



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 020

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 11 05 76

(21) PV 3164 76

(32) (31) (33) Právo přednosti
od 12 05 75 /WP C 03 c/185 943/
Německá demokratická republika

(51) Int. Cl.³ C 03 C 27/12
// B 32 B 17/06

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 01 06 84

(75)

Autor vynálezu EIFERT HELMUT dipl.ing.dr., SUHL,
HEYM VOLKER dipl.ing., ILMENAU,
BRESACK GÜNTER dipl.ing., JENA (NDR)

(54) Vrstvené těleso ze skla a způsob výroby tohoto tělesa

Vrstvené těleso ze skla, sestávající z tlustší jádrové části a s ní stavené přilehlé tenčí vrstvy, jež má nižší teplotní roztažnost a jádrovou část zcela obklopuje, vyznačené tím, že má mezi okrajovou vrstvou s nižší teplotní roztažností a jádrovou částí s vyšší teplotní roztažností vrstvu, v níž se vyskytuje odstupňování koncentrace jednotlivých složek skla snížení teplotní roztažnosti pod $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.

Způsob výroby tohoto vrstveného tělesa ze skla se vyznačuje tím, že se vrstvené těleso po spojení svých vrstev dohromady udržuje ještě krátkodobě na teplotě jejich tvoření. Navíc ještě se může zpracovávat tepelně při teplotě, jež se nachází pod teplotou měknutí vrstvy měknoucí při vyšší teplotě nebo se provádějí oba způsoby po sobě.

Vynález se týká vrstveného tělesa ze skla, jež sestává z tlustší jádrové části a s ní slité, přilehlé tenčí vrstvy, jež má nižší teplotní roztažnost a jádrovou část zcela obklopuje.

Vynález se také týká způsobu výroby tohoto tělesa.

Je známo, že se dá mechanická pevnost skleněných těles zvyšovat opláštěním ze skla s nižší teplotní roztažností.

Již roku 1891 postavil Otto Schott v tehdejší německé říšské patentu č. 61 573 pod ochranu způsob výroby vícevrstevných skleněných předmětů s tahově napnutou vnitřní vrstvou a tlakově napnutou plášťovou vrstvou, a vymezil vztahy mezi součiniteli roztažnosti a tloušťkou skleněných vrstev. Podle toho se musí vrstvě s nižší tepelnou roztažností dostávat poměrně malé tloušťky, jež nemá překračovat jednu patnáctinu až jednu desetinu celkové tloušťky, jestliže teplotní roztažnost jádrové vrstvy přesahuje o polovinu teplotní roztažnost vrstvy plášťové.

Tyto poznatky byly potom dále rozšířeny v tom smyslu, že u takovýchto vrstvených skel vykazuje jádrová vrstva teplotu měknutí o něco nižší, než je teplota měknutí u vrstev plášťových. Od roku 1968 podávala firma Corning Glass Works v USA ve vzrůstající míře přihlášky vynálezů, týkající se vícevrstevných těles, jak vyplývá například ze spisů DE-OS č. 1 926 824 a č. 2 142 600. Ve spisu DE-OS č. 1 926 824 jsou předmětně zvýrazněny dosavadní poznatky ve smyslu rozdílu teplotní roztažnosti vrstev, poměrných tlouštěk vrstev, jakož i poměrů jejich viskozit při teplotě jejich tvoření a jsou uváděna vhodná základní skla. Tak například podle spisu DE-OS č. 1 926 824 má rozdíl teplotní roztažnosti mezi tlakově napnutou plášťovou vrstvou a tahově napnutou jádrovou vrstvou činit při použití skel alespoň $15 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Pro jádrovou část jsou udávány teplotní roztažnosti od 60 do $110 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ a pro plášťovou část mezi 30 až $80 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Celkový poměr tlouštěk mezi tlakově a tahově napnutými vrstvami se má nacházet mezi 1:10 a 1:30. Konečně má být dodržován při teplotě tvoření mezi jádrovou a plášťovou vrstvou poměr viskozity od 1:1 do 6:1.

Podle spisu DE-OS č. 2 142 600 má naproti tomu za účelem zabránění povrchovým znetvořením při teplotě tvoření vrstev poměr viskozity mezi jádrovou a plášťovou vrstvou činit 1:1 až 1:6.

Veškerá tímto způsobem vyrobená vrstvená tělesa mají však dva podstatné nedostatky. Za prvé vykazují tato tělesa z vícevrstvého skla nepředvídané jevy lomu a za druhé odprýskávají od jádrového skla příliš tlusté povrchové vrstvy. Prvně jmenovaný nedostatek lze však podle spisu DE-OS č. 2 032 255 odstranit, jestliže se napětí, vyskytující se v tělesech z vícevrstvého skla a vyvozovaná z rozdílu teplotní roztažnosti jednotlivých vrstev, překrývají profilem napětí s menším stupněm účinnosti a větší hloubkou, vytvářeným přidavně prostřednictvím tepelného tvrzení. Takovéto překrývání dvou profilů napětí je však vázáno na používání přidavného technologického postupu při teplotním tvrzení a k tomu ještě má tu nevýhodu, že takovýmto vytvářením napětí se dají zvládat povrchové vrstvy jenom do určité míry, zatímco povrchové vrstvy s větší tloušťkou z jádrového skla odprýskávají.

Účelem vynálezu je zabránit nepředvídaným jevům lomu na předmětech z vícevrstvého skla bez vytváření profilu z vysokého tlakového napětí s menší hloubkou a nižšího tlakového napě-

tí s větší hloubkou, a umožnit další zvětšení tloušťky tlakově napnutých plášťových vrstev.

Úkolem vynálezu je vyvinout těleso z vícevrstvého skla, jakož i způsob jeho výroby, u něhož je spojení mezi vrstvami s rozdílnou teplotní roztažností vytvořeno tak, aby se tím zabránilo nepředvídaným jevům lomu a umožňovalo zvětšení tloušťky povrchových vrstev.

Úkol se řeší vrstveným tělesem ze skla podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že má mezi okrajovou vrstvou s nižší teplotní roztažností a jádrovou částí s vyšší teplotní roztažností vrstvu, v níž se vyskytuje odstupňováním koncentrace jednotlivých složek skla snížení teplotní roztažnosti pod $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.

Úkol se také řeší způsobem výroby tělesa podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se vrstvené těleso ze skla po spojení svých vrstev dohromady udržuje ještě krátkodobě na teplotě jejich tvoření.

Vrstvená tělesa ze skla podle vynálezu vykazují oproti srovnatelným dosud vyráběným tělesům větší mechanickou pevnost a lepší lomové vlastnosti.

Vynález bude nyní blíže objasněn s uvedením několika příkladů jeho provedení.

Lom vrstveného tělesa ze skla je způsobován v podstatě buďto odprýskáváním tlakově napnuté povrchové vrstvy a s tím spojeným odkrývání lomem ohrožené, tahově napnuté jádrové vrstvy, nebo jevy lomu na základě dodatečného šíření trhlin vyskytujících se již anebo vznikajících v povrchu skla. Jak k odprýskávání tlakově napnuté povrchové vrstvy, tak i k uvedeným jevům lomu dochází tedy v prokazatelné míře vlivem vysokého gradientu napětí při přechodu z vrstvy s nižší teplotní roztažností na vrstvu s vyšší teplotní roztažností, nebo obráceně.

V případě odprýskávání povrchové vrstvy vede vysoký gradient napětí ke stříhovému napětí v přechodovém pásmu mezi dvěma vrstvami, jež přesahuje pevnost ve stříhu u materiálu vrstveného tělesa. U lomových jevů vede naproti tomu vysoké, avšak pod pevností ve stříhu se nacházející stříhové napětí v přechodovém pásmu mezi dvěma vrstvami k okamžitému lomu, jestliže rozšiřující se trhlina dosáhne uvedeného přechodového pásma.

Jestliže však dosáhne stříhové napětí určité menší hodnoty, což je kritické stříhové napětí, nebude se již trhlina, rozšiřující se až do přechodového pásma, vlivem stříhového napětí dále rozšiřovat. Se zřetelem k tomu, že toto kritické stříhové napětí je na druhé straně v každém případě také menší než pevnost ve stříhu materiálu, nevznikají proto při tomto kritickém stříhovém napětí a při menších stříhových napětích jevy lomu, ani nedochází k odprýskání povrchové vrstvy na tělese.

Jestliže jde o vrstvené těleso, jehož okrajové vrstvy jsou tlusté do 1 mm a u nichž se vyskytuje celkový poměr okrajových vrstev k jádrové vrstvě pod 1:3, zvyšuje se stříhové napětí v přechodovém pásmu dvou spolu stavených vrstev v podstatě se stoupajícím rozdílem teplotní roztažnosti obou vrstev, se stoupajícím rozdílem mezi teplotou uvolnění vrstvy s nejnižší teplotou uvolnění a mezi provozní teplotou vrstveného tělesa, jakož i se stoupající tloušťkou tenčí okrajové vrstvy.

U stejných, rozdílově malých objemových složek přechodového pásma roste tedy při stále stejném rozdílu mezi teplotou uvolnění vrstvy s nižší teplotou uvolnění a provozní teplotou vrstveného tělesa, jakož i stále stejné tloušťce tenčí okrajové vrstvy stříhové napětí na rozdílově malé objemové složce se stoupajícím rozdílem teplotní roztažnosti na této objemové

složce. Jestliže je přitom stříhové napětí na objemové složce přechodového pásma větší než kritické stříhové napětí, dochází na vrstveném tělese k jevům lomu nebo i k odprýskávání povrchové vrstvy.

Rozptylem skleněných složek v přechodovém pásmu šíří se toto při patřičném tepelném zpracování od jedné vrstvy ke druhé. S přibývajícím rozšiřováním přechodového pásma zmenšuje se proto největší stříhové napětí na těchto objemových složkách, jestliže rozdíl mezi teplotou uvolnění vrstvy s nejmenší teplotou uvolnění a provozní teplotou vrstveného tělesa, tloušťka tenčí okrajové vrstvy, jakož i rozdíl tepelné roztažnosti vrstev zůstávají stálé.

Se zřetelem k tomu, že na základě příznačného rysu rozptylu není změna skleněných složek, a tím i změna teplotní roztažnosti mezi sousedními místy přechodového pásma na všech jeho místech stejná, je pro stanovení stříhového napětí, dosažitelného v největší míře na rozdílově malé objemové složce, rozhodující jediné ta objemová složka, na níž se vyskytuje největší rozdíl teplotní roztažnosti na jednotku délky, dokud tloušťka tenčí okrajové vrstvy a rozdíl mezi teplotou uvolnění vrstvy s nejmenší teplotou uvolnění a provozní teplotou vrstveného tělesa zůstávají stálé.

Se zřetelem k tomu, že při stavování určitých dvou skel zůstává rozdíl mezi teplotou uvolnění vrstvy s nejmenší teplotou uvolnění a provozní teplotou vrstveného tělesa stálý, stanoví se největší možné stříhové napětí na malé objemové složce přechodového pásma tloušťkou tenčí okrajové vrstvy a největší změnou teplotní roztažnosti na délku jednotky přechodového pásma. Tím se tedy naskytá pro každou danou tloušťku tenčí okrajové vrstvy přesná hodnota pro změnu tepelné roztažnosti na mikrometr v přechodovém pásmu dvou spolu stavených vrstev, jež vede ke kritickému stříhovému napětí. Aby se toto kritické stříhové napětí na druhé straně nepřekračovalo, musí podle toho se stoupající tloušťkou tenčí okrajové vrstvy klesnout nejvýše přípustná změna teplotní roztažnosti na mikrometr v přechodovém pásmu. U vrstveného tělesa ze skla, jež sestává z tlustší jádrové části s vysokou teplotní roztažností a ze s ní stavené přilehlé tenčí vrstvy s nižší teplotní roztažností, obklopující úplně jádrovou část, a u něhož se pohybuje poměr tlouštěk jádrové části k celkové tloušťce tlakově napnutých přilehlých vrstev mezi 3:1 a 30:1 a právě tak se vyskytuje mezi jádrovou vrstvou a vrstvou přilehlou alespoň rozdíl teplotní roztažnosti $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, je při tloušťce vnější přilehlé vrstvy $30 \text{ } \mu\text{m}$ možná největší změna teplotní roztažnosti na mikrometr v přechodovém pásmu $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$, aniž je překračováno kritické stříhové napětí v přechodovém pásmu.

Skla, používaná k výrobě těchto vrstvených těles pro jednotlivé vrstvy, musí vykazovat v rozmezí 10^2 až 10^7 Pa.s takovou viskozitu, aby se pohybovala ve vztahu mezi jádrovou částí a přilehlých tenčích vrstev v rozmezí 1:5 až 5:1, aby byla zaručována mechanická stálost vrstveného tělesa při jeho výrobě.

Taková vrstvená tělesa, jež při tloušťce vnější přilehlé vrstvy $30 \text{ } \mu\text{m}$ vykazují největší změnu teplotní roztažnosti na mikrometr v přechodovém pásmu více jak $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$, ukazují jevy lomu a při patřičně dostatečně velké změně teplotní roztažnosti na mikrometr také odprýskání povrchových vrstev.

Veškerá vrstvená tělesa, u nichž je na druhé straně tloušťka vnější přilehlé vrstvy větší než $30 \text{ } \mu\text{m}$, musí vykazovat největší změny teplotní roztažnosti na mikrometr v přechodovém pás-

mu, sladěné s tloušťkou vnější přilehlé vrstvy, v každém případě méně než $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$, aby nebylo překračováno kritické stříhové napětí v přechodovém pásmu mezi dvěma vrstvami s rozdílnou teplotní roztažností. Vytvoření přechodového pásma mezi dvěma spolu stavenými jednotlivými vrstvami vrstveného tělesa, sladěné s tloušťkou tlakově napnuté tenčí okrajové vrstvy, jakož i s největší změnou teplotní roztažnosti v přechodovém pásmu na mikrometr, dosahuje se jak úpravou na teplotě tvoření vrstveného tělesa, tak i tepelným zpracováním.

K úpravě vrstveného tělesa bezprostředně po jeho vytvoření z jednotlivých vrstev na teplotě jeho tvoření dochází v podstatě ještě po dobu 0,2 až 2 min. Pro vrstvená tělesa s menšími absolutními tloušťkami jednotlivých vrstev se volí kratší doby zpracování a pro vrstvená tělesa s většími tloušťkami se volí delší doby zpracování.

Pod jmenovaným tepelným zpracováním se naproti tomu rozumí zahřívání vrstveného tělesa na teplotu pro tepelné zpracování, tepelné zpracování vrstveného tělesa při teplotě pod teplotou měknutí vrstvy měknoucí při vyšší teplotě, a nakonec pozvolné ochlazování vrstveného tělesa na jeho provozní teplotu.

K tepelnému zpracování vrstveného tělesa musí docházet při teplotě pod teplotou měknutí vrstvy měknoucí při vyšší teplotě, aby se nepřipustilo znetvoření vrstveného tělesa. Teplota zpracování se přitom stanoví v podstatě podle tvaru a tloušťky stěn vrstveného tělesa.

K tepelnému zpracování dochází všeobecně při teplotách od 600 do 900 °C po doby zpracování od 30 do 300 min.

Zpracováním vrstveného tělesa na teplotě jeho tvoření, jakož i jeho tepelným zpracováním zmenšuje se změna teplotní roztažnosti na jednotku délky při přechodu od vrstvy s nižší teplotní roztažností k vrstvě s vyšší teplotní roztažností, nebo obráceně, s přibývajícím teplotou a dobou tepelného zpracování. Toto zmenšení změny teplotní roztažnosti je umožněno rozptylem skleněných složek na základě jejich koncentrace mezi jednotlivými vrstvami. V zásadě jsou přitom veškeré složky skla přístupny rozptylu, jestliže se vyskytuje patřičný rozdíl koncentrace jednotlivých skleněných složek v obou sklech.

K tomuto rozptylu veškerých skleněných složek ve znatelných velikostech dochází v každém případě při zpracovávání vrstveného tělesa na teplotě tvoření vrstev.

Při teplotě pro tepelné zpracování, stanovené měknutím vrstveného tělesa, a při udaných dobách připouští však jenom rozptyl alkalických a alkalickozeminných složek skel upotřebitelné veličinné řády.

Se zřetelem k tomu však, že zejména složky alkalické a zeminoalkalické u obvyklých skel stanovují teplotní roztažnost těchto skel, dá se také rozptylem pod teplotou měknutí zmenšovat změna teplotní roztažnosti na mikrometr v přechodovém pásmu mezi dvěma spolu stavenými vrstvami.

Jakým způsobem se zmenšuje změna teplotní roztažnosti na mikrometr přes celé přechodové pásmo, závisí na součinitelích rozptylu veškerých skleněných složek sousedících vrstev. Každá jednotlivá složka má tedy při příslušné teplotě zpracování pro každou vrstvu vlastní součinitel rozptylu. Pro každou jednotlivou složku lze tudíž vyvozovat toto:

a) Jestliže je součinitel rozptylu pro jednotlivou složku při určité teplotě v tenčí okrajové vrstvě větší než v tlustší jádrové vrstvě, zvyšuje se nebo snižuje na základě většího součinitele rozptylu v okrajové vrstvě podíl této jednotlivé složky přes celkovou tloušťku okrajo-

vé vrstvy vlivem přitom dosažitelného, dalekosáhlého vyrovnání koncentrace v tenčí okrajové vrstvě.

b) Jestliže je součinitel rozptylu pro jednotlivou složku při teplotě zpracování v tenčí okrajové vrstvě menší než v tlustší jádrové vrstvě, nelze očekávat toto vyrovnání koncentrace v jádrové vrstvě na základě její větší tloušťky v udaných dobách zpracování.

Jestliže je součinitel rozptylu pro jednotlivou složku v okrajové vrstvě větší než ve vrstvě jádrové, nemůže se při dostatečném postupu rozptylu zvětšovat nebo zmenšovat rozdíl teplotní roztažnosti mezi vrstvami vrstveného tělesa. Se zřetelem k tomu, že na základě potřebné vyšší teplotní roztažnosti jádrové vrstvy u vrstvených těles obsahuje jádrová vrstva všeobecně vyšší podíl alkalických kysličníků, zvyšoval by se tím jejich podíl v celé okrajové vrstvě vlivem vyšších součinitelů rozptylu pro alkalické složky v okrajové vrstvě možným dalekosáhlým vyrovnáváním koncentrace v okrajových vrstvách, a tím by klesal rozdíl teplotní roztažnosti mezi okrajovou a jádrovou vrstvou.

Podle toho musí být tedy alespoň součinitelé rozptylu pro alkalické složky tlustší jádrové vrstvy při všech teplotách zpracování stejné nebo větší než příslušní součinitelé rozptylu pro alkalické složky tenčí okrajové vrstvy.

Na závěr objasnění jsou ještě uvedeny následující příklady provedení:

Příklad 1

Za použití způsobu podle vynálezu byly v kapkovitém dávkovači slučovány oddělené toky taveniny okrajového a jádrového skla v dále uvedeném hmotnostním složení s pomocí kruhové trysky, provedené ohnivzdornou vestavbou, do skleněného přádena z několika vrstev:

		jádrové sklo	okrajové sklo
kysličník křemičitý	SiO_2	71,8 %	74,6 %
kysličník boritý	B_2O_3	3,8 %	13,6 %
kysličník hlinitý	Al_2O_3	4,8 %	3,2 %
kysličník hořečnatý	MgO	2,3 %	- %
kysličník vápenatý	CaO	4,6 %	0,8 %
kysličník sodný	Na_2O	9,2 %	6,1 %
kysličník draselný	K_2O	2,8 %	1,2 %
teplotní roztažnost		$75 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$	$47 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$

Vrstvené skleněné přádeno setrvalo kvůli zaručení rozptylem podmiňovaného odstupňování koncentrace ve vrstvě přechodu napětí po dobu 35 sekund v oblasti mezi tryskou a výpustí dávkovače na teplotě tvoření vrstveného tělesa 1 320 °C.

Za použití technologického postupu lisování a foukání byly potom vyrobeny z přejatých náběrů skla vícevrstvé pohárky s poměrem mezi okrajovým a jádrovým sklem od 1:4 do 1:6 a se střední tloušťkou stěn 1,8 mm. Zkouškami s pomocí mikrosond dala se zjistit největší změna teplotní roztažnosti ve vrstvě přechodu napětí $4,1 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Dosažené odstupňování koncentrace zaručovalo oproti srovnatelným výrobkům z výše uvedeného okrajového skla na 2,7násobek zvýšenou mechanickou pevnost (zkoušeno podle metody pádem ocelové koule) při lomových vlastnostech srovnatelných se skly bez pnutí, přičemž se počet úlomků nacházel mezi 10 až 15.

Zkrácení doby prodlevy vrstveného přáděna při teplotě tvoření vrstev pod 0,2 min. vedlo u výrobků zhotovených technickým postupem lisování a foukání ke změně teplotní roztažnosti v přechodovém pásmu větší než $6 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Takovéto výrobky vykazovaly bez výjimky prudkou lámavost s velkým počtem úlomků (více jak 50).

Příklad 2

K výrobě třívrstvého tělesa byly taveny a do skleněných tabulí vytvarovány oddělené vsázky pro jádrové a okrajové sklo v následujícím hmotnostním složení:

		jádrové sklo	okrajové sklo
kysličník křemičitý	SiO_2	59,0 %	77,0 %
kysličník hlinitý	Al_2O_3	18,0 %	4,5 %
kysličník boritý	B_2O_3	2,0 %	11,5 %
kysličník sodný	Na_2O	12,5 %	3,5 %
kysličník draselný	K_2O	4,0 %	3,5 %
kysličník vápenatý	CaO	2,0 %	- %
kysličník hořečnatý	MgO	2,5 %	- %

Teplotní roztažnost jádrového skla činila $90,8 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, součinitel roztažnosti okrajového skla $43,0 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Po stavení tabulí dohromady byl vakuovým tvarováním vyroben třívrstvý šálek s průměrem dna 60 mm a celkovou výškou 30 mm.

Vrstva jádrového skla měla tloušťku 1,2 mm. Celková tloušťka okrajových vrstev tělesa činila 0,08 mm. Z toho vyplývá poměr celkové tloušťky od jádra k okraji 15:1.

Po tvarování vykazoval předmět vrstvu s přechodovým napětím, v níž byla stanovena zkouškami s pomocí mikrosond největší změna teplotní roztažnosti $7,1 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Příklad 3

Podle příkladu 1 vyrobené vícevrstvé pohárky, s největší změnou teplotní roztažnosti ve vrstvě s přechodem napětí $4,1 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$, byly po provedení měření navíc ještě tepelně zpracovávány po dobu 200 min. při teplotě 700°C .

Pochody rozptýlu ve vrstvě s přechodem napětí způsobily další zmenšení změny v teplotní roztažnosti na $3,4 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Zkoušky mechanické pevnosti, tj. zjištění nárazové práce podle metody pádem ocelové koule, takto zpracovaných pohárků vynesly po přídatném tepelném zpracování oproti srovnatelným výrobkům z okrajového skla zvýšení pevnosti na 2,4násobek při dále zlepšených lomových vlastnostech skleněných předmětů. Počet úlomků na jeden pohárek klesl na 6 až 9.

U tepelně zpracovaného vrstveného tělesa, jež bylo po tvarování zpracováváno tepelně ještě po dobu 150 min. při teplotě 740°C , dosahovaly pochody rozptýlu mezi jádrovým a plášťovým sklem snížení největší změny teplotní roztažnosti v přechodovém pásmu na $3,8 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.

Zatímco tepelně nezpracovaná vrstvená tělesa vykazovala celou řadu lomových jevů a u některých předmětů povrchové vrstvy odprýskávaly, takovéto jevy se již po popsaném tepelném zpracování nevyskytovaly.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Vrstvené těleso ze skla, sestávající z tlustší jádrové vrstvy a s ní stavené přilehlé tenčí vrstvy, jež má nižší teplotní roztažnost a jádrovou část zcela obklopuje, vyznačené tím, že má mezi okrajovou vrstvou s nižší teplotní roztažností a jádrovou částí s vyšší teplotní roztažností vrstvu, v níž se vyskytuje odstupňováním koncentrace jednotlivých složek skla snížení teplotní roztažnosti pod $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.
2. Vrstvené těleso ze skla podle bodu 1, vyznačené tím, že při přechodu od vrstvy s vyšší teplotní roztažností k vrstvě s nižší teplotní roztažností, nebo obráceně, má největší změnu teplotní roztažnosti na jednotku délky, zmenšovanou s přibývajícím tloušťkou přilehlé tenčí okrajové vrstvy.
3. Vrstvené těleso ze skla podle bodu 1, vyznačené tím, že při teplotě místnosti činí rozdíl součinitelů teplotní roztažnosti mezi tahově napnutou jádrovou částí a tlakově napnutou okrajovou vrstvou alespoň $5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$.
4. Vrstvené těleso ze skla podle bodu 1, vyznačené tím, že poměr mezi tloušťkami tahově napnuté jádrové části a tlakově napnuté okrajové vrstvy je větší než 3:1.
5. Vrstvené těleso ze skla podle bodu 1, vyznačené tím, že poměr tloušťky tahově napnuté jádrové části ke tloušťce tlakově napnuté okrajové vrstvy je menší než 30:1.
6. Způsob výroby vrstveného tělesa ze skla podle bodu 1, vyznačený tím, že se vrstvené těleso po spojení svých vrstev dohromady udržuje ještě krátkodobě na teplotě jejich tvoření.
7. Způsob podle bodu 6, vyznačený tím, že se vrstvené těleso zpracovává tepelně při teplotě, jež se nachází pod teplotou měknutí vrstvy měknoucí při vyšší teplotě.
8. Způsob podle bodu 6, vyznačený tím, že se vrstvené těleso jak po spojení svých vrstev dohromady udržuje krátkodobě na teplotě jejich tvoření, tak se i tepelně zpracovává při teplotě, jež se nachází pod teplotou měknutí vrstvy měknoucí při vyšší teplotě.
9. Způsob podle bodu 6, vyznačený tím, že se vrstvené těleso udržuje na teplotě tvoření z jednotlivých vrstev bezprostředně ještě potom ještě po dobu 0,2 až 2 min.
10. Způsob podle bodu 7, vyznačený tím, že se tepelné zpracování provádí při teplotách od 600 do 900 °C a po doby zpracování od 30 do 300 min.