehřívací zónou 12, ve které cirkuluje vrchní část 18 transportního vozíku. Klenba 26 a boční stěny 27 jsou drženy neznázorněnou konstrukcí. Klenba 26 i boční stěny 27 mají kovovou vnější kostru, která není znázorněna a ke které jsou fixovány plechy 28, které tvoří vnější plášť předehřívací zóny 12. Uvedené plechy 28 nesou izolační materiály.

Výhodně je stěna předehřívací zóny 12 směrem od vnějšku k vnitřku tvořena 200 mm horninové vlny 29 o hustotě 110 kg/m^3 a 50 mm keramických vláken (například z křemičitanu hlinitého) o hustotě 100 kg/m^3 , tvořících vnitřní stěny 30 předehřívací zóny 12. Tato izolační keramická vlákna jsou na stěnách předehřívací zóny 12 fixována tradičními prostředky, tj. kovovými drátky a destičkami. Materiál uvedených stěn a zejména jejich povrchové vrstvy se zvolí tak, aby jejich užitečná tepelná inertnost odpovídala dané situaci. Užitečnou tepelnou inertností se zde rozumí tepelná inertnost pouze té části tloušťky stěny, která se účinně zúčastní cyklické tepelné výměny mezi ní a chladnější hmotou, která periodicky vstupuje do uvažované zóny. Pojem tepelná inertnost stěny zóny zde označuje snadnost, popřípadě obtížnost, s jakou lze změnit teplotu povrchu stěny v dané zóně pece. Tepelná inertnost je závislá na tepelné kapacitě a měrné tepelné vodivosti materiálu stěny dané zóny pece. Materiály s velkou tepelnou inertností mají i velkou tepelnou kapacitu a naopak.

Za účelem stanovení uvedené tloušťky stěny, která se účinně zúčastňuje uvedené tepelné výměny, byly provedeny výpočty Schmidtovou metodou objasněnou v publikaci "Les fours industriels" autora W. Trinks-e (John Wiley and Sons, New York). Byl uvažován příklad stěny homogenně vyhřáté na teplotu 500 °C, která byla potom náhle ponořena do média o teplotě 100 °C, přičemž bylo zjištěno, že povrchová teplota této stěny se velmi rychle stabilizuje (v podstatě v čase kratším než jedna minuta) a že tloušťka materiálu stěny, které se tepelná výměna týká, zůstává po v podstatě stejnou dobu omezena na určitou hodnotu. Tloušťkou materiálu stěny, účastnící se uvedené tepelné výměny, je tloušťka, ve které v důsledku styku s prostředím majícím jinou teplotu, došlo ke změně teploty, přičemž ve zbývajících částech tloušťky stěny se teplota nezměnila. Ta část tloušťky stěny, jejíž teplota se nezměnila, se tedy tepelné výměny nezúčastnila.

Pro výše popsanou stěnu činí tloušťka zúčastňující se tepelné výměny na konci první minuty 36 mm, přičemž počítá s měrnou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,13 \text{ W/(m.K)}$ a měrným teplem $c = 1044 \text{ J/(kg.K)}$. Pro stěnu z žárovzborných cihel z hlinitokřemičitanového materiálu činí tato tloušťka pouze 19 mm /měrná tepelná vodivost $\lambda = 0,95 \text{ W/(m.K)}$, měrné teploty $c = 970 \text{ J/(kg.K)}$ /. Pro informaci lze uvést, že přitom dochází k následujícím ztrátám tepla stěnou: v případě vláknité stěny dochází ke ztrátě $165\,600 \text{ J/m}^2$, zatímco v případě stěny z žárovzborných cihel uvedená ztráta činí $143\,000 \text{ J/m}^2$.

Ukázalo se tedy nezbytným omezit tloušťku stěny branou v úvahu pro výpočet tepelné kapacity na hodnotu, která závisí na tepelných vlastnostech materiálu stěny. Pro definování uvedené tloušťky, kterou je třeba brát v úvahu, se ukázala jako nejvhodnější hodnota e (v milimetrech) = $600 \cdot \sqrt{\lambda} \cdot c$. Pro vláknitou stěnu tato tloušťka činí 50 mm, zatímco u stěny ze žárovzborných cihel vychází uvedená tloušťka přesně 19 mm.

Na obr. 7 jsou topné elektrické odpory 31, ke kterým má volný přístup okolní vzduch a které jsou připevněny k povrchu keramických vláken vnitřní stěny 30. Ve znázorněném příkladném provedení je nístěj 32 vytvořena ze dvou částí, které jsou pohyblivé pomocí posouvacích prostředků 33. V normální poloze, kdy jsou obě části nístěje 32 přisunuty k sobě, je štěrbina 34 téměř zcela vyplněna tuhým spojením 20, které spojuje chladnou a teplou část transportního vozíku. Stěny nístěje 32 jsou vytvořeny ze stejných materiálů jako ostatní stěny předehřívací zóny 12, přičemž i na stěnách nístěje 32 jsou uspořádány elektrické odpory 31.

Obr. 8 znázorňuje pec s nístějí 32. Když se obě části nístěje 32, nacházející se na obou stranách podélné štěrby 34, posunou směrem ven z pece 11 na svých posouvacích prostředcích 33, dojde v důsledku sklonění obou částí nístěje 32 vůči horizontální rovině k oddálení obou těchto částí nístěje 32 od bočních stěn 27 pece 11, přičemž takto uvolněný přístup umožňuje snadný vstup do vnitřku pece 11 za účelem údržby pece 11 a odstranění skleněných stěpů v případě robití zpracovávané skleněné tabule.

Příklad

Příklad se vztahuje k peci konvenčního typu, znázorněné na obr. 1. Tato pec je zde označena jako pec A. Předehřívací zóny 3 této pece mají následující vnitřní rozměry: klenba: 2,10 m x 1,25 m, boční stěny: 1,25 m x 0,90 m, nístěj: 2,10 m x 1,25 m.

Předpokládáme, že klenba a boční stěny budou identické s klenbou a bočními stěnami pece podle vynálezu:

50 mm keramických vláken uvnitř a potom

200 mm horninové vlny.

Pokud jde o nístěj, je tvořena hlinitokřemičitanovými žárovzbornými cihlami o tloušťce 80 mm. V nístěji jsou uloženy dvě železné kolejnice o průřezu 50 mm x 20 mm. Vozík cirkulující v peci A je vyroben z nerezavějící oceli a má hmotnost 50 kg. Pec B podle vynálezu je analogická s pecí znázorněnou na obr. 3. Její předehřívací zóny jsou analogické se zó-

nou na obr. 7, přičemž jejich vnitřní rozměry činí: délka: 1,25 m, šířka: 2,10 m, výška: 0,55 m.

Vozík cirkulující v peci B má vrchní část o hmotnosti 25 kg. Jak v peci A, tak i v peci B mají nosič kovové formy a kovová forma z nerezavějící ocele celkovou hmotnost 15 kg. Rovněž se předpokládá, že i skleněné tabule jsou v obou případech stejné a že mají hmotnost 15 kg. Následující tabulka 1 shrnuje výpočty užitečných tepelných kapacit obou uvedených pecí.

Tabulka 1

	λ	c	e	S ⁺	P ⁺	Ekvival. hmotnost	Užitečná tepelná kapacita
	W/(m.K)	J/(kg.K)	mm	m ²	kg/m ³	kg	10 ³ .J/K
<u>Pec A:</u> klenba	0,13	1 044	50	2,625	91	11,9	12,46
boční stěny	0,13	1 044	50	2,250	91	10,2	10,69
nístěj	0,95	972	19	2,625	3.10 ³	149,6	145,44
kolej- nice	-	612	(2,5-10 ⁻³ m ³)		7,7-10 ³	19,3	11,77
Celkem pec A	-	-	-	-	-	-	180,36
<u>Pec B:</u> klenba	0,13	1 044	50	2,625	91	11,9	12,46
boční stěny	0,13	1 044	50	1,375	91	6,3	6,52
nístěj	0,13	1 044	50	2,625	91	11,9	12,46
Celkem pec B	-	-	-	-	-	-	31,46

- +) S = povrch uvažované plochy
P = hustota materiálu stěny

Pokud jde o mobilní vybavení pecí, jsou obě pece A a B srovnány v tomto ohledu v následující tabulce 2.

Tabulka 2

	Hmotnost kg	c J/(kg.K)	Tepelná kapacita $10^3 \cdot \text{J/K}$
Pec A: vozík	50	612	30,60
kovová forma	15	612	9,18
sklen.tabule	15	1 044	15,66
Celkem pec A	-	-	55,44
Pec B: vozík	25	612	15,30
kovová forma	15	612	9,18
sklen.tabule	15	1 044	15,66
Celkem pec B	-	-	40,14

Z výše uvedených tabulek 1 a 2 je zřejmé, že pec B podle vynálezu má nižší užitečnou tepelnou kapacitu ($31,46 \cdot 10^3 \text{ J/K}$), než je užitečná tepelná kapacita jejího mobilního vybavení ($40,14 \cdot 10^3 \text{ J/K}$). Na rozdíl od toho má tradiční pec A užitečnou tepelnou kapacitu ($180,36 \cdot 10^3 \text{ J/K}$), která je podstatně vyšší než skutečná tepelná kapacita jejího mobilního vybavení ($55,44 \cdot 10^3 \text{ J/K}$) a také vyšší než užitečná tepelná kapacita pece B podle vynálezu.

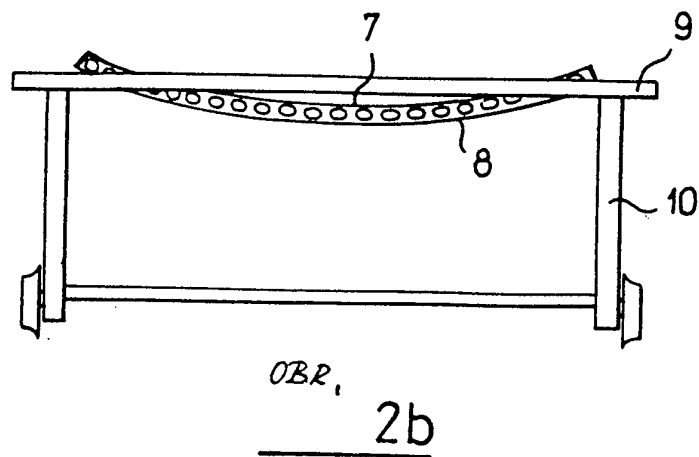
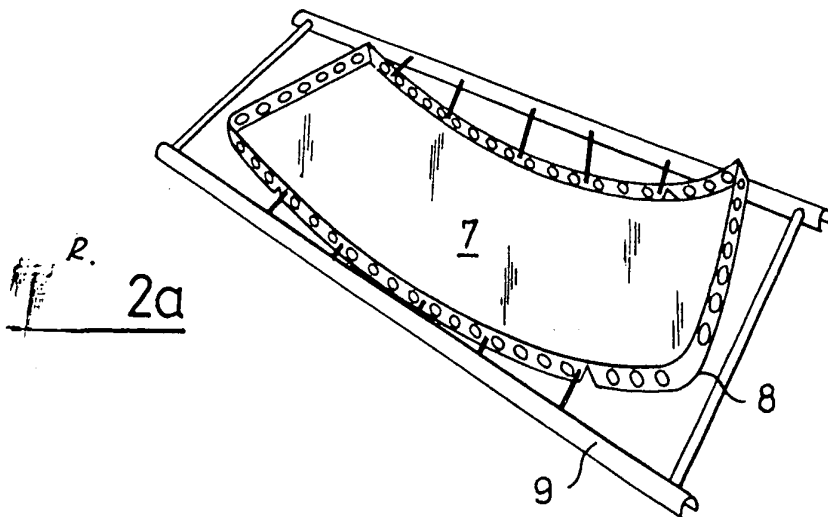
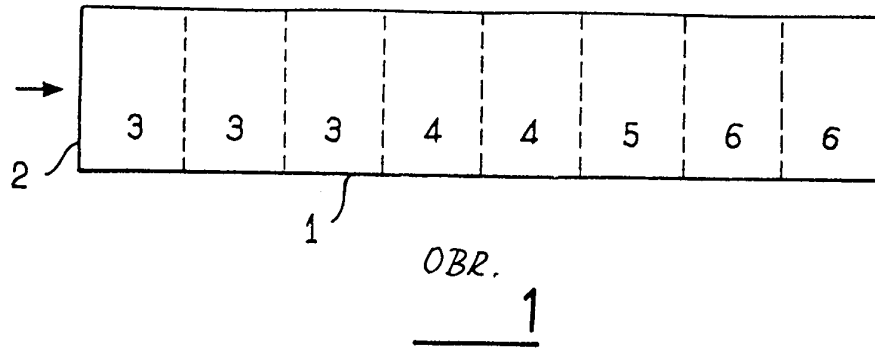
Pokud se respektují podmínky dané vynálezem, v případě pece B bude možné modifikovat rozměry a tedy hmotnost a tepelnou kapacitu skla, aniž by byly narušeny tepelné podmínky pece.

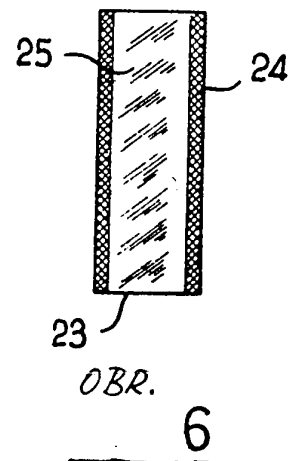
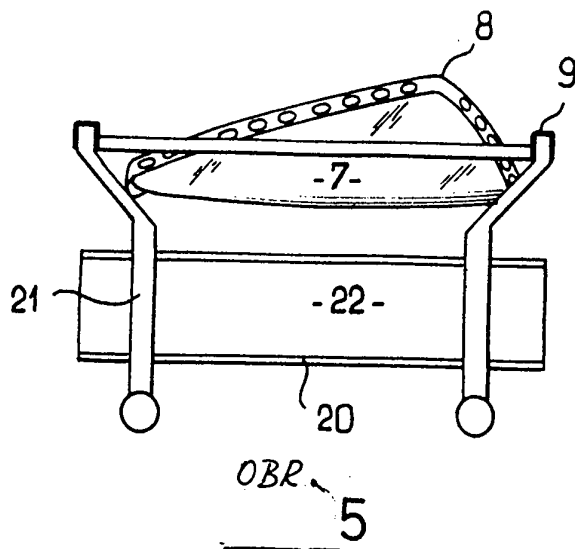
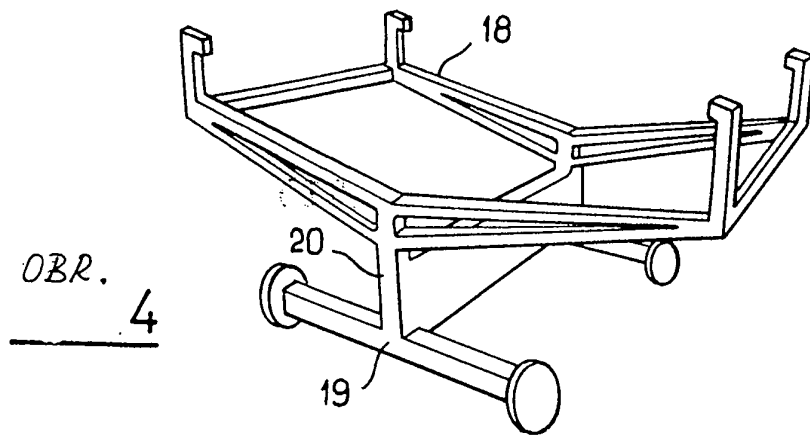
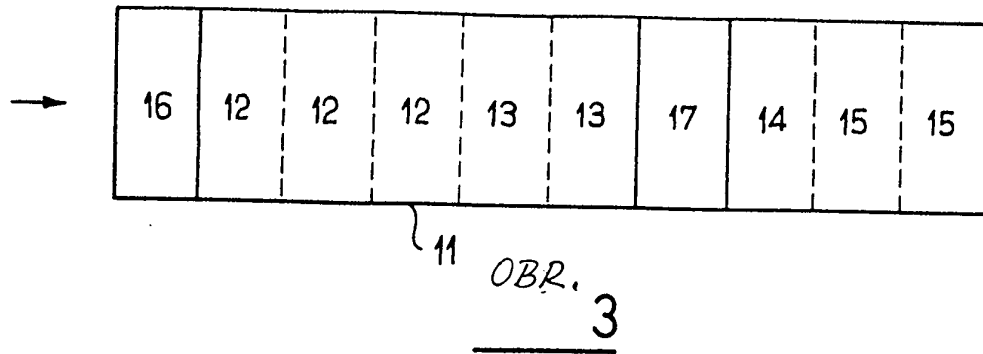
Předpokládejme, že sklo bude mít nyní hmotnost 20 kg (namísto dřívějších 15 kg, uvedených ve výše zmíněném příkladu). Tepelná kapacita skla, tedy i množství tepla, které je nezbytné dodat studené hmotě, se zvýší o $5 \times 1\,044 = 5,22 \cdot 10^3 \text{ J/K}$, což činí zvýšení o 13 %. Teplota topných elektrických odporů bude bezprostředně modifikována a okamžitě vzroste množství elektrické energie přivedené pro jejich ohřátí.

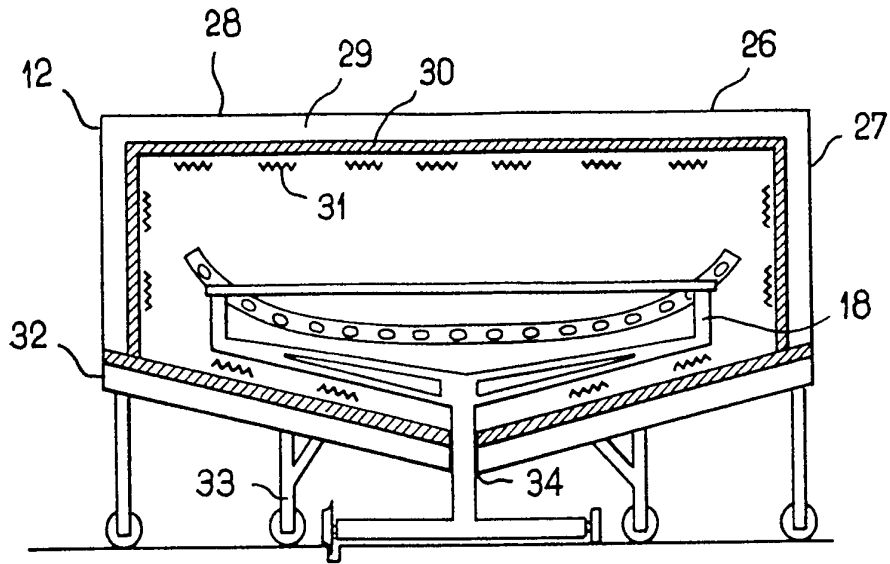
Naopak v peci A, která je tradičním typem pece, tvoří žárovzdorná hmota, která má velkou tepelnou kapacitu a je schopna zpočátku sama vyrovnat nezbytnou dodávku tepla, prostředek, který na uvedenou regulaci působí tlumivě, takže tato regulace není schopna rychle reagovat na změnu chladné přiváděné hmoty, což má za následek výkyvy, tedy i nestabilitu tepelných podmínek. Důsledkem toho může být skutečnost, že sklo na výstupu z předehřívací zóny nemá odpovídající teplotu pro následující ohýbací operaci.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

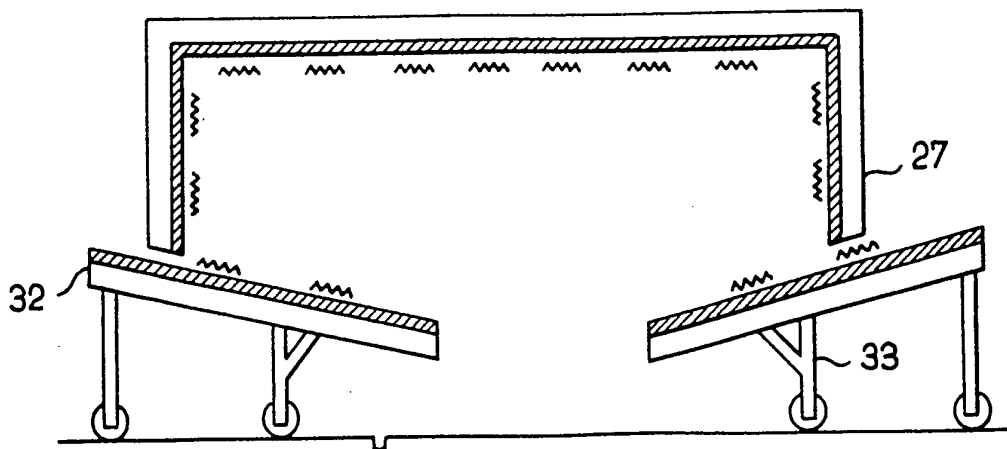
1. Zařízení pro tepelné ohýbání sleněných tabulí vlastní tíhou, zahrnující pec obsahující alespoň jednu předehtřivací zónu, alespoň jednu ohýbací zónu a elektrické odpory zajišťující vyhřívání pece, jakož i mobilní vybavení pro nesení a transport skleněných tabulí pecí, vyznačené tím, že součet užitečných tepelných kapacit vnitřních stěn každé zóny je nižší než tepelná kapacita mobilního vybavení včetně skleněné tabule, nacházejícího se v každé zóně.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že vnitřní stěny (30) pece (11) jsou, s výjimkou všech prvků plnicích mechanickou nebo elektrickou funkcí, vytvořeny z vláknitých izolačních materiálů.
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že nístěj (32) pece (11) je zevnitř potažena vláknitým materiálem.
4. Zařízení podle bodů 1 až 3, vyznačené tím, že mobilní vybavení nacházející se v peci (11) je tvořeno vozíkem, zahrnujícím vrchní část (18) vozíku pro nesení skleněných tabulí, pohyblivě uspořádanou uvnitř pece (11), a spodní část (19) vozíku, která je mechanicky spojena s vrchní částí (18) vozíku podélným tuhým spojením (20) a pohyblivě uspořádána vně pece (11) pod touto pecí (11), přičemž podélné tuhé spojení (20) je pohyblivě uspořádáno ve štěrbině (34), rozdělující nístěj (32) pece (11) na dvě části.
5. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že vozík obsahuje těsnicí prostředky pro utěsnění štěrbin (34) nístěje (32) pece (11).
6. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že podélné tuhé spojení (20) má délku rovnou délce každé zóny, přičemž je klouzavě uloženo ve štěrbině (34) nístěje (32) pece (11).
7. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že podélné tuhé spojení (20) je tvořeno stojkami (21) pro zajištění tuhosti podélného tuhé spojení (20) a obsahuje výplňové prvky (22) z izolačních materiálů uspořádané tak, že vyplňují celý prostor štěrbin (34).
8. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že alespoň jedna ze dvou částí nístěje (32), uspořádaných po obou stranách štěrbin (34), je vybavena posouvacími prostředky (33) pro pohyb v horizontální rovině a ve směru kolmém k podélné ose štěrbin (34).
9. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že obě části nístěje (32), uspořádané na obou stranách štěrbin (34), mají vnitřní plochy skloněné vzhledem k horizontální rovině, přičemž nejspodnější strany těchto skloněných ploch sousedí s uvedenou štěrbinou (34).
10. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že elektrické odpory (31) jsou umístěny na vnitřních stěnách pece (11).
11. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že první předehtřivací zóna (12) je od vnější pece (11) oddělena první uzávěrovou zónou (16).
12. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že poslední ohýbací zóna (13) je od následující chladnější zóny oddělena druhou uzávěrovou zónou (17).







OBR. 7



OBR. 8