



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

207314
(11) (B2)

[22] Přihlášeno 02 05 72
[21] (PV 2958-72)

[32] [31] [33] Právo přednosti od 03 05 71
(P 21 21 574.7)
Německá spolková republika

[40] Zveřejněno 15 09 83

[45] Vydáno 15 02 84

[51] Int. Cl.³
C 04 B 21/00
C 04 B 33/02

[72] [73]
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

WÜSTEFELD BERND dr., HAMBURG (NSR)

(54) Způsob výroby porézních tvarovaných předmětů

1

Předložený vynález se týká způsobu výroby porézních tvarovaných předmětů, při kterém se na silikátový materiál působí křemičitany alkalických kovů a vodou, reakční produkt se vysuší, rozmělní a zahřívá popřípadě po přidání přídavných látek.

Je již známo dost postupů výroby napěněných produktů ze silikátů a skla. Ale známé postupy vyžadují buď komplikovanou předběžnou úpravu použitých látek, jako jsou postupy tavení a rozpuštění, jinak vlastnosti produktů, jako je pevnost za tlaku a stálost za mrazu, velmi zaostávají. Je již též známo, že lze vyrábět porézní hmoty z křemičitanů alkalických kovů a plniv, jako je křemen, kysličník hořečnatý, slída, azbest, čedič a moučky z dalších minerálů, přičemž se směsí zahustí a potom tak zahřívají, že v důsledku rychlého odpařování vody dojde k napěnění silikátu. Do uvedených směsí se přidávají též látky, ze kterých se vyvíjejí plyny, jako je například karbid křemíku, to se zřetelem na zvýšení počtu pórů. Uvedené postupy se však vyznačují podstatnými nedostatky, protože takto vyrobené tvarované předměty mají nedostačující pevnost v tlaku a vyznačují se i chemickou nestálostí vůči vodě, pokud obsahují nepatrný podíl plniva; na druhé straně při vysokém obsa-

2

hu plniva nemají rovnoměrnou pěnovitou strukturu.

Všechny uvedené nedostatky jsou odstraněny postupem podle tohoto vynálezu, záležejícím v tom, že se mísí s křemičitany alkalických kovů krystalický silikátový materiál v rozmělněné formě ve váhovém poměru 2 až 6 : 1, a směs, obsahující při přepočtu na sušinu asi 15 % podle váhy vody, se zahřívá v uzavřené nádobě až do dokončení reakčního průběhu na 140 až 500 °C za konstantního objemu celé soustavy kromě fáze par.

Tvarované předměty, připravené podle tohoto vynálezu, se vyznačují vyšší pevností v tlaku za stejné objemové váhy, lépe izolují v důsledku rovnoměrnější pěnovité struktury, dobře izolují z hlediska zvuků, a v případě požáru se chovají lépe, než normální pěnová skla. Lze je zpracovávat jakýmkoli způsobem, například stříháním, šroubováním, sbíjením hřebíky, vrtáním, řezáním pilou, frézováním a broušením. Pojivová schopnost s maltou, vápnem, sádrou, cementem a betonem je velmi dobrá.

Za jednoho provedení postupu podle tohoto vynálezu se provádí reakce za konstantního objemu se zahrnutím plynné fáze. Změny stavu, které mohou probíhat v určité směsi látek při zahřívání za jejich vlastního tlaku par, jsou závislé na stupni napl-

nění nádoby, tj. na poměru objemu nádoby k objemu použitého množství látek, nebo je-li posléze uvedený objem dán, na objemu soustavy, popřípadě objemu nádoby. Stav, jímž může procházet směs daného složení a množství za různých, ale konstantních objemů, jsou různé.

Nyní se ukázalo, že nejvýhodnějším postupem je způsob, kdy vzniká reakční produkt, který se po odvodnění za teploty mezi 140 až 500 °C a po rozmělnění na jemnost moučky plní do forem, a v těch se zahřívá na teploty 700 až 900 °C, a dá se tak snadno napěnit za vzniku tvarovaných předmětů s nejlepší možnou pěnovitou strukturou bez přísady pěnivých činidel. Zmíněný nejvýhodnější postup je dán určitým stupněm plnění nádoby reagující látkou. Tento efekt je využíván v dále uvedených příkladech použití. Je pozoruhodný zvláště tím, že látka při reakci neztrácí odpařováním žádnou vodu. Po dvouhodinové době působení se otevře nádoba za teploty reakce, a zjistí se, že za uvedené teploty vážením, že nedošlo k žádné ztrátě.

Jako výchozí materiál se používá s výhodou silikátová moučka z minerálů, jako je čedič, porfyr a nefelinový sienit, ale hodí se rovněž dobře i další práškované, vláknité nebo litéčkovité silikátové anorganické hmoty či minerály. Křemičitany alkalických kovů lze doplnit boritany, fosforečnany a dalšími látkami, tvořícími sklo, přičemž ono množství vody, které je nutné pro reakci, se vnáší do reakční směsi použitím hydrátů uvedených solí.

Za reakční teploty 200 °C platí pro směs 100 g čediče, 40 g křemičitanu sodného ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) a 15 g kyseliny borité jako nejlepší stupeň plnění množství látky 570 gramů na litr objemu nádoby. Tlak par, který je v uzavřené nádobě na konci reakčního postupu, činí asi atmosféru, tzn., že v nádobě není skoro přetlak. Protože se při menším stupni plnění odpařuje voda, což lze stanovit z váhového úbytku po otevření reakční nádoby za reakční teploty na konci reakční doby, tedy při menším stupni plnění vzniká větší tlak par v soustavě, nemůže se jednat při reakci o zákonitou rovnováhu v soustavě. V důsledku toho vzniká při nejlepší postupu nestabilní, případně metastabilní produkt, vyznačující se zvláště po dodatečném odvodnění a jemném semletí zvýšením obsahem energie. Po odvodnění rovněž za teploty 200 °C v otevřené nádobě obsahuje předprodukt ještě asi 2,5 % vody; za teploty nad 700 °C začíná být viskózní.

Ukázalo se, že produkty po odvodnění reakčních produktů z nejlepších postupů při zahřívání na teplotu napěnění získávají pěnovitou strukturu, která je změnou teploty napěnění —30 st. Celsia, tedy například v rozmezí 720 až 780 st. Celsia, nebo změnou výdrže v časovém rozmezí 10 až 30 minut jen velmi málo ovlivňována. Průměr

bublinek v napěněném předmětu činí v uvedených rozmezích času i teploty 1 až 2 mm. Při zahřívání nad uvedené rozmezí času a teploty lze dosáhnout i větší struktury, popřípadě i větší variací ve velikosti bublinek, což je účelné pro zvukovou izolaci. V důsledku nepatrného ovlivnění pěnovité struktury výdrží lze vyrobit tvarované předměty s větší tloušťkou, než jak je tomu u obvyklého pěnovitého skla, tj. je možno prodloužením výdrže vynutit pěnění uvnitř předmětu i u silných a tlustých tvarovaných předmětů. Přísada nepatrných množství, například 0,1 až 5 % sloučenin s nízkým povrchovým napětím, jako je kysličník titaničitý nebo vanadičný, do výchozí směsi je výhodná, protože za nižšího povrchového napětí je možno snížit reakční teplotu i teplotu napěnění. Dále se tím síla stěn bublinek zmenší, a napěněný produkt je tedy lehčí. Objemová váha tvarovaných předmětů, vyrobených za použití postupu podle tohoto vynálezu, činí asi 0,2 g/cm³, a lze ji snížit přidáním sloučenin, snižujících povrchové napětí, až na 0,15 g/cm³.

Počet bublinek na cm³ ve tvarovaném předmětu lze snížit bez změny velikosti bublinek, a pevnost v tlaku tvarovaného předmětu se tím dá současně podstatně zvýšit, jestliže se do odvodněného produktu podle tohoto vynálezu přimíchávají minerální látky, jako je například práškováný čedič až do 20 % podle váhy. Takto dosažené hodnoty pevnosti v tlaku jsou podstatně vyšší, a mohou se dále zvyšovat snížením počtu bublinek až na rozsah pevnosti v tlaku cihel. Ale izolační schopnost cihel je tím daleko překonána. Přidáním keramických barev lze docílit barevné efekty, jako u barevných glazur.

Příklad 1

100 g melafyru se semele až na velikost částec 0,1 až 1 mm, a moučka se smísí s 40 g hydrátu metakřemičitanu sodného ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) a 15 g kyseliny borité. Z této směsi se vnese 570 g do nádoby obsahu 1000 ml, nádoba se uzavře, vyhřeje se i s obsahem na 200 °C, a na této teplotě se vše udržuje 2 hodiny. Reakční produkt obsahuje při 200 °C veškerou vodu, která byla do směsi vnesena hydrátem a kyselinou boritou, a tu lze vypudit následujícím postupem odvodnění v otevřené nádobě za teploty 200 °C až na obsah 2,5 %. Sušený produkt, rozmělněný na velikost částec 0,1 až 1 mm, se plní do kovové formy, vyložené grafitovou kaší, zahřívá se 30 minut na 750 °C, načež se během 2 hodin pomalu chladí.

Příklad 2

Podle postupu z příkladu 1 se směs 100 g čedičového prášku, 40 g pentahydrátu metakřemičitanu sodného, 15 g kyseliny borité a 10 g kysličníku titaničitého zahřívá 2

hodiny na 175 °C za stupně plnění 580 g na litr objemu nádoby. Po vysušení a rozmělnění na velikost částecek nejvýše 0,5 mm následuje zahřívání reakčního produktu na 800 °C, což se přeruší za 30 minut, načež následuje ochlazení na teplotu místnosti během 2 hodin v odlehčovací peci. Získá se tím předmět s jemnými bublinkami o průměru bublinek 2 mm.

Příklad 3

80 g sušeného reakčního produktu podle příkladu 1 se smísí s 20 g práškového čediče, a směs se zahřívá v kovové formě na 800 °C. Získá se tím porézní tvarovaný předmět s největší velikostí pórů o průměru 2 mm a s velmi vysokou pevností v tlaku.

Jeden ze způsobů provádění postupu podle tohoto vynálezu slouží k výrobě porézních tvarovaných předmětů z vápenné malty, a záleží v tom, že se do sušeného reakčního produktu přidává vápenná malta, a případně vypuzovací činidla. Takto vyrobené tvarované předměty se liší od podobně připravených tvarovaných předmětů, jako jsou lehčené tvárnice z vápna a písku a tvarované předměty z naplyněného betonu vyšší pevností v tlaku. Reakční produkty podle tohoto vynálezu kromě toho urychlují postup tvrzení.

Jsou již známé postupy zlepšující počátek tuhnutí a postup tvrdnutí malty, popřípadě urychlující reakci mezi složkami pojivového činidla malty. Tak je možno připravit z vápenné malty stavební kameny, tzv. vápenopískové cihly; přitom se vyhasí směs páleného vápna a písku, ze směsi se vylisují cihly, které se potom vystaví v uzavřeném kotli tvrzení působením přehřáté vodní páry po dobu 8 až 10 hodin za tlaku 8 atm. Přitom vzniká kyselý křemičitan vápenatý, stmelující zrníčka písku. Pevnost vytvrzeného předmětu z malty je tím větší, čím je předmět hustší, tj. čím menší jsou dutiny v tomto předmětu. Aby se to pokud možno zcela vyloučilo, je nutná poly-(hetero-)disperze.

Protože však naopak se zřetelem na lepší tepelnou izolaci je třeba v vápenopískových cihlách zvětšit dutiny v řečené stavebnině, je pro lehké vápenopískové cihly nutné podstatně lepší tmelení zrníček písku větší tvorbou kyselého křemičitanu vápenatého. Byly zde již pokusy dosáhnout toho zvýšením tlaku a teploty v kotli, kde se provádí vytvrzování, ale lze to provést jen do určitého stupně, a ten je se zřetelem na pevnost lehkých vápenopískových cihel v tlaku neuspokojivý.

Nyní bylo nalezeno, že se přidáním reakčních produktů, připravených podle tohoto vynálezu, zvyšuje pojivová schopnost maltových směsí a v důsledku toho i pevnost v tlaku formovaných předmětů, vyrobených z takových směsí vápenné malty. Postup tvrzení směsí vápenné malty se jako takový

ještě dále podstatně urychlí, činí-li množství přidaného reakčního produktu, přepočteno na podíl vápna, jen 2 až 5 %. Další zvýšení až na 10 % podílu vápna vyvolá ještě větší urychlení. Zvláště je výhodné semlít reakční produkt na jemný prach. Směsi malty s přísadou silikátových reakčních produktů jsou lepšími směsmi malty, a mohou se použít na všech v úvahu přicházejících úsecích práce. Vždy se přitom podstatně zkrátí počátek tuhnutí, jakož i doba tvrzení.

Je také možno přidávat navíc křemičitan, rozdrcené a rozemleté na prášek, které byly získány rozpuštěním křemičitanových materiálů ve vodném roztoku křemičitanu alkalického kovu s následujícím odpařením roztoku do sucha.

Příklad 4

Vyhasí se vodou směs z

300 g písku

150 g páleného vápna a

10 g silikátového reakčního produktu, ze směsi se vylisují cihly, které se vystaví v uzavřeném kotli účinku přehřáté páry po dobu 2 až 5 hodin za tlaku 8 atm.

Příklad 5

Směs podle příkladu 4 se vyhasí vodou, vlije do forem, po přidání hliníkového prášku, tvořícího póry, se roztočí, tím hmota zhoustne a lze ji řezat pilou z ocelových drátů na libovolné tvary. Takto vyrobené tvarované předměty se tvrdí v propařovací komoře přehřátou párou za tlaku 10 atm a za teploty 180 °C, čímž se docílí konečný trvalý tvar (tj. prostorová stálost) a pevnost. Doba, která je pro provedení tohoto postupu nutná, tj. 10 až 12 hodin, se dá zkrátit o více než 50 %, a přesto se navíc docílí podstatně zvýšení pevnosti v tlaku.

Příklad 6

Maltová směs složení

300 g písku,

140 g vápna

30 g portlandského cementu a

15 g reakčního produktu

tuhne na vzduchu za vzniku kyselého křemičitanu vápenatého za 24 hodin.

Další forma provádění postupu podle tohoto vynálezu záleží v tom, že se přidávají do výchozího materiálu vícesytné, slabě až nejvýše středně silné kyseliny, obsahující kyslík a odvozené od nekovů, a to asi v ekvimolárním množství ke křemičitanům alkalických kovů a/nebo jemnému hydroxidu hlinitému (gelu z hlíny) načež se provede další zpracování tlakovou párou, při kterém se tlak nechá vystoupit až na nejvýše 12 atm, takže reakční produkt obsahuje gely křemičitanu hlinitosodného, vznikající za přetlaku 1 atm, a dále krystaly, vznikající za uve-

deného gelu křemičitanu hlinitosodného za stoupajícího tlaku, jako je analcim a zeolity.

Zatímco při předchozím popisovaném způsobu provádění postupu podle tohoto vynálezu se stálá vlhkost během postupu přeměny dosahovala volbou optimálního stupně plnění, dosahuje se při této variantě tvorba křemičitanů hlinitosodných, obsahujících vodu, přidáním vícesytných, slabě až středně silně kyselých kyslíkatých kyselin nekovů v ekvimolárním množství ke křemičitanu alkalického kovu. Přitom se vylučují v závislosti na přetlaku vodní páry křemičitany hlinitosodné ve formě gelů nebo ve formě krystalické.

Místo vícesytné, slabé kyseliny je možno použít zčásti také jemný hydroxid hlinitý [gel z hlíny]. Při zahřívání směsi vznikají taveniny o velmi silném snížení teploty tání, což je podmíněno obsahem vody a kyseliny. Tak například má čistý křemičitan draselný ($K_2Si_2O_5$) teplotu tání $1015^\circ C$, zatímco přidáním asi 8 % vody se teplota tání sníží asi na $500^\circ C$, a další přísada kyseliny, například borité, umožňuje další snížení teploty tání až do oblasti použití podle tohoto vynálezu.

Tavenina, vznikající při postupu podle tohoto vynálezu, je schopná rozpustit větší množství plagioklasů, přičemž se tvoří reakcí s taveninou molekuly $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$, a změnou podmínek, například zvýšením přetlaku vodní páry, se dále vylučuje analcim ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$). Primární krystalický, magmatický analcim je také v přírodě, i když pravý hydrotermální výskyt je častější.

Při této variantě postupu je zde možnost, připravovat měněním podmínek sklovité, porézní tvarované předměty s velmi se lišícími vlastnostmi, totiž celou řadu tvarovaných předmětů s přibývajícím objemovou vahou a stoupající pevností v tlaku v závislosti na dosaženém přetlaku vodní páry v zařízení, ve kterém se postup provádí a kterého se postup přerušuje, přičemž tlak je právě rozhodující pro obsah zeolitu v reakčním produktu. V závislosti na výši přetlaku vodní páry vznikají křemičitany hlinitosodné ve formě gelů nebo ve formě krystalické. V krystalické formě to jsou zeolity, které mohou vznikat hydrotermálně, tj. z gelů křemičitanů hlinitosodných, nebo primárně přímým vyloučením z taveniny. V gelové formě to jsou křemičitany hlinitosodné, které

se mohou tvořit jak vyloučením gelů, tak i sklovitým tuhnutím.

Pro tuto variantu postupu podle tohoto vynálezu je důležitá ta skutečnost, že vlastnosti reakčního produktu jsou podstatně závislé na přetlaku vodní páry, takže i vlastnosti konečných produktů, které jsou závislé na vlastnostech reakčního produktu, lze obměňovat a ovlivnit regulováním přetlaku vodní páry.

Při výhodných formách provádění postupu podle tohoto vynálezu se kromě křemičitanu alkalických kovů, obsahujících vodu, používají ještě další silikátové materiály. Jako silikátový materiál se používá s výhodou minerální moučka, bohatá egiriny, přírodní nebo syntetické zeolity a/nebo další. lehce tavitelné křemičitany. Obecně lze však rozumět pod pojmem silikátových materiálů všechny přírodní nebo umělé silikáty, jako jsou silikátové minerály, kvarcity, létavé popílký, vysokopecní strusky a i obyčejný stavební písek. Pokud silikátový materiál neobsahuje hliník, musí se ke směsi, která se používá při této variantě postupu podle tohoto vynálezu jako výchozí materiál, přidávat hydroxid hlinitý, aby totiž v každém případě při reakci vznikly křemičitany hlinitosodné ve formě gelů nebo ve formě krystalických sloučenin. Reakční produkty se v tomto případě nejúčelněji jemně semelou na prach, protože je tvoří převážně krystaly a nikoli jako při prvé variantě postupu podle tohoto vynálezu převážně gely.

Příklad 7

Smísí se 500 g bazického minerálu, bohatého na plagioklas (čedič, bytovnit, anorthosit), jemně semletého, s 212 g pentahydrátu metakřemičitanu sodného a 82 g kyseliny borité, a směs se vyhřeje v uzavřené nádobě obsahu 1,3 litru, vybavené manometrem a tlakovým ventilem, na $200^\circ C$. Přetlak vodní páry pomalu v nádobě stoupá, a při dosažení předepsaného přetlaku vodní páry se tento stupeň postupu přerušuje. Získané produkty se suší při $200^\circ C$, dále se jemně semelou, a v této formě vyhřívají na 700 až $900^\circ C$. Postup se několikrát opakuje, přičemž se postup přerušuje za různých tlaků. Byly tak získány tvarované předměty různých pevností v tlaku s lišícími se objemovými vahami, jak je to patrné z další tabulky.

Přetlak vodní páry atm	Pevnost v tlaku kg/cm ²	Objemová váha g/cm ³
0—1	10—20	0,15—0,18
2	25,6	0,21
5	37	0,27
8,75	47,5	0,32
10,5	57	0,37
11,3	65,6	0,41
11,6	73,3	0,45
12	80	0,50

Příklad 8

Smíchá se 50 g mletého písku, 20 g penta hydrátu metakřemičitanu sodného, 7,5 g kyseliny borité a 7,5 g hydroxidu hlinitého (gel z hlíny), a vše se zahřívá v uzavřené nádobě 2 hodiny na 200 °C. Takto získaný reakční produkt se suší potom za teploty 200 °C, semele se a mletým produktem se plní kovová forma. Při zahřátí asi na 950 °C se tvoří napěněná hmota s jemnými bublinkami, které se chladí v odlehčovací peci pro sklo teploty 500 °C během 2 hodin až na teplotu pod 50 °C.

Příklad 9

Smíchá se 82 g kyseliny borité, 212 g pentahydrátu metakřemičitanu sodného a 80 g hydroxidu hlinitého, a vše se zahřívá v uzavřené nádobě na 200 °C. Získá se tak křemičitan hlinitosodný s obsahem kyseliny borité složení $m\text{Me}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \cdot \text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O} + q\text{H}_3\text{BO}_3$. Podmínky pro vznik tohoto reakčního produktu jsou dány určitým alkalickým prostředím, nastavením přidáním kyseliny borité, reakční teplotou v nádobě a přetlakem vodní páry. Získaný reakční produkt se suší dále za teploty 200 °C, jemně se semele, přičemž při tomto příkladu provedení je pro reakční produkt výhodnou forma gelu, vedoucí ke konečnému produktu s nižší objemovou vahou. Prášek z gelu, získaného jako reakční produkt, se dále zpracovává takto:

a) Prášek z gelu se zahřívá bez přísad v kovové formě na 800 °C. Přitom vznikají za napěnění sklovité, porézní tvarované předměty s velmi malou objemovou vahou asi 0,2 g/cm³.

b) Prášek z gelu se mísí s čedičovým práškem ve váhovém poměru 1:1, a směs se zahřívá na 900 °C v kovových formách. Tímto způsobem se získá napěněná hmota, jejíž složení odpovídá složení normálního skla, totiž 72,2 % podílů, tvořících sklo (SiO_2 , B_2O_3 a Al_2O_3), 12,9 % kyslíčků dvojmocných kovů (CaO , MgO , FeO) a 14,3 proc. Na_2O . Objemová váha napěněné hmoty leží mezi 0,2 až 0,3 g/cm³.

c) Prášek z gelu se mísí s čedičovým práškem ve váhovém poměru 3:4. Zahříváním na 900 °C se získá tvarovaný předmět s objemovou vahou asi 0,3 g/cm³.

d) Smícháním prášku z gelu s čedičovým práškem v poměru 1:2 s následujícím zahřátím směsi na 950 °C se získá tvarovaný předmět s objemovou vahou 0,5 g/cm³.

Příklad 10

Opakuje se postup podle příkladu 9, ale místo čediče se použije minerální materiál, bohatý egirinem. Tvarované předměty, vyrobené ze směsi gelového prášku a práškového minerálního materiálu, bohatého na egirin, mají objemovou váhu mezi 0,08 až 0,20 g/cm³. Podobné výsledky se dosahují použije-li se místo minerálního materiálu, bohatého na egirin jiný, snadno tavitelný silikátový materiál.

Vynález se rovněž týká zařízení k zahřívání produktu, získaného reakčním postupem podle tohoto vynálezu, jakož i rozmělněného, a to v kovových formách po dobu až asi do 30 minut za teplot mezi 700 až 900 °C s následujícím ochlazením po dobu asi 2 hodin až na teplotu místnosti.

Při postupu podle tohoto vynálezu vznikají tvarované předměty při tepelném zpracování reakčního produktu, získaného popisovaným způsobem, v kovových formách. Zařízení podle tohoto vynálezu má dovolit hospodárným postupem v měřítku průmyslové výroby tepelné zpracování reakčního produktu při přípravě tvarovaných předmětů. Použití průběžných pecí, jak je to obvyklé při průmyslovém zpracovávání, má tu nevýhodu, že v poměru k době tepelného zpracování dlouhá doba chlazení (můžou se jednat bez dalšího o desetinásobek doby, potřebné na chlazení ve srovnání s dobou, potřebnou při tepelné úpravě) je třeba používat v poměru k lince tepelné úpravy prodloužené linky ke chlazení, a tím je podobná výroba nevhodná. Kromě toho má probíhat chlazení pokud možno za optimálních zjištěných podmínek, aby nevzniklo v tvarovaných předmětech žádné pnutí, což by ovlivnilo trvanlivost tvarovaných předmětů.

Řešený úkol je podle tohoto vynálezu řešen tak, že zařízení obsahuje zvonovou pec s nístějovou deskou, na které je soustava forem, jakož i chladicí poklop, vybavený topnými tělisky, který je nasazen na nístějové desce a dá se sejmut, přičemž je zde další chladicí poklop, který se dá nasadit

na nístějovou desku i sejmout, jehož funkce se volí se zřetelem na žádanou charakteristiku chlazení.

Podle vynálezu se tedy používá zvonová pec, jejíž konstrukce je v podstatě známá z oboru žhacích pecí pro dráty, přičemž tato pec nebyla dosud použita při výrobě sklovitých porézních tvarovaných předmětů. U takové zvonové pece je možnost umístit pod vyhřívací poklop větší počet forem, takže se dá za jediného pochodu vyrobit velký počet tvarovaných předmětů. A je zde zvláštní výhoda, že se dá za pomoci zvláštního chladicího poklopu měnit charakteristika chlazení v širokém rozmezí, a dá se i nastavit na optimální průběh. Tak například může tvořit chladicí poklop kovový poklop, umístěný při zahřívání mezi vyhřívací poklop a seskupení forem. Takže tento kovový poklop se zahřívá spolu s formami, čímž chrání formy s tvarovanými předměty při sejmutí vyhřívacího poklopu před rychlým ochlazením nižší teplotou okolí. Tepelná kapacita stavebních dílů, umístěných pod vyhřívacím poklopem, jakož i schopnost přenosu tepla kovového poklopu lze vzájemně tak určit, že pro ochlazení forem na teplotu místnosti jsou nutné 2 hodiny. Jak to již bylo uvedeno, znemožňuje kovový poklop, umístěný při zahřívání mezi vyhřívací poklop a seskupení forem prudké ochlazení tvarovaných předmětů se zřetelem na jejich počáteční vysokou teplotu právě v rozmezí vysokých teplot.

K zamezení pnutí ve tvarovaných předmětech však přesto může být důležité, aby chlazení v nižších rozmezích teplot neprobíhalo příliš rychle, naproti čemuž ochlazování za vyšších teplot může probíhat rychleji, aby se totiž celková doba, nutná pro ochlazení, příliš neprotahovala. V tomto případě se může s výhodou použít chladicí poklop, který se nasazuje střídavě s vyhřívacím poklopem, a je z izolujícího materiálu, takže se dá označit jako izolační poklop. Tento izolační poklop nemá tedy při nasazení na seskupení forem po sejmutí vyhřívacího poklopu onu vysokou teplotu seskupení forem, takže působí význačně chladivě na seskupení forem. V důsledku toho se seskupení forem chladí nejprve poměrně rychle, až se dosáhne rovnováha teploty mezi seskupením forem a izolujícím poklopem. Potom následuje se zřetelem na izolační vlastnosti izolujícího poklopu podstatně pomalejší převod tepla, takže ochlazování v rozmezích teplot, ležících již velmi blízko teplotám okolí, probíhá jen velmi pomalu. Aby při nasazení studeného izolačního poklopu neprobíhalo příliš rychle ochlazování tvarovaných předmětů v rozmezí vysokých teplot, lze vybavit izolační poklop topnými elementy, jejichž pomocí lze předejít izolační poklop na střední teplotu. Je jasné, že volbou teploty předejít izolačního poklopu, jakož i materiálu, ze kterého je izolační poklop, lze v ši-

rokých rozmezích obměňovat charakteristiku chlazení, aby se tak dosáhly nejlepší možné výsledky, aniž by bylo přitom nutné používat komplikovaná regulační zařízení, nebo příliš prodlužovat dobu chlazení.

Další výhodou zařízení podle tohoto vynálezu je to, že umožňuje velmi racionální výrobu tvarovaných předmětů po šaržích, jestliže při dalším rozvinutí postupu podle tohoto vynálezu se používá větší počet vyhřívacích míst, obsahujících vždy vyhřívací nístěj a chladicí poklop, přičemž se těmto vyhřívacím místům přiřadí společný vyhřívací poklop, pojezdny od jednoho místa vyhřívání ke druhému. Počet vyhřívacích míst se řídí podle poměru doby vyhřívání k době chlazení s přihlédnutím ke zbytkovým časům, aby totiž vyhřívací poklop se mohl přemísťovat bez časového zdržování z jednoho místa vyhřívání, na druhé, zatímco se volná vyhřívací místa ochlazují, zbavují obsahu a nově osazují. Touto úpravou postupu podle tohoto vynálezu se náklady na zařízení podle tohoto vynálezu podstatně snižují, protože z nákladů na zvonovou pec připadá podstatná část právě na vyhřívací poklop, a současně je tím i umožněna zvlášť racionální práce, protože není třeba ochlazovat vyhřívací zvon, který je bez podstatnějších časových přerušení v provozu.

Soustava forem, nalézající se na vyhřívacím nístěji zvonové pece, může sestávat z určitého počtu plechových desek, na nichž jsou nasazeny kovové rámy. Plechové desky tvoří vždy dna forem, jinak ohraničujících nasazenými kovovými rámy, a vždy se pokládají plechové desky horních forem na rámy forem, umístěných pod nimi, takže taková soustava forem je skladbou velmi jednoduchá, a nepotřebuje žádné nákladné díly. Kromě toho mohou mít plechové desky na horní straně a/nebo na spodní straně výčnělky a/nebo výdutě k fixování polohy kovových ráků.

Přítom slouží výčnělky nebo výdutě, umístěné na horní straně plechové desky k fixování polohy nasazených kovových ráků, tvořících dohromady s plechovou deskou formy, zatímco výčnělky nebo výdutě na spodní straně plechových desek slouží k nasazení plechové desky do správné polohy na rám nejbližší nižší formy.

Při výrobě tvarovaných předmětů podle zprvu jmenovaného postupu spočívá další potíž v tom, jak vyrobit tvarované předměty s dokonale rovnými spodními stranami. Plyn, unikající při napěňování prášku působením tepla nemůže u dna desky formy bez obtíží unikát, takže tlak vzdouvajících se plynů způsobuje určité zvlnění na spodní straně tvarovaného tělesa. Použití děrovaných den forem není vůbec možné, protože hmota, obsažená ve formě, má za použití teploty viskózní stav, a mohla by tedy prokapat děrami ve dnu. Zařízení podle tohoto vynálezu řeší i tento problém. Řešení záleží v dalším rozvinutí vynálezu potud,

že plechové desky jsou perforovány, a před nanesením minerálního prášku se pokryjí vrstvou písku. Ta nebrání průchodu plynů, vznikajících při napěňování tvarovaných předmětů, ale při průměru děr perforací 1 až 2 mm zadrží zpět viskózní hmotu, obsaženou ve formách za teploty napěňování. Za použití tohoto opatření se tedy získávají tvarované předměty s dokonale rovnými dolními stranami.

Použití vrstvy písku má dále ještě tu výhodu, že se zrníčka písku spojují se spodní plochou tvarovaného předmětu za vzniku povrchové vrstvy se zvláště vysokou pevností. Při využití tohoto opatření je zde nutný předpoklad, aby se s formami po nanesení vrstvy písku již nepohybovalo; aby se totiž písek neprosypal otvory ve dnech. Za použití postupů, kdy se formy pohybovaly pecí za využití dopravních prostředků, nebylo podobné opatření vůbec možné.

Další podrobnosti a vybavení zařízení podle tohoto vynálezu jsou patrné z popisu příkladů provedení s odvoláním na výkresy. Význaky, které lze odvodit z popisu nebo z vyobrazení, je možno při jiných formách provedení použít jednotlivě nebo v jakékoli kombinaci většího počtu význaků.

Z výkresů znamenají obr. 1 schéma zařízení podle tohoto vynálezu, obr. 2 svislý řez jednou zvonovou pecí zařízení, obr. 3 pohled shora na soustavu forem ve zvonové peci podle obr. 2, obr. 4 část IV jako jednotlivý celek soustavy forem zvonové pece podle obr. 2, a obr. 5 částečný boční pohled a částečný průřez vhodným chladicím poklopem podle tohoto vynálezu podle další formy provedení.

Zařízení obsahuje 4 vyhřívací místa 1, obsahující vždy zahřívací nístěj 2 a chladicí zvon 3. Kromě toho je zde pro všechna čtyři vyhřívací místa společný vyhřívací zvon 4. Nad vyhřívacími místy 1 je dopravní zařízení ve formě kolejnice 5 s pojízdnou kočkou 6, umožňující zvednout podle potřeby chladicí zvon 3 nebo vyhřívací zvon 4 z toho kterého vyhřívacího místa 1 a přepravit zvednuté zařízení na další vyhřívací místo.

Konstrukce vyhřívacího zařízení je blíže znázorněna na obr. 2. Jak je to patrné, obsahuje každé vyhřívací místo jámu 11, na jejímž dnu je podstavec 12, nesoucí v oblasti svého středu na nosičích 13 izolující desku dna 14. Nad touto deskou 14 je konstruována kovová hlava 15, na které spočívá pomocí nosičů 16 nístějová deska 2. Okolo desky dna 14 vedou soustředně kolejnice 17 a 18, sloužící jako dosed pro chladicí poklop 3 a vyhřívací poklop 4. Kolejnice jsou opatřeny těsněními, a v případě potřeby může jimi protékat chladicí voda.

Chladicí poklop 3 je z ocelového plechu, a je vybaven na dolním okraji těsnicí lištou 19, dosedající na vnitřní kruh obou izolujících kolejnic, vedoucích okolo izolující

desky dna. Podobně obsahuje i vyhřívací poklop 4 na spodním okraji těsnicí lištu 20, dosedající na vnější okruh kolejnic, obklopujících izolující desku dna. I tato zmíněná těsnění na spodním kraji chladicího poklopu 3 a vyhřívacího poklopu 4 mohou být upravena tak, že jimi v případě potřeby může protékat voda. Na rozdíl od chladicího poklopu 3 je vyhřívací poklop 4 z ohnivzdorného materiálu, a se zřetelem na nutnou tepelnou izolaci má velmi silné stěny. Na vnitřní straně se nalézají topná tělíska 21, umožňující vyhřívání vnitřního prostoru 22, uzavřeného vyhřívacím poklopem, na teploty až do 1000 °C. Vedení 23 a 24 v podstavci 12 umožňuje v případě potřeby zavedení ochranného plynu do vnitřního prostoru 22, popřípadě dosažení vakua tamže.

Na nístějové desce 2 se nachází seskupení forem 31, které — jak je to patrné z obr. 3 a 4, sestává ze sledu plechových desek 32 a rámu 33. Rámy z kovu jsou fixovány na plechových deskách 32 pomocí výstupků 34 a 35, uspořádaných v párech tak, že jeden z nich je vytlačen z desky směrem dolů a druhý směrem nahoru. Poslední spodní plechová deska, ležící na nístějové desce 2 má výstupky 34 vytlačené vzhůru. Výstupky, vyčnívající směrem vzhůru z plechových desek 32, slouží jako zářáčky pro nasazované rámy 33, naléhající svými vnějšími stranami na konce výstupků, zatímco výstupek, vyčnívající z plechové desky směrem dolů, fixuje plechovou desku k rámu, který je pod ní. Plechové desky 32 jsou v oblasti plochy, ohraničené rámy 33, perforovány malými otvory 36 a průměru asi 1 až 2 mm.

Za provozu se na volném vyhřívacím místě sestaví na vyhřívacím nístěji 2 soustava forem 31 tak, že se postupně na plechové desky 32 nasazují rámy 33 atd. Po nasazení rámu 33 na tu kterou plechovou desku se tato pokryje tenkou vrstvou písku 37. A na tuto vrstvu písku přijde potom vrstva 38 minerálního prášku, který se má napěnit. Výška této vrstvy činí asi 20 až 25 % z výšky rámu 33. Jakmile je soustava forem 31 tímto způsobem vybudována, tj. všechny formy jsou nasazeny, pokryty vrstvou písku a naplněny vrstvou minerálního prášku, nasadí se na nístějovou desku pomocí pohyblivé kočky 6 v závěsu držený chladicí poklop 3, přičemž těsnicí lišty 19 dolehnou při snížení poklopu 3 na odpovídající kolejnice 17 na podstavci 12 vyhřívacího místa. Potom se pomocí kočky 6 přesune vyhřívací poklop 4, který se až do té chvíle nalézal nad jiným vyhřívacím místem, na místo, kam byl již nyní dopraven chladicí poklop a nasadí se na chladicí poklop tak, že konstrukce vyhřívacího místa nyní odpovídá konstrukci podle obr. 2. Potom se nezakresleným způsobem napojí topná tělíska 21 ve vyhřívacím poklopu 4 na zdroj energie, a vnitřní prostor 22 ve vyhřívacím poklopu se vyhřeje na teplotu 700 až

900 °C. Teplota se udržuje 10 až 30 minut; během té doby přejde minerální prášek v soustavě forem **31** do viskózního stavu, a napění se do žádoucí formy. Vrstva písku **37**, nanesená na plechových deskách **32** znemožňuje prokapávání materiálu, který je ve formách ve viskózním stavu, otvory **36** na další spodní plechovou desku **32**. Kromě toho umožňuje vrstva písku spolu s otvory **36** unikání plynů, vznikajících při napěňování, takže se tyto plyny nemohou vzdouvat na horní straně plechových desek **32**. Z toho důvodu mají tvarované předměty, vyrobené za použití zařízení podle tohoto vynálezu, dokonale hladkou spodní stranu. Současně se spojuje vrstva písku s tvarovaným předmětem, a tvoří zvláště pevnou, tvrdou, jakož i vzdorující povrchovou plochu. Předpokladem pro použití perforovaných plechových desek **32** ve spojitosti s vrstvou písku **37** je to, že se plechovými deskami po nanesení vrstvy písku již nepohybuje. Jinak by totiž vrstva písku a též nanesený prášek z minerálů natřásáním formy propadal děrami. Použití neperforovaných plechových desek vede však s ohledem na tlak vzdouvajících se plynů k nerovnoměrnosti na spodní straně tvarovaného předmětu.

Jakmile uplyne čas, určený pro zpracování za horka, sejme se vyhřívací poklop **4** za pomoci kočky **6** z toho kterého vyhřívacího místa a přesune se na místo jiné, kde právě popsaným způsobem je připravena soustava forem. Vyhřívací poklop **4** se sníží na tomto místě na předtím nasazený chladicí poklop, načež se na tomto novém místě opakuje právě popisovaný postup. Je jasné, že za použití tohoto postupu může být vyhřívací poklop nasazen v provozu bez přerušení. Přitom není třeba nikdy vyhřívací poklop ochlazovat, takže pro zařízení podle tohoto vynálezu je nutný poměrně malý energetický příkon.

Na vyhřívacím místě, ze kterého byl právě sejmut chladicí poklop, má soustava forem s formovanými předměty, na témže místě se nalézajícími, jakož i chladicí poklop **3** teplotu, která byla docílena ve vnitřním prostoru **22** vyhřívacího poklopu **4**. Protože kolem soustavy forem **31** je chladicí poklop **3**, nemůže přijít soustava forem s tvarovanými předměty bezprostředně do styku s poměrně chladným vzduchem v okolí, čímž by se příliš rychle ochladila. Vedlo by to ke vzniku prnutí v tvarovaných předmětech, což by znamenalo tvorbu trhlin ve tvarovaných předmětech. Je proto nutné chladit tvarované předměty poměrně pomalu, během doby asi 2 hodin. Určením velikosti, tloušťky stěn, jakož i materiálu chladicího poklopu lze regulovat převod tepla na okolí tak, že ke chladnutí tvarovaných předmětů dojde asi za 2 hodiny.

Protože se chladicí poklop **3** při popsaném uspořádání nachází během tepelného zpracování uvnitř vyhřívacího poklopu **4**, a vyhřeje se proto na stejnou teplotu jako tvarované předměty, chrání tvarované předměty před prudkým ochlazením i za velmi vysokých teplot. Ale chlazení se dá provádět bez nebezpečí pro tvarované předměty za vysokých teplot mnohem rychleji, než jak je tomu za nízkých teplot. Může být proto účelné chladit rychle tvarované předměty za vysokých teplot a pak zpomalit chlazení za nižších teplot. Tato možnost je dána uspořádáním chladicího poklopu **41** podle obr. 5, který se použije místo chladicího poklopu **3** při práci s právě popsaným zařízením. Chladicí poklop **41** podle obr. 5 není z ocelového plechu, ale má ve vnitřní straně tepelnou izolaci **42**, ve které jsou topná tělíska **43**. Během tepelné úpravy není chladicí poklop **41** na vyhřívacím místě, ale sejme se před nasazením vyhřívacího poklopu **4** a nasadí se teprve po provedeném tepelném zpracování místo vyhřívacího poklopu. V důsledku toho nemá chladicí poklop **41** stejně vysokou teplotu jako právě vzniklé tvarované předměty, ale teplotu podstatně nižší, takže proběhne poměrně rychle ochlazení tvarovaných předmětů za současného zahřátí chladicího poklopu, až se ustaví tepelná rovnováha mezi chladicím poklopem a soustavou forem. Potom dochází ke společnému ochlazení, ale to probíhá se zřetelem k tepelné izolaci **42** pomaleji, než jak je tomu v případě použití chladicího poklopu **3** z oceli.

Teplota, až do které proběhne rychlejší ochlazení, a od které se potom ochlazení zpomalí, se dá snadno určit tím, že chladicí poklop **41** má určitou počáteční teplotu, která leží pod teplotou zpracování tvarovaných předmětů. Topná tělíska, zabudovaná do tepelné izolace **42**, umožňují vyhrát chladicí poklop na jakoukoli žádanou počáteční teplotu. Rychlost poklesu teploty až na rovnovážnou teplotu mezi chladicím poklopem a soustavou desek je z velké části určena tepelnou kapacitou chladicího poklopu, zatímco teplota ochlazení po dosažení rovnováhy je ve velké míře ovlivněna tepelnou izolací **42**. Obě veličiny je možno rovněž obměňovat, aby se tak dosáhla žádaná charakteristika chlazení.

Z předchozího plyne, že pomocí postupu podle tohoto vynálezu, jakož i za použití popsaného zařízení lze vyrobit porézní tvarované předměty vysoké kvality za použití levných výchozích materiálů, a to velmi hospodárně. Je samozřejmé, že vynález není omezen ani popsanými příklady postupu, ani příklady provedení, pokud se zařízení týká, a že jsou možná vybočení, aniž by se vybočilo z rámce rozsahu tohoto vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby porézních tvarovaných předmětů, při kterém se působí na silikátový materiál křemičitany alkalických kovů a vodou, reakční produkt se suší, rozmělní a zahřívá na teplotu 700 až 900 °C, popřípadě za přidání přísad, vyznačený tím, že se s křemičitany alkalických kovů mísí krystalické silikátové materiály v rozmělněné formě v hmotnostním poměru 2 až 6 : 1, přičemž se jako silikátový materiál používá moučka z minerálů, bohatá na egirin, přírodní nebo umělé zeolity a/nebo další lehce tavitelné křemičitany, a potom se směs, obsahující při přepočtu na sušinu podle hmoty asi 15 % vody, zahřívá v uzavřené nádobě na teplotu 140 až 500 °C s tím, že se zpracování provádí za konstantního objemu soustavy, zahrnuje v to fázi par.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím,

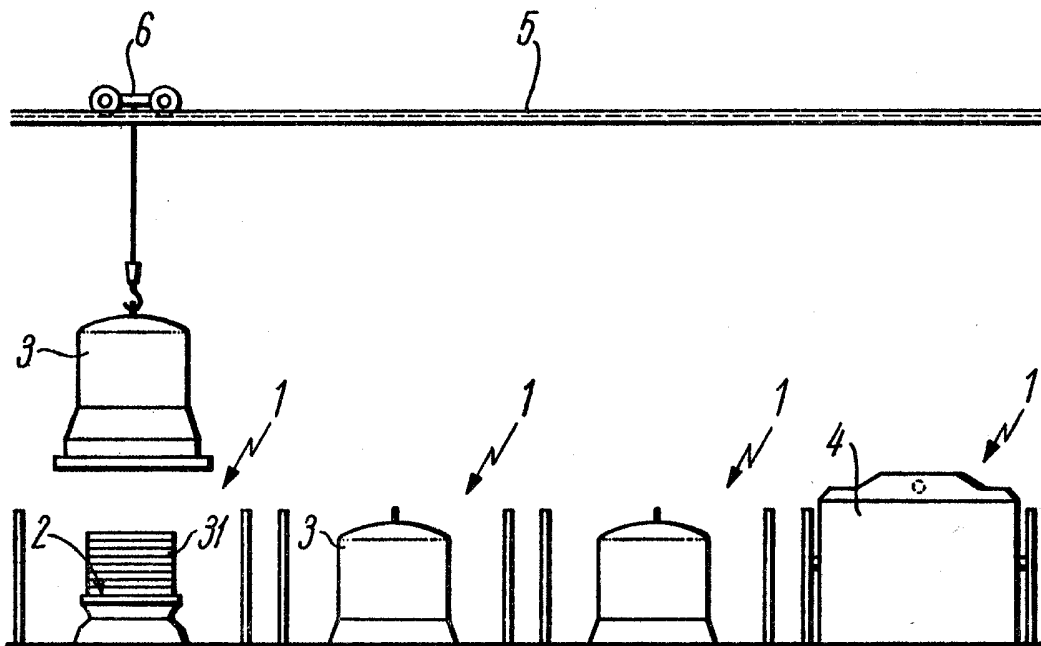
že se do výchozího materiálu přidává boritan alkalického kovu, kyselina boritá nebo fosforečnan alkalického kovu v množství podle hmoty až do 15 %.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že se do výchozího materiálu přidává sloučenina vanadu nebo titanu v množství podle hmoty až do 10 %.

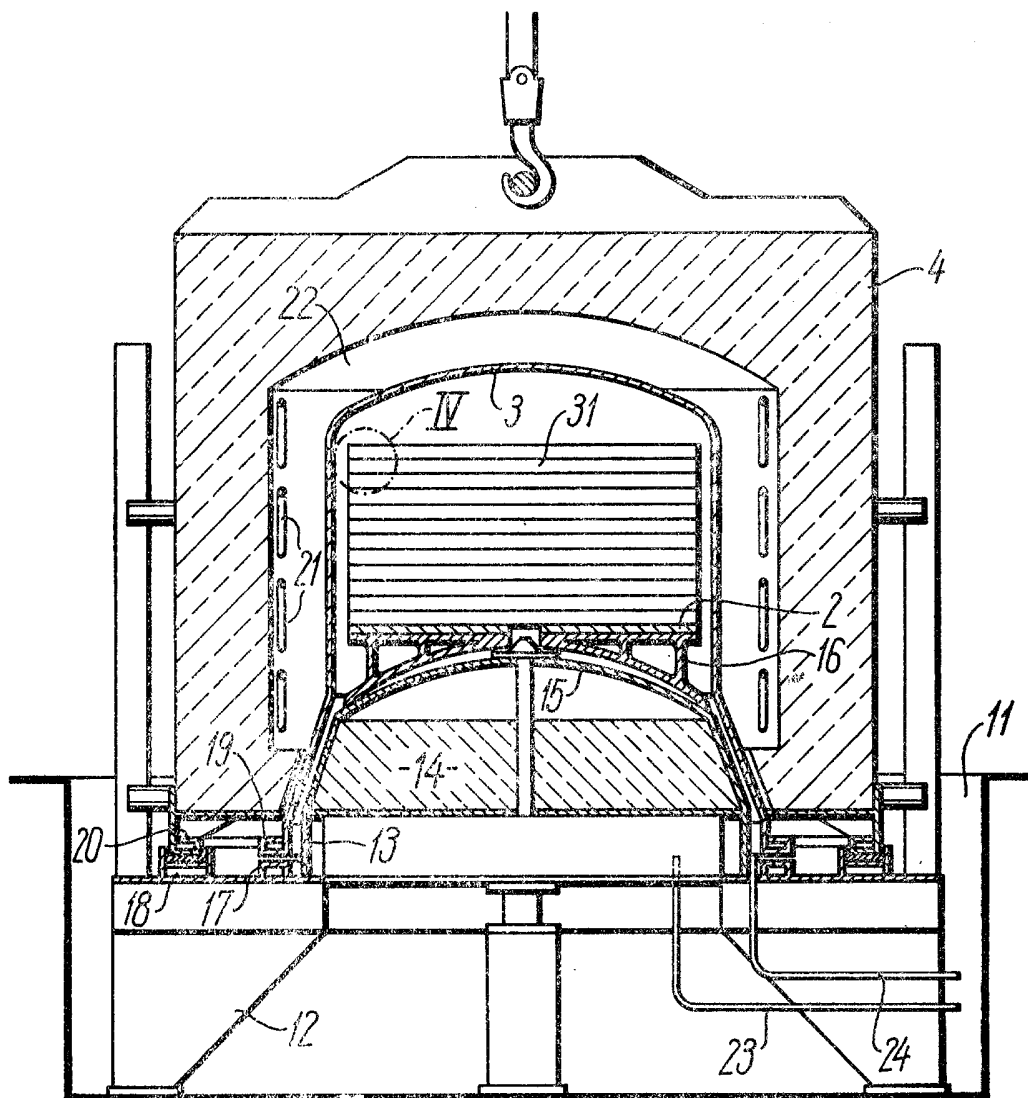
4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že se mísí výchozí materiál, ve kterém je silikátový materiál a křemičitan alkalického kovu v hmotnostním poměru 3,3 : 1, a zpracování se provádí za plnění nádoby množstvím 540 g až 580 g na litr objemu nádoby a za teploty 200 °C.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačený tím, že se do sušeného reakčního produktu přidává vápenná malta a popřípadě nadouvadlo.

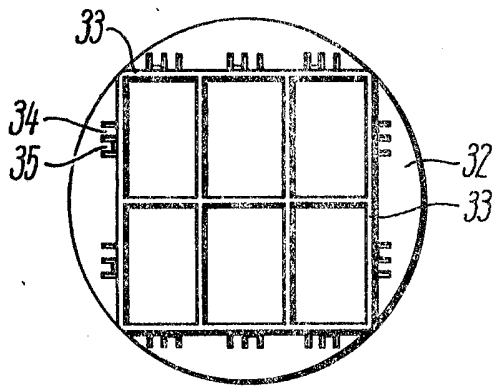
3 listy výkresů



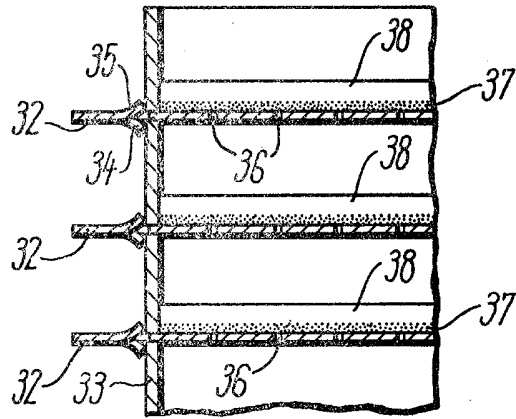
Obr. 1



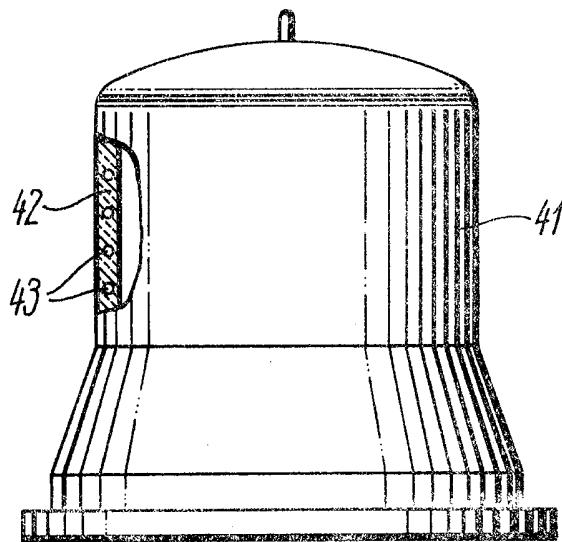
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5