

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

22872

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
C03C 3/095 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010 - 23020**
(22) Přihlášeno: **26.07.2010**
(47) Zapsáno: **03.11.2011**

(73) Majitel:
PRECIOSA, a.s., Jablonec nad Nisou, CZ

(72) Původce:
Rada Miroslav Ing. CSc., Staňkov, CZ
Sázavová Květa Ing., Jablonec nad Nisou, CZ
Kořenský Jan RNDr., Jablonec nad Nisou, CZ
Vavřena Jiří Ing., Semily, CZ

(54) Název užitého vzoru:
**Křišťálové sklo s indexem lomu vyšším než 1,53 a vysokou mechanickou
pevností, bez obsahu sloučenin olova, barya a arzenu, zaručující
maximální zdravotní bezpečnost**

CZ 22872 U1

Křišťálové sklo s indexem lomu vyšším než 1,53 a vysokou mechanickou pevností, bez obsahu sloučenin olova, barya a arzenu, zaručující maximální zdravotní bezpečnost

Oblast techniky

5 Technické řešení se týká křišťálového skla s indexem lomu vyšším než 1,53 a vysokou mechanickou pevností, neobsahujícího sloučeniny olova, barya a arzenu a určeného pro výrobu bižuterních a lustrových polotovarů i výrobků z nich. Toto sklo je určeno také pro výrobu skleněných lustrů a předmětů pro domácnost.

10 Toto sklo se vyznačuje velmi dobrou zpracovatelností při tavení, tvarování a leštění, dosahuje jas alespoň 93 %, hustoty minimálně 2,54 g/cm³ a Youngova modulu pružnosti nad 90 GPa a vyznačuje se zvýšenou chemickou odolností, sníženou solarizací a sníženou toxicitou, zajišťující maximální zdravotní bezpečnost při běžném použití výrobků z tohoto skla.

Dosavadní stav techniky

15 Kvalitní křišťálová skla musí splňovat podmínky pro jejich využívání z hlediska optických parametrů, mechanických parametrů a dalších fyzikálně-chemických vlastností, jakož i z hlediska zdravotních a bezpečnostních kritérií. Vzhledem k významné změně v hodnocení křišťálů po roce 1991, zejména z hlediska zdravotní nezávadnosti, ekologického vlivu na životní prostředí a toxicity pro spotřebitele, je snahou výrobců modifikovat vlastnosti moderních spotřebních a ozdobných skel tak, aby byly splněny výše uvedené požadavky. Toho lze dosáhnout změnou složení základní matrice skla.

20 V současné době se podle Direktivy 69/493/ECC vyrábějí čtyři typy křišťálových skel, kterými jsou vysoce olovnatý křišťál, olovnatý křišťál, krystalín a křišťálové sklo. Všechny typy těchto skel však podle definice obsahují buď oxid olovnatý a/nebo oxid barnatý. Platná legislativa Evropské unie reguluje použití sloučenin těžkých kovů jako Cd, Pb, Hg a Cr.

25 Příkladem takové regulace je směrnice EU č. 2002/95/ECC (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment - RoHS), vydané 27.1.2003 a upravené 18.8.2005 (v platnost vstoupila 1.7.2006), která omezuje používání toxických kovů v elektrických a elektronických zařízeních. Tato směrnice omezuje použití uvedených kovů v žárovkách, výbojkách, skelných pájkách, ale i skleněných doplňcích svítidel a spotřebních elektronických předmětů. Také směrnice EU č. 94/62/ECC ukládá výrobcům omezit škodlivý vliv těžkých kovů v případě výroby a využití skleněných obalů.

30 Další omezení použití toxických kovů představuje směrnice The Consumer Product Safety Improvement Act - CPSIA, vydaná v roce 2008, zabývající se omezeními stanovenými úřadem Consumer Product Safety Commission - CPSC, které musí splňovat výrobky, se kterými přicházejí do styku děti do věku 12 let. Tato směrnice v části 101 nařizuje, že po 10. únoru 2009 výrobky navržené nebo určené dětem do 12 let včetně nesmí obsahovat více než 600 ppm olova (olovnatých iontů), od 14. srpna 2009 musí obsahovat méně než 300 ppm olova a počínaje 14. srpnem 2011 může být limit snížen na 100 ppm a níže. Bižuterní a ozdobné předměty jsou určeny jak pro dospělé, tak pro děti a výrobce musí zaručit zdravotní bezpečnost a toxikologickou „nezávadnost“ všem uživatelům.

40 Pro olovnaté křišťály jsou charakteristické zejména vysoká měrná hmotnost $\geq 2,9 \text{ g/cm}^3$, vysoký index lomu $\geq 1,545$, vysoká optická disperze. Také technologické vlastnosti jsou příznivé.

45 Zdravotně bezpečná skla lze podle hustoty a indexu lomu rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří skla, jejichž hustota i index lomu jsou porovnatelné s olovnatým křišťálem. Tato skla jsou uvedena v dále zařazené tabulce 1. Druhou skupinu tvoří skla, u nichž hustota není podle směrnice 69/493/ECC dodržena a jejichž index lomu je s olovnatým křišťálem porovnatelný nebo nižší. Tato skla jsou uvedena v dále zařazené tabulce 2 a tabulce 3.

Jak vyplývá z uvedených tabulek, byly jako náhrada PbO a BaO ve skeletu skla nejčastěji použity následující oxidy: MgO, CaO, SrO, ZnO, La₂O₃, Bi₂O₃, TiO₂, ZrO₂, SnO₂, Nb₂O₅, Ta₂O₅, Y₂O₃, Yb₂O₃ a WO₃. Všechny použité sloučeniny ve skeletu zdravotně bezpečného skla mají přitom nízkou toxicitu nebo jsou netoxické.

- 5 Složení skupiny skel uvedených v tabulce 1 neobsahuje podle udělených patentů ani toxický PbO ani BaO. Patent společnosti Baccarat používá jako náhradu PbO oxidy ZnO, SrO a CaO. Patent společnosti British Glass je založen na použití Bi₂O₃, TiO₂ a SrO. Společnost Nachtmann stabilizuje kombinací TiO₂, ZnO a SrO. Společnost Swarovski využívá zejména kombinace oxidů ZnO a CaO. Všechna uvedená skla se blíží typu olovnatého křišťálu jak hustotou, tak indexem lomu.

10 Tabulka 1: Složení skel, majících index lomu $\geq 1,54$ a hustotu $> 2,63 \text{ g/cm}^3$

Oxid (hmot.%)	Majitel patentu / Patent č.			
	Baccarat EP 0553586 A1	British Glass GB 2280432 A	Nachtmann DE 10258923 A1	Swarovski ^b EP 1725502 A1
SiO ₂	53-58	50-65	55-68	50-60
Li ₂ O	0-0,3	$\Sigma \text{M}_2\text{O}$ 12-23	-	0,5-3
Na ₂ O	4,5-7,5		5-12	12-15
K ₂ O	6-10		9-15	<3
MgO	-	-	-	<2
CaO	0-9	0-15 ^a	-	4-11
SrO	0-12	1-20	<5	náhrada CaO
BaO	-	-	-	-
ZnO	16-21	0-15 ^a	3-10	8-16
B ₂ O ₃	0-1,2	0-15 ^a	-	0,6-4
Al ₂ O ₃	0-1,5	0-15 ^a	-	0,25-5
La ₂ O ₃	0-3	0-15 ^a	-	<5
Bi ₂ O ₃	-	1-20	-	<3
TiO ₂	0-2	1-15	8,5-14	<5
ZrO ₂	-	0-15 ^a	-	<3
SnO ₂	0-2,5	-	-	ano
Nb ₂ O ₅	-	-	-	<1
Ta ₂ O ₅	-	-	-	<1
Y ₂ O ₃	-	-	-	<3
Yb ₂ O ₃	-	-	-	<1
WO ₃	-	-	-	<3
Čerivo	Sb, As, Ce	Sb, As, Ce	Sb, As	Sb
Garantované hodnoty veličin				
$\rho[\text{g/cm}^3]$	$\geq 2,9$	$\geq 2,7$	$> 2,63$	$\geq 2,7$
n_D	$\geq 1,545$	$\geq 1,55$	$\geq 1,54$	$\geq 1,55$

^a sklo dále hmotnostně obsahuje jeden nebo více oxidů ze skupiny jmenovaných oxidů v celkové výši do 15 %,

- 15 ^b hmotnostně celkový obsah oxidů Pb, Ba, As leží pod 0,1 %, celkový obsah oxidů Ti a La pod 5 % a celkový obsah oxidů Nb, Ta, Yb, Y, W, Bi, Zr leží pod 5 %, přičemž obsahuje nejvýše 1 % každého z oxidů Nb, Ta, Yb a nejvýše 3 % každého z oxidů Y, W, Bi, Zr. Celkový hmotnostní obsah ZnO a CaO je vyšší než 15 %, CaO je zčásti nahrazeno SrO. Sklo dále obsahuje 0,5 až 3 % Li₂O. Součet hmotnostního obsahu Na₂O a Li₂O leží pod 17 %. Celkový hmotnostní obsah ostatních komponent, nehledě na Sb₂O₃, Nd₂O₃ a Er₂O₃, leží pod 2 %.

Složení skel skupiny, uvedená v tabulkách 2 a 3, rovněž neobsahují podle udělených patentů a užitého vzoru žádný toxický PbO ani BaO.

Tabulka 2: Složení skel, majících index lomu $\geq 1,52$ a hustotu $> 2,43 \text{ g/cm}^3$

Oxid (hmot.%)	Majitel patentu / Patent č.			
	Inn Crystal Glass	Moser	Moravské sklárny Květná	Nachtmann
	EP 0547263 A1	CZ 294797 B6	CZ 19984 U1	DE 19936699 A1
SiO ₂	65-70	71,5-76,5	65,5-75,5	59-71
Li ₂ O	-	-	-	0,01-2
Na ₂ O	4-12	5-9	6-10	3-15
K ₂ O	4-12	8-12	8-12	0,08-11
MgO	-	-	<2	0,5-8
CaO	6-9	5-9	5-9	2-10
SrO	-	-	1-5	0,001-0,1
BaO	-	-	-	-
ZnO	4-7	0,5-3,5	<4	0,01-11
B ₂ O ₃	0,5-5	0,5-3,5	<2	0,01-3
Al ₂ O ₃	1-5	0,1-2,1	<2	0,01-4
La ₂ O ₃	-	-	0,5-5,5	0,001-4
Bi ₂ O ₃	-	-	-	-
TiO ₂	1-6	-	-	0,01-8
ZrO ₂	1-6	-	-	-
SnO ₂	-	-	-	0,001-3
Nb ₂ O ₅	-	-	-	-
Ta ₂ O ₅	-	-	-	-
Y ₂ O ₃	-	-	-	-
Yb ₂ O ₃	-	-	-	-
WO ₃	-	-	-	-
Čeřivo	Sb	Sb	Sb	Sb, As, SO ₄ ²⁻ , F ⁻
Garantované hodnoty veličin				
$\rho[\text{g/cm}^3]$	>2,45	>2,43	>2,52	>2,45
n_D	$\geq 1,52$	>1,52	>1,52	>1,52

- 5 Společnost Inn Crystal Glass uvádí sklo na bázi modifikátorů CaO, ZnO, ZrO₂ a/nebo TiO₂. Společnost Moser uvádí sklo na bázi oxidů CaO a ZnO. Užité vzor Moravských skláren Květná uvádí sklo na bázi kombinace oxidů CaO, MgO, SrO, ZnO a La₂O₃. Patent firmy Nachtmann uvádí přítomnost oxidů CaO, MgO, ZnO, TiO₂, La₂O₃ a SnO₂ a určitého obsahu vody.

Tabulka 3: Složení skel, majících index lomu $\geq 1,52$ a hustotu $> 2,45 \text{ g/cm}^3$

Oxid (hmot.%)	Majitel patentu / Patent č.			
	Rona	Schott ^a	Toyo-sasaki Glass	Favrot, G.A., Truyol, A.
	SK 285523 B6	EP 0564802 A1	EP 2022767 A1	EP 0701976 A1
SiO ₂	65,1-71,9	50-75	62-65	65-73
Li ₂ O	-	0-5	-	1,5-2,5
Na ₂ O	8-14	2-15	10-12	4-8
K ₂ O	6,5-9,9	5-15	8-10	0,2-0,7
MgO	$\leq 0,6$	0-5	-	2-5
CaO	8,6-13	3-12	3-4,2	5-8
SrO	-	0-7	2-3,2	-
BaO	-	-	-	-
ZnO	0,5-3,6	0-7	6-7,2	1,2-3
B ₂ O ₃	-	0-10	-	5-8
Al ₂ O ₃	0,01-3	0-5	2-3,2	2,5-4
La ₂ O ₃	-	-	0-1,2	-
Bi ₂ O ₃	-	-	-	-
TiO ₂	-	0-8	2,2-3	0,3-0,8
ZrO ₂	0,01-2,1	0-5	0-1,2	1,1-2,5
SnO ₂	-	-	0-1,2	-
Nb ₂ O ₅	-	0,1-5	-	-
Ta ₂ O ₅	-	0-5	-	-
Y ₂ O ₃	-	-	0-1,2	-
Yb ₂ O ₃	-	-	-	-
WO ₃	-	-	-	-
Čerivo	Sb	Sb, F ⁻	Sb	Ce, SO ₄ ²⁻
Garantované hodnoty veličin				
$\rho[\text{g/cm}^3]$	$\geq 2,45$	$\geq 2,45$	$\geq 2,6$	neuveďeno
n_D	$\geq 1,52$	$> 1,52$	$\geq 1,53$	neuveďeno

^a souhrnný hmotnostní obsah oxidů TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ leží v rozmezí 0,3 až 12 %.

5 Slovenský výrobce křišťálu Rona chrání sklo, založené na vysokém obsahu CaO a přítomnosti ZnO, ZrO₂ a MgO. Společnost Schott Glaswerke vychází z alkalicko-vápenatého skeletu, který je modifikován kombinací oxidů MgO, ZnO, TiO₂, ZrO₂, Nb₂O₅ a Ta₂O₅.

10 Společnost Toyo-sasaki Glass uvádí sklo s přítomností oxidů ZnO, CaO, SrO, TiO₂, La₂O₃, SnO₂ a Y₂O₃. A konečně vynálezci G.A. Favrot a A. Truyol uvádějí sklo s oxidy CaO, MgO, ZnO, ZrO₂ a TiO₂. Tato skupina skel vykazuje nižší hodnotu měrné hmotnosti než olovnatý křišťál a rovněž index lomu se pohybuje od nižších hodnot k hodnotám srovnatelným s hodnotami olovnatých křišťálových skel.

15 Jakkoliv mají výše uvedená bezolovnatá skla do značné míry uspokojivé vlastnosti, mají přesto tyto nedostatky. Některé obsahují jako čerivo toxický As₂O₃, některé používají drahé a diskutabilní komponenty SrO, La₂O₃, Bi₂O₃, SnO₂, Nb₂O₅, Ta₂O₅, Y₂O₃, Yb₂O₃, WO₃ aj. Další nevýhodou u některých výše uvedených patentových dokumentů jsou vysoké tavicí teploty, relativně vysoký obsah oxidů TiO₂, ZrO₂, B₂O₃, způsobující nažloutlý odstín výsledného skla, resp. problémy spojené s objemovou a/nebo povrchovou krystalizací skla. Vysoký obsah ZnO je často příčinou zvýšené koroze žáruvzdorných materiálů, používaných ke stavbě tavicích agregátů.

Cílem technického řešení je odstranění těchto nedostatků.

Podstata technického řešení

Předmětem technického řešení je křišťálové sklo, mající index lomu vyšší než 1,53 a vysokou mechanickou pevnost, neobsahující sloučeniny olova, barya a arzenu, jehož podstata spočívá v tom, že hmotnostně sestává z

5	55 až 70 %	SiO ₂ ,
	0,05 až 3,5 %	Li ₂ O,
	2 až 15 %	Na ₂ O,
	více než 3 % a méně než 5 % nebo	
	více než 15 % a méně než 19 %	K ₂ O,
10	5 až 10 %	CaO,
	více než 1 % a méně než 4 % nebo	
	více než 7 % a méně než 8 %	ZnO,
	0,1 až 3,5 %	B ₂ O ₃ ,
	0,1 až 3,5 %	Al ₂ O ₃ ,
15	0,1 až 3,5 %	TiO ₂ ,
	méně než 3,5 %	ZrO ₂ ,
	0,05 až 1,5 %	Gd ₂ O ₃ ,
	0,05 až 1 %	P ₂ O ₅ ,
	0,1 až 1 %	Sb ₂ O ₃ .

- 20 Podstatu technického řešení tedy tvoří složení křišťálového skla s vysokým indexem lomu, s vysokou mechanickou pevností a s vyhovujícími krystalizačními charakteristikami.

Parametry křišťálového skla podle technického řešení jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Parametry skla podle technického řešení

Název parametru	Hodnota
Index lomu n_D	$\geq 1,53$
Jas [%]	≥ 93
Hustota [g/cm ³]	$\geq 2,5$
Youngův modul pružnosti E [GPa]	≥ 90
Teplota tavení /log $\eta=2$ / [°C]	≤ 1380
Teplota zpracování /log $\eta=4$ / [°C]	≤ 1010
Teplota měknutí /log $\eta=7,65$ / [°C]	≤ 740
Teplota liquidus [°C]	≤ 1000
Teplota maximální krystalizační rychlosti [°C]	≤ 940
Maximální krystalizační rychlost [μm/min]	$\leq 1,5$
Hydrolytická odolnost [ml HCl [C=0,01 mol/l]]	$\leq 0,80$

- 25 Základní skelet tohoto křišťálového skla tvoří alkalicko-vápenaté sklo, které je toxicky neškodné. Do tohoto sklářského kmene nejsou vědomě přidány žádné škodlivé komponenty olova, barya a/nebo arzenu, které se však mohou ve výsledném složení skla objevit v množství setin procenta jako nečistoty z použitých surovin, kterými mohou být zejména oxidy ZnO a Sb₂O₃. Základní skelet skelné kompozice je modifikován oxidy ZnO, TiO₂, resp. ZrO₂, které významně zvyšují
- 30 spolu s Li₂O a CaO index lomu. Oxidy Al₂O₃ a B₂O₃ zlepšují hydrolytickou odolnost a spolu s oxidy Li₂O, ZrO₂, TiO₂ a CaO také mechanickou pevnost. Čím vyšší je ve skle obsah oxidů CaO a ZnO, tím vyšší je index lomu, ale také vyšší teplota liquidus a roste i hodnota krystalizační rychlosti, přičemž vliv obou oxidů je na krystalizační parametry zhruba srovnatelný. Oxid zineč-

- natý v porovnání s oxidem vápenatým však při tavení na elektrických vanách snižuje při stejné teplotě měrný elektrický odpor, což způsobuje větší korozi elektrod i žáruvzdorného materiálu, nehledě na jeho vyšší pořizovací náklady. Za korozi žáruvzdorného materiálu je zodpovědný i v případě plynových agregátů. Na druhé straně ale zase má příznivější vliv na hydrolytickou odolnost. Z ekonomického hlediska je tedy výhodnější vždy držet obsah CaO co možná nejvýše a množství ZnO co možná nejnižší a zároveň i nahradit co největší podíl dražší potaše a sody levnějším vápencem. Tato náhrada je ale omezena zvyšujícími se krystalizačními charakteristikami.
- To se podařilo překvapivě a neočekávaně vyřešit použitím kombinace oxidů Gd_2O_3 a P_2O_5 takto:
- výhodně křišťálové sklo podle technického řešení hmotnostně obsahuje 0,05 až 0,8 % Gd_2O_3 a 0,05 až 0,8 % P_2O_5 při poměru Gd_2O_3/P_2O_5 alespoň rovném 1:1,
- výhodně křišťálové sklo podle technického řešení hmotnostně obsahuje 0,05 až 0,15 % Gd_2O_3 a 0,1 až 0,8 % P_2O_5 při poměru Gd_2O_3/P_2O_5 alespoň rovném 1:2,
- výhodně křišťálové sklo podle technického řešení hmotnostně obsahuje 0,1 % Gd_2O_3 a 0,2 až 0,8 % P_2O_5 při poměru Gd_2O_3/P_2O_5 alespoň rovném 1:2.
- Při takto zvolených poměrech došlo k výraznému poklesu jak teploty liquidus a teploty maximální krystalizační rychlosti, tak zejména hodnoty maximální krystalizační rychlosti. Překvapivě bylo i zlepšení hydrolytické odolnosti a obrusnosti. Neočekávané bylo také zlepšení čerení skloviny a tvarovatelnosti výrobků.
- Uvedená kombinace oxidů Gd_2O_3 a P_2O_5 může být použita s obdobným výsledkem u všech typů průmyslově vyráběných skel.
- Toto sklo s kombinací oxidů Gd_2O_3 a P_2O_5 kromě toho, že neobsahuje škodlivé oxidy Pb, Ba a As, což splňují i některá skla podle výše uvedených patentových dokumentů, umožňuje dosáhnout i vysokého indexu lomu a vysoké mechanické pevnosti při relativně nízkých obsazích ZnO, což omezí korozi žáruvzdorných materiálů používaných tavicích agregátů, způsobenou zejména ZnO a K_2O . Zvláštní výhoda technického řešení spočívá v tom, že se nemusí pro dosažení vysokého indexu lomu používat drahé a diskutabilní komponenty SrO , La_2O_3 , Bi_2O_3 , SnO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , Y_2O_3 , Yb_2O_3 , WO_3 aj., jako tomu je zejména u skel podle výše uvedených patentových dokumentů, užitého vzoru a dalších existujících patentů, týkajících se problematiky bezolovnatých skel.
- Sklo podle technického řešení se čerí obvyklou čerící směsí Sb_2O_3 a/nebo různých druhů anti-moničnanů spolu s dusičnanem sodným nebo draselným. Mohou se ale použít i běžná množství CeO_2 spolu s dusičnanem nebo běžná množství síranů, fluoridů, jakož i všechny možné běžné známé kombinace výše zmíněných komponent v obvyklých koncentracích.
- Sklo podle technického řešení se odbarvuje běžně známými složkami a jejich obvyklými množstvími a známými kombinacemi v obvyklých koncentracích. Mohou se použít komponenty nebo jejich kombinace ze skupiny složek CeO_2 , Er_2O_3 , Nd_2O_3 , NiO , CoO , sloučeniny manganu a Se a sloučeniny selenu.
- Výhodně je tedy křišťálové sklo podle technického řešení čereno a odbarvováno obvyklými čerícími a odbarvovacími komponentami a/nebo jejich směsmi v obvyklých koncentracích.
- Sklo podle technického řešení obsahuje obvyklé množství Fe_2O_3 , které odpovídá jeho běžnému obsahu v křišťálových sklech a které je do skla podle technického řešení vneseno nečistotami z použitých surovin a obsahem Fe_2O_3 ze střepů.
- Sklo podle technického řešení obsahuje určitý minimální obsah MgO , vnesený do skla jako nečistota z použitého vápence a písku.

Příklady provedení technického řešení

- Příklady provedení technického řešení spolu se zjištěnými parametry skel jsou uvedeny v tabulce 5. Sklo podle příkladu 1 nesplňuje sice požadavek směrnice 69/493/ECC spočívající v tom, že souhrnný hmotnostní obsah oxidů PbO, BaO, ZnO a K₂O musí být alespoň roven 10 %, splňuje však požadované hodnoty sledovaných veličin stejně tak dobře, jako skla podle příkladů provedení 2 a 3, která uvedený požadavek splňují. Složení podle příkladu provedení 2 definuje sklo, které se bude s ohledem na vyšší obsah K₂O dobře čerit, zpracovávat i odbarvovat. Sklo podle příkladu provedení 3 je nízko tavitelný typ skla s vysokým indexem lomu, odpovídajícím nejvyšší kvalitnější olovnatým křišťálovým sklům.
- Tabulka 5: Složení příkladných provedení skel podle technického řešení v % hmotnosti a jejich zjištěné parametry

Oxid/Příklad	1	2	3
SiO ₂	67,066	63,173	59,125
Li ₂ O	0,850	0,541	2,149
Na ₂ O	8,199	2,797	11,397
K ₂ O	4,802	15,406	3,490
CaO	8,202	8,503	7,188
ZnO	2,401	2,005	7,711
B ₂ O ₃	2,900	2,008	3,071
Al ₂ O ₃	2,499	2,481	0,430
TiO ₂	2,040	1,941	2,082
ZrO ₂	-	-	2,082
Gd ₂ O ₃	0,100	0,102	0,103
P ₂ O ₅	0,401	0,503	0,701
Sb ₂ O ₃	0,540	0,540	0,471
Zjištěné parametry			
Index lomu n _D	1,5302	1,5319	1,5624
Hustota [g/cm ³]	2,5434	2,5516	2,7058
Youngův modul pružnosti E [GPa]	113,333	99,190	116,339
Teplota tavení /log η=2/ [°C]	1374	1376	1147
Teplota zpracování /log η=4/ [°C]	986	1005	855
Teplota měknutí /log η= 7,65/ [°C]	706	733	637
Teplota liquidus [°C]	959	956	850
Teplota maximální krystalizační rychlosti [°C]	859	886	791
Maximální krystalizační rychlost [μm/min]	1,235	0,633	0,122
Hydrolytická odolnost [ml HCl [C=0,01 mol/l]]	0,26	0,61	0,36

Průmyslová využitelnost

- Křišťálové sklo podle technického řešení je určeno pro výrobu bižuterních a lustrových polotovárů i výrobků z nich, výrobu skleněných lustrů a předmětů pro domácnost.

Je ale samozřejmě možné jej použít kdekoli jinde, kde to bude vhodné díky jeho vlastnostem.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Křišťálové sklo s indexem lomu vyšším než 1,53 a vysokou mechanickou pevností, bez obsahu sloučenin olova, barya a arzenu, zaručující maximální zdravotní bezpečnost, **v y z n a -**
 5 **č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně sestává z

55 až 70 %	SiO_2 ,
0,05 až 3,5 %	Li_2O ,
2 až 15 %	Na_2O ,
více než 3 % a méně než 5 % nebo	
10 více než 15 % a méně než 19 %	K_2O ,
5 až 10 %	CaO ,
více než 1 % a méně než 4 % nebo	
více než 7 % a méně než 8 %	ZnO ,
0,1 až 3,5 %	B_2O_3 ,
15 0,1 až 3,5 %	Al_2O_3 ,
0,1 až 3,5 %	TiO_2 ,
méně než 3,5 %	ZrO_2 ,
0,05 až 1,5 %	Gd_2O_3 ,
0,05 až 1 %	P_2O_5 ,
20 0,1 až 1 %	Sb_2O_3 .
2. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně obsahuje 0,05 až 0,8 % Gd_2O_3 a 0,05 až 0,8 % P_2O_5 při poměru $\text{Gd}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5$ alespoň rovném 1:1.
3. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně obsahuje 0,05 až 0,15 % Gd_2O_3 a 0,1 až 0,8 % P_2O_5 při poměru $\text{Gd}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5$ alespoň rovném 1:2.
- 25 4. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně obsahuje 0,1 % Gd_2O_3 a 0,2 až 0,8 % P_2O_5 při poměru $\text{Gd}_2\text{O}_3/\text{P}_2\text{O}_5$ alespoň rovném 1:2.
5. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je vyčereno a odbarveno obvyklými čerícími a odbarvovacími komponentami a/nebo jejich směsmi v obvyklých koncentracích.
- 30 6. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně sestává z

67,066 %	SiO_2 ,
0,850 %	Li_2O ,
8,199 %	Na_2O ,
4,802 %	K_2O ,
35 8,202 %	CaO ,
2,401 %	ZnO ,
2,499 %	Al_2O_3 ,
2,900 %	B_2O_3 ,
2,040 %	TiO_2 ,

0,100 %	Gd ₂ O ₃ ,
0,401 %	P ₂ O ₅ ,
0,540 %	Sb ₂ O ₃ .

7. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně sestává z

5	63,173 %	SiO ₂ ,
	0,541 %	Li ₂ O,
	2,797 %	Na ₂ O,
	15,406 %	K ₂ O,
	8,503 %	CaO,
10	2,005 %	ZnO,
	2,481 %	Al ₂ O ₃ ,
	2,008 %	B ₂ O ₃ ,
	1,941 %	TiO ₂ ,
	0,102 %	Gd ₂ O ₃ ,
15	0,503 %	P ₂ O ₅ ,
	0,540 %	Sb ₂ O ₃ .

8. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hmotnostně sestává z

	59,125 %	SiO ₂ ,
	2,149 %	Li ₂ O,
20	11,397 %	Na ₂ O,
	3,490 %	K ₂ O,
	7,188 %	CaO,
	7,711 %	ZnO,
	0,430 %	Al ₂ O ₃ ,
25	3,071 %	B ₂ O ₃ ,
	2,082 %	TiO ₂ ,
	2,082 %	ZrO ₂ ,
	0,103 %	Gd ₂ O ₃ ,
	0,701 %	P ₂ O ₅ ,
30	0,471 %	Sb ₂ O ₃ .

Konec dokumentu
