

KORRÓZIÓÁLLÓ, NEHÉZFÉMMENTES ÜVEGALAPÚ ZOMÁNC BE-
VONATOS ACÉL- ÉS KAZÁNLEMEZEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ, EZEKBŐL
KÉSZÜLT ZOMÁNCOZOTT KÉSZÜLÉKEK ÉS BERENDEZÉSEK,
VALAMINT ELJÁRÁS EZEK ELŐÁLLÍTÁSÁRA, ÉS ALKALMAZÁSUK

K i v o n a t

A találmány szerinti nehézfém- és fluoridmentes üvegalapú fedőzománc-összetétel acél- és kazánlemezek, és egyéb alakos testek zománcozására alkalmas. A zománc hőtágulási együtthatója a 20 °C-tól 400 °C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban $9,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ és $11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ között van. A zománc összetétele: 0-4 tömeg% Li_2O , 0-4 tömeg% K_2O , 9-15 tömeg% Na_2O , 0-6 tömeg% CaO , 0-3 tömeg% MgO , 55-75 tömeg% SiO_2 , 0,5-3 tömeg% B_2O_3 , 0-2 tömeg% Al_2O_3 és 8-14 tömeg% ZrO_2 .

KORRÓZIÓÁLLÓ, NEHÉZFÉMMENTES ZOMÁNCÖSSZETÉTEL BEVONATOS ACÉL- ÉS KAZÁNLEMEZEK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ, EZEKBŐL KÉSZÜLT ZOMÁNCOZOTT KÉSZÜLÉKEK ÉS BERENDEZÉSEK, VALAMINT ELJÁRÁS EZEK ELŐÁLLÍTÁSÁRA, ÉS ALKALMAZÁSUK

A találmány tárgya üvegösszetétel mechanikai, hő- és vegyi hatásokkal szemben különlegesen korrózióálló fedő-zománc előállításához acél- és kazánlemez, valamint geometriai testek, például áramlástechnikai eszközök és a készülékgyártásban alkalmazott más funkcionális testek zománcozásához. A találmány tárgya továbbá eljárás üvegösszetétel előállítására; az üvegösszetétel alkalmazása fedőzománc-bevonat előállítására; eljárás bevonatos test előállítására, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről; üvegösszetétellel bevont test; valamint test vagy tartály lényegében vasból és/vagy vasötvözetből, amely mechanikai, hő- és vegyi hatásokkal szemben különösen korrózióálló zománcalapú bevonattal van ellátva.

A vegyiparban és gyógyszeriparban sokféle ilyen jellegű üvegösszetételt használnak készülékek és berendezések gyártásánál acél- és kazánlemezek zománcozásához. A szokásos üvegösszetételek és az ezekből előállított fedő-zománcok nehézfém-oxidokat és esetleg fluoridokat is tartalmaznak, amelyek segítségével biztosíthatók a zománcanyag kívánt tulajdonságai. Ezek közé tartozik egyrészt a nagy hőtágulási együttható ($87 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $110 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között) a 20°C -tól 400°C -ig terjedő hőmérséklet-

tartományban, és másrészt a 400-600°C-os lágyulási hőmérséklet. Annak érdekében, hogy a gyártási és zománcozási folyamatok során jobb legyen a feldolgozhatóság, az említetteken kívül esetenként adalékanyagként további nehézfém-oxikat is hozzáadnak a keverékhez. Így például bizonyos nehézfémvegyületek, mint a PbO és Sb_2O_3 , alkalmazásával jól tapadó, mechanikailag viszonylag ütésálló fedőzománcok állíthatók elő. Ezekkel a nehézfémekkel a zománcanyagok hőtágulási együtthatói hozzáigazíthatók az alkalmazott acél tulajdonságaihoz, hogy a zománc jól beégethető legyen és/vagy vegyileg kötődjön az acélhoz, azaz a zománc jól tapadjon az acélon, továbbá a tartályok és egyéb eszközök rádiuszai megfeleljenek a jó gyárthatóság (GMP: Good Manufacturing Practise) követelményeinek, hogy a lehető legkevesebb holtter legyen a készülékekben.

Problémák adódnak azonban akkor, ha a zománcozott berendezésekben erősen korrozív anyagokat használnak, ahogy ez a vegyiparban és a gyógyszeriparban gyakran előfordul. Ebben az esetben a zománcfelület is korróziónak van kitéve, és bizonyos alkotórészek kioldódnak az üvegből. A felületet a kemény anyagok is károsíthatják, elsősorban mechanikai koptatással. Ezekben az esetekben a berendezésben előállított termék szennyeződhet a zománc alkotórészeivel, amelyek közül különösen a nehézfémek okoznak gondot. Ezért a szennyeződésre érzékeny, és többnyire drága termékek akkár teljes egészükben is veszendőbe mehetnek, ha tisztításuk már nem lehetséges.

Bár sokféle üvegszerű zománcanyagot fejlesztettek ki és használnak különböző területeken - például üvegalapú főzőlapokhoz (DE 198 34 809), főzőlapok és mindenféle kerámiagyártmányok díszítésére, színezésére és strukturálására (DE 41 02 556 A1), dekorüvegekhez (DE 195 12 847 C1, DE 195 06 123 A1, DE 195 02 653 A1), valamint sütőkemencék és mikrohullámú sütők katalitikusan aktív zománcozásához (DE 41 13 139 A1, DE 39 42 236 A1) -, alig vannak készülékek zománcozására alkalmas olyan zománcanyagok, amelyek korrózió- és kopásállóak, valamint nehézfémmentesek. Az EP 677 597 A1 sz. szabadalmi leírás olyan szálerősítésű porcelánzománcot ismertet, amelyet egy kétkomponensű üvegrendszerből állítanak elő. Ezeknek a különböző összetételű üvegeknek a rétegenkénti felhordásával olyan összetett anyagot képeznek, amely mechanikailag fokozottan ellenálló zománcot eredményez. Azonban a szálerősítés és a kétkomponensű rendszer miatt ennek a zománcnak az előállítása időigényes és drága.

A fent említett többi, elsősorban a háztartásban alkalmazható zománcanyagok az ipari készülékek gyártásánál több okból nem használhatók. Ezek az üvegösszetételek ugyanis egyrészt nehézfémeket, például báriumot, cinket, stronciumot, bizmutot és antimont, valamint sokszor ólmot is tartalmaznak többnyire oxidos alakban, és másrészt gyakran katalitikusan aktív anyagok is előfordulnak, például MnO , P_2O_5 , CuO , Fe_2O_3 , V_2O_5 és MoO_3 , amelyeket a vegyipari és gyógyszeripari készülékeknél és tartályoknál mellőzni kell, hogy ne fordulhassanak elő nemkívánt reak-

ciók. Ezenkívül, bár ezek a zománcanyagok a háztartásokban előforduló savaknak és lúgoknak jól ellenállnak, nem felelnek meg a sokkal szigorúbb vegyipari követelményeknek. Ráadásul ezeknek az üvegeknek és zománcoknak nagyon kicsi, $0,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ és $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ közötti a hőtágulási együtthatójuk a 20°C és 700°C közötti hőmérséklet-tartományban, ami kevés ahhoz, hogy hősokkal szemben érzéketlenek legyenek. Végül ezek a zománcok akár 30 tömeg% színezőpigmentet tartalmaznak, ami szintén kedvezőtlenül befolyásolja az ipari készülékgyártásnál fontos tulajdonságokat.

Míg a főzőlapok hordozó üvegszerkezete több milliméter vastag, a dekorüvegeket csak 0,001 - 0,01 mm rétegvastagságban hordják fel és égetik be. Ez a dekorüvegösszetételek örlési finomságát is befolyásolja. Itt 5 μm -es közepes szemcsenagyságra törekszenek, előnyösen 10 μm -nél kisebb maximális szemcsenagysággal. Ha a dekorüveget több rétegben viszik fel, a kis rétegvastagság lehetővé teszi, hogy ezeket a bevonatokat - többrétegű beégetési eljárással - egyszerre égezzék be.

Ezektől az üvegektől és zománcoktól eltérően a készülékgyártásnál az acél- és kazánlemezek bevonására használt üvegalapú zománcoknak egészen más tulajdonságaik vannak. Ezeknek teljesen homogénnek és egyenletesnek kell lenniük, és nagyon jól kell az acéltesthez kötniük, ami azt jelenti, hogy itt olyan vegyi összetétel szükséges, amely a hőtágulási együtthatót $8,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ - $11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ értékre emeli a 20°C - 400°C -os hőmérséklet-tarto-

mányban. Színezékeket 30 tömeg%-ig terjedő mennyiségben nem lehet hozzáadni, mert ezek túlságosan megváltoztatnák a zománc tulajdonságait. Mivel a milliméteres tartományba eső rétegvastagságok szükségesek, a megőrölt üvegfritt szemcsenagyságát az 1 μm -tól több 100 μm -ig terjedő tartományban tartják. Problémák adódnak akkor is, amikor a többrétegű beégetési eljárást a tartályok gyártásánál próbálják alkalmazni, mivel a már említett nagy rétegvastagság miatt a többrétegű eljárással már nem lehet biztosítani az egyenletes zománcozást a szükséges minőségben.

A fentiekből kiindulva az a célunk a találmánnyal, hogy olyan nehézfémmentes üvegösszetételt hozzunk létre készülékek, berendezések vagy ezek részeinek zománcozásához, amely ellenáll a savak és lúgok által okozott korróziónak, és az üvegösszetétel a zománcozási folyamat során könnyen tisztítható, nagyon kevésbé érdes felületet képez, amelynek előállítását az üvegösszetétel alkalmas hőtágulási együtthatója, valamint megfelelő lágyulási hőmérséklete biztosítja. Ezenkívül a találmány ilyen jellegű üvegösszetétel előállítására szolgáló eljárásra, egy ilyen üvegösszetétel alkalmazására, továbbá egy testre és annak előállítási eljárására is vonatkozik.

A kitűzött feladatot egyrészt egy olyan mechanikai, hő- és vegyi hatásokkal szemben különlegesen korrózióálló, zománcalapú bevonat előállítására alkalmas üvegösszetétellel oldjuk meg, amely nehézfémektől és/vagy nehézfémvegyületektől lényegében mentes.

A találmány szerinti üvegösszetétel különösen jól alkalmazható rendkívül korrózióálló vegyipari és gyógyszeripari berendezések és készülékek előállításához, ha alkotórészei lényegében alkálifém-oxidok, alkáliföldfém-oxidok, B_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 .

Az üvegösszetétel adalékanyagként nem tartalmaz nehézfémeket; ezek azonban a felhasznált nyersanyagok szennyeződéseiből eredően minimális mennyiségben előfordulnak, ezért a lehető legtisztább nyersanyagok használatára törekszünk.

Az üvegösszetételben az alkálifém-oxidok - elsősorban Li_2O , Na_2O és K_2O - együttes részaránya 7,5 tömeg% - 29 tömeg%, előnyösen 9 tömeg% - 24 tömeg%, és különösen előnyösen 11 tömeg% - 20,5 tömeg%.

Az üvegösszetételben az alkáliföldfém-oxidok - elsősorban MgO és CaO - együttes részaránya 0,0 tömeg% - 9,0 tömeg%, előnyösen 1,0 tömeg% - 8,5 tömeg%, és különösen előnyösen 2,5 tömeg% - 8 tömeg%.

A B_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 együttes részaránya az üvegösszetételben 63,0 tömeg% - 94,0 tömeg%, előnyösen 65,0 tömeg% - 91,0 tömeg%, és különösen előnyösen 68,0 tömeg% - 88,0 tömeg%.

Egy további előnyös kiviteli alaknál az üvegösszetétel színezőanyagokat, elsősorban egy vagy több színező-oxidot és/vagy egy vagy több színezőpigmentet tartalmaz. Itt elsősorban szervesetlen színezékekről vagy oxidokról van szó, amelyekkel a zománc minden nehézség nélkül színezhető, és amelyek az üveggel szemben a beégetési hőmér-

sékleten lényegében stabilak. Üvegben oldódó színező-oxidok célzott hozzáadásával a zománc, ill. az üvegösszetétel már az előállításánál színezhető. A színezékek részaránya itt legfeljebb 2,5 tömeg%, előnyösen legfeljebb 2 tömeg%.

Az üvegösszetétel egyes alkotórészeinek részaránya a következő táblázat szerinti:

Alkotórész	[tömeg%]	előnyösen [tömeg%]	különösen előnyösen [tömeg%]
Li ₂ O	0,0 - 4,0	0,25 - 3,0	0,5 - 2,5
B ₂ O ₃	0,0 - 3,0	0,25 - 3,0	0,5 - 3,0
MgO	0,0 - 3,0	0,25 - 2,5	0,5 - 2,0
Al ₂ O ₃	0,0 - 2,0	0,25 - 2,0	0,5 - 2,0
K ₂ O	0,0 - 4,0	0,50 - 4,0	1,0 - 4,0
CaO	0,0 - 6,0	1,00 - 6,0	2,0 - 6,0
ZrO ₂	8,0 - 14,0	8,50 - 13,5	9,0 - 13,0
Na ₂ O	9,0 - 15,0	9,25 - 14,5	9,5 - 14,0
SiO ₂	55,0 - 75,0	56,00 - 73,0	58,0 - 70,0
Színező- anyagok	0,0 - 2,5	0,00 - 2,0	0,0 - 2,0

A találmány lényeges pontja az, hogy az üvegösszetételben az alkálifém-oxidokat, az alkáliföldfém-oxidokat és a bór-oxidot szűk tűréshatárok között úgy kombináljuk egymással, hogy a rácsképzőkkel, amelyek közé tartozik

pl. a ZrO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 , kölcsönhatásban optimális tulajdonságokat kapjunk a hőtágulás, a korrózióállóság, a felületi érdesség, a hősokkállóság és az ütésállóság tekintetében, továbbá az új összetétel jellemzői elérjék a nehézfém-oxidokat tartalmazó hagyományos fedőzománccok megfelelő tulajdonságait, sőt azokat bizonyos részterületeken túl is szárnyalják, de azok hátrányai, elsősorban toxicitásuk nélkül.

Ezt elsősorban azzal érjük el, hogy az alkálifém-oxidok részarányát a fentiekben megadott határok között tartjuk. Alkálifémek hozzáadása azért szükséges, hogy egyrészt a hőtágulási együttható például az acél zománczához szükséges megfelelően magas értékű, és a felület kellően egyenletes legyen, és másrészt a lágyulási hőmérsékletet és ezáltal a beégetési hőmérsékletet a zománczához szükséges 700°C és 1000°C közötti, előnyösen 760°C és 950°C közötti hőmérséklet-tartományba lehessen beállítani, és a viszkozitást ebben a hőmérséklet-tartományban annyira le lehessen csökkenteni, hogy az üvegösszetétel felhordása után még nyitott üvegréteg megfolyás nélkül záródjon, és finomszemcsés, homogén struktúra képződjön. A túlságosan magas alkálifém-tartalom erősen csökkenti a korrózióállóságot, és a hőtágulási együttható előnytelen növekedését okozza. Ezért az Li_2O maximális részaránya 4 tömeg%; a K_2O maximális részaránya 4 tömeg% és az Na_2O maximális részaránya 15 tömeg%.

A bór-oxid részaránya 0 tömeg% és 3 tömeg% között, előnyösen 0,25 tömeg% és 3 tömeg% között, és különösen

előnyösen 0,5 tömeg% és 3 tömeg% között van. A bór-oxid csökkenti annak veszélyét, hogy az üveg a zománcozási folyamat miatt kikristályosodjon. A bór-oxid ahhoz is hozzájárul, hogy a viszkozitás a beégetési hőmérsékleten elegendően alacsony legyen ahhoz, hogy homogén zománc alakuljon ki, és lehetővé teszi az egyenletes zománcozást az üveg megfolyása nélkül. Különösen előnyös tulajdonságai vannak azoknak az üvegösszetételeknek, amelyek B_2O_3 -tartalma 0,5 tömeg% és 3 tömeg% között van.

A találmány szerinti üveg fő alkotórészei a ZrO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 . Az SiO_2 és ZrO_2 rácsképzőként az üveg stabilitásáért, vegyi ellenállóképességéért és szilárdságáért felelős.

Az SiO_2 -tartalom 55 tömeg% és 75 tömeg% között, előnyösen 65 tömeg% és 73 tömeg% között, és különösen előnyösen 58 tömeg% és 70 tömeg% között van. Ennél magasabb SiO_2 -tartalom előnytelen, mivel kedvezőtlenül növeli a viszkozitást, és akadályozza a simára égetést. A kisebb SiO_2 -tartalom viszont csökkenti a viszkozitást és a korrózióállóságot, és növeli a hőtágulási együtthatót.

Az Al_2O_3 -tartalom 0 tömeg% és 2 tömeg% között, előnyösen 0,25 tömeg% és 2 tömeg% között, és különösen előnyösen 0,5 tömeg% és 2 tömeg% között van. Az Al_2O_3 -tartalom annyira növeli az üveg viszkozitását a beégetési hőmérséklet alatt, hogy elkerülhető a porózus üvegréteg egyenetlen megfolyása a zománcozásnál, valamint a kialakuló zománcréteg vastagságának homogenitását hátrányosan befolyásoló nagy gázbuborékok. Az Al_2O_3 rácsképző tulaj-

donsága miatt megakadályozza a zománc üvegtelenedését a beégetési hőmérsékletre történő ismételt felmelegítésnél.

A ZrO_2 szintén növeli a rácsszerkezet szilárdságát a zománcban. Ezenkívül a korrózióállóságot is javítja a lúgos tartományban. Részaránya az üvegösszetételben 8 tömeg% és 14 tömeg% között, előnyösen 8,5 tömeg% és 13,5 tömeg% között, és különösen előnyösen 9 tömeg% és 13 tömeg% között van, az üvegösszetétel kedvező tulajdonságainak biztosításához.

Az alkáliföldfém-oxidok segítik az alkálifémek viszkozitáscsökkentő hatását; növelik a korrózióállóságot, valamint a zománc fényét és tapadását. Az alkáliföldfém-oxidok együttes részaránya az üvegösszetételben maximum 9 tömeg%. Ennél nagyobb mennyiségben már rontanák a zománc vegyi ellenállóképességét és beégethetőségét. Az MgO -tartalom 0 tömeg% és 3 tömeg% között, előnyösen 0,25 tömeg% és 2,5 tömeg% között, és különösen előnyösen 0,5 tömeg% és 2,0 tömeg% között van. A CaO -tartalom 0 tömeg% és 6 tömeg% között, előnyösen 1 tömeg% és 6 tömeg% között, és különösen előnyösen 2 tömeg% és 6 tömeg% között van.

Az SrO -t és BaO -t, mint nehezebb alkáliföldfém-oxidokat, az üvegeképzést és a vegyi korrózióval szembeni ellenállóképességet javító tulajdonságaik ellenére azért nem alkalmazzuk, hogy - ezek nehézfémjellege miatt - semmilyen mérgező komponens ne kerülhessen az üvegekbe.

A hagyományos zománcokban és üvegekben tipikusan alkalmazott és adalékolt nehézfém-oxidok - például BaO ,

SrO , ZnO , SnO_2 , MnO , Sb_2O_3 , Bi_2O_3 - a találmány szerinti zománcban 0,5 tömeg%-nál kisebb mennyiségben vannak jelen, a nyersanyagok szennyezőanyag-tartalmának megfelelően. Más nehézfém-oxidok, különösen az ólom, kadmium, arzén, nióbbium, molibdén, volfrám, króm és nikkel oxidjai szintén csak az üveg előállításához használt nyersanyagok szennyeződéseinek megfelelően jelennek meg a zománcban. A kémiai analízisek azt mutatják, hogy ezek a nehézfém-oxidok tipikusan 0,2 tömeg%-nál kisebb szennyeződést okoznak.

A szennyeződések rendkívül alacsony koncentrációjának köszönhetően nem kell attól tartani, hogy a találmány szerinti üvegösszetétellel bevont berendezésekben előállított termékek szennyeződnek. Különösen tiszta nyersanyagok alkalmazásával a nehézfém-tartalom tovább csökkenthető, megközelítve a nulla koncentrációt. Erre bizonyos speciális alkalmazások esetében lehet szükség.

Egy előnyös kiviteli alaknál az üvegösszetétel lényegében fluormentes.

A találmány egy további előnyös kiviteli alakjánál az üvegösszetétel hőtágulási együtthatója a 20°C -tól 400°C -ig terjedő hőmérséklet-tartományban $87 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $110 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között, előnyösen $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $103 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között, és különösen előnyösen $93 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $97 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között van.

Ezenkívül az üvegösszetétel hőtágulási együtthatóját úgy alakítjuk ki, hogy a bevonandó test, elsősorban acéltest, a zománcozáskor a zománcot annyira előfeszítse,

hogy nyomófeszültségek keletkezzenek, ami mechanikai sérülésekkel szemben növeli az üveg ütésállóságát.

A leírt üvegösszetétel, ill. a leírt zománc hőtágulási együtthatójának értékét úgy hangoljuk össze az alkalmazott acél tulajdonságaival, hogy a zománc tapadását és beégetési viselkedését is figyelembe véve a bevonandó készülékek és berendezések rádiuszai a jó gyárthatóság (GMP) követelményeinek megfelelően alakíthatók ki, úgyhogy a berendezésekben és készülékekben a lehető legkevesebb a holtter. Egy acéltest zománcozásakor keletkező nyomófeszültséget a találmány szerinti hőtágulási együtthatóval úgy lehet alakítani, hogy a nyomófeszültség akkor is megmaradjon a zománcban, amikor maga az acéltest húzó igénybevételnek van kitéve. Ezáltal annyira nő az üveg ütésállósága mechanikai sérülésekkel szemben, hogy a zománcréteg nem sérül erős helyi igénybevétel esetén sem. Ezen a módon a különösen veszélyeztetett sarkok és élek sérülékenysége optimalizálható, és élettartamuk növelhető.

A találmány szerint az üvegösszetétel lágyulási hőmérséklete a 400°C -tól 600°C -ig terjedő hőmérséklet-tartományban, előnyösen a 450°C -tól 580°C -ig terjedő hőmérséklet-tartományban, és különösen előnyösen a 470°C -tól 550°C -ig terjedő hőmérséklet-tartományban van.

Ezáltal a találmány szerinti üvegösszetételnél a lágyulási hőmérsékletet úgy állítjuk be, hogy az előnyösen 760°C és 950°C közötti zománcozási hőmérsékleten az egyes üvegrészecskék simára olvadjanak és szintereződ-

jenek, de elegendő legyen a stabilitás a felhordott üveg-
anyag rétegvastagságának és éles kontúrjainak megtartásá-
hoz a zománcozás folyamán is. Ez elengedhetetlen az acél-
test teljes, homogén és kiváló minőségű bevonásához fo-
lyamatos gyártással, akár csőtartályról, akár turbináról
vagy más bonyolult geometriával és rádiuszokkal rendelke-
ző alkatrészről van szó.

Az üvegösszetétel és/vagy bevonat tulajdonságaira a
legfeljebb 2,5 tömeg%, előnyösen legfeljebb 2 tömeg%
koncentrációban jelen levő színezőanyagok lényegében
hatástalanok.

A találmány egy előnyös kiviteli alakjánál az üveg-
összetétel szemcsenagysága a beégetés előtt $0,01 \mu\text{m} - 800 \mu\text{m}$,
előnyösen $0,1 \mu\text{m} - 600 \mu\text{m}$, és különösen előnyösen $1 \mu\text{m} - 500 \mu\text{m}$.

Ezek a szemcsenagyságok elsősorban olyan zománcréteg
előállítására alkalmasak, amelyek vastagsága a testre
történt felhordás és beégetés után $0,1 \text{ mm} - 1,2 \text{ mm}$, elő-
nyösen $0,2 \text{ mm} - 1,0 \text{ mm}$. Ilyen zománcréteg-vastagság a
zománcréteggel bevont test kívánt élettartama, valamint a
bevont készülék vagy berendezés mérete és helyigénye,
valamint a várható kopás szempontjából optimális; például
 $\text{pH} = 14$ értékkel jellemezhető lúgos közegben a kopási
sebesség csak 70°C -on éri el az évenkénti $0,1 \text{ mm}$ -t. Ter-
mészetesen vastagabb rétegek is készíthetők; ebben az
esetben az üvegösszetételt vagy több rétegben hordjuk fel
és égetjük be, vagy nagyobb szemcsenagyságot alkalmazunk.

A találmány egy további előnyös kiviteli alakjánál az üvegösszetétel a beégetés előtt granulátum alakú. Ennek az az előnye, hogy az üvegösszetétel az alkalmazás módjának megfelelően, például golyós malom segítségével, az optimális szemcsenagyságra állítható be. Az őrlés nedvesen vagy szárazon történhet; nedves őrlésnél nedvesítőközegként előnyösen vizet alkalmazunk, de más segédanyagok, például könnyen illanó folyadékok, így alkohol is használható. Nedves őrlés esetén egyidejűleg egy felhordható pép is előállítható, amely esetleg beállítószerekkel keverve vihető fel a testre.

A találmány szerint az üvegösszetétel tulajdonságai - elsősorban hőtágulási együtthatója, viszkozitása, korrózióállósága - úgy vannak a bevonandó test tulajdonságaihoz, elsősorban anyagához és geometriájához illesztve, hogy az üvegösszetétel beégetési viselkedése mind a bevont felületen mentén, mind a bevonat vastagságában egyenletes és homogén legyen, valamint a keletkező zománchevonat egyenletesen tapadjon a testre.

Az üvegösszetétel előállítására szolgáló találmány szerinti eljárás során a fentiekben megadott összetevőket tartalmazó, lényegében nehézfémmentes kerámiai nyersanyagot elkeverjük, 1200°C - 1600°C hőmérsékletre melegítjük fel, és teljesen megolvasztjuk, majd hirtelen lehűtés után granulátummá dolgozzuk fel.

A találmány lényeges része az üveg előállítása, ami úgy történik, hogy a kerámiai nyersanyagokat kimérjük megfelelő mennyiségben és arányban, és intenzív keverés-

sel homogén porrá keverjük. Ezt a keveréket olvasztókemencében 1200°C és 1600°C közötti hőmérsékleten addig hevítjük, amíg maradványok nélküli, egységes, homogén üveg keletkezik. A további feldolgozáshoz a megolvasztott üveget hirtelen lehűtéssel egységes granulátummá dolgozzuk fel. Ez vagy úgy történik, hogy az olvadékot hűtött forgóhengerek között lehűtjük, majd vízfürdőbe vezetjük, vagy úgy, hogy intenzíven vízzel keverjük egy medencében vagy ejtőcsőben. Az így előállított granulátumot megszáritjuk, és a további feldolgozásig tároljuk. A granulátumot segédanyagok hozzáadásával golyós malomban üvegfritté őröljük, amelynek szemcsenagysága 1 μm és 500 μm között van.

A találmány szerint az üvegösszetétel alkalmazásával fedőzománc-bevonatot állítunk elő. Ezáltal elkerüljük, hogy a berendezés vegyi anyagokkal és korrózióval, valamint kopással szemben érzékeny részei sérüljenek.

Ezenkívül a találmány szerinti üvegösszetétel alkalmazásával fedőzománc-bevonatot állítunk elő geometriai testeken, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről készült testeken. Ennek az az előnye, hogy a berendezés érzékeny részei védve vannak az agresszív és koptató hatású vegyszerektől és egyéb anyagoktól, de egyidejűleg hatásosan megakadályozzuk a nehézfém-szennyeződéseket, mivel a találmány szerinti üvegösszetétel nehézfémeket nem tartalmaz.

A találmány szerinti üvegösszetétel úgy is alkalmazható, hogy fedőzománc-bevonatot állítunk elő egy már

meglevő zománcbevonaton és/vagy üvegen és/vagy kerámiai anyagon.

A találmány bevonatos test, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről készült test előállítására is vonatkozik üvegösszetétellel végzett zománcozással, amely eljárás során

- az üvegösszetételt előnyösen teljesen sótalanított vízzel nedves péppé őröljük;

- a pép konzisztenciáját szabályozóanyagokkal beállítjuk;

- a pépet nedvesen felhordjuk a bevonandó testre;

- a felhordott bevonatot szárítjuk; és

- a felhordott bevonatot beégetjük és/vagy szinterezzük,

miközben az üvegösszetétel alkotórészei a korábban megadott táblázatnak megfelelő részarányban vannak jelen.

Ezenkívül a találmány bevonatos test, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről készült test előállítására is vonatkozik üvegösszetétellel végzett zománcozással, amely eljárás során

- az üvegösszetételt szárazon felhordjuk a bevonandó testre; és

- a felhordott üvegösszetételt beégetjük és/vagy szinterezzük.

Az üvegösszetétel alkotórészei ebben az esetben is a korábban megadott táblázat szerinti részarányban vannak jelen.

A találmány egy további kiviteli alakjánál az üvegösszetételt a nedves és száraz felhordási eljárás kombinálásával egyetlen lépésben hordjuk fel.

A bevonóanyag konzisztenciája szabályozóanyagok, például felületaktív anyagok, nedvesítőszeres, gőznyomást növelő szerek és hasonlóak segítségével állítható be, míg a felhordhatóság és a további feldolgozhatóság segédanyagokkal javítható; ezek a lépések a nedves és esetleg a száraz felhordásnál szükség szerint alkalmazhatók, ill. elhagyhatók.

A száraz felhordáshoz a port szárazon 500 μm -es maximális szemcse nagyságú fritté őröljük.

Egy előnyös kiviteli alaknál a felhordást szórásos és/vagy porlasztásos technikával, míg egy további kiviteli alaknál a felhordást villamos egyenfeszültségű tér alkalmazásával hajtjuk végre.

A bevonóanyagot előnyösen egy kétanyagos szórópisztollyal úgy hordjuk fel az alapzománcre vagy az acél- vagy kazánlemezre vagy más testre, hogy egyenletes és homogén bevonat keletkezzen. Nedves felhordás esetén a beégetés előtt szárításra van szükség ahhoz, hogy a beégetésnél homogén, a felhordásnak megfelelően egyenletes és zárt zománcreteget kapjunk, amely kis gázbuborékokból álló egyenletes buborékszerkezettel rendelkezik.

A találmány egy további kiviteli alakjánál a hőmérséklet menetét úgy alakítjuk, hogy a zománc mindenütt egyformán égjen be, és a zománcozás azokon a helyeken is hibátlan legyen, amelyeket helyzetük vagy különleges

geometriájuk és anyagvastagságuk miatt egyébként túlságosan hosszú ideig túlságosan magas hőmérsékleten kellene tartani, és ennek következtében a zománc megfolyása miatt egyenetlen bevonat keletkezne, vagy kedvezőtlen helyzet és nagy falfastagság esetén a normál körülmények között az egyenletes beégetéshez szükséges hőmérséklet nem állna fenn kellő ideig. Ebben az esetben a zománc érdes és hullámos lenne, és romlana az ellenállóképessége a hősokkal és a vegyi hatásokkal szemben.

Az egyenletes zománcozás érdekében réteges kombinált nedves-száraz felhordás is alkalmazható. Egy alternatív felhordási technika az elektrosztatikus felhordás, amelynél a szórásos felvitelt a szórópisztoly és a bevonandó alkatrész között létesített erős egyenfeszültségű elektromos térrel segítjük. A szórásnál az elektromos tér a cseppeket és porrészecskéket azokra a helyekre is eljuttatja, amelyek a hagyományos bevonási technikával csak rosszul hozzáférhetőek. Így a kritikus geometriájú helyeken is nagyon homogén üvegréteg alakul ki. A felhordási technikák kombinálásával a találmány szerint bevonási lépésként 0,1 mm - 1,2 mm, előnyösen 0,2 mm - 1,0 mm rétegvastagságú zománcréteget kapunk a beégetés után.

A találmány egy további kiviteli alakjánál a bevonandó test meghatározott részeit a beégetés és/vagy szinterezés folyamán az optimális hőmérséklet beállításához hűtjük vagy külön melegítjük. A hűtéshez és a pótlólagos melegítéshez például - előnyösen semleges gázt fúvó

- ventilátort, valamint sugárforrást, például nagyenergiájú infravörös-fényforrást lehet alkalmazni.

A találmány üvegösszetétellel bevont testre is vonatkozik, amelynél az üvegösszetétel alkotórészei a korábban megadott táblázatnak megfelelő részarányban vannak jelen.

A találmány tárgya egy olyan test vagy tartály is, amely lényegében vasból és/vagy vasötvözetből van, és mechanikai, hő és vegyi hatásokkal szemben különösen korrózióálló, zománcalapú bevonattal van ellátva, amely bevonat lényegében szálmentes, és lényegében nem tartalmaz nehézfémeket és/vagy nehézfémvegyületeket.

Ilyen testek alkalmazásával kizárható azoknak a termékeknek a nehézfém-szennyezettsége, amelyeket ezeknek a testeknek az alkalmazásával állítunk elő.

A találmányt a továbbiakban példa alapján írjuk le.

Példa

Elkészítjük a következő üvegösszetételt: 0-4 tömeg% Li_2O , 0-4 tömeg% K_2O , 9-15 tömeg% Na_2O , 0-6 tömeg% CaO , 0-3 tömeg% MgO , 55-75 tömeg% SiO_2 , 0,5-3 tömeg% B_2O_3 , 0-2 tömeg% Al_2O_3 és 8-14 tömeg% ZrO_2 . Az összetevőket intenzíven homogén porrá keverjük, 1200-1600°C-on megolvasztjuk, majd hirtelen lehűtjük, golyós malomban segédanyagok és teljesen sótalánított víz hozzáadása mellett üvegfritté őröljük, amelynek maximális szemcsemérete 200 μm és 500 μm között van, majd egy kétanyagos szórópisztollyal felhordjuk egy acéltestre. Ezt követően a felhordott nedves

bevonatot megszáritjuk, majd 760°C és 950°C között ráégetjük a testre.

Az alábbi táblázat az új zománc jellemző értékeit mutatja egy referenziazománccal összehasonlítva:

A zománc tulajdonságai

	Egységek	Referenziazománc	Zománc
Fogyási sebesség			
DIN ISO 2743			
20% HCl 108°C	mm/a	0,043	0,056
DIN ISO 2744			
H ₂ O gőz 120°C	mm/a	0,016	0,026
0,1N NaOH LOK 80°C	mm/a	0,264	0,185
Szín			
		sötétkék	fehér
R _a zománcozás után	μm	0,16-0,27	0,09-0,18
Hőszokk (ΔT) DIN	K	> 200	> 200

A következő táblázatban az új zománc 0,1 mm/év és 0,2 mm/év korróziós sebességeit hasonlítjuk össze egy referenziazománccal. A táblázatból látható, hogy - mint a fenti táblázatban is - lúgos közegben sokkal jobb az új zománc korrózióállósága, mint a referenciaanyagé.

	Zománc		Referenciazománc	
Korróziós				
sebesség	0,1 mm/a	0,2 mm/a	0,1mm/a	0,2 mm/a
pH -1	125°C	kb. 144°C	130°C	kb. 150°C
pH 7	150-160°C	kb. 170°C	160°C	kb. 174°C
pH 13	75°C	kb. 88°C	55°C	kb. 60°C

Az itt leírt zománc nehézfémmentessége miatt alkalmas különlegesen tiszta termékek előállítására szolgáló berendezések bevonására a gyógyszeriparban, élelmiszeriparban, biotechnológiai iparban, félvezetőiparban, valamint a vegyipar, hatóanyagipar és élelmiszeripar minden olyan területén, ahol a termékek a legcsekélyebb szennyeződésre is érzékenyek.

Legfeljebb 2 tömeg% oxidos színezőpigment hozzáadásával a zománc színe anélkül befolyásolható, hogy jellemző tulajdonságai változnának.

A találmány szerinti zománcnak a zománcozás után különlegesen sima felülete van, amelynek R_a érdessége $0,02 \mu\text{m}$ - $0,1 \mu\text{m}$, ami a legmesszebbmenőkig megakadályozza a termék tapadását. Ezenkívül a találmány szerinti zománc fontos tulajdonsága a nagy korrózióállóság is, amely a teljes pH-tartományban fennáll, és a lúgos tartományra van optimalizálva.

Szabadalmi igénypontok

1. Üvegösszetétel mechanikai, hő- és vegyi hatásokkal szemben különlegesen korrózióálló, zománcalapú bevonat előállításához, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy nehézfémektől és/vagy nehézfémvegyületektől lényegében mentes.
2. Az 1. igénypont szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy alkotórészei lényegében alkálifém-oxidok, alkáliföldfém-oxidok, B_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , és Al_2O_3 .
3. Az 1. vagy különösen a 2. igénypont szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy alkálifém-oxidként Li_2O -t, Na_2O -t és K_2O -t tartalmaz, továbbá az alkálifém-oxidok együttes részaránya az üvegösszetételben 7,5 tömeg% - 29 tömeg%, előnyösen 9 tömeg% - 24 tömeg%, és különösen előnyösen 11 tömeg% - 20,5 tömeg%.
4. Az 1-3. igénypontok bármelyike - különösen a 2. igénypont - szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy alkáliföldfém-oxidként MgO -t és CaO -t tartalmaz, továbbá az alkáliföldfém-oxidok együttes részaránya az üvegösszetételben 0,0 tömeg% - 9,0 tömeg%, előnyösen 1,0 tömeg% - 8,5 tömeg%, és különösen előnyösen 2,5 tömeg% - 8 tömeg%.

5. Az 1-4. igénypontok bármelyike - különösen a 2. igénypont - szerinti üvegösszetétel,

a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a B_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 együttes részaránya az üvegösszetételben 63,0 tömeg% - 94,0 tömeg%, előnyösen 65,0 tömeg% - 91,0 tömeg%, és különösen előnyösen 68,0 tömeg% - 88,0 tömeg%.

6. Az 1-5. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy színezőanyagokat, elsősorban egy vagy több színezőoxidot és/vagy egy vagy több színezőpigmentet tartalmaz.

7. Az 1-6. igénypontok - különösen a 2-6. igénypontok - bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy egyes alkotórészeinek részaránya a következő táblázat szerinti:

Alkotórész	[tömeg%]	előnyösen [tömeg%]	különösen előnyösen [tömeg%]
Li_2O	0,0 - 4,0	0,25 - 3,0	0,5 - 2,5
B_2O_3	0,0 - 3,0	0,25 - 3,0	0,5 - 3,0
MgO	0,0 - 3,0	0,25 - 2,5	0,5 - 2,0
Al_2O_3	0,0 - 2,0	0,25 - 2,0	0,5 - 2,0
K_2O	0,0 - 4,0	0,50 - 4,0	1,0 - 4,0
CaO	0,0 - 6,0	1,00 - 6,0	2,0 - 6,0
ZrO_2	8,0 - 14,0	8,50 - 13,5	9,0 - 13,0
Na_2O	9,0 - 15,0	9,25 - 14,5	9,5 - 14,0
SiO_2	55,0 - 75,0	56,00 - 73,0	58,0 - 70,0
Színező- anyagok	0,0 - 2,5	0,00 - 2,0	0,0 - 2,0

8. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy lényegében fluormentes.

9. Az 1-8. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy hőtágulási együtthatója a 20°C-tól 400°C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban $87 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $110 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között, előnyösen $90 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $103 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között, és különösen előnyösen $93 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ és $97 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ között van.

10. Az 1-9. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy lágyulási hőmérséklete a 400°C-tól 600°C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban, előnyösen a 450°C-tól 580°C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban, és különösen előnyösen a 470°C-tól 550°C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban van.

11. Az 1-10. igénypontok bármelyike - különösen a 6. vagy 7. igénypont - szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az üvegösszetétel és/vagy bevonat tulajdonságaira a legfeljebb 2,5 tömeg%, előnyösen legfeljebb 2 tömeg% koncentrációban jelen levő színezőanyagok lényegében hatástalanok.

12. Az 1-11. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a beégetés előtt granulátum alakú.
13. Az 1-12. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy szemcsenagysága a beégetés előtt $0,01\text{ }\mu\text{m}$ - $800\text{ }\mu\text{m}$, előnyösen $0,1\text{ }\mu\text{m}$ - $600\text{ }\mu\text{m}$, és különösen előnyösen $1\text{ }\mu\text{m}$ - $500\text{ }\mu\text{m}$.
14. Az 1-13. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy tulajdonságai - elsősorban hőtágulási együtthatója, viszkozitása, korrózióállósága - úgy vannak egy bevonandó test tulajdonságaival, elsősorban anyagával és geometriájával összehangolva, hogy mind a bevont felület mentén, mind a bevonat vastagságában az üvegösszetétel beégetési viselkedése egyenletes és homogén, valamint a keletkező zománcbevonat egyenletesen tapad a testre.
15. Az 1-14. igénypontok bármelyike - különösen a 9. igénypont - szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az üvegösszetétel hőtágulási együtthatója úgy van megválasztva, hogy a bevonandó test, elsősorban acéltest, a zománcozásnál a zománcot - abban nyomófeszültségeket keltve - előfeszíti.
16. Az 1-15. igénypontok bármelyike - különösen a 9. vagy 15. igénypont - szerinti üvegösszetétel,

a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az üvegösszetétel hőtágulási együtthatója a zománcozandó test rádiuszainak jó gyárthatóságát megengedő módon van megválasztva.

17. Az 1-16. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy egy testre történt felhordás és beégetés után bevonási lépésként a rétegvastagság 0,1 mm - 1,2 mm, előnyösen 0,2 mm - 1,0 mm.

18. Eljárás üvegösszetétel előállítására, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a 7. igénypont szerinti összetevőket tartalmazó lényegében nehézfémmentes kerámiai nyersanyagot elkeverjük, 1200°C - 1600°C hőmérsékletre melegítjük fel, és teljesen megolvasztjuk, majd hirtelen lehűtés után granulátummá dolgozzuk fel.

19. Az 1-17. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétel alkalmazása fedőzománc-bevonat előállítására geometriai testeken, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről készült testeken, és/vagy már meglevő zománcbevonaton és/vagy üvegen és/vagy kerámiai anyagokon.

20. Eljárás bevonatos test előállítására, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről, az 1-17. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétellel történő zománcozással, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy

- az üvegösszetételt előnyösen teljesen sótalanított vízzel nedves péppé öröljük;

- a pép konzisztenciáját szabályozóanyagokkal beállítjuk;

- a pépet nedvesen felhordjuk a bevonandó testre;

- a felhordott bevonatot szárítjuk; és

- a felhordott bevonatot beégetjük és/vagy szinterezük,

továbbá az üvegösszetételben az alkotórészek a 7. igénypont szerinti táblázatnak megfelelő részarányban vannak jelen.

21. Eljárás bevonatos test előállítására, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről, az 1-17. igénypontok bármelyike szerinti üvegösszetétellel történő zománcozással, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy

- az üvegösszetételt szárazon felhordjuk a bevonandó testre; és

- a felhordott üvegösszetételt beégetjük és/vagy szinterezük,

továbbá az üvegösszetételben az alkotórészek a 7. igénypont szerinti táblázatnak megfelelő részarányban vannak jelen.

22. Eljárás bevonatos test előállítására, elsősorban acél- és/vagy kazánlemezről,

a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az üvegösszetételt a 20. és 21. igénypont szerinti nedves és száraz felhordási eljárás kombinálásával hordjuk fel.

23. A 20-22. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a felhordást szórásos és/vagy porlasztásos technikával hajtjuk végre.

24. A 20-23. igénypontok bármelyike - különösen a 23. igénypont - szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a felhordást villamos egyenfeszültségű tér alkalmazásával hajtjuk végre.

25. A 20-24. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy bevonási lépésként 0,1 mm - 1,2 mm, előnyösen 0,2 mm - 1,0 mm vastagságú zománcréteget alakítunk ki.

26. A 20-25. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a beégetés és/vagy szinterezés folyamán a hőmérséklet menetét úgy alakítjuk, hogy a bevonandó test meghatározott részein a térbeli helyzet és/vagy geometria és/vagy rétegvastagság figyelembevételével az üvegösszetétel egyenletesen olvad meg, záródik és ég be.

27. A 20-26. igénypontok bármelyike - különösen a 26. igénypont - szerinti eljárás,

a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a bevonandó test meghatározott részeit a beégetés és/vagy szinterezés folyamán az optimális hőmérséklet beállításához hűtjük vagy pótlólag melegítjük.

28. Üvegösszetétellel bevont test,

a z z a l j e l l e m e z v e, hogy az üvegösszetételben az alkotórészek a 7. igénypont szerinti táblázatnak megfelelő részarányban vannak jelen.

29. Test vagy tartály lényegében vasból és/vagy vasötvözetből, amely mechanikai, hő- és vegyi hatásokkal szemben különösen korrózióálló zománcalapú bevonattal van ellátva, a z z a l j e l l e m e z v e, hogy a bevonat lényegében nehézfémektől és/vagy nehézfémvegyületektől mentes.

A meghatalmazott:

ADVOPATENT
SZABADALMI ÉS VÉDJEGY IRODA
KOVÁRI GYÖRGY
szabadalmi ügyvivő
1011 Budapest, Fő u. 19.

