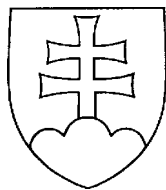


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ÚŽITKOVÝ VZOR

- (21) Číslo prihlášky : **50030-2018**
(22) Dátum podania prihlášky : **29. 3. 2018**
(31) Číslo prioritnej prihlášky : **CZ2017-179**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky : **29. 3. 2017**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority : **CZ**
(43) Dátum zverejnenia prihlášky : **7. 1. 2020**
Vestník ÚPV SR č.: **01/2020**
(45) Dátum oznámenia o zápise
úžitkového vzoru: **2. 6. 2020**
Vestník ÚPV SR č.: **06/2020**
(47) Dátum zápisu a sprístupnenia
úžitkového vzoru verejnosti: **28. 4. 2020**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky
v prípade vyhlásenej prihlášky :
(67) Číslo pôvodnej patentovej prihlášky
v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky
podľa PCT:
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky
podľa PCT:
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky :

(11) Číslo dokumentu:

8785

(13) Druh dokumentu: **Y1**

(51) Int. Cl. (2020.01):

C03C 11/00

C03B 19/00

(73) Majiteľ: **AMT s.r.o. Příbram, Praha - Smíchov, CZ;**

(72) Pôvodca: **Míka Martin, doc. Dr. Ing., Praha, CZ;**
Váňa Zdeněk, Břežnice, CZ;

(74) Zástupca: **Kubínyi Peter, Bc., Trenčín, SK;**

(54) Názov: **Speniteľná zmes na výrobu penového skla a spôsob jej prípravy**

(57) Anotácia:
Speniteľná zmes na výrobu penového skla s uzavretými bunkami obsahuje na 100 kg sklenej múčky z odpadového skla s veľkosťou častíc 0,5 µm až 500 µm: 0,1 kg až 10 kg vody; 0,1 kg až 10 kg speňovadla, ktorým je aspoň jeden uhličitan kovu alkalických zemín, napríklad uhličitan vápenatý, horečnatý, bárnatý a strontnatý, s veľkosťou častíc 1 nm až 40 µm. Speniteľná zmes sa získa tak, že sa pri bežnej teplote do vody pridá speňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemín, prípadne sa pridá: tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok; vo vode rozpustné aditíva, ako sú kyselina boritá; vodné sklo; glycerín; vodné sklo zmiešané vopred s glycerínom; uhľikové sadze; práškové aditíva, ako sú oxid kremičitý alebo oxid titaničitý, alebo práškové hlinité komponenty. Potom sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia pridá do sklenej múčky z odpadového skla. Po každom pridaní akéhokoľvek komponentu sa vykonáva premiešanie zmesi počas 1 až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút. Na získaný homogénny vodný roztok/vodnú suspenziu sa výhodne pôsobí ultrazvukom s výkonom 5 kW až 100 kW, výhodne 50 kW až 80 kW počas aspoň 2 minút.

SK 8785 Y1

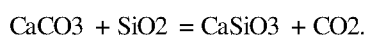
Oblasť techniky

Technické riešenie sa týka speniteľnej zmesi na výrobu penového skla s uzavretými bunkami na báze odpadového skla vo forme rozomletej sklenej mŕčky. Speniteľná zmes ďalej obsahuje speňovadlo vo forme uhličitanov kovov alkalických zemín.

Technické riešenie sa týka tiež spôsobu prípravy speniteľnej zmesi na výrobu penového skla.

Doterajší stav techniky

Použitie uhličitanu vápenatého – vápenca ako speňovadla na výrobu penového skla je známe. František Schill v publikácii Penové sklo, SNTL Praha 1962 (str. 51, 52), uvádza ako jeden zo speňovačov uhličitan vápenatý, ktorý v kombinácii s oxidom kremičitým vytvára zo skla tzv. neutralizačný speňovač. Niektoré súčasti skla, ako je oxid kremičitý alebo boritý, alebo fosforečný, predstavujú v neutralizačnej reakcii kyslú zložku, a speňovače, ktorými sú obvykle uhličitan alkalických zemín, predstavujú zásaditú zložku. Uvoľnenie plynu, potrebné na výrobu penového skla, nastáva v okamihu, keď sklo je už dosť tekuté, aby mohlo vytvoriť penu, čo je možné vyjadriť jednoduchou reakčnou schémou, napr. pre vápenec:



F. Schill ďalej vysvetľuje, že skutočný reakčný mechanizmus je komplikovanejší. Začiatok rozkladu nastáva už v tuhom stave medzi časticami vápenca a skla. Nemaľý význam majú tiež alkalické kovy, obsiahnuté v skle, ktoré narušujú súvislú mriežku tetraédrov SiO_2 a robia tak sklo reaktívnejšie. Okrem neutralizačnej reakcie prebieha súčasne aj termický rozklad vápenca, ktorý závisí nielen od teploty, ale aj od parciálneho tlaku CO_2 v bunkách penového skla. Ďalej je spomenuté, že s najväčšími ťažkosťami sa dá vyrábať sklo s hustotou menšou ako 200 až 250 kg.m^{-3} a nasiakavosťou pod 30 hmotn.%. Uhličitan vápenatý ako speňovadlo je uvedený prvýkrát v československom patente č. 63 398 (prihlásený 1936, V. Straka) s názvom „Spôsob výroby izolačných hmôt, respektíve izolačných tváric alebo dosiek z keramických a podobných hmôt.“ Tento typ speňovača sa zvyčajne používa v množstve 1 až 2 % na váhu skla. Ďalej F. Schill konštatuje, že speňovanie uhličitanom vápenatým prebieha veľmi rýchlo až búrlivo. Jednotlivé „bunky“ penového skla sú nerovnomerné, čo do tvaru aj veľkosti a už voľným okom je možné rozoznať mnoho spojených kanálikov. Snáď všetci, ktorí pracovali s uhličitanmi ako speňovadlami, skúšali rôzne spôsoby, ako dosiahnuť nenasiakavú penu s uzavretými bunkami. Väčšina sa zakrátko vzdala a prešla k uhlikatým speňovačom, ktoré sú dodnes najrozšírenejšie, spomína F. Schill v tejto publikácii. Všeobecné princípy a procesy prebiehajúce pri tvorbe penového skla, uvedené v tejto publikácii, sú v podstate stále platné.

Napriek tomu, v poslednom čase, aj podľa patentovej literatúry, je možné konštatovať návrat k vápencu ako k speňovadlu, ale v kombinácii s mnohými inými komponentmi.

Použitie uhličitanov kovov alkalických zemín, do ktorých vápenec patrí, ako speňovadiel, v kombinácii s rozomletým sklom alebo odpadovým sklom, opisujú napr. nasledujúce vynálezy.

US 4 734 322 (US 29. 3. 1998, Societe Nationale Elf Aquitaine, FR) opisuje spôsoby prípravy skla a tiež výrobu rôznych predmetov z tohto materiálu. Na tento proces sa používa zmes, pozostávajúca zo 100 hmotnostných dielov mletého skla a 0,2 až 2 hmotnostných dielov uhličitanu vápenatého a horečnatého v pomere $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ v rozmedzí hmotnostného pomeru 20 : 80 až 80 : 20. Je tiež možné vstupné zmesi pripraviť zo zmesi skla s karbonátmi v hmotnostnom pomere 200 : 10 až 200 : 15 a následne mixovať východiskovú zmes 4 až 30 hmotnostných dielov skla, najúce častice do 200 mikrónov s najmenej 70 % skla prechádzajúcich cez sito s veľkosťou ôk 100 mikrónov. Táto zmes sa umiestni do otvorených žiaruvzdorných nádob s bočnicami, ktoré majú minimálnu výšku 15 cm a ktoré sú naplnené uvedenou zmesou do minimálnej výšky 6 až 12 cm. Nádoby sa umiestnia do pece s vhodne regulovaným vyhrievaním. Zmes sa zahrieva na cca 800 °C, pri maximálnej rýchlosti ohrievania 150 až 170 °C za hodinu. Na maximálnej teplote 800 °C je zmes udržiavaná najmenej pol hodinu. Chladenie prebieha maximálnou rýchlosťou 80 °C za hodinu, okrem oblasti 500 až 600 °C, kde sa používa maximálna rýchlosť 20 °C za hodinu, až sa získa blok hrúbky okolo 10 cm, s hustotou 160 až 700 kg.m^{-3} a s otvorenými pórmí v množstvo 30 až 90 objemových % z celkového objemu pórov. Získaný výrobok predstavuje blok penového skla. Vo vynáleze sú spomenuté výhody, ako je jednoduchá variabilita tohto penového skla, spočívajúca v ľahkej adhezii pri spájaní s rôznorodými materiálmi, ako je omietka, plasty, umelý kameň, keramika, kov, pevné a expandované alebo laminátové polyméry, čo umožňuje veľkú variabilitu pri použití pre rôzne typy. Ako výhoda je uvedená nízka hustota a dostatočná tuhosť. Nevýhodou je pomerne vysoký podiel otvorených pórov, ako je spomenuté, čo spôsobí vysokú nasiakavosť a nízku pevnosť penového skla.

SK 284 474 (1. 4. 2005 SK, Hoffmann László a ďalší, HU) uvádza spôsob výroby silikátovej peny s uzavretými pórmí, najmä z odpadových materiálov, a výrobok vyrobený týmto spôsobom. K 100 hmot-

nostným dielom skleneného prášku, ktorý mámerný povrch $2\,000$ až $8\,000\text{ cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$, sa pridá 1 až 10 hmotnostných dielov materiálu, vytvárajúceho plyn, s veľkosťou častíc 10 až $100\text{ }\mu\text{m}$; 0,5 až 15 hmotnostných dielov montmorillonitu; 0,5 až 2 hmotnostné diely hydrogenfosforečnanu alkalického kovu alebo dihydrogenfosforečnanu alkalického kovu, alebo zmesi fosforečnanu alkalického kovu a kremičitanu sodného vo forme vodného roztoku; 0,01 až 5 hmotnostných dielov oxidu kovu v zácnych zemín alebo zmesi týchto oxidov. Po čom sa takto získaná zmes zhomogenizuje, pedsuší, potiahne sa 1 až 5 hmotnostnými dielmi oxidu titaničitého a/alebo oxid-hydroxidu titaničitého, a/alebo oxid-hydroxidu hlinitého. Potom sa podrobí tepelnému spracovaniu pri teplote 720 až $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ a tvaruje sa. Predmetom vynálezu je aj výrobok vyrobený týmto spôsobom, ktorým sú granuly so sypnou hmotnosťou $0,3$ až $0,45\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, doska alebo iný výrobok, ktorý pozostáva z 90 až 50 hmotnostných dielov granúl zo silikátovej peny, ktorá má uzavreté póry a 10 až 50 hmotnostných dielov organického alebo anorganického spojivového materiálu. Vynález uvádza ako výhody získanie penového skla s uzavretými pórmi s vynikajúcimi antivibračnými vlastnosťami a s výrobou využívajúcou odpadové sklo. V príkladoch uskutočnenia je uvedená široká škála recyklovaných skiel, ako je sklo olovnaté, krištáľové, borosilikátové, sklo z fluorescenčných lúčov a sklo z komunálneho dopadu. Sú nárokovvané granuly penového skla, povlakované TiO_2 . Napr. v príklade 5 sú uvedené granuly s veľkosťou častíc 3 až 6 mm, potiahnuté zmesou oxid-hydroxidu hlinitého a oxidu titaničitého v pomere 1 : 1, ktorá vytvorí na povrchu granúl hrubý povlak hrúbky 10 mikrometrov. Tento povlak na báze TiO_2 , póry penového skla obsahujúce plyn, v podstate zataví a spevní, čím sa pochopiteľne zníži uvádzaná nízka nasiakavosť a absorpčná kapacita týchto povlakovaných granúl proti vode. Ide teda o určitú špeciálnu aplikáciu penového skla. V príkladoch uskutočnenia nie sú uvedené vibračné vlastnosti získaných penových skiel, ale pri dvoch príkladoch, pri aplikáciách sú uvedené tepelnoizolačné vlastnosti a zvukotesné vlastnosti bez bližšieho spresnenia.

CN 10 299 25 93 A (27. 3. 2013, Kim Yeon Hwan a ďalší, KR) opisuje spôsob prípravy penových sklenených častíc s nanoštruktúrou. Tento spôsob zahŕňa nasledujúce kroky: (1) zmiešanie a reakcia roztoku kremičitanu sodného, uhličitanu horečnatého, oxidu horečnatého, sódy a kyseliny boritej v pomere $100 : 1,5 - 4 : 1 - 3 : 0,1 - 1 : 3 - 10$ a prirodzené vysušenie získaných produktov na prášok pri normálnej teplote 5 až $40\text{ }^\circ\text{C}$; a (2) zahrievanie a napenenie prášku získaného v kroku (1) s teplotou napeňovania 200 až $500\text{ }^\circ\text{C}$. Ako výhoda vynálezu je uvedené, že pripravené častice penového skla, peny vykazujú nanoštruktúry, sú pripravené pri nižších teplotách napeňovania, ktoré sú ľahšie ovládateľné, a sú pripravené za relatívne nízku cenu. V opise je uvedené, že získaný produkt môže byť využitý ako plnivo do rôznych stavebných materiálov, ako sú izolačné materiály s nízkou hustotou, bez uvedenia akýchkoľvek konkrétnych vlastností získaného výrobku. Ako speňovadlo sa využíva uhličitan horečnatý alebo sodný s ďalšími modifikátormi, ako je sóda a kyselina boritá, čo sú pomerne bežné a dostupné suroviny. Ako sa dosiahnu sklenené častice s nanoštruktúrou, nie je v tomto riešení opísané, nie je uvedené chladenie, a nie sú uvedené žiadne konkrétne charakteristiky vstupných surovín, ani konečného výrobku. Nevýhodou je zložitý dvojstupňový proces. Iba vodným sklom sa dávkuje všetok potrebný sklotvorný oxid kremičitý, čo predstavuje dosť drahú surovinu pre priemyselnú výrobu penového skla. Penové sklo potom bude obsahovať vysoký pomer Na : Si, čo nutne povedie k nízkej chemickej odolnosti proti vode, a tým aj k vysokej nasiakavosti penového skla.

Je opísané využitie vodného skla v kombinácii s odpadovým sklom ako základnej suroviny na výrobu penového skla, v kombinácii so speňovadlami na báze uhličitanov kovov v zácnych zemín, ako uvádzajú napr. ďalšie vynálezy.

RU 2009 139 009 A (27. 4. 2011, ZAO STIKLOPORAS) sa týka granulovanej zmesi na výrobu penového skla a spôsobu prípravy granulovanej zmesi. Granulovaná zmes vsádzky na výrobu penového skla obsahuje nasledujúce zložky v hmotnostných %: vodné sklo 5 až 15; voda 5 až 15; penotvorné činidlo obsahujúce glycerín 1 až 2; kaolín alebo kaolinit; 1 až 3; jemne mleté sklo – zvyšok. Ako penotvorné činidlo sa používajú uhličitan v zácnych zemín, ako je CaCO_3 alebo MgCO_3 , alebo BaCO_3 alebo SrCO_3 , v množstve až do 1 % hmotnostných v zmesi s glycerínom. Pri príprave zmesi sú pomery zložiek experimentálne stanovené na maximálnu a minimálnu povolenú hustotu mletého skla vzhľadom na hustotu tekutého skla, ako aj priemernej hustoty zmesi po zmiešaní a pridaním minimálneho množstva vody, potrebnej na získanie vlhkého granulátu. Je riadená veľkosť granúl a kvalita zmesi. Je možné zároveň zvýšiť množstvo vody, privádzanej v daných medziach, a riadiť hustotu zmesi počas prípravy. Ako výhodu uvádza vynález efektívnu recykláciu odpadového skla, rieši problematiku životného prostredia pri zachovaní kvality získaného produktu. Spôsob výroby granulovanej zmesi na výrobu penového skla uvádza, že sú použité prečistené komponenty vsádzky, ktoré sú vopred preosiate na extrakciu častíc, čo predstavuje komplikovanú, náročnú a pomerne drahú prípravu týchto pevných častíc.

US 4 347 326 A (31. 8. 1982, ASAHI DOW Ltd, JP) opisuje napeniteľnú sklenú kompozíciu vhodnú na výrobu penového skla, obsahujúcu na 100 hmotnostných dielov bezvodného modifikovaného kremičitanu sodného 0,5 až 4 hmotnostné diely uhličitanu vápenatého ako speňovača. Zmes bezvodného modifikovaného sodnokremičitého skla obsahuje $\text{Na}_2\cdot\text{OxSiO}_2$ v množstve 75 až 95 % hmotn., kde x je 3 až 3,8; modifikátor CaO v množstve 5 až 15 % hmotn.; a ďalší modifikátor MO v množstve 0 až 10 % hmotn., kde MO je vybraný zo skupiny, obsahujúcej oxid horečnatý, hlinitý, železitý, meďnatý, zinočnatý, boritý, zirkónia, stron-

tnatý, olovnatý, draselný a lítý. Riešenie je určené na termálnu izoláciu budov a priemyselných stavieb. Uvádzanou výhodou riešenia je získanie penového skla, ktoré obsahuje až 50 % objemu plynu CO₂ v bunkách penového skla, veľkosť buniek v penovom skle 4 mm alebo menej a podiel uzavretých buniek 40 % alebo viac. Nevýhodou je veľkosť buniek v penovom skle až 4 mm, čo predstavuje pomerne nepriaznivo vysokú hodnotu, ktorej zodpovedá aj nárokováná hodnota tepelnej vodivosti 0,08 kcal.m⁻¹.hod.⁻¹.°C, zodpovedajúca 0,09 Wm⁻¹.K⁻¹. Ďalšou nevýhodou je, že bezvodný modifikovaný kremičitan sodný sa získava z vodného skla, čo predstavuje opäť pomerne komplikovanú a drahú výrobu, pretože je nutné vodné sklo vysušiť a zbaviť ho vody. Ďalej, penové sklo obsahuje okolo 20 % hmotn. oxidu sodného, čo významne znižuje chemickú odolnosť proti vode, o čom svedčia hodnoty odolnosti proti vode, ktoré sa pohybujú v rozmedzí 0,4 až 5 prírastku hmotnosti východiskového skla, nie penového, čo sa prejavuje vo vysokej nasiakavosti penového skla, ktorá sa podľa tabuliek príkladných uskutočnení pohybuje v rozpätí 7 až 65 %, prednostne 40 %, alebo menej.

15 Podstata technického riešenia

Uvedené nevýhody sa odstránia alebo obmedzia pri speniteľnej zmesi na výrobu penového skla s uzavretými bunkami podľa tohto technického riešenia, ktorého podstata spočíva v tom, že speniteľná zmes obsahuje na 100 kg sklenej múčky z odpadového skla s veľkosťou častíc 0,5 μm až 500 μm, výhodne 0,5 μm až 200 μm; 0,1 až 10 kg vody, výhodne 0,4 až 5 kg vody; 0,1 až 10 kg speňovadla, výhodne 0,4 až 6 kg speňovadla, ktorým je aspoň jeden uhličitan kovu alkalických zemín, napríklad uhličitan vápenatý, horečnatý, bárnatý a strontnatý a ich kombinácie, s veľkosťou častíc 1 nm až 40 μm, výhodne 1 nm až 1 000 nm; a ďalej výhodne obsahuje 0,1 g až 500 g tekutého a/alebo pevného protizrážanlivého prostriedku; výhodne 1 g až 100 g tekutého a/alebo pevného protizrážanlivého prostriedku. Veľkosťou častíc všeobecne sa v tomto technickom riešení mení stredná veľkosť častíc, väčšinou vo forme guľovitých práškových častíc.

Hlavnou výhodou technického riešenia je získanie penového skla s uzavretými pórmí, s vysokou pevnosťou v tlaku a odolnosťou proti drveniu, s priaznivou nízkou nasiakavosťou a s dlhodobou tvarovou stabilitou. Penové sklo podľa tohto technického riešenia je odolné proti plesniam, korózii, bežným biologickým a chemickým vplyvom a proti obvyklým výkyvom teploty. Penové sklo podľa technického riešenia je nehorľavé a je zaradené do triedy stavebného materiálu A1, EN 13501-1. Penové sklo podľa tohto technického riešenia je zdravotne neškodné, neprijíma ani nevylučuje žiadne škodlivé látky a pachy. Je odolné proti protibežným mechanickým vplyvom, poveternostným podmienkam, tiež proti hmyzu, vtákom či hlodavcom. Zloženie speniteľnej zmesi prináša možnosť získania neutrálnej svetlej farby penového skla, ktoré sa dá ľahko zafarbiť bežnými farbivami na požadovaný farebný odtieň, čo prináša zaujímavé architektonické riešenia. Sklo má stále tepelnoizolačné vlastnosti. Ďalšou veľkou prednosťou penového skla podľa technického riešenia je aplikácia na protihlukové bariéry, pretože napr. zvuková pohltivosť penového skla podľa STN EN ISO 11654 napr. zodpovedá pre panel penového skla s hrúbkou 300 mm; 0,65 MH; zvuková pohltivosť 7 dB podľa STN EN 1793-1.

Rozmelená sklená múčka získaná z odpadového skla využíva recyklovanú surovinu, čím sa usporí významné množstvo energie a využije sa odpadové sklo. Odstránenie odpadového skla výrazne zvýši kvalitu životného prostredia. Nárokováná veľkosť častíc rozomletého skla predstavuje optimálnu veľkosť častíc do speňovacej zmesi, umožňujúcu efektívne slinovanie a pri tepelnom spracovaní tvorbu jemnej a vysoko pevnej mikroštruktúry penového skla, s vysokým počtom prepojených stien jednotlivých buniek penového skla.

Speňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemín s nárokovanou veľkosťou častíc umožňuje speňovací proces, prakticky nezávislý od tlaku a oxidačno-redukčnej atmosféry v speňovacej peci pri tepelnom spracovaní. Tieto speňovadlá sú bežne dostupné suroviny. Vápenec predstavuje najlacnejšie dostupnú surovinu požadovanej veľkosti častíc. Uhličitan horečnatý má uplatnenie v prípade zníženia speňovacej teploty sklenej múčky s nižšou viskozitou. Prípadne je možné použiť dolomit ako prírodnú surovinu, obsahujúcu uhličitan vápenatý a horečnatý. Uhličitan bárnatý a strontnatý predstavujú menej časté uhličitaný, vhodné na zvýšenie speňovacej teploty pre sklenú múčku s vyššou viskozitou. Uhličitaný je možné špeciálnych prípadoch kombinovať, a tak reagovať na rôzne chemické zloženie sklenej múčky s rôznou viskozitou.

Protizrážanlivý prostriedok, kvapalný a/alebo pevný, podľa znalostí, nebol doteraz použitý pri výrobe penového skla, respektíve speniteľnej zmesi. Pri zavádzaní speňovadiel podľa technického riešenia bolo zistené, že čím je menšia veľkosť ich častíc, tým je vyššia pevnosť v tlaku, odolnosť proti drveniu a nižšia nasiakavosť konečného penového skla. Častice speňovadiel s veľkosťou rádovo v μm a nanometroch majú vysoký merný povrch, čo môže viesť k ich zrážaniu do zhlukov, ku ktorým rozdrúženiu významne pozitívne pôsobí protizrážanlivý prostriedok, pridaný do speňovacej zmesi aj vo veľmi malých dávkach.

Je výhodné, keď speniteľná zmes ďalej obsahuje 1 až 20 kg vodného skla, výhodne 2 až 12 kg, s obsahom najmenej 30 až 35 % kremičitanu sodného. Prídavok vodného skla uľahčuje vznik taveniny skla pri speňovaní speňovacej zmesi, predovšetkým v prípade sklenej múčky s vyššou viskozitou, a vytvára taveninu

s vhodnou napeňovacou viskozitou.

Dalej je výhodné, keď speniteľná zmes ďalej obsahuje 0,01 kg až 4 kg aspoň jedného aditíva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kremičitého s rozmerom častíc 10 nm až 50 µm; oxidu titaničitého s rozmerom častíc 10 nm až 50 µm; kyseliny boritej a/alebo bóraxu; a aspoň jedného hlinitého komponentu zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu s veľkosťou častíc 10 nm až 100 µm.

Výhodne speniteľná zmes obsahuje: 0,1 kg až 1 kg aspoň jedného aditíva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kremičitého, titaničitého, kyseliny boritej a/alebo bóraxu a aspoň jedného hlinitého komponentu, zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu. Pričom jednotlivé aditívum obsahuje výhodne: 50 g až 300 g oxidu kremičitého s veľkosťou častíc 400 nm až 1 000 nm; 50 g až 300 g oxidu titaničitého s veľkosťou častíc 400 nm až 1 000 nm; 50 g až 300 g aspoň jedného hlinitého komponentu vybraného zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu s veľkosťou častíc 0,1 µm až 50 µm; a kyselina boritá a/alebo bórax je v množstve 50 g až 300 g.

Výhoda pridaného aditíva prináša možnosť modifikácie výsledného penového skla. Oxid kremičitý ako sklotvorný prvok vytvára vysoko viskózne sklo s vysokou pevnosťou. Oxid titaničitý vytvorením pevných mostíkových väzieb s oxidom kremičitým takisto prispieva k významnému zvýšeniu pevnosti výsledného penového skla. Ďalej, oxid titaničitý aj samostatne, v podstate titánová beloba, výrazne prispieva aj v malých množstvách k získaniu šedých, svetlošedých až belavých odtieňov konečného penového skla. Kyselina boritá a/alebo bórax sa veľmi ľahko rozpúšťa vo vode, čím sa uľahčuje vstup týchto látok do speňovacej zmesi. Obe borité zlúčeniny sú bežne dostupné v dobrej kvalite. Kyselina boritá sa aj počas speňovacieho procesu rozkladá na vodu a na oxid boritý, ktorý ľahko vytvára s oxidom kremičitým pevnej mostíkové väzby a súčasne znižuje počet menej pevných nemostíkových väzieb tým, že viaže sodné kationy a prechádza na pevnú tetraedrickú koordináciu. Efekt bóraxu je podobný, ale menej výrazný, napriek tomu je jeho využitie taktiež priaznivé v prípade vysoko viskózneho skleného múčky.

Hlinité komponenty sú väčšinou bežne dostupné suroviny, ale cenovo zatiaľ menej výhodné s požadovanou malou veľkosťou častíc, okrem kaolínu. Preto ich využitie znamená väčšinou ich obmedzenú rozpustnosť v speniteľnej zmesi, čo v súčasnej dobe znamená aj ich obmedzenejšie využitie na daný účel.

Rovnako je výhodné, keď speniteľná zmes obsahuje 0,1 až 5 kg uhlíkatého speňovadla, výhodne 0,5 až 3 kg speňovadla, vybraného zo skupiny pozostávajúcej z glycerínu a/alebo uhlíkových sadzí. Uhlíkaté speňovadlo je doteraz jedno z najrozšírenejších bežne dostupných a cenovo priaznivých speňovadiel. Výhoda glycerínu spočíva v jeho ľahkej rozpustnosti vo vode. Cenovo dostupnejšie a používané sú sadze. Penové sklo vyrobené použitím uhlíkových speňovadiel však nedosahuje nárokované hodnoty pevnosti v tlaku a odolnosti proti drveniu. Mieme zlepšenie týchto nárokováných vlastností penového skla je možné dosiahnuť pridaním uvedených uhlíkatých alkalických zemín a aditív.

Na farbenie konečného penového skla je výhodné, keď speniteľná zmes obsahuje 1 g až 5 kg, výhodne 50 g až 1 kg, najmenej jedného farbiva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kobaltnatého, meďnatého, železitého, chromitého a vanadičného s veľkosťou častíc pod 100 µm. Pri použití oxidu titaničitého je možné docieľiť pri penovom skle v podstate bežnými, cenovo dostupnými, a veľmi účinnými sklárskymi farbivami aj v malých nárokováných množstvách pomerne zaujímavé a doposiaľ netradičné farebné penové sklo za ekonomicky výhodných podmienok. Pričom vlastnosti penového skla sa použitím týchto farbív výrazne nemenia.

Speniteľná zmes sa pripraví spôsobom prípravy podľa tohto technického riešenia, ktorého podstata spočíva v tom, že speniteľná zmes sa získa v následných základných technologických krokoch. Najprv sa pri bežnej teplote do vody pridá speňovadlo na báze uhlíkatých kovov alkalických zemín, prípadne sa pridá tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok, prípadne vo vode rozpustné aditíva, ako je kyselina boritá, prípadne vodné sklo, prípadne glycerín, prípadne vodné sklo zmiešané vopred s glycerínom, prípadne vodné sklo s glycerínom, ku ktorému boli pridané uhlíkové sadze. Potom sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia pridá do sklenej múčky z odpadového skla, prípadne do sklenej múčky vopred zmiešanej s práškovými aditívami, ako je oxid kremičitý alebo oxid titaničitý, alebo práškové hlinité komponenty. Pritom po každom pridaní akéhokoľvek komponentu s vodou sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia vždy premiešava počas 0,5 minút až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút. Rovnako, po pridaní akéhokoľvek komponentu do sklenej múčky z odpadového skla sa vykonáva premiešanie počas 0,5 minúty až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút. Nakoniec, pri zmiešaní takto získanej premiešanej sklenej múčky s premiešaným vodným roztokom alebo vodnou suspenziou sa vykonáva premiešanie počas 1 až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút.

Speniteľná zmes sa získava v nárokováných základných technologických krokoch v časovej nadväznosti pri nutnom premiešavaní v nárokováných časoch, rádovo v minútach, aby došlo k získaniu homogénneho roztoku (napr. voda a protizrážanlivý prostriedok) alebo k získaniu homogénnej vodnej suspenzie, ktorá vzniká častejšie po pridaní vo vode nerozpustných komponentov. Rovnako sklená múčka s pridávanými komponentmi sa musí náležite premiešať v nárokováných časoch, rádovo v minútach, aby došlo k rovnomernému premiešaniu zmesi. Konečne, aj po pridaní vodného roztoku/suspenzie do sklenej múčky je treba túto zmes riadne premiešať v nárokováných časoch, tiež rádovo v minútach. Dlhodobé odskúšaný nárokováný čas

premiešavania závisí od typu technologického zariadenia, množstva speniteľnej zmesi a typu jednotlivých komponentov. Homogénnu zmes rozlíši znalý pracovník už vizuálne. Prípadné nehomogenity sa výrazne prejavajú už po premiešaní viditeľnými zhlukmi častíc. Na premiešanie nie je potrebná zvýšená teplota. Podľa skúseností trvá celkový čas premiešavania speniteľnej zmesi s hmotnosťou okolo 115 kg zvyčajne 50 minút.

Je výhodné, keď sa na získanú homogénnu suspenziu pôsobí ultrazvukom s výkonom 5 kW až 100 kW, výhodne 50 kW až 80 kW, počas aspoň 2 minút. Ultrazvuk má priaznivý vplyv na rozdrúženie zhlukov mikročastíc a nanočastíc speňovadla, aditív alebo farbív.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Technické riešenie je podrobne opísané ďalej na príkladných uskutočneniach a je bližšie objasnené na pripojenom obrázku, znázorňujúcom snímku z optického mikroskopu v pohľade na vybrúsenú plochu penového skla.

Príklady uskutočnenia

Speniteľná zmes môže byť vyhotovená z odpadového skla a z črepov skla obalového, úžitkového, krištáľového, olovnatého, borosilikátového, drôtového, televízneho, fluorescenčného, opálového, farebného a pod. Podmienkou je, že sklo nesmie obsahovať akýkoľvek materiál alebo látku, ktoré môžu byť nebezpečné pre zdravie ľudí alebo životné prostredie.

V príkladoch uskutočnenia je podrobne kvantifikované zloženie speniteľnej zmesi a jej príprava. Zo speniteľnej zmesi sa bežným technologickým spôsobom získa penové sklo, ktorého charakteristické vlastnosti sú v príkladoch tiež podrobne opísané a komentované.

Príklad 1

Tabuľka 1 Zloženie sklenej múčky

Zložky	Príkladné zloženie				
	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
	hmotn. %				
SiO ₂	69,91	69,91	69,91	69,91	69,91
Na ₂ O	14,82	14,82	14,82	14,82	14,82
CaO	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
MgO	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21
Al ₂ O ₃	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
K ₂ O	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Fe ₂ O ₃	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
M _a O _b	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1.1. Sklená múčka z odpadového skla

Sklená múčka môže byť vyhotovená z odpadového skla a z črepov skla obalového, úžitkového, krištáľového, olovnatého, borosilikátového, drôtového, televízneho, fluorescenčného, opálového, farebného a pod. Podmienkou je, že sklo nesmie obsahovať akýkoľvek materiál alebo látku, ktoré môžu byť nebezpečné pre zdravie ľudí alebo životné prostredie.

V tomto technickom riešení bola pre všetky príklady uskutočnení použitá sklená múčka z odpadového obalového sodnovápenatokremičitého skla.

V každom príklade 1 až 6 tohto technického riešenia je vždy uvedené zloženie sklenej múčky. Napr. pre príklad 1 bola použitá sklená múčka nasledujúceho chemického zloženia v rozsahu % hmotn.:

SiO₂ : 69,91 až 70,41

Na₂O 13,59 až 14,82

CaO 9,73 až 10,60

MgO 2,19 až 2,29

Al₂O₃ 2,07 až 2,15

K₂O 0,31 až 0,75

Fe₂O₃ 0,31 až 0,38

M_aO_b a/alebo XY: 0,59 až 0,79

Zvyšok do 100 % hmotn. predstavujú ďalšie sprievodné zložky oxidov M_aO_b a/alebo solí XY, kde predstavujú M kov, _a a _b stechiometrický koeficient oxidu, XY predstavujú soli. Sprievodné oxidy M_aO_b a/alebo

soli XY sú prítomné v skle v stotínach či tisícinách % hmotn. Sprievodné oxidy M_aO_b sú napr. TiO_2 , MnO , CuO , ZnO , SrO , ZrO_2 , SnO_2 , Nb_2O_3 , Sb_2O_3 , BaO , B_2O_3 , P_2O_5 a PbO . Soli XY sú napr. chloridy, fluoridy, siričky/sirany a fosforečnany.

5 1.1.2. Zmitosť sklenej múčky

Zmitosť sklenej múčky získaná rozomletím na veľkosti častíc s obsahom častíc s veľkosťou 0,5 až 500 μm , výhodne 0,5 až 200 μm .

Veľkosťou, väčšinou guľatých práškových častíc, je v celom technickom riešení myslená ich stredná veľkosť.

10

Tabuľka 2 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi				
	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
Sklená múčka [kg]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Voda [kg]	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
C [g]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,1
$CaCO_3$ [kg]	–	2,1	–	–	2,4
$MgCO_3$ [kg]	–	1,1	–	–	–
TiO_2 [g]	–	–	100	100	100
SiO_2 [g]	–	–	–	50	50
H_3BO_3 [g]	–	–	–	–	20
Protizrážanlivý prostriedok [g]	–	6	–	–	6

1.2. Použité suroviny na speniteľnú zmes

15 1.2.1. Speňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemín

Vo všetkých príkladných uskutočneniach bol použitý rovnaký druh speňovadla uhličitanu vápenatého s chemickým vzorcom $CaCO_3$, výrobcu Gummem, AT s názvom Onyacarb® Extra – GU, s obsahom 98 % uhličitanu vápenatého; 0,2 % Fe_2O_3 a s uvedením nerozpustného zvyšku v HCl. Stredná veľkosť častíc sú 4 μm , 50 % z nich má veľkosť častíc do 0,9 μm , pričom 90 % častíc je menších ako 2 μm , t. j. 2 000 nm.

20 Oxid horečnatý v príkladných uskutočneniach bol použitý ako bežný technický uhličitan horečnatý, jemne mletý, výrobca napr. nemecká firma Alsarco.

1.2.2. Speňovadlo na báze uhľikátých komponentov

Ako uhľikaté komponenty boli použité bežne dostupné suroviny, ako je glycerín či uhľikové sadze.

25 Glycerol čiže glycerín, chemicky propán-1,2,3-triol, je hygroskopická bezfarebná viskózna kvapalina. Vďaka prítomnosti hydroxylových skupín je molekula glycerolu polárna, a preto sa neobmedzene mieša s vodou. Bol použitý čistý 100 % glycerín od českého výrobcu PANOIL.

30 Uhľikové sadze v podstate zodpovedajú amorfnému uhlíku. Technické uhľikové sadze boli použité od českého distribútora MERTRADE, spol. s r. o., ktorý je dlhoročným zástupcom výrobcu technických sadzí, ukrajinskej firmy OJSC Kremenchug Carbon Black Plant, určených tiež na výrobu pneumatík a technickej gumy.

1.2.3. Oxid titaničitý

35 Oxid titaničitý TiO_2 bol použitý v tomto aj ďalších príkladných uskutočneniach, a to s názvom TB ANATS, výrobcu PRECHEZA Přerov, CZ. Oxid titaničitý obsahuje 98,01 % častíc pod 2 μm , z toho 78,26 % častíc pod 1 μm .

1.2.4. Oxid kremičitý

40 Oxid kremičitý SiO_2 bol použitý s názvom DORSILIT, distribútora CHEJN, CZ vo forme jemne rozomletého piesku s obsahom cez 98 % SiO_2 s veľkosťou častíc od 2 μm do 160 μm , prípadne MIKRO-DORSILIT s obsahom častíc od 2 μm do 25 μm .

1.2.5. Kyselina boritá a bórax

45 Bola použitá bežná kyselina boritá H_3BO_3 kryštalická, a bežne dostupný bórax, technickej kvality, ktoré sú oba veľmi ľahko rozpustné vo vode. Výrobca napr. Mach – Chemikálie, CZ.

Ako bórax možno použiť bežne dostupnú sklársku surovinu technickej kvality, napr. ochrannej známky ETIBOR®.

1.2.6. Tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok

Ako tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok výborne poslúži napr. buď pevný dispergátor, a/alebo kvapalný tenzid.

Ako pevný dispergátor bol použitý bežný mastenec, v podstate kremičitan horečnatý, veľmi jemne mletý. Napr. bol použitý mastenec s názvom Finntalc 30, výrobcu Mondon Minerals B. V., NL so strednou veľkosťou častíc 35 μm v množstve 98 %, z toho 50 % častíc 10 μm a so špecifickým povrchom podľa BET 3 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. Alebo bol použitý mastenec s názvom TALC CHD2, výrobcu IMI Fabi, IT. Stredná veľkosť častíc pod 16 μm obsahuje 98 %, pritom najmenej 50 % častíc má veľkosť 4,5 μm , a so špecifickým povrchom podľa BET 7,5 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$.

Ako tekutý tenzid bol použitý bežný a dostupný emulgátor, znižujúci povrchové napätie vody/roztokov, suspenzií a zvyšuje ich zmlčavosť, napr. Typu JAR® výrobcu The Procter & Gamble Company, US.

Tabuľka 3 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5
Pevnosť [MPa]	0,81	2,11	1,77	1,91	2,21
Odolnosť proti drveniu [MPa]	0,59	0,99	0,89	0,91	1,05
Nasiakavosť [hmotn. %]	7,8	6,9	6,6	6,1	5,9
Tepelná vodivosť [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,081	0,079	0,080	0,080	0,078
Sypná hmotnosť [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	280	295	301	322	344
Farba	čierna	čierna	čierna	čierna	čierna

1.3. Charakteristika zloženia speňovacej zmesi

V tomto príklade boli ako speňovadlo použité uhlíkové sadze vo všetkých príkladných uskutočneniach P1-1 až P1-5. Ich kombinácia s uhlčitanom vápenatým bola použitá pre príkladné uskutočnenia P1-2 a P1-5, a pre príkladné uskutočnenia P1-2 navyše so speňovadlom uhlčitanom horečnatým. Vzhľadom na použitie speňovadiel na báze uhlčitanov alkalických kovov bol použitý v príkladných uskutočneniach P1-2 a P1-5 protizrážanlivý prostriedok, ktorý naponáha rovnomernému rozptýleniu veľmi malých častíc vápenca vo vode.

Zloženie speniteľnej zmesi je obohatené aditívami, a to: v príkladných uskutočneniach P1-3, P1-4 a P1-5 oxidom titaničitým; v príkladných uskutočneniach P1-4 a P1-5 oxidom kremičitým a v príkladnom uskutočnení P1-5 kyselinou boritou.

Ako speňovadlo boli použité bežne používané uhlíkové sadze. Použitá kombinácia uhlčitanov kovov alkalických zemín ako speňovadiel vedie k spevneniu štruktúry penového skla, čo vedie k zvýšeniu pevnosti penového skla a odolnosti proti drveniu. Dvojnásobné kationy vápnika a horčíka v štruktúre sodno-kremičitého skla zvyšujú pevnosť väzieb sklenej siete a zlepšujú chemickú odolnosť skla. Použitie uhlčitanov kovov alkalických kovov nevedlo k nežiaducemu nárastu tepelnej vodivosti.

1.4. Charakteristika penového skla

Vlastnosti získaného penového skla rovnako priaznivo modifikujú použité aditíva. Oxid titaničitý, oxid kremičitý a kyselina boritá prispievajú k zvýšeniu pevnosti skla v tlaku, odolnosti proti drveniu a vedú k zníženiu nasiakavosti. Nedošlo tiež k nežiaducemu zvýšeniu tepelnej vodivosti. Došlo však k miernemu nárastu sypnej hmotnosti. Použitie uhlíkového speňovadla vo forme sadzí viedlo k čiernej farbe penového skla.

Príklad 2

Tabuľka 4 Zloženie sklenej múčky

Zložky	Príkladné zloženie				
	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5
	hmotn. %				
SiO ₂	70,41	70,41	70,41	70,41	70,41
Na ₂ O	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59
CaO	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99
MgO	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Al ₂ O ₃	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
K ₂ O	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fe ₂ O ₃	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
M _a O _b	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabuľka 5 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi				
	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5
Sklená múčka [kg]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vodné sklo [kg]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Voda [kg]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
C [g]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,1
CaCO ₃ [kg]	–	2,1	–	–	2,4
MgCO ₃ [kg]	–	1,3	–	–	–
TiO ₂ [g]	–	–	100	100	100
SiO ₂ [g]	–	–	–	50	50
H ₃ BO ₃ [g]	–	–	–	–	20
Protizrážanlivý prostriedok [g]	–	5	–	–	5

Tabuľka 6 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5
Pevnosť [MPa]	0,91	2,17	1,87	1,99	2,20
Odolnosť proti driveniu [MPa]	0,69	1,09	0,99	1,01	1,25
Nasiakavosť [hmotn. %]	7,1	6,3	5,9	5,4	5,1
Tepelná vodivosť [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,086	0,081	0,083	0,084	0,080
Sypná hmotnosť [kg.m ⁻³]	291	301	322	332	351
Farba	čierna	čierna	čierna	čierna	čierna

5 2.1. Použité suroviny na zloženie speniteľnej zmesi

2.1.1. Vodné sklo

Ako nová zložka bolo v tomto príklade 2 a ďalších príkladoch 3, 5 a 6 použité vodné sklo, a to bežne dostupné vodné sklo technickej kvality s obsahom 30 až 35 % kremičitanu sodného s chemickým vzorcom Na₂O.xSiO₂.yH₂O, kde x a y sú premenné konštanty závislé od premenného obsahu oxidu kremičitého a vody. Výrobcom tohto vodného skla je napr. LABAR, s. r. o., Ústí nad Labem, CZ.

2.2. Charakteristika zloženia speňovacej zmesi

Vo všetkých príkladných uskutočneniach P2-1 až P2-5 bolo použité vodné sklo a ako speňovadlo boli použité uhľikové sadze (C). Ich kombinácia s uhličitanom vápenatým bola použitá pre príkladné uskutočnenia P2-2 a P2-5, a pre príkladné uskutočnenie P2-2 navyše so speňovadlom uhličitanom horečnatým. Vzhľadom na použitie týchto speňovadiel na báze uhličitanov alkalických kovov bol preto v príkladných uskutočneniach P2-2 a P2-5 použitý protizrážanlivý prostriedok, ktorý napomáha rovnomernému rozptýleniu veľmi malých častíc vápenca a uhličitanu horečnatého vo vode.

Zloženie speniteľnej zmesi je obohatené aditívami, a to: v príkladných uskutočneniach P2-3, P2-4 a P2-5 oxidom titaničitým; v príkladných uskutočneniach P2-4 a P2-5 oxidom kremičitým a v príkladnom uskutočnení P2-5 kyselinou boritou.

2.3. Charakteristika penového skla

Pridaním vodného skla vo všetkých príkladných uskutočneniach dochádza k zvýšeniu obsahu oxidu sodného v penovom skle. Tým dôjde k zníženiu viskozity na kontakte častíc sklenej múčky, čo uľahčuje vznik taveniny skla v speniteľnej zmesi, čo uľahčuje napenenie sklenej múčky z odpadového skla, ktorej zloženie v použitom odpadovom skle väčšinou mierne kolíše, čím kolíše aj viskozita vznikajúcej taveniny. Prítomnosť oxidu sodného znižuje pevnosť a chemickú odolnosť penového skla. Tento mierne nepriaznivý efekt vodného skla je kompenzovaný pridaním uhličitanov kovov alkalických zemín a/alebo aditív, ako je oxid titaničitý, kremičitý a kyselina boritá. Zníženie viskozity skla vedie k lepšiemu uzavretiu nežiaducich kanálikov prepájajúcich póry v skle. Tým dochádza k zníženiu nasiakavosti penového skla.

Použitie uhľikových sadzí vedie k čiernemu sfarbeniu penového skla.

Príklad 3

Tabuľka 7 Zloženie sklenej múčky

Zložky	Príkladné zloženie				
	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	P3-5
	hmotn. %				
SiO ₂	70,19	70,19	70,19	70,19	70,19
Na ₂ O	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
CaO	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73
MgO	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Al ₂ O ₃	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
K ₂ O	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Fe ₂ O ₃	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
M _a O _b	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

5 Tabuľka 8 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi				
	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	P3-5
Sklená múčka [kg]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vodné sklo [kg]	–	–	10,0	10,0	10,0
Glycerín [kg]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Voda [kg]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CaCO ₃ [kg]	–	2,1	–	–	2,4
MgCO ₃ [kg]	–	1,4	–	–	–
TiO ₂ [g]	–	–	100	100	100
SiO ₂ [g]	–	–	–	50	50
H ₃ BO ₃ [g]	–	–	–	–	20
Protizrážanlivý prostriedok [g]	–	4	–	–	4

3.1. Charakteristika zloženia speňovacej zmesi

V príkladných uskutočneniach P3-3 až P3-5 bolo použité vodné sklo a ako speňovadlo boli použité uhľikové sadze (C). Ich kombinácia s uhličitanom vápenatým bola použitá pre príkladné uskutočnenia P2-2 a P2-5, a pre príkladné uskutočnenie P2-2 navyše so speňovadlom uhličitanom horečnatým. Vzhľadom na použitie týchto speňovadiel na báze uhličitanov alkalických kovov bol preto v príkladných uskutočneniach P2-2 a P2-5 použitý protizrážanlivý prostriedok, ktorý napomáha rovnomernému rozptýleniu veľmi malých častíc vápenca a uhličitanu horečnatého vo vode.

Zloženie speniteľnej zmesi je obohatené aditívami, a to: v príkladných uskutočneniach P2-3, P2-4 a P2-5 oxidom titaničitým; v príkladných uskutočneniach P2-4 a P2-5 oxidom kremičitým a v príkladnom uskutočnení P2-5 kyselinou boritou.

Tabuľka 9 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	P3-5
Pevnosť [MPa]	1,12	1,31	1,41	1,67	1,84
Odolnosť proti drveniu [MPa]	0,71	0,81	1,31	1,45	1,57
Nasiakavosť [hmotn. %]	7,1	6,5	6,1	5,8	5,4
Tepelná vodivosť [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,080	0,078	0,082	0,083	0,077
Sypná hmotnosť [kg.m ⁻³]	251	266	271	289	297
Farba	čierna	čierna	čierna	čierna	čierna

3. 2. Charakteristika penového skla

Nahradenie uhľikových sadzí glycerínom, ktorý je ľahko rozpustný vo vode, prípadne vo vodnom skle, vedie k rovnomernejšej štruktúre uzavretých pórov v penovom skle. To sa prejavilo v zvýšení pevnosti v tlaku penového skla a jeho odolnosti proti drveniu. Nedošlo k zhoršeniu nasiakavosti ani k zvýšeniu tepelnej vodivosti.

Pridanie uhličitanov alkalických kovov a aditív sa priaznivo prejaví aj vo zvýšení pevnosti v tlaku a odolnosti penového skla proti drveniu.

Použitie kombinácie speňovadiel uhličitanov alkalických kovov s uhľikátymi speňovadlami dáva najlepšie výsledky vlastností penového skla v porovnaní s príkladom 1 a 2.

Farba je v dôsledku uhľikátého speňovadla čierna.

Príklad 4

Tabuľka 10 Zloženie sklenej múčky

Zložky	Príkladné zloženie				
	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4	P4-5
	hmotn. %				
SiO ₂	70,19	69,91	69,91	69,91	69,91
Na ₂ O	14,25	14,82	14,82	14,82	14,82
CaO	9,73	10,60	10,60	10,60	10,60
MgO	2,29	2,21	2,21	2,21	2,21
Al ₂ O ₃	2,07	0,99	0,99	0,99	0,99
K ₂ O	0,37	0,31	0,31	0,31	0,31
Fe ₂ O ₃	0,31	0,38	0,38	0,38	0,38
M _a Ob	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

5 Tabuľka 11 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi				
	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4	P4-5
Sklená múčka [kg]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Voda [kg]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CaCO ₃ [kg]	2,0	2,1	3,2	3,2	3,2
MgCO ₃ [kg]	–	1,1	–	–	–
TiO ₂ [g]	–	–	100	100	100
SiO ₂ [g]	–	–	–	50	50
H ₃ BO ₃ [g]	–	–	–	–	20
Protizrážanlivý prostriedok [g]	5	5	5	5	5

4.1. Charakteristika zloženia speňovacej zmesi

Vo všetkých príkladných uskutočneniach P4-1 až P4-5 nebolo použité vodné sklo ani uhľikáté speňovadlá. Ako speňovadlá boli použité iba uhličitanové kovy alkalických zemín. Uhličitan vápenatý bol použitý pre všetky príkladné uskutočnenia P4-1 až P4-5 a pre príkladné uskutočnenie P4-2 navyše so speňovadlom uhličitanom horečnatým. Vzhľadom na použitie speňovadiel na báze uhličitanov alkalických kovov bol preto vo všetkých príkladných uskutočneniach P4-1 až P4-5 použitý protizrážanlivý prostriedok, účinne napomáhajúci rovnomernému rozptýleniu veľmi malých častíc vápenca a uhličitanu horečnatého vo vode.

Zloženie speniteľnej zmesi je obohatené aditívami, a to: v príkladných uskutočneniach P4-3, P4-4 a P4-5 oxidom titaničitým; v príkladných uskutočneniach P4-4 a P4-5 oxidom kremičitým a v príkladnom uskutočnení P4-5 kyselinou boritou.

Tabuľka 12 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4	P4-5
Pevnosť [MPa]	2,71	2,89	2,99	3,28	3,67
Odolnosť proti drveniu [MPa]	1,61	1,71	2,01	2,27	2,31
Nasiakavosť [hmotn. %]	6,01	6,00	5,91	5,81	5,50
Teplotná vodivosť [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,071	0,070	0,068	0,069	0,063
Sypná hmotnosť [kg.m ⁻³]	321	334	351	367	389
Farba	šedá	šedá	šedá	šedá	šedá

20 4.2. Charakteristika penového skla

Použitie iba uhličitanov kovov alkalických zemín ako speňovadiel predstavuje speňovadlá bez uhlíka. Uhlík nevytvára s kremičitým sklom pevné väzby, čím znižuje žiadanú pevnosť penového skla v tlaku, znižuje odolnosť penového skla proti drveniu a chemickú odolnosť penového skla. Nepřítomnosť uhlíka v speňovacej zmesi, a naopak prítomnosť kationov vápnika a/alebo horčíka v speňovacej zmesi podľa príkladu 4, sa výrazne prejavila na výraznom zvýšení pevnosti penového skla v tlaku, odolnosti proti drveniu a poklesu nasiakavosti. Tento efekt je tiež zvýšený prítomnosťou aditív, oxidu kremičitého, titaničitého a kyseliny boritej. Pozitívne účinky speňovadiel a aditív boli tiež výrazne zlepšené použitím protizrážanlivého prostriedku, zabráňujúceho zhlukovaniu nano- a mikročastíc týchto komponentov.

Nepřítomnosť uhlíka v tomto príkladnom uskutočnení vedie k získaniu výsledného svetlého zafarbenia penového skla.

Príklad 5

Tabuľka 13 Zloženie sklenej múčky

Zložky	Príkladné zloženie						
	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4	P5-5	P5-6	P5-7
	hmotn. %						
SiO ₂	70,41	70,41	70,41	70,41	70,41	70,41	70,41
Na ₂ O	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59
CaO	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99	9,99
MgO	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Al ₂ O ₃	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
K ₂ O	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Fe ₂ O ₃	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
MnO ₂	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

5 Tabuľka 14 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi						
	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4	P5-5	P5-6	P5-7
Sklená múčka [kg]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vodné sklo [kg]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Voda [kg]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
CaCO ₃ [kg]	3,8	3,7	3,5	3,8	3,8	3,8	3,8
MgCO ₃ [kg]	–	1,3	–	–	–	–	–
TiO ₂ [g]	–	–	100	100	100	50	80
SiO ₂ [g]	–	–	–	50	50	20	30
H ₃ BO ₃ [g]	–	–	–	–	20	–	–
Al(OH) ₃ a/alebo Al ₂ O ₃ a/alebo Al ₂ (SO ₄) [g]	–	–	–	–	10	50	30
Kaolín [g]	–	–	–	–	–	–	50
Protizrážanlivý prostriedok [g]	6	6	6	6	6	6	6

5.1. Použité suroviny na zloženie speniteľnej zmesi

5.1.1. Hydroxid hlinitý, oxid hlinitý, síran hlinitý

- 10 Bol použitý bežný práškový hydroxid hlinitý, dodávateľ Krátoška, chemin, spol. s. r. o., Uhřetěves. Hydroxid hlinitý možno kombinovať s práškovým oxidom hlinitým alebo práškovým síranom hlinitým. Oxid hlinitý bol použitý od dodávateľa Krátoška chemin, spol. s. r. o. Síran hlinitý bol použitý od dodávateľa PENTA, s. r. o., Praha.

15 5.1.2. Kaolín

Bol použitý práškový kaolín výrobcu Sedlecký kaolín, a. s., Poříčany.

5.2. Charakteristika speňovacej zmesi

- 20 Vo všetkých príkladných uskutočneniach P5-1 až P5-5 bolo použité vodné sklo. Neboli použité žiadne uhľikáté speňovadlá. Ako speňovadlá boli použité iba uhličitanové kovy alkalických zemin. Uhličitan vápenatý bol použitý pre všetky príkladné uskutočnenia P5-1 až P5-5 a pre príkladné uskutočnenie P5-2 navyše so speňovadlom uhličitanom horečnatým. Vzhľadom na použitie týchto speňovadiel na báze uhličitanov alkalických kovov bol preto vo všetkých príkladných uskutočneniach P4-1 až P4-5 použitý protizrážanlivý prostriedok na účely rovnomerného rozptýlenia veľmi malých častíc vápenca a uhličitanu horečnatého vo vode.

- 25 Zloženie speniteľnej zmesi je obohatené aditívami, a to: v príkladných uskutočneniach P5-3, P5-4 a P5-5 oxidom titaničitým; v príkladných uskutočneniach P5-4 a P5-5 oxidom kremičitým a v príkladnom uskutočnení P5-5 kyselinou boritou.

- 30 V príkladných uskutočneniach P5-6 a P5-7 boli ako aditíva použité hlinité suroviny, a to v príkladnom uskutočnení P5-6 bol použitý hydroxid hlinitý, v príkladnom uskutočnení P5-7 kaolín. Kaolín ako uhličitan vápenato-horečnatý prispieva k speňovaniu.

Tabuľka 15 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4	P5-5	P5-6	P5-7
Pevnosť [MPa]	4,01	4,65	4,98	5,55	6,78	5,05	4,51
Odolnosť proti drveniu [MPa]	3,01	3,21	3,45	4,6	5,09	4,01	3,05
Nasiakavosť [hmotn. %]	5,11	4,91	4,88	3,67	3,11	4,91	5,07
Tepelná vodivosť [$W.m^{-1}.K^{-1}$]	0,061	0,056	0,051	0,048	0,049	0,055	0,061
Sypná hmotnosť [$kg.m^{-3}$]	388	379	401	415	417	395	400
Farba	šedá	šedá	šedá	šedá	šedá	šedá	šedá

5. 3. Charakteristika penového skla

Najlepšie vlastnosti penového skla boli dosiahnuté v tomto príklade 5 pri použití speňovadla na báze uhličitanov kovov alkalických zemín v kombinácii s vodným sklom a aditívami, bez použitia uhľkatých speňovadiel. Pozitívne účinky speňovadiel a aditív boli tiež výrazne zlepšené použitím protizrážanlivého prostriedku, zabráňujúcemu zhlukovaniu nano- a mikročastíc týchto komponentov.

Vo vodnom skle sa všetky použité aditíva dobre rozpúšťajú. Prídavky aditíva zvyšujú pevnosť v tlaku penových skiel, a tým aj ich odolnosť proti drveniu. Z aditív majú najlepšie zlepšenie pevnosti v tlaku a odolnosti proti drveniu oxid titaničitý a kremičitý, menší vplyv majú v tomto ohľade kyselina boritá a takisto hlinité aditíva.

Na pripojenom obrázku je snímka z optického mikroskopu v pohľade na vybrúsenú plochu penového skla, vytvorená na mikroskope NICON. Snímka predstavuje pórovitý povrch penového skla, zhotoveného podľa príkladu 5 predloženého technického riešenia, príkladného uskutočnenia P5-3, v 20-násobnom zväčšení. Stredná veľkosť uzavretých pórov je 230 μm .

Príklad 6

6.1. Charakteristika speňovacej zmesi

Pre príkladné uskutočnenia P6-1 až P6-5 bolo použité zhodné chemické zloženie sklenej múčky z odpadového skla a zhodné zloženie speniteľnej zmesi ako v predchádzajúcom príklade 5 (pre príkladné zloženia P5-1 až P5-5) s tým rozdielom, že speniteľná zmes obsahuje najmenej jeden farbivý oxid zo skupiny CoO, CuO, Fe₂O₃, Cr₂O₃ a V₂O₅. Každý tento oxid má veľmi silné farbivé účinky na sklo po tepelnom spracovaní.

6.2. Použité suroviny speniteľnej zmesi

V tomto príkladnom uskutočnení boli použité ako farbivá bežné dostupné oxidy, ako je CoO, CuO, Fe₂O₃, Cr₂O₃ a V₂O₅, výrobca, napr. Krátoška-Chemin.

Tabuľka 14 Zloženie speniteľnej zmesi

Zložky	Zloženie speniteľnej zmesi				
	P6-1	P6-2	P6-3	P6-4	P6-5
CoO [g]	70	–	–	–	–
CuO [g]	–	500	–	–	–
Fe ₂ O ₃ [g]	–	–	1000	–	–
Cr ₂ O ₃ [g]	–	–	–	100	–
V ₂ O ₅ [g]	–	–	–	–	200

Tabuľka 15 Vlastnosti penového skla

Vlastnosti	P6-1	P6-2	P6-3	P6-4	P6-5
Farba	modrá	zelená	červená	zelená	zelená

6.3. Charakteristika penového skla

Výsledné farby penového skla, získané po tepelnom spracovaní, sú napr. modrá, červená a zelená. Modro zafarbené sklo zo speniteľnej zmesi P6-1 sa získa veľmi silno farbivým oxidom CoO v množstve 70 g. Na zeleno sfarbené sklo sa získa zo speniteľnej zmesi P6-2 s pridaným množstvom 500 g farbivého oxidu CuO. Speniteľná zmes podľa P6-3 s prídavkom 1 000 g Fe₂O₃, prípadne zmesou oxidov železa Fe₂O₃ a FeO, zafarbí penové sklo červeno. Prídavok Cr₂O₃ v množstve 200 g k speniteľnej zmesi P6-4 zafarbí penové sklo na zeleno. Na zeleno sfarbené sklo podľa príkladného uskutočnenia P6-5 sa získa prídavkom 200 g V₂O₅.

Príklad 7

Spôsob prípravy speniteľnej zmesi

Speniteľná zmes sa získa v následných technologických krokoch. Pri bežnej teplote sa do vody pridá spe-

ňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemin. Prípadne podľa požiadavky sa pridá: tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok; vo vode rozpustné aditíva, ako je kyselina boritá; vodné sklo; glycerín; vodné sklo zmiešané vopred s glycerínom; uhlikové sadze; práškové aditíva, ako je oxid kremičitý alebo oxid titaničitý, alebo práškové hlinité komponenty.

5 Potom sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia pridá do sklenej múčky z odpadového skla.

Po každom pridaní akéhokoľvek komponentu do vody a do sklenej múčky z odpadového skla a po zmiešaní sklenej múčky s vodným roztokom alebo vodnou suspenziou sa vždy vykonáva premiešanie zmesi počas 1 až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút.

Podrobnejšie:

10 Pri bežnej teplote sa do 1 až 10 kg, výhodne 0,4 až 5 kg vody, pridá 0,1 až 10 kg, výhodne 0,4 až 6 kg speňovadla, ktorým je aspoň jeden uhličitan kovu alkalických zemin vybraný zo skupiny pozostávajúcej z uhličitanu vápenatého, horečnatého, barmatého a strontnatého, s veľkosťou častíc 1 nm až 40 μm , výhodne 1 až 1 000 nm. Následne sa zmes premiešava až do vzniku homogénnej suspenzie počas aspoň 0,5 minút až 30 minút, výhodne 1 až 5 minút.

15 Prípadne sa pridá 0,1 kg až 5 kg, výhodne 0,5 až do 3 kg, uhlikatého speňovadla vybraného zo skupiny pozostávajúcej z glycerínu a/alebo uhlikových sadzí.

Pri výhodnom použití protizrážanlivého prostriedku sa vo vode rozpustí 0,1 až 500 g, výhodne 1 až 100 g tekutého a/alebo pevného protizrážanlivého prostriedku a premieša sa aspoň 0,5 minút až 30 minút, výhodne 1 minútu až 5 minút.

20 Do vody sa prípadne pridá 0,01 až 4 kg, výhodne 0,1 až 1 kg aditíva, a to vždy najmenej jedno aditívum, a to:

0,01 až 1 kg, výhodne 50 do 300 g, oxidu titaničitého s veľkosťou častíc 400 nm až 1 000 nm;

0,01 až 1 kg, výhodne 50 až 300 g, oxidu kremičitého s veľkosťou častíc 1 až 50 μm ;

0,01 až 1 kg, výhodne 50 až 300 g, kyseliny boritej a/alebo bóraxu;

25 0,1 až 1 kg, výhodne 50 až 300 g, hlinitého komponentu vybraného zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, síranu hlinitého, hydroxidu hlinitého a kaolínu, s veľkosťou častíc 0,1 μm až 100 μm .

Po každom pridaní aditíva k speniteľnej zmesi sa zmes premiešava až do získania homogénnej suspenzie počas aspoň 0,5 až 30 minút, výhodne 1 až 5 minút.

30 Takto získaná homogénna suspenzia sa pridá do 100 kg sklenej múčky z odpadového skla s obsahom častíc 0,5 μm až 500 μm , výhodne 0,5 μm až 200 μm , a premiešava sa do vzniku homogénnej zmesi 0,5 až 30 minút, výhodne 1 až 5 minút.

Prípadne sa pridá 1 g až 5 kg, prednostne 50 g až 1 kg, najmenej jedného farbiva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kobaltnatého, oxidu meďnatého, oxidu železitého, oxidu chromitého a oxidu vanadičného s veľkosťou častíc pod 100 μm , výhodne s veľkosťou častíc pod 10 μm .

35 Výhodne sa na dokonalejšie rozdrúženie a homogenizáciu malých častíc vo vodnej suspenzii pôsobí na túto suspenziu ultrazvukom s výkonom 5 kW až 100 kW, výhodne 50 kW až 80 kW, počas aspoň 2 minút. Na pôsobenie ultrazvuku možno využiť napr. zariadenia spoločnosti Hielscher Ultrasonics GmbH, DE.

Takto získaná homogénna suspenzia sa výhodne prečerpá do miešacej nádoby, obsahujúcej 1 až 20 kg, výhodne 3 až 12 kg, vodného skla s obsahom najmenej 30 až 35 % kremičitanu sodného, a premieša do homogénnej suspenzie počas 0,5 až 30 minút, výhodne 1 až 5 minút.

40 Nakoniec sa získaná vodná suspenzia pridá do 100 kg sklenej múčky z odpadového skla s obsahom minimálne 90 % častíc s veľkosťou 0,5 μm až 500 μm ; prednostne s obsahom častíc s veľkosťou 0,5 μm až 200 μm .

45 Príklad 8

Penové sklo

Penové sklo s uzavretými bunkami získané zo speniteľnej zmesi podľa tohto technického riešenia, pripravené spôsobom prípravy speniteľnej zmesi podľa tohto technického riešenia a vyrobené bežným tepelným spracovaním, zahrievaním na teplotu 700 až 1 000 °C a následným pomalým chladením, má nasledujúce veľmi priaznivé hodnoty:

sypná hmotnosť: 280 až 450 kg.m^{-3} , výhodne 350 až 450 kg.m^{-3} ;

stredná veľkosť buniek v penovom skle: 200 μm , výhodne pod 200 μm ;

objemová koncentrácia buniek v penovom skle: 60 obj. % a viac;

55 tepelná vodivosť: 0,07 W.m^{-2} , výhodne až 0,048 W.m^{-2} a menej;

pevnosť v tlaku: 3 MPa až 10 MPa, výhodne 4 MPa a viac;

odolnosť proti drveniu: 2,5 MPa až 5 MPa; výhodne 3 MPa a viac;

dĺhodobá nasiakavosť proti vode: 2 až 12 hmotn. %, výhodne menej ako 8 hmotn. %.

Penové sklo podľa tohto technického riešenia recykluje odpadové sklo ako surovinu vo forme rozomletej sklenej múčky z odpadového skla. Penové sklo podľa tohto technického riešenia recykluje okolo 68 % až 95 % tejto odpadovej suroviny.

5

Priemyselná využiteľnosť

Penové sklo je vhodné ako izolačný a tepelnoizolačný aj tepelne a hydroizolačný materiál v stavebníctve a doprave, a dá sa ďalej spracovávať pre ďalšie aplikácie. Penové sklo je možné spracovať vo forme štrku alebo panelov.

10

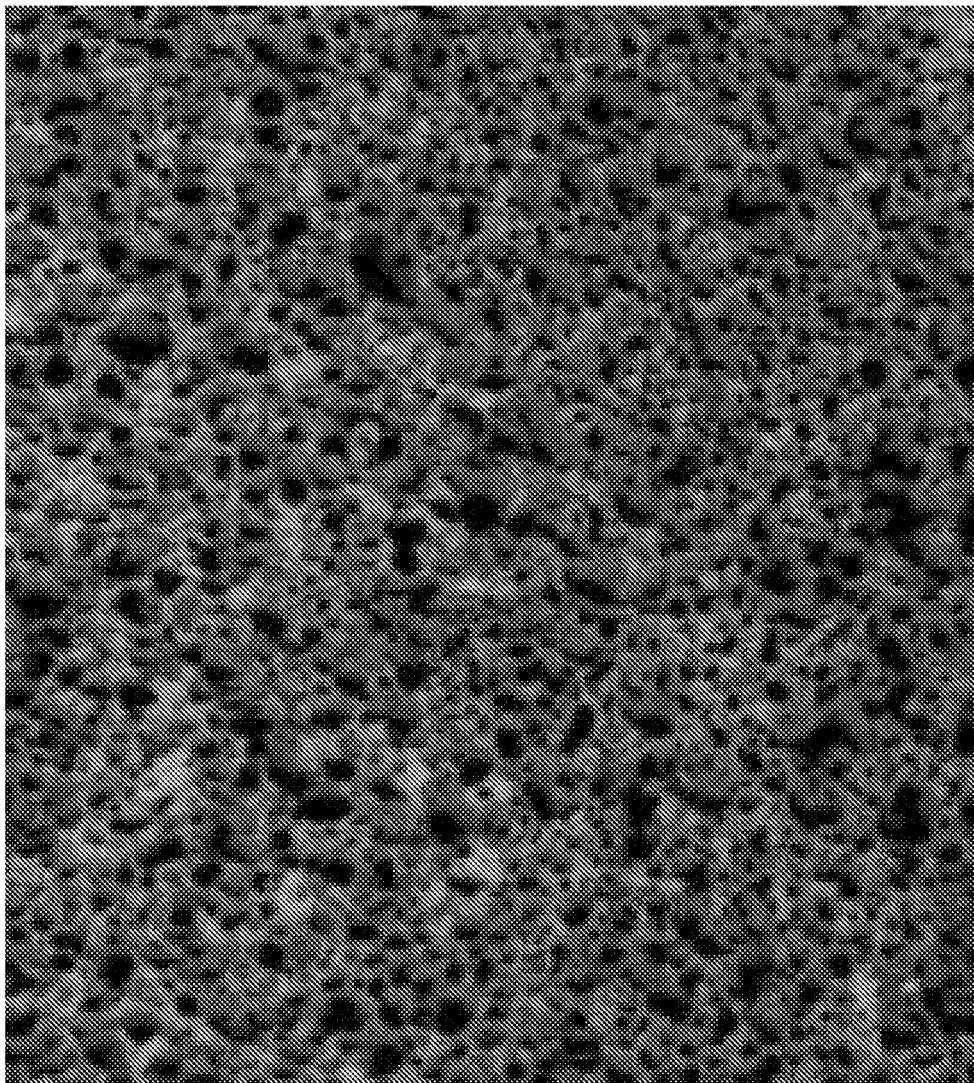
NÁROKY NA OCHRANU

1. Speniteľná zmes na výrobu penového skla s uzavretými bunkami, na báze odpadového skla vo forme rozomletej sklenej múčky, ďalej obsahujúca speňovadlo vo forme uhličitanov kovov alkalických zemín, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje na 100 kg sklenej múčky z odpadového skla s veľkosťou častíc 0,5 µm až 500 µm; 0,1 kg až 10 kg vody; 0,1 kg až 10 kg speňovadla, ktorým je aspoň jeden uhličitan kovu alkalických zemín, napríklad uhličitan vápenatý, horečnatý, bárnatý a strontnatý a ich kombinácie, s veľkosťou častíc 1 nm až 40 µm.
2. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 0,1 g až 500 g tekutého a/alebo pevného protizrážanlivého prostriedku.
3. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 1 kg až 20 kg vodného skla na báze kremičitanu sodného alebo draselného, alebo lítneho.
4. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 0,01 kg až 4 kg aspoň jedného aditíva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kremičitého s veľkosťou častíc 10 nm až 50 µm; oxidu titaničitého s veľkosťou častíc 10 nm až 50 µm; kyseliny boritej a/alebo bóraxu; a aspoň jedného hlinitého komponentu zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu s veľkosťou častíc 10 nm až 100 µm.
5. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 1 g až 5 kg najmenej jedného farbiva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kobaltnatého, oxidu meďnatého, oxidu železitého, oxidu chromitého a oxidu vanadičného s veľkosťou častíc pod 100 µm.
6. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 0,1 kg až 5 kg uhlikatého speňovadla vybraného zo skupiny pozostávajúcej z glycerínu a/alebo uhlikových sadzí.
7. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že sklená múčka z odpadového skla obsahuje častice s veľkosťou 0,5 µm až 200 µm.
8. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 0,4 kg až 5 kg vody.
9. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 0,4 kg až 6 kg speňovadla na báze uhličitanov kovov alkalických zemín.
10. Speniteľná zmes podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že speňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemín obsahuje častice s veľkosťou 1 nm až 1 000 nm.
11. Speniteľná zmes podľa nároku 2, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 1 g až 100 g tekutého a/alebo pevného protizrážanlivého prostriedku.
12. Speniteľná zmes podľa nároku 3, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 2 kg až 12 kg vodného skla na báze kremičitanu sodného alebo draselného, alebo lítneho.
13. Speniteľná zmes podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že ďalej obsahuje 0,1 kg až 1,0 kg aspoň jedného aditíva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kremičitého, titaničitého, kyseliny boritej a/alebo bóraxu a aspoň jedného hlinitého komponentu zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu.
14. Speniteľná zmes podľa nároku 13, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že oxid kremičitý je v množstve 50 g až 300 g s veľkosťou častíc 400 nm až 1 000 nm; oxid titaničitý je v množstve 50 g až 300 g s veľkosťou častíc 400 nm až 1 000 nm; aspoň jeden hlinitý komponent vybraný zo skupiny pozostávajúcej z oxidu hlinitého, hydroxidu hlinitého, síranu hlinitého a kaolínu je v množstve 50 g až 300 g s veľkosťou častíc 0,1 µm až 50 µm; kyselina boritá a/alebo bórax je v množstve 50 g až 300 g.
15. Speniteľná zmes podľa nároku 6, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 0,5 kg až do 3 kg uhlikatého speňovadla, vybraného zo skupiny pozostávajúcej z glycerínu a/alebo uhlikových sadzí.
16. Speniteľná zmes podľa nároku 5, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m**, že obsahuje 50 g až 1 kg najmenej jedného farbiva zo skupiny pozostávajúcej z oxidu kobaltnatého, oxidu meďnatého, oxidu železitého, oxidu chromitého a oxidu vanadičného s veľkosťou častíc pod 10 µm.
17. Spôsob prípravy speniteľnej zmesi podľa niektorého z nárokov 1 až 16, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že speniteľná zmes sa získa v nasledných základných technologických krokoch: a) pri bežnej teplote sa do vody pridá speňovadlo na báze uhličitanov kovov alkalických zemín, prípadne sa pridá: tekutý a/alebo pevný protizrážanlivý prostriedok, prípadne vo vode rozpustné aditíva, ako je kyselina boritá, prípadne vodné sklo, prípadne glycerín, prípadne vodné sklo zmiešané vopred s glycerínom, prípadne uhlikové sadze, prípadne práškové aditíva, ako je oxid kremičitý, alebo oxid titaničitý, alebo práškové hlinité komponenty; b) potom sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia pridá do sklenej múčky z odpadového skla; c) pričom po každom zmiešaní akéhokoľvek komponentu s vodou podľa kroku a) sa získaný vodný roztok alebo vodná suspenzia vždy premiešava počas 0,5 minút až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút; d) rovnako po pridaní akéhokoľvek komponentu do sklenej múčky z odpadového skla podľa kroku b) sa uskutočňuje premiešanie počas 0,5 minúty až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút; e) a nakoniec pri zmiešaní sklenej múčky získanej podľa kroku d) s vodným roztokom alebo vodnou suspenziou získanou v kroku c) sa uskutočňuje

premiešanie zmesi počas 1 až 30 minút, prednostne počas 1 až 5 minút.

18. Spôsob prípravy speniteľnej zmesi podľa nároku 17, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že na homogénny vodný roztok získaný podľa kroku a) alebo vodnú suspenziu akéhokoľvek komponentu získanú podľa kroku a) alebo kroku c) sa pôsobí ultrazvukom s výkonom 5 kW až 100 kW, výhodne 50 kW až 80 kW, počas aspoň 2 minút.
- 5

1 výkres



Koniec dokumentu
