

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

22399

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
C03C 3/097 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 24144**
(22) Přihlášeno: **30.03.2011**
(47) Zapsáno: **20.06.2011**

(73) Majitel:

Vysoká škola chemicko - technologická v Praze, Praha, CZ

(72) Původce:

Kloužek Jaroslav Doc. Ing. CSc., Senohraby, CZ
Polák Miroslav Ing., Jablonec nad Nisou, CZ
Hřebíček Milan Ing. CSc., Valašské Meziříčí, CZ
Kaiser Karel, Valašské Meziříčí, CZ
Tonarová Vladislava Ing. Ph.D., Žďár nad Sázavou, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Marie Smrčková, patentový zástupce, Velflíkova 10, Praha 6, 16000

(54) Název užitého vzoru:

Křišťálové bezolovnaté a bezbarnaté sklo, s obsahem oxidů lanthanu a niobu

CZ 22399 U1

Křišťálové bezolovnaté a bezbarnaté sklo, s obsahem oxidů lanthanu a niobuOblast techniky

Technické řešení se týká křišťálového bezolovnatého a bezbarnatého skla s obsahem oxidů lanthanu a niobu, s indexem lomu vyšším než 1,54 a s měrnou hmotností nejméně $2,58 \text{ g.cm}^{-3}$, vhodného zejména pro ruční výrobu vysoce kvalitního užitkového skla, vyráběného v plynových a elektrických tavicích zařízeních. Toto bezolovnaté křišťálové sklo rovněž neobsahuje oxidy barya.

Dosavadní stav techniky

Křišťálová skla jsou skupinou skel, na jejichž vlastnosti jsou kladeny značné požadavky. Především jsou požadovány vynikající optické vlastnosti, přinášející vysokou brilanci a lesk výrobků. Základním předpokladem je proto vysoká homogenita skla a zanedbatelná četnost výskytu vad ve formě bublin a kamínků. Křišťálové sklo musí dále vykazovat vysokou „bělost“ - nebarevnost, vyžadující použití vysoce čistých vstupních surovin, které do skla vnášejí minimální množství barvicích látek, zejména oxidu železitého. Dalším požadavkem je vysoká propustnost světla ve viditelné oblasti spektra. Hodnota celkové propustnosti není doposud normativně stanovena. Za přijatelnou lze považovat 90% celkovou propustnost ve viditelné oblasti spektra při tloušťce skla 5 mm. Nejvýznamnější optickou vlastností, která slouží jako kritérium pro kategorizaci křišťálových skel v technické legislativě, je hodnota indexu lomu. V České republice je tato kategorizace začleněna do vyhlášky č. 379/2000 Sb., která stanovuje podmínky pro určování jednotlivých druhů křišťálového skla, včetně názvů těchto druhů a jejich vlastností.

Olovnatá křišťálová skla s obsahem PbO vyšším než 30, resp. 24 hmotn. %, jsou zmíněnou vyhláškou zařazeny do 1., resp. 2. skupiny křišťálových skel, s indexem lomu vyšším než 1,545. Obě skupiny skel se však potýkají s velkými odbytovými problémy vyvolanými toxicitou sloučenin olova.

Sodnodraselný (český) křišťál, s obsahem K_2O vyšším než 10 hmotn. %, spadá dle zmíněné vyhlášky do nejnižší, 4. skupiny křišťálů s označením „křišťálové sklo“, která zahrnuje skla s indexem lomu nižším než 1,52 a měrnou hmotností vyšší než $2,40 \text{ g.cm}^{-3}$.

Nevýhodou tohoto typu křišťálového skla je obvykle nižší chemická odolnost, odpovídající obvykle čtvrté hydrolytické třídě dle ČSN ISO 719.

Výrobci olovnatých i sodnodraselných křišťálů se již proto řadu let věnují vývoji nových typů skel, které mají odpovídající optické vlastnosti, index lomu vyšší než 1,52, a které zároveň silně omezují, či zcela eliminují použití sloučenin olova. Skla s těmito vlastnostmi splňují podmínky citované vyhlášky pro zařazení do 3. skupiny křišťálových skel s označením „křišťálové sklo krystalin“. Těmito podmínkami jsou index lomu vyšší než 1,52, měrná hmotnost vyšší než $2,45 \text{ g.cm}^{-3}$ a celkový obsah oxidů K_2O , ZnO , BaO a PbO vyšší než 10 % hmotn. Již zmíněný požadavek eliminace sloučenin olova, obsažených ve skle, potom přináší nutnost přidavku dalších oxidů, které index lomu zvyšují. Tento problém byl v minulosti řešen řadou tradičních výrobců křišťálových skel, jak ukazuje následně popsáný stav techniky.

V patentu CZ 279 603 B6 a v korespondujícím EP 738 243 B1, majitele VŠCHT Praha, je popsáno křišťálové bezolovnaté sklo s indexem lomu vyšším než 1,52 a obsahujícím v hmotn. %:

50 až 75 SiO_2

5 až 16 Na_2O

2 až 9 CaO

0,1 až 10 K_2O

0,05 až 10 Al_2O_3

0,05 až 15 ZrO_2

0,05 až 10 ZnO

0,001 až 6 MgO

0,001 až 5 TiO₂

0,001 až 2,5 HfO₂

0,05 až 2,5 Sb₂O₃.

- 5 Celkový obsah železa vyjádřený jako Fe₂O₃ je v rozmezí 0,05 až 0,035 % hmotn. Sklo může obsahovat sírany a chloridy jakožto další čerňiva, a jako barviva či odbarviva alespoň jednu sloučeninu ze skupiny Er₂O₃, Nd₂O₃, CeO₂, CoO, NiO, oxidy Mn a sloučeniny Se. Užitek a technologické vlastnosti mohou být modifikovány alespoň jedním z oxidů BaO, B₂O₃, P₂O₅, LiO₂, SnO₂, La₂O₃, Bi₂O₃, MoO₃ a WO₃.

- 10 Tento bezolovnatý sodno-vápenatý křišťál definovaný v poměrně širokém rozmezí ve všech příkladných provedeních obsahuje ZrO₂, HfO₂, též s možností přídavku BaO. Sklo vykazuje podle příkladných provedení třetí třídu hydrolytické odolnosti. Má velmi příznivé vlastnosti k broušení, rytí skla a dá se chemicky i mechanicky leštit. Při vysokém obsahu ZrO₂ však může docházet při tavení skla k separaci na nemísitelné fáze a ke vzniku šliřovitěho skla následkem vyšší koroze
- 15 žáromateriálů pánví. Problémy mohou rovněž přinášet nečistoty vstupních surovin pro ZrO₂, zejména oxid železitý, udělující sklu nežádoucí zbarvení, které se obtížně odbarvuje.

Patent SK 285 523 B6 majitele RONA, Lednické Rovne, SK uvádí rovněž křišťálové sklo bez obsahu olova a barya, s indexem lomu vyšším než 1,52 a měrnou hmotností alespoň 2,45 g.cm⁻³, určené pro ruční i strojový způsob zpracování. Sklo obsahuje v hmotn. %:

- 20 50 až 75 SiO₂ + ZrO₂

0,01 až 2,1 ZrO₂

0,8 až 14,0 Na₂O

8,6 až 13,0 CaO

6,5 až 9,9 K₂O

- 25 0,01 až 3,0 Al₂O₃

0,5 až 3,6 ZnO

0,001 až 6 MgO.

Autoři navrhuji zvýšit čistotu vstupních surovin pro ZrO₂ jejich rafinací roztoky kyseliny dusičné a chlorovodíkové.

- 30 Patent CZ 286 934 B6 a korespondující EP 564 802 B1 původního majitele Schott Glass, Mainz, DE, nyní Zwiesel Kristallglass AG, Zwiesel AG, DE, popisuje křišťálové sklo prosté olova a barya, obsahující v hmotn. %:

50 až 75 SiO₂

6 až 12 Na₂O

- 35 > 10 až 15 K₂O,

3 až 12 CaO

0,4 až 3 Al₂O₃

0,3 až 8 TiO₂

stopy až 12 B₂O₃.

- 40 a popřípadě další složky ze skupiny LiO₂, MgO, SrO, ZnO, ZrO₂, Nb₂O₅, Ta₂O₅, fluoridy. Celkové množství TiO₂ + ZrO₂ + Nb₂O₅ + Ta₂O₅ je v rozmezí 0,3 až 12 hmotn. %.

Tento typ bezolovnatého křišťálu prostého BaO je zejména vhodný pro výrobu nápojového skla. Má měrnou hmotnost alespoň 2,45 g.cm⁻³ a propustnost světla alespoň 85 %. Hydrolytická odolnost se pohybuje v příkladných provedeních ve třídách IV, též III i II. Jako nejvýhodnější skla

45 jsou uváděna skla s ZrO₂ a TiO₂ v množství do 4 hmotn. %.

Křišťálové sklo bez obsahu oxidu olovnatého nebo barnatého, uvedené v patentu CZ 294 797 majitele MOSER, Karlovy Vary, je určeno především pro vysoce kvalitní stolní a užitkové sklo. Patentované složení je následující, v hmotn. %:

- 5 $74,0 \pm 2,5 \text{ SiO}_2$
 $1,1 \pm 1,0 \text{ Al}_2\text{O}_3$
 $7,0 \pm 2,0 \text{ Na}_2\text{O}$
 $10,0 \pm 2,0 \text{ K}_2\text{O}$
 $7,0 \pm 2,0 \text{ CaO}$
 $1,0 \pm 0,9 \text{ MgO}$
 10 $2,0 \pm 1,5 \text{ B}_2\text{O}_3$
 $2,0 \pm 1,5 \text{ ZnO}$
 $0,4 \pm 0,2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$
 $0,05 \pm 0,02 \text{ Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,

- 15 kde suma $\text{K}_2\text{O} + \text{ZnO}$ je vyšší než 10 hmotn. % a
 suma $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$ je alespoň 20 hmotn. %.

Toto sklo může být porovnáno se složením křišťálových skel jiných výrobců především z hlediska ekologické nezávadnosti.

- 20 Patent CZ 302 412 B6 spolumajitelů, kterými jsou Moravské sklárny Květná s.r.o., Strání-Květná; Ústav anorganické chemie Akademie věd ČR, v.v.i., Praha; a Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, popisuje křišťálové sklo bez obsahu olova a barya. Toto sklo obsahuje v hmotn. %:

- 25 $68,0 \pm 2,5 \text{ SiO}_2$
 $1,0 \pm 1,0 \text{ Al}_2\text{O}_3$ a/nebo $1,0 \pm 1,0 \text{ B}_2\text{O}_3$
 $3,0 \pm 2,5 \text{ La}_2\text{O}_3$
 $3,0 \pm 2,0 \text{ SrO}$
 $7,0 \pm 2,0 \text{ CaO}$
 $1,0 \pm 1,0 \text{ MgO}$
 $2,0 \pm 2,0 \text{ ZnO}$
 $8,0 \pm 2,0 \text{ Na}_2\text{O}$
 30 $10,0 \pm 2,0 \text{ K}_2\text{O}$
 $0,4 \pm 0,2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$
 $0,05 \pm 0,02 \text{ Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$.

Sklo podle tohoto technického řešení má středně vysoké tavicí teploty, podle příkladů provedení 1411 až 1420 °C, index lomu 1,524 až 1,528 a měrnou hmotnost 1,524 až 1,528.

- 35 Cílem předloženého technického řešení je návrh složení křišťálového skla, prosté sloučenin olova a barya, při snaze o snížení tavicích teplot, a schopného dalšího zušlechťování, broušení a rytí a povrchových úprav, které bude splňovat náročné hygienické a ekologické požadavky.

Podstata technického řešení

- 40 Uvedené nevýhody se odstraní nebo omezí splňuje u křišťálového skla, které neobsahuje sloučeniny olova a barya, podle tohoto technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje v hmotn. %:

- $63,0,0 \pm 2,5 \text{ SiO}_2$
 až $2,0 \text{ Al}_2\text{O}_3$ a/nebo až $2,0 \text{ B}_2\text{O}_3$
 $3,0 \pm 2,5 \text{ La}_2\text{O}_3$

- $4,0 \pm 3,5 \text{ Nb}_2\text{O}_5$
 $3,0 \pm 2,0 \text{ SrO}$
 $7,0 \pm 2,0 \text{ CaO}$
 $1,0 \pm 1,0 \text{ MgO}$
 5 $2,0 \pm 2,0 \text{ ZnO}$
 $5,0 \pm 2,0 \text{ Na}_2\text{O}$
 $10,0 \pm 2,0 \text{ K}_2\text{O}$
 $0,4 \pm 0,2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$
 $0,05 \pm 0,02 \text{ Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,
 10 přičemž suma Al_2O_3 a B_2O_3 je do 4 hmotn. % a
 suma K_2O a ZnO je vyšší než 10 hmotn. %,

Hlavní výhodou skla podle tohoto technického řešení, mimoto že neobsahuje toxické prvky jako je Pb a Ba, jsou vysoce příznivé optické vlastnosti výsledného skla, a to index lomu vyšší než 1,54 a světelná propustnost vyšší než 90 % na 5 mm tloušťky skla, a mají vyšší disperzi než běžné sodnodraselná nebo barnatá křišťálová skla. Přítomnost oxidu niobičného ve skle snižuje tendenci skla k solarizaci. Definovaný optimální rozsah složení skla dovoluje v provozních podmínkách použití maximálních tavicích teplot nepřesahujících 1410 °C, což umožňuje úsporu energie ve srovnání s výrobou běžného sodnodraselného křišťálu. Snížená maximální tavicí teplota se rovněž příznivě projeví na zvýšené kvalitě výrobků v důsledku nižší koroze žáruvzdorných materiálů tavicího zařízení. Výsledné sklo má zvýšenou chemickou odolnost povrchu výrobků, a tím splňuje nároky na mytí skla pomocí alkalických mycích prostředků. Měrná hmotnost skla podle tohoto technického řešení je vyšší než 2,58 g.cm⁻³. Koeficient délkové teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300^\circ\text{C}}$ u těchto skel je $9,0 \pm 1,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Skla je možné vyrábět v plynu i v elektricky otápěných vsázkových tavicích zařízeních. Definovaný rozsah složení skla umožňuje použití obvyklých zušlechťovacích technik, např. leštění, rytí, broušení, nanášení kovových dekorativních vrstev aj. Sklo lze barvit běžnými přísadami sklářských barviv.

Příklady provedení technického řešení

Příklad 1

- 30 Bezolovnaté a bezbarnaté křišťálové sklo, obsahující oxidy SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , SrO , CaO , MgO , ZnO , Na_2O , K_2O , dále obsahuje oxidy lanthanu a niobu. Vykazuje index lomu vyšším než 1,54 a měrnou hmotnost nejméně 2,58 g.cm⁻³. Tento typ křišťálového skla je zejména určený pro ruční výrobu luxusního a vysoce kvalitního užitkového skla. Lze ho tavit v plynových i elektrických tavicích zařízeních. Tavicí teploty nepřesahují 1410 °C.
- 35 Návrhy složení skel sledují dosažení vysokých optických vlastností, určenými indexem lomu vyšším než 1,54 a střední světelnou propustností pro viditelné světlo vyšší než 90 % při tloušťce vzorku 5 mm, a s vyšší disperzí než běžné sodnodraselná nebo barnatá křišťálová skla. Složení skla muselo dále splňovat dodatečnou podmínku pro zařazení do třídy "křišťálové sklo krystalin" dle vyhlášky č. 379/2000 Sb.
- 40 Byla provedena řada laboratorních, poloprovozních i provozních taveb skel s různým složením. Na základě hodnocení technologických i užitkových vlastností skel bylo stanoveno rozmezí složení v rozsahu nároků na ochranu podle tohoto technického řešení.

Bezolovnaté a bezbarnaté křišťálové sklo s obsahem oxidů lanthanu a niobu, podle tohoto vynálezu, obsahuje v hmotn. %:

- 45 $63,0 \pm 2,5 \text{ SiO}_2$
 až $2,0 \text{ Al}_2\text{O}_3$ a/nebo až $2,0 \text{ B}_2\text{O}_3$
 $3,0 \pm 2,5 \text{ La}_2\text{O}_3$

- $4,0 \pm 3,5 \text{ Nb}_2\text{O}_5$
 $3,0 \pm 2,0 \text{ SrO}$
 $7,0 \pm 2,0 \text{ CaO}$
 $1,0 \pm 1,0 \text{ MgO}$
5 $2,0 \pm 2,0 \text{ ZnO}$
 $5,0 \pm 2,0 \text{ Na}_2\text{O}$
 $10,0 \pm 2,0 \text{ K}_2\text{O}$
 $0,4 \pm 0,2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$
 $0,05 \pm 0,02 \text{ Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,
10 přičemž suma Al_2O_3 a B_2O_3 je do 4 hmotn. % a
suma K_2O a ZnO je vyšší než 10 hmotn. %,
suma La_2O_3 , a Nb_2O_5 je v rozmezí 4 až 12 hmotn. %.

Příklady 2 až 5

- 15 Příkladná konkrétní provedení složení skel jsou uvedena v tabulce 1, kde jednotlivé složky skla
jsou v hmotn. %.

Významné vlastnosti skel příkladných provedení shrnuje tabulka 2.

Tabulka 1 - Příklady složení skel

Příklad	SiO_2	Al_2O_3	B_2O_3	La_2O_3	Nb_2O_5	CaO	SrO	ZnO	MgO	K_2O	Na_2O	Sb_2O_3	$\text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$
2	64,43	0,15	0,75	2,86	3,80	8,20	2,20	1,01	0,05	9,73	6,24	0,52	0,06
3	65,17	0,15	2,36	2,07	2,07	6,97	3,94	0,01	0,98	10,27	5,43	0,53	0,05
4	61,69	0,14	1,29	3,81	5,71	6,62	1,90	1,90	0,93	9,29	6,12	0,55	0,05
5	65,48	0,91	0,75	2,38	4,87	6,84	1,03	0,92	0,05	9,35	6,79	0,57	0,06

Tabulka 2 - Vlastnosti skel o složení dle Tabulky 1

Příklad	Teplota pro logaritmus viskozity v dPa.s ($^{\circ}\text{C}$)			Hydrolyt. odolnost (ml 0.01 M $\text{HCl} \cdot \text{g}^{-1}$)	α_{20-300} (10^{-6} K^{-1})	Index lomu	Měrná hmotnost ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Barevné souřadnice dle ČSN 011718 (tloušťka vzorku 5 mm)		
	2	3	7,65					L	a	b
2	1365	1142	740	0,80	9,2	1,545	2,607	93,60	0,17	0,77
3	1412	1170	719	0,72	9,0	1,541	2,586	94,56	0,20	0,54
4	1358	1138	742	0,75	8,9	1,549	2,649	93,44	0,40	-0,22
5	1372	1169	746	0,84	9,1	1,540	2,581	96,85	0,19	-0,50

20

- Transformační teploty příkladných provedení skel se pohybují v rozmezí 540 až 570 $^{\circ}\text{C}$. Teploty logaritmu viskozity v dPas rovné 2, které odpovídají teplotám tavení, nepřesahují hodnoty 1410 $^{\circ}\text{C}$. Tento výsledek dokládá příznivý vliv přídavku Nb_2O_5 na snížení maximálních tavicích teplot, které se u běžných sodnovápenatých křišťálových skel pohybují obvykle nad teplotou 1450 $^{\circ}\text{C}$. Tabulka 2 uvádí rovněž teploty odpovídající logaritmu 3 a 7,65 charakterizuje viskozitní
25 křivku skel v oblasti zpracování skloviny.

- Indexy lomu skel převyšující hodnotu 1,54 ukazují příznivý vliv oxidů La_2O_3 a Nb_2O_5 na zlepšení optických vlastností skel. Barevnost příkladných křišťálových skel byla stanovena dle ČSN 011718 „Měření barev“. Z vychlazených vzorků laboratorně nebo provozně tavených skel byly
30 připraveny oboustranně vyleštěné destičky tloušťky 5,0 mm. Spektra propustnosti skel byla mě-

řena v rozmezí vlnových délek 350 až 1100 nm. Výpočet barevných souřadnic v kolorimetrické soustavě *L-a-b* probíhal postupem uvedeným ve výše zmíněné normě pro normovaný typ světla C a pozorovací úhel 10°. Stanovené barevné souřadnice dokládají vysokou světelnou propustnost příkladných skel (souřadnice *L* je větší než 93) a nebarevnost (souřadnice *a*, *b* jsou menší než 1).

5 Pro příkladná provedení byla jako odbarvovací činidlo použita kombinace oxidů Nd_2O_3 a Er_2O_3 , jejichž výhodou je značná nezávislost na změny oxidačně redukčního stavu skloviny při procesu tavení a zpracování skloviny, s běžným malým přídavkem CoO do 0,001 hmotn. %. Obsah Fe není uváděn, pochází pouze z nečistot, a jeho množství vyjádřené jakožto Fe_2O_3 nepřesahuje obvykle 0,02 hmotn. %.

10 Střední koeficient délkové teplotní roztažnosti α_{20-300} se u příkladných provedení skel pohybuje v blízkém okolí hodnoty $9,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, která je požadována pro kombinaci základního křišťálového skla s běžným sortimentem barevných skel aplikovaných při tvarovací technologii tzv. přejímání nebo podjímání.

15 Hydrolytická odolnost těchto skel, dle ČSN ISO 719 vyjádřená spotřebou 0,01 M HCl na gram skleněné drtě, zařazuje příkladná skla do 3. třídy odolnosti proti vodě. Zvýšenou chemicko odolnost přináší především přídavky ZnO a B_2O_3 nebo Al_2O_3 uvedené v příkladných složeních 2 až 4. Přídavek ZnO přináší rovněž zlepšení opracovatelnosti skla rytím nebo broušením a zvyšuje přilnavost vrstev drahých kovů, např. zlata a platiny, na povrch výrobků při zušlechťování. Přítomnost B_2O_3 ve skle též snižuje maximální tavicí teploty. Viskozitní křivku skel je možné v oblasti
20 zpracování vhodně upravit přídavkem MgO .

Průmyslová využitelnost

Bezolovnaté a bezbarnaté křišťálové sklo s La_2O_3 a Nb_2O_5 je určené pro vysoce kvalitní a luxusní stolní, užitková a nápojová skla.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

25 1. Bezolovnaté a bezbarnaté křišťálové sklo s obsahem oxidů lanthanu a niobu, s indexem lomu vyšším než 1,54 a měrnou hmotností nejméně $2,58 \text{ g.cm}^{-3}$, vhodného zejména pro ruční výrobu vysoce kvalitního užitkového skla, vyráběného v plynových a elektrických tavicích zařízeních, a dále obsahující oxidy SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , SrO , CaO , MgO , ZnO , Na_2O , K_2O , Sb_2O_3 , Er_2O_3 , Nd_2O_3 , **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje v hmotn. %

30 $63,0 \pm 2,5 \text{ SiO}_2$
až 2,0 Al_2O_3 a/nebo až 2,0 B_2O_3
 $3,0 \pm 2,5 \text{ La}_2\text{O}_3$
 $4,0 \pm 3,5 \text{ Nb}_2\text{O}_5$
 $3,0 \pm 2,0 \text{ SrO}$
35 $7,0 \pm 2,0 \text{ CaO}$
 $1,0 \pm 1,0 \text{ MgO}$
 $2,0 \pm 2,0 \text{ ZnO}$
 $5,0 \pm 2,0 \text{ Na}_2\text{O}$
 $10,0 \pm 2,0 \text{ K}_2\text{O}$
40 $0,4 \pm 0,2 \text{ Sb}_2\text{O}_3$
 $0,05 \pm 0,02 \text{ Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,

přičemž suma Al_2O_3 a B_2O_3 je do 4 hmotn. % a
suma K_2O a ZnO je vyšší než 10 hmotn. %,

suma La_2O_3 , a Nb_2O_5 je v rozmezí 4 až 12 hmotn. %.

2. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje v hmotn. %

	64,43 SiO_2
	0,15 Al_2O_3
5	0,75 B_2O_3
	2,86 La_2O_3
	3,80 Nb_2O_5
	8,20 CaO
	2,20 SrO
10	1,01 ZnO
	0,05 MgO
	9,73 K_2O
	6,24 Na_2O
	0,52 Sb_2O_3
15	0,06 $\text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,

přičemž toto křišťálové sklo vykazuje následující vlastnosti:

- teplotu 1365 °C pro logaritmus viskozity = 2 (dPa.s);
- teplotu 1142 °C pro logaritmus viskozity = 5 (dPa.s);
- teplotu 740 °C pro logaritmus viskozity = 7,65 (dPa.s);
- 20 hydrolytickou odolnost = 0,80 ml 0,01 M $\text{HCl} \cdot \text{g}^{-1}$ na 1 g skelné drtě;
- měrnou hmotnost 2,607 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;
- koeficient střední délkové teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300} = 9,2 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$;
- index lomu = 1,545.

3. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje v hmotn. %

25	65,17 SiO_2
	0,15 Al_2O_3
	2,36 B_2O_3
	2,07 La_2O_3
	2,07 Nb_2O_5
30	6,97 CaO
	3,94 SrO
	0,01 ZnO
	0,98 MgO
	10,27 K_2O
35	5,43 Na_2O
	0,53 Sb_2O_3
	0,05 $\text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3$,

přičemž toto křišťálové sklo vykazuje následující vlastnosti:

- teplotu 1412 °C pro logaritmus viskozity = 2 (dPa.s);
- 40 teplotu 1170 °C pro logaritmus viskozity = 5 (dPa.s);
- teplotu 719 °C pro logaritmus viskozity = 7,65 (dPa.s);
- hydrolytickou odolnost = 0,72 ml 0,01 M $\text{HCl} \cdot \text{g}^{-1}$ na 1 g skelné drtě;
- měrnou hmotnost = 2,586 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;

koefficient střední délkové teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300} = 9,0 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$;
index lomu = 1,541.

4. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje v hmotn. %

	61,69 SiO ₂
5	0,14 Al ₂ O ₃
	1,29 B ₂ O ₃
	3,81 La ₂ O ₃
	5,71 Nb ₂ O ₅
	6,62 CaO
10	1,90 SrO
	1,90 ZnO
	0,93 MgO
	9,29 K ₂ O
	6,12 Na ₂ O
15	0,55 Sb ₂ O ₃
	0,05 Er ₂ O ₃ + Nd ₂ O ₃ ,

přičemž toto křišťálové sklo vykazuje tyto následující vlastnosti:

	teplotu 1358 °C pro logaritmus viskozity = 2 (dPa.s);
	teplotu 1138 °C pro logaritmus viskozity = 5 (dPa.s);
20	teplotu 742 °C pro logaritmus viskozity = 7,65 (dPa.s) ;
	hydrolytickou odolnost = 0,75 ml 0,01 M HCl.g ⁻¹ na 1 g skelné drtě;
	měrnou hmotnost = 2,649 g.cm ⁻³ ;
	koefficient střední délkové teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300} = 8,9 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$;
	index lomu = 1,549.

25 5. Křišťálové sklo podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje v hmotn. %

	65,48 SiO ₂
	0,91 Al ₂ O ₃
	0,75 B ₂ O ₃
	2,38 La ₂ O ₃
30	4,87 Nb ₂ O ₅
	6,84 CaO
	1,03 SrO
	0,92 ZnO
	0,05 MgO
35	9,35 K ₂ O
	6,79 Na ₂ O
	0,57 Sb ₂ O ₃
	0,06 Er ₂ O ₃ + Nd ₂ O ₃ ,

přičemž toto křišťálové sklo vykazuje následující vlastnosti:

40	teplotu 1372 °C pro logaritmus viskozity = 2 (dPa.s);
	teplotu 1169 °C pro logaritmus viskozity = 5 (dPa.s);
	teplotu 746 °C pro logaritmus viskozity 7,65 (dPa.s);
	hydrolytickou odolnost = 0,84 ml 0,01 M HCl.g ⁻¹ na 1 g skelné drtě;
	měrnou hmotnost = 2,581 g.cm ⁻³ ;

koeficient střední délkové teplotní roztažnosti $\alpha_{20-300} = 9,1 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$;
index lomu = 1,540.