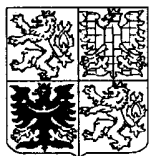


PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

286 934

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1998 - 1266

(22) Přihlášeno: 09.04.1993

(30) Právo přednosti:
10.04.1992 DE 1992/4212092

(40) Zveřejněno: 13.04.1994
(Věstník č. 4/1994)

(47) Uděleno: 01.06.2000

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16.08.2000
(Věstník č. 8/2000)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:

C 03 C 3/087

C 03 C 3/091

C 03 C 3/093

(73) Majitel patentu:

SCHOTT GLAS, Mainz, DE;

(72) Původce vynálezu:

Clement Marc dr., Mainz, DE;

Brix Peter dr., Mainz, DE;

Gaschler Ludwig, Mainz, DE;

(74) Zástupce:

Korejzová Zdeňka JUDr., Spálená 29, Praha 1,
11000;

(54) Název vynálezu:

**Křišťálové sklo s vysokou prostupností pro
světlo, prosté olova a barya**

(57) Anotace:

Křišťálové sklo s vysokou prostupností pro světlo, prosté olova a barya a vhodné pro výrobu vysoce kvalitních sklenic a dalších předmětů do domácnosti, s prostupností pro světlo alespoň 85 %, indexem lomu vyšším než 1,52, hustotou alespoň 2,45 g/cm³, podílem K₂O + ZnO vyšším než 10 % hmotnostních, s vysokou odolností proti hydrolýze a dobrou odolností proti solarizaci, obsahuje v procentech hmotnostních SiO₂ 50 až 75, Na₂O 6 až 12, K₂O > 10 až 15, CaO 3 až 12, Al₂O₃ 0,4 až 3, TiO₂ 0,3 až 8, B₂O₃ stopy až 10 a popřípadě další složky ze skupiny Li₂O stopy až 5, MgO stopy až 5, SrO stopy až 7, ZnO stopy až 7, ZrO₂ stopy až 5, Nb₂O₅ stopy až 5, Ta₂O₅ stopy až 5, F stopy až 2, přičemž celkové množství TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ je v rozmezí 0,3 až 12 % hmotnostních.

CZ 286934 B6

Křišťálové sklo s vysokou prostupností pro světlo, prosté olova a baryaOblast techniky

5

Vynález se týká křišťálového skla s vysokou prostupností pro světlo, prostého olova a barya, vhodného pro výrobu vysoce kvalitních sklenic a dalších předmětů v domácnosti s propustností pro světlo alespoň 85 %, indexem lomu n_d vyšším než 1,52, hustota alespoň $2,45 \text{ g/cm}^3$, podílem $\text{K}_2\text{O} + \text{ZnO}$ vyšším než 10 % při vysoké odolnosti proti hydrolýze a proti solarizaci.

10

Dosavadní stav techniky

Již dříve byly prováděny pokusy nahradit olovo a baryum v křišťálovém sklu nebo v olovnatém křišťálovém sklu jinými látkami zvláště v případě sklenic vzhledem k tomu, že i v tak malém množství, v němž se může olovo a baryum již po krátké době například ze sklenic vyluhovat, mohou mít tyto látky na lidský organismus toxické účinky.

V rámci těchto pokusů byly prováděny také testy s výrobou bezbarvých sklenic s indexem lomu 1,74 přidáváním oxidu titaničitého, a to až do 50 % hmotnostních vzhledem k jeho vysokému indexu lomu.

Mimoto byl při těchto pokusech kladen důraz na to, že by takové sklo nemělo mít příliš velkou tvrdost při obrusu, jakož i příliš nevhodnou leštitelnost kyselinou. V případě vysokého obsahu oxidu titaničitého má však vyrobené sklo obě uvedené nevýhody.

Podle SRN zákona, vydaného 25. června 1971 ve sbírce zákonů č. 59, str. 857, 30. června 1971, který pojednává o křišťálovém sklu, musí tento typ skla obsahovat alespoň 10 % hmotnostních PbO , BaO , K_2O nebo ZnO jednotlivě nebo společně, přičemž sklo musí mít hustotu alespoň $2,45 \text{ g/cm}^3$ a index lomu n_d alespoň 1,520.

Vzhledem k tomu, že křišťálové sklo, popřípadě olovnaté křišťálové sklo má být vlastně prosté olova a barya, je podle uvedeného zákona možno místo těchto složek použít pouze ZnO a K_2O .

Avšak právě při použití K_2O ve větším množství je sice usnadněna tavitelnost skla, na druhé straně však má vyšší množství této látky negativní vliv na chemickou odolnost vyrobeného skla.

Dále se ukázalo, že také přidání ZnO až do obsahu přibližně 10 % hmotnostních ve srovnání s CaO snižuje chemickou odolnost skla proti působení hydroxidů alkalických kovů a fosforečnanu sodného.

V případě křišťálového skla by to znamenalo, že by toto sklo mělo sníženou odolnost i vzhledem k čisticím prostředkům, které by obsahovaly sloučeniny alkalických kovů nebo fosfátu.

Mimoto se přidáním ZnO zvyšuje vrypová tvrdost skla, což znamená, že sklo je tvrdší při obrusu, což je rovněž nežádoucí v případě, že křišťálové sklo má být broušeno.

Mimoto existuje nebezpečí, že suroviny, jimiž se do skelné hmoty přivádí ZnO , mohou obsahovat poměrně značné množství CdO , tato látka je však již v nízkých koncentracích silně toxická.

50

Dalším požadavkem na vysoce kvalitní křišťálové sklo je požadavek, že toto sklo nesmí při působení záření s krátkou vlnovou délkou, například ultrafialových paprsků měnit své zbarvení, to znamená, že nesmí docházet k tak zvané solarizaci.

Pod tímto pojmem se rozumí vlastnost skla zabarvovat se působením slunečního světla. Při tom hraje svou úlohu především podíl ultrafialového světla s vysokou energií, při jehož působení dochází v tomto typu skla i ke zpětné prostupnosti především při vlnové délce 380 nm, jde o záření, které leží na hranici viditelného záření a ultrafialového záření. Tato zpětná prostupnost na této hranici sice nehraje pro zabarvení skla žádnou úlohu vzhledem k tomu, že tato oblast spektra již není okem vnímána. Odštěpené paprsky však již mohou spadat do oblasti viditelného světla, což může vést k rušivému zabarvení skla. V případě vysoce kvalitních křišťálových skel je proto nutno požadovat, aby nedocházelo při vlnové délce 380 nm k vyšší zpětné prostupnosti skla než 3 %.

V US patentovém spisu č. 2 901 365 je známo sklo s hustotou 2,55 až 2,65 g/cm³ s indexem lomu n_d 1,56 až 1,58, toto sklo se v podstatě skládá z následujících složek v % hmotnostních: 58 až 64 SiO₂, 0 až 17,5 Na₂O, 0 až 15,5 K₂O, 0 až 5 Li₂O, oxidy alkalických kovů 12,5 až 17,5, oxidy kovů alkalických zemin 7,5 až 14, a to CaO nebo CaO + MgO, 5 až 9 TiO₂, 0 až 10 B₂O₃ a 0 až 3 Al₂O₃, přičemž uvedené složky tvoří spolu s malým množstvím barvicích přísad 100 % skelné hmoty.

Sklo podle uvedeného US patentového spisu je vhodné zejména jako sklo v brýlích, vzhledem ke své lehkosti a poměrně vysokému indexu lomu.

Tento typ skla odpovídá alkalickovápénatokřemičitanovému systému, k němuž je zapotřebí přidat oxid titaničitý k dosažení nízké hustoty skla a současně vysokého indexu lomu.

K tomuto účelu se ke sklu přidává 5 % hmotnostních oxidu křemičitého vzhledem k tomu, že menší množství není k uvedenému účelu dostatečné.

Uvedený typ skla neobsahuje ani oxid zirkoničitý, ani Nb₂O₃ nebo Ta₂O₅.

Z US patentového spisu č. 4 036 623 je znám způsob pro chemické tvrzení korunového (sodnovápenatého) skla pro optické účely se složením SiO₂ 60 až 75, Na₂O 5 až 10, K₂O 5 až 10, CaO 7 až 15, LiO 0 až 5, MgO 0 až 2, ZnO 2 až 8, Al₂O₃ 0 až 7, ZrO₂ 0 až 2, TiO₂ 0 až 2, Sb₂O₃ 0 až 2, CeO₂ 0 až 4,5, As₂O₃ 0 až 1,5, přičemž toto sklo je pak ještě nutno podrobit tepelnému zpracování a ponořit do horké solné lázně.

Způsob podle uvedeného US patentového spisu se týká způsobu výroby brýlových skel, skel pro sluneční brýle a podobných očních čoček, postup spočívá v chemickém tvrzení výměnou iontů ke zlepšení užitečných vlastností skla.

Tato skelná hmota podle US patentového spisu č. 4 036 623 obsahuje nezbytně alespoň 2 % hmotnostní ZnO a nejvýše 10 % hmotnostních K₂O.

Obsah ZnO však není v případě křišťálového skla vhodný, jednak vzhledem ke zvýšené tvrdosti při obrušování a také vzhledem k možné kontaminaci CdO vzhledem k použitým výchozím látkám s obsahem ZnO.

Mimoto, jak již bylo svrchu uvedeno, dochází v přítomnosti ZnO k podstatnému snížení odolnosti proti působení čisticích prostředků, obsahujících alkalické kovy nebo sloučeniny fosforu. Mimoto neobsahuje sklo Nb₂O₅.

U uvedených typů skla tak ve většině případů není možno současně zajistit požadovanou hustotu křišťálového skla alespoň 2,4 g/cm³ a index lomu vyšší než 1,52.

Vynález si klade za úkol navrhnout křišťálové sklo s vysokou prostupností pro světlo, prostě olova a barya, vhodné pro výrobu vysoce kvalitních, z toxikologického hlediska neškodných

- sklenic a dalších předmětů do domácnosti s vysokou odolností proti hydrolyze a velmi nízkou solarizací tak, aby toto sklo splnilo podmínky svrchu uvedeného zákona. Pod pojmem „prostý olova a barya“ se rozumí, že se do sklářské směsi nepřidávají žádné sloučeniny olova nebo barya. Přesto je možné, aby výsledná směs navzdory všem opatřením obsahovala PbO a BaO jako nečistoty z jiných složek v množství až 100 ppm nebo 0,1 % hmotnostních.

Podstata vynálezu

- Podstatu vynálezu tvoří křišťálové sklo s vysokou prostupností pro světlo, prosté olova a barya a vhodné pro výrobu vysoce kvalitních sklenic a dalších předmětů do domácnosti, prostupnost pro světlo je alespoň 85 %, index lomu n_d vyšší než 1,52, hustota alespoň 2,45 g/cm³, podíl K₂O + ZnO vyšší než 10 % hmotnostních při vysoké odolnosti proti hydrolyze a proti solarizaci, sklo podle vynálezu obsahuje v procentech hmotnostních 50 až 75 SiO₂, 6 až 12 Na₂O, > 10 až 15 K₂O 3 až 12 CaO, stopy až 10 B₂O₃, 0,4 až 3 Al₂O₃, stopy až 5 Li₂O, stopy až 5 MgO, stopy až 7 SrO, stopy až 7 ZnO, 0,3 až 8 TiO₂, stopy až 5 ZrO₂, stopy až 5 Nb₂O₅, stopy až 5 Ta₂O₅ a stopy až 2 F, přičemž celkové množství TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ je v rozmezí 0,3 až 12 % hmotnostních.

- Celkové množství alkalických sloučenin v křišťálovém skle je vyšší než 15 % hmotnostních.

Základní sklářskou hmotou je tedy alkalickovápenatokřemičitanové sklo, které je již dlouhou dobu známo jako toxikologicky neškodné sklo.

- Oxid křemičitý vytváří ve skle základní kostru a může být do určité míry nahrazeno dalšími podobnými látkami, například B₂O₃, aniž by docházelo k podstatným změnám ve stálosti skla.

- Podíl vápenatých sloučenin poněkud mění strukturu sítě, přičemž je možno místo vápenatých sloučenin použít také jiné oxidy dvoumocných kovů, které rovněž mohou měnit základní kostru, například MgO, SrO nebo ZnO. Použití MgO je však omezeno, vzhledem k tomu, že se stoupajícím množstvím této látky dochází ke zvýšenému odskelnění, což nepříznivě ovlivňuje zpracovatelnost skla. SrO a ZnO je možno užít místo CaO ve svrchu uvedeném rozmezí bez jakýchkoliv nepříznivých následků. Množství alkalických sloučenin je možno volně volit ve svrchu uvedeném rozmezí.

- Určitý podíl fluoridů může zlepšit prostupnost skla v oblasti ultrafialového světla a může zlepšit čerení skla, fluoridy je možno do skla přidávat například ve formě fluoridu vápenatého.

- Použití LiO₂ je omezeno na svrchu uvedené množství vzhledem k tomu, že i tato látka může způsobit zvýšené odskelnění.

- Použití sloučenin alkalického kovu nemá být vyšší než svrchu uvedené množství vzhledem k tomu, že při stoupajícím množství těchto látek dochází ke zvýšení tepelné roztažnosti a tím se snižuje odolnost skla proti střídajícím se teplotním změnám.

- Zvláště výhodné je sklo, obsahující 10 až 15 % hmotnostních K₂O a 6 až 12 % hmotnostních Na₂O při obsahu 7 až 12 % hmotnostních CaO.

- Při příliš nízkém obsahu sloučenin alkalických kovů je viskozita skla příliš vysoká, takže se zvyšuje cena jeho roztavení a jeho výroba je daleko obtížnější.

V případě, že se neužije žádný ZnO, je nutno ke splnění podmínek zákona do sklářské hmoty přidávat alespoň 10 % hmotnostních K_2O , což může způsobit podstatné zhoršení kvality skla v případě, že se současně nepřidává TiO_2 , ZrO_2 nebo Nb_2O_5 .

- 5 Také přidáním Ta_2O_5 , a to v rozsahu, navrhovaném vynálezem působí ve stejném smyslu.

Vzhledem k vysokým nákladům na svrchu uvedené složky Ta_2O_5 a Nb_2O_5 je výhodné použití TiO_2 a ZrO_2 .

- 10 Při cíleném použití právě těchto složek je ve výhodném provedení možno dosáhnout velmi vhodného složení skla pro svrchu uvedené účely.

- 15 Vzhledem k tomu, že kromě vysokého indexu lomu zvyšují tyto chemické látky také odolnost skla proti chemickým látkám, avšak současně také jeho tvrdost, je použití těchto složek vhodné zvláště ve vynálezu uvedeném rozmezí.

- 20 V případě, že se užije vyššího množství těchto složek, než jaké je navrhováno podle vynálezu, není již možno skelnou hmotu hospodárným způsobem dále zpracovávat vzhledem k tomu, že tvrdost při obrusu dosáhne nepřijatelně vysoké hodnoty a leštění skla pomocí kyseliny je také již velmi nesnadné.

- 25 V případě, že je podíl uvedených látek příliš nízký, má sklo příliš nízkou odolnost proti chemickým látkám a mimoto může dojít při energičtějším čištění, například v myčkách nádobí k nežádoucím změnám skla až k jeho rozrušení.

- 30 Jak již bylo uvedeno, užívají se podle vynálezu s výhodou společně obě složky TiO_2 a ZrO_2 v množství alespoň 0,3 % hmotnostních.

- 35 Toto množství má tu výhodu, že při téměř stejném účinku na optické vlastnosti a na lesk skla je možno užít daleko menší množství TiO_2 , citlivého na redukci. Tato látka rovněž silně zvyšuje absorpci ultrafialového světla sklem.

- 40 Vzhledem k tomu, že TiO_2 zvyšuje především odolnost skla proti působení kyselin a ZrO_2 odolnost proti zásadám, je možno dosáhnout při použití obou uvedených látek rovnovážného stavu a získané sklo je pak odolné jak proti kyselinám tak zejména proti vyššímu obsahu alkalických látek.

Současně mají obě složky a z nich zejména TiO_2 ochranný účinek proti nežádoucí solarizaci.

- 45 Mimoto sklo obsahuje ještě 0,4 až 3,0 % hmotnostních oxidu hlinitého. Tato složka podporuje mechanickou pevnost skla a jeho odolnost proti tepelným změnám. Již malé množství tohoto oxidu vede ke snížení koroze žáruvzdorného vyložení tavných agregátů, současně je možno snížit množství nečistot těchto materiálů, například množství oxidu železitého.

- 50 Složení křišťálového skla podle vynálezu je voleno tak, aby při požadavcích, které jsou na toto sklo kladeny bylo dosaženo jeho optimálních užitných vlastností.

Jako zvláště výhodné složení se při pokusech prokázalo následující složení v % hmotnostních:
66 až 69 SiO_2 , 0,45 až 1,0 Al_2O_3 , 7,6 až 10,6 N_2O , 10,0 až 12,5 K_2O , 8 až 11 CaO , 0,8 až 1,6 TiO_2 a 1,2 až 2,5 ZrO_2 nebo také 66 až 69 SiO_2 , 0,45 až 1,0 Al_2O_3 , 7,6 až 11 Na_2O , 10 až 12,5 K_2O , 4 až 7 CaO , 1,5 až 2,5 TiO a 1,2 až 2,5 ZrO_2 .

Mimoto je nutno dbát toho, že obsah TiO_2 , ZrO_2 nebo Ta_2O_5 by měl být v součtu nejvýše 4 % hmotnostní, protože jinak dochází ke zhoršení zpracovatelnosti skla i ke zhoršení jeho užitečných vlastností.

- 5 Z přísad, které usnadňují čerení je možno užít Sb_2O_3 až do množství 1 % hmotnostní, tato látka může obsahovat až 10 ppm prostředků pro odbarvení, například CoO , NiO , Nd_2O_3 v závislosti na čistotě výchozích surovin.

- 10 Aby bylo možno dále podrobněji osvětlit složení výhodných skel podle vynálezu, jsou v následujících tabulkách 1, 2 a 3 uvedeny příklady složení skel a současně vlastnosti těchto typů skla.

- 15 V příkladech nebylo užito žádné činidlo pro odbarvení. Byly užity výchozí látky, obsahující v roztavené skelné hmotě nejvýše 50 ppm BaO a/nebo PbO jako nečistoty. Obsah oxidu železitého byl nižší než 150 ppm. Další barevné sloučeniny přechodných kovů nebylo možno ve sklech prokázat.

- 20 Kromě indexu lomu byla stanovena také prostupnost skla pro světlo podle normy DIN 67507 a hodnoty barevných podílů x a y podle normy DIN 5033 při tloušťce 11 mm. Údaj stupně prostupnosti světla je uveden v procentech, přičemž za 100 % se považuje hodnota, uvedená v normě C při pohledu z úhlu 2° . Měření bylo prováděno spektrálním fotometrem typu Lambda 9 (Perkin-Elmer), který snižuje chyby měření, způsobené nehomogenitou skla vzhledem k tomu, že je vybaven integrující kupičkou (Ulbrichtova kulička). Při použití tohoto zařízení je chyba měření pouze $\pm 0,5$ %.

- 25 Odolnost proti solarizaci byla měřena pomocí zařízení SUNTEST CPS (Heraeus). V tomto zařízení je vzorek ozařován xeniovou žárovkou s příkonem 1,8 kW při maximální intenzitě ozáření 765 W/m^2 (Lambda nejvyš 800 nm, filtrační systém „max UV“) po dobu 121 hodin. Vzdálenost mezi žárovkou a vzorkem byla 19 cm a mezi žárovkou a vzorkem je v předem určené vzdálenosti uložena vrstva křemíkového skla pro odraz infračerveného záření, aby nedocházelo k nežádoucímu zahřívání vzorku. V průběhu ozařování nepřekročí teplota vzorku 40°C . Vzorky skla mají tloušťku 5 mm a měří se prostupnost skla opři vlnové délce 380 nm před ozářením a po něm. Rozdíl v prostupnosti skla před ozářením a po něm je v tabulkách uveden v procentech v kolonkách „Suntest“. Měření bylo provedeno spektrálním fotometrem. Chyba měření pro uvedené údaje je $\pm 0,5$ %. Dále je uvedena hustota skel a jejich zařazení do tříd podle odolnosti 35 proti hydrolýze podle normy DIN 12111.

- 40 V příkladu 2 byly oxidy částečně nahrazeny fluoridy. $\text{F}_2\text{--O}$ představuje v tomto příkladu podíl kyslíkových atomů, nahrazených fluorem. Pomocí údaje $\text{F}_2\text{--O}$ je možno upravit množství složek v příkladu na 100 % v případě, že se užije fluor.

- Faktor pro přepočet hmotnostního podílu F v údaji $\text{F}_2\text{--O}$ je možno získat podle následujícího vzorce:

$$45 \quad \text{F}_2\text{--O} = F \cdot \frac{(2 \times 19) - 16}{2 \times 19}$$

$$\text{F}_2\text{--O} = F \cdot 0,579.$$

Tabulka 1

složka	1	2
SiO ₂	68,29	67,81
Al ₂ O ₃	0,68	0,60
Li ₂ O		
Na ₂ O	7,50	7,51
K ₂ O	12,07	11,70
CaO	8,98	9,15
TiO ₂	2,12	1,21
ZrO ₂		1,48
F ₂ -O		0,20
Sb ₂ O ₃	0,34	0,34
F ₂		0,35
optické hodnoty		
n _d	1,530	1,531
x	0,3109	0,3109
y	0,3179	0,3180
prostupnost (%)	90,4	90,3
Suntest (%)	± 0	- 1,0
hustota (g/cm ³)	2,52	2,55
třída odolnosti proti hydrolýze	4	4

5

Tabulka 2

složka	3	4	5
SiO ₂	65,90	67,90	66,19
Al ₂ O ₃	1,94	0,67	0,92
Na ₂ O	8,27	0,59	7,61
K ₂ O	10,29	10,15	12,21
MgO	1,64		
CaO	10,77	7,30	7,07
SrO		4,19	
ZnO			4,72
TiO ₂	0,48	0,48	0,94
ZrO ₂	0,38	0,38	
Nb ₂ O ₅			
Sb ₂ O ₃	0,34	0,34	0,34
optické hodnoty			
n _d	1,531	1,527	1,528
x	0,3110	0,3107	0,3108
y	0,3183	0,3177	0,3178
prostupnost (%)	90,3	90,4	90,3
Suntest (%)	-1,5	-1,0	-0,5
hustota (g/cm ³)	2,55	2,57	2,57
třída odolnosti proti hydrolýze	3	4	4

Tabulka 3

složka	6	7	8
SiO ₂	66,02	62,09	63,46
B ₂ O ₃	2,00	1,71	1,71
Al ₂ O ₃	0,60	2,82	0,68
Na ₂ O	8,75	3,79	3,86
K ₂ O	10,43	14,29	14,45
CaO	9,18	4,36	4,93
TiO ₂	1,21	7,23	7,21
ZrO ₂	1,48	3,19	3,18
Sb ₂ O ₃	0,34	0,52	0,52
optické hodnoty			
n _d	1,536	1,559	1,561
x	0,3109	0,3139	0,3125
y	0,3179	0,3224	0,3201
prostupnost (%)	90,4	88,8	89,3
Suntest (%)	-1,0	±0	±0
hustota (g/cm ³)	2,57	2,60	2,60
třída odolnosti proti hydrolýze	4	2	3

5

PATENTOVÉ NÁROKY

- 10 1. Křišťálové sklo s vysokou prostupností pro světlo, prosté olova a barya a vhodné pro výrobu vysoce kvalitních sklenic a dalších předmětů do domácnosti, s prostupností pro světlo alespoň 85 %, indexem lomu vyšším než 1,52, hustotou alespoň 2,45 g/cm³, podílem K₂O + ZnO vyšším než 10 % hmotnostních, s vysokou odolností proti hydrolýze a dobrou odolností proti solarizaci, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje v procentech hmotnostních

15

SiO ₂	50 až 75 %
Na ₂ O	6 až 12 %
K ₂ O	> 10 až 15 %
CaO	3 až 12 %
20 Al ₂ O ₃	0,4 až 3 %
TiO ₂	0,3 až 8 %
B ₂ O ₃	stopy až 10 %

a popřípadě další složky ze skupiny

25

Li ₂ O	stopy až 5 %
MgO	stopy až 5 %
SrO	stopy až 7 %
ZnO	stopy až 7 %
30 ZrO ₂	stopy až 5 %
Nb ₂ O ₅	stopy až 5 %
Ta ₂ O ₅	stopy až 5 %
F	stopy až 2 %

- 35 přičemž celkové množství TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ je v rozmezí 0,3 až 12 % hmotnostních.

2. Křišťálové sklo podle nároků 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje 7 až 12 % hmotnostních oxidu vápenatého.

5

3. Křišťálové sklo podle kteréhokoliv z nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje v % hmotnostních

	SiO ₂	66 až 69 %
10	Al ₂ O ₃	0,45 až 1,0 %
	Na ₂ O	7,6 až 10,6 %
	K ₂ O	> 10,0 až 12,5 %
	CaO	8 až 11 %
	TiO ₂	0,8 až 1,6 %
15	ZrO ₂	1,2 až 2,5 %

4. Křišťálové sklo podle kteréhokoliv z nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje v % hmotnostních

20

	SiO ₂	66 až 69 %
	Al ₂ O ₃	0,45 až 1,0 %
	Na ₂ O	7,6 až 11 %
	K ₂ O	> 10,0 až 12,5 %
25	CaO	4 až 7 %
	TiO ₂	1,5 až 2,5 %
	ZrO ₂	1,2 až 2,5 %.

30 5. Křišťálové sklo podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že obsahuje TiO₂, ZrO₂ nebo Ta₂O₅ v množství nejvýš 4 % hmotnostní.

35

Konec dokumentu
