

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

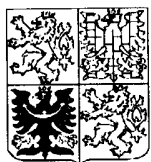
zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

131-97

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15. 01. 97**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **27.09.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **96/0073**

(33) Země priority: **EA**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12. 08. 98**
(Věstník č. 8/98)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

C 03 B 19/06

(71) Přihlášovatel:

LINGART Jurij Ing. DrSc., Praha, CZ;
LINGART Stanislav, Praha, CZ;
LINGARTOVÁ Marina, Praha, CZ;

(72) Původce:

Lingart Jurij Ing. DrSc., Praha, CZ;
Lingart Stanislav, Praha, CZ;
Lingartová Marina, Praha, CZ;

(74) Zástupce:

Reichel Pavel Ing., Jindřišská 34, Praha 1,
11000;

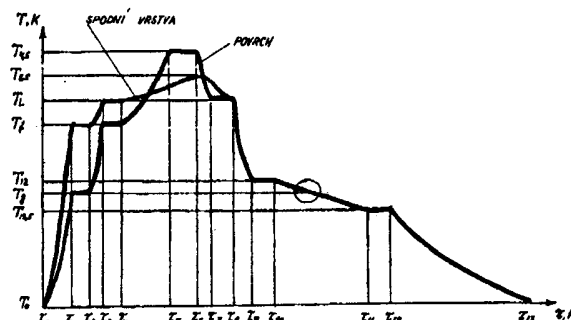
teplota spodní vrstvy reguluje tak, aby ke konci prodlevy nebyla vyšší než hodnota $T_{5.5}$ Pa.s, kdy logaritmus viskozity frity se rovná 5.5.Pa.s. Následuje prudké snížení teploty a k teplotě T_1 na povrchu polotovaru, prodleva po dobu nutnou k vyrovnání teploty v celém objemu polotovaru, a následně dvoufázové vychlazení na pokojovou teplotu.

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Postup tepelného zpracování při výrobě
sklosilikátových desek**

(57) Anotace:

Vsázka, jejíž vnitřní vrstvu tvoří písek nebo jiný silikátový materiál a vnější vrstvu fritované sklo, se rovnoměrně zhutní. Při nahřívání se ve vrstvě polotovaru udržuje záporný teplotní spád směrem od povrchu dovnitř, dokud spodní vrstva nedosáhne teploty T_f , při které začíná slinování skleněné frity, a povrch teploty T_g , která není vyšší než transformační teplota použité frity. Při těchto teplotních podmínkách následuje prodleva a lisování výchozího polotovaru pomocí desky, která propouští plyny a jejíž teplota se rovná teplotě T_g ; po slisování pokračuje nahřívání až k Litltonově bodu měknutí T_l ve spodní vrstvě a na teplotu slinování frity T_f na povrchu. Za těchto teplotních podmínek probíhá druhá prodleva, a po jejím ukončení se nahřívání mění tak, aby se v povrchové vrstvě ustálila teplota $T_{4.5}$, která odpovídá logaritmu viskozity frity 4.5 Pa.s, při níž následuje prodleva při kladném teplotním spádu po dobu, která je dostatečná k vytvoření hladkého povrchu. Současně se



Postup tepelného zpracování při výrobě sklosilikátových desek

Oblast techniky

Vynález se týká výroby dekoračních stavebních materiálů pro finální úpravu interierů a exteriérů budov nebo vytváření dekorativních a ochranných povrchů z odpadů průmyslové výroby různého druhu skla.

Dosavadní stav techniky

Provádění povrchové úpravy budov a místností s využitím desek ze sklosilikátu je ekonomicky velice výhodné, nebo desky jsou vyráběny z odpadů sklářské výroby a surovinou je jednak odpad, který se nedá použít k druhotnému vaření skla, jednak různé skelné střepy velmi různorodných vlastností a chemického složení. Použitím barevného skleněného odpadu nebo barviv na bázi kovových kysličníků je možno získat škálu barev různých přírodních materiálů jako mramor, žula apod. Další velkou předností je netečnost materiálu vůči kyselinám a louhům, což umožňuje jeho využití i v prostorech s chemickým provozem, v nemocnicích apod.

Analogem je technologie výroby dekoračních obkladových desek - patent Německa č.4319809 C1 ze dne 28.07.1994 kl.C 03 c 14/00. Jde o výrobu desek ze dvou vrstev; dolní vrstvu tvoří směs písku a skleněné frity, horní vrstvu barevné střepy. Vsázka v žáruvzdorných formách se nejprve nahřívá, následuje prodleva při maximální teplotě, která odpovídá logaritmu viskozity skla $-4-4,5 \text{ Pa.s}$, prudké snížení teploty, chlazení a vychlazování na pokojovou teplotu.

Slabou stránkou tohoto postupu je požadavek jednak stejného složení skleněné frity v horní i spodní vrstvě: obě vrstvy musí mít stejný koeficient tepelné roztažnosti, jednak pomalá rychlost nahřívání, která má zabránit intenzivnímu rozpínání tvořících se při nahřívání vzduchových a plynových bublin, které stoupají k povrchu desky a způsobují vznik různě velkých kráterů. Tyto skutečnosti jsou limitující pro produktivitu této výrobní metody a jsou zdrojem značného procenta zmetků.

Nejbližším analogem je patent Ruska NO49667 kl.C O3 B 5/00 ze dne 18.11.1994. Jde o způsob výroby sklosilikátových desek tepelným zpracováním polotovaru, jeho vnitřní vrstva (s obsahem písku nebo jiného silikátového materiálu) a vnější vrstva (obsahuje fritované sklo) v celém objemu rovnoměrně zhutněné jsou postupně nahřívány a na maximální teplotu, při které následuje prodleva a následné dvoufázové vychlazování s prodlevou při konstantní teplotě mezi jednotlivými fázemi. Zásadním nedostatkem tohoto známého způsobu je nahřívání polotovaru zeshora, v jeho důsledku vzniká dosti značný kladný teplotní gradient v celém objemu polotovaru, který v počáteční fázi znesnadňuje únik rozpínajících se plynů. Po otavení povrchové vrstvy tak zůstává ve vnitřních vrstvách značné množství plynových bublin různých velikostí, které snižují pevnost finálního výrobku.

Každý ze známých výrobních postupů má tudíž své přednosti, své nedostatky a své využití. Avšak ani jeden z existujících způsobů nezajišťuje, aby získaný materiál v sobě spojoval jak dekorační využití, tak i vysokou pevnost, mnohonásobně vyžití než má přírodní kámen a keramika.

Podstata vynálezu

Vynález vznikl vyřešením úkolu vyrobit sklosilikátové desky tak vynikajících parametrů pevnosti, které by umožnily jejich ničím neomezené použití jako dekoračního materiálu.

Vytčeného cíle bylo dosaženo postupem výroby sklosilikátových desek, založeným na tepelném zpracování vsázky - polotovaru, její vnitřní vrstvu tvoří písek nebo jiný silikátový materiál a vnější vrstvu - fritované sklo (sklogranulát). Obě vrstvy jsou rovnoměrně zhutněny. Při tomto výrobním postupu je vsázka nejprve postupně nahřívána na maximální teplotu, následuje prodleva za této teploty a dvoufázové vychlazování s prodlevou mezi oběma fázemi za konstantní teploty. Při nahřívání je ve vrstvě polotovaru udržován záporný teplotní spád - T směrem od povrchu dovnitř, dokud spodní vrstva nedosáhne teploty T_f , při které začíná slinování skleněné frity, a povrch - teploty T_g , která není vyšší než transformační teplota použité frity. Při těchto teplotních podmínkách následuje

prodleva a lisování výchozího polotovaru pomocí desky, která propouští plyny a její teplota se rovná teplotě T_g ; po slisování pokračuje nahřívání a k Litltonově bodu měknutí T_L ve spodní vrstvě a na teplotu slinování frity T_f na povrchu. Za těchto teplotních podmínek probíhá druhá prodleva, a po jejím ukončení se nahřívání mění tak, aby se v povrchové vrstvě ustálila teplota $T_{4,5}$, která odpovídá logaritmu viskozity frity 4.5 Pa.s, při níž následuje prodleva při kladném teplotním spádu po dobu, která je dostatečná k vytvoření hladkého povrchu. Současně se teplota spodní vrstvy reguluje tak, aby ke konci prodlevy nebyla vyšší než hodnota $T_{5,5}$ Pa.s, kdy logaritmus viskozity frity se rovná 5.5 Pa.s. Následuje prudké snížení teploty a k teplotě T_L na povrchu polotovaru, prodleva po dobu nutnou k vyrovnaní teploty v celém objemu polotovaru, vychlazení na horní teplotu chlazení, při níž se realizuje chlazení výrobku, a následné dvoufázové vychlazení na pokojovou teplotu.

Při přípravě vsázky se dodatečně nasype vrstva skleněné frity (sklogranulátu) o tloušťce $1/5 - 1/7$ tloušťky polotovaru, její složení je stejné jako složení frity v horní vrstvě.

V prostřední vrstvě je použito sklosilikátové směsi nebo skleněné frity s koeficientem tepelné roztažnosti o 5 až 20% vyšším než koeficient tepelné roztažnosti horní a spodní vrstvy. Pro prostřední vrstvu se směs připravuje z frity, jejíž Litltonův bod měknutí je nižší nebo se rovná Litltonovu bodu horní a dolní vrstvy.

Do výchozí směsi se před tepelným zpracováním přidává 3 až 7% vodního skla, směs se zhutní a ofouká kyslíčnickem uhličitým o teplotě 150 až 200 °C.

Ve zchlazovací fázi mezi Litltonovým bodem a horní chladicí teplotou proběhne dodatečná prodleva, během které se na povrch polotovaru působí reagentem, který obsahuje kationty lithia.

Přehled obrázků na výkresech

Na obr. 1 je znázorněna charakteristika teplotní změny vrchní vrstvy a spodní vrstvy ve všech fázích tepelného zpracování.

Na obr. 2 je znázorněna změna teplotního spádu v celém objemu polotovaru (T) v různých fázích technologického procesu, jako i charakteristika změny teplotních pnutí (δ) v povrchové vrstvě obráběného výrobku.

Obr. 3 ilustruje stav tepelně obráběného polotovaru v nejnáročnějších technologických fázích:

- a) počáteční stav po zásypce výchozího materiálu
- b) fáze první prodlevy při nahřívání, která zajistí únik plynů ze spodní a střední vrstvy a kdy polotovar je lisováním zhutněn
- c) fáze druhé prodlevy, která zajistí počátek tavení spodní vrstvy a únik zbytků plynů ze střední a horní vrstvy
- d) fáze kdy se na povrchu výrobku vytvoří zrcadlová plocha v důsledku povrchového tepelného šoku
- e) fáze řízeného vychlazování a vzniku tlakového pnutí v povrchové vrstvě

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Žárovzdorná keramická forma se naplní jednotlivými vrstvami výchozích materiálů: spodní vrstva o tloušťce 3 až 4 mm drcenými střepy okenního skla s maximální velikostí granulí 2 až 3 mm. Dále se nasype 10 až 12 mm střední vrstvy - směs jemně disperzního písku nebo jiného křemičitého materiálu a drcených okenních střepů. Procentuální poměr střepů a silikátového materiálu se může měnit v širokém rozsahu, ovlivňují se tím pouze pevnostní charakteristiky finálního výrobku. Poté se nasype 3 až 5 mm silná horní vrstva, t.j. např. směs okenních a barevných střepů, nebo okenní sklo s přidáním barvicích kovových oxidů. Před tepelným zpracováním je možno výchozí polotovar vibrací zhutnit.

Poté se forma s náplní přemístí do pece, kde v první fázi od τ_0 do τ_1 probíhá nahřívání hlavně zdola. Plyny obsažené v mezerách vsázky (granule - prášek) se rozpínají a unikají povrchovou vrstvou do

pecního prostoru. Navíc působením teplotního gradientu $\Delta T = T_f - T_g$, který se obvykle rovná 300 až 400 °C, vzniká vztlaková síla, která zajišťuje intenzivní únik plynů ze spodní vrstvy na povrch.

K intenzifikaci odplynovacího procesu ve fázi od τ_1 do τ_2 se provádí prodleva a lisování deskou, propustnou pro plyny např., perforovanou kovovou deskou, jejími otvory může volně procházet plyn. Teplota desky se musí rovnat T_g , aby byla zajištěna konstantní hodnota vzestupné síly, nebo může být nižší, ale v tomto případě v důsledku chladnutí povrchové vrstvy se prodlouží následující fáze. Při lisování je teplota spodní vrstvy u transformačního bodu T_f a působením vnějšího tlaku granuly skla mění svůj původní tvar a zaplňují plynové dutiny mezi granulemi a vytvářejí monolitní strukturu.

Poté na úseku $\tau_2 - \tau_3$ pokračuje nahřívání s tím rozdílem, že rychlost nahřívání shora je vyšší než u spodní vrstvy, její teplota ke konci fáze dosahuje Litlonova bodu měknutí T_L . V této fázi tepelný proud uvnitř výrobku směřuje od spodní vrstvy k horní a od vrstvy k vrstvě začíná zhutňování výchozího materiálu v důsledku otavování a deformace granulí v témže směru.

Ve fázi druhé prodlevy $\tau_3 - \tau_4$ směr tepelného proudu zůstává zachován. Prodleva je nezbytná k tomu, aby mohl pokračovat proces slinování jednotlivých vrstev. Během prodlevy se v důsledku tepelné vodivosti mění rozložení teplot v objemu, a to ve směru, ve kterém probíhá nahřívání a příslušně i slinování vnitřních vrstev.

Během dvou posledních fází pokračuje vytlačování plynových příměsí na povrch a struktura vnitřních vrstev se postupně mění z granulopráškové na monolitní.

V další fázi $\tau_4 - \tau_5$ je na povrch působeno tepelným šokem.

V této fázi se teplotní gradient v celém objemu stává kladný a nepatrný případný zbytek bublin plynů, které mohly zůstat ve vnitřních vrstvách, ztrácí schopnost pohybu, nebo konvektivní hybná síla směřuje ke dnu formy, a Archimedova vztlaková síla při logaritmu viskozity 5,5 až 4,5 je slabá k tomu, aby viskozní tření mohlo pokračovat a plynové bubliny stoupaly k povrchu.

Tato fáze končí, kdy viskozita povrchové vrstvy se stává nedostatečnou a fritu, která vrstvu tvoří, se může volně roztékat po povrchu. Následná prodleva $\tau_5 - \tau_6$ napomáhá vzniku skelně hladkému povrchu výrobku.

Následovné prudké zchlazení povrchu $\tau_6 - \tau_7$ na Litltonův bod a následná prodleva $\tau_7 - \tau_8$ umožňují vyrovnat teplotu v objemu výrobku a udržet ji na takovém stupni, kdy je sklovina ve viskozně-plastickém stavu.

Další snižování teploty $\tau_8 - \tau_9$ musí dle možnosti probíhat stejnou rychlostí jak v horní, tak i v dolní vrstvě výrobku. Přitom v důsledku parabolického rozložení teplot uvnitř výrobku vznikají na povrchu obou stran pnutí stejného znaménka a dosahují svého maxima (v absolutní hodnotě) v časovém momentu T_g , kdy je na obou plochách stejná teplota chlazení τ_{12} .

Hodnota této teploty pro konkrétní druh skla musí být stanovena s dostatečnou přesností, nebo je rozhodující pro kvalitu chlazení ve fázi $\tau_9 - \tau_{10}$, které je nezbytné k odstranění teplotních pnutí ve výrobku. Fáze řízeného zchlazování $\tau_{10} - \tau_{11}$ probíhá v podmínkách lineárního snižování teploty v čase, co je obzvláště důležité při průchodu oblastí transformační teploty skla, kdy ve skle probíhají vnitřní strukturální změny. Velikost teplotních pnutí, která při zchlazování vznikají, je úměrná druhé derivaci v čase a v případě dodržení přesné linearitě snižování teploty se rovná nule a je vyloučeno, že by při zchlazování vznikalo pnutí.

Fáze $\tau_{11} - \tau_{12}$ je nezbytná k odstranění zbytkových teplotních pnutí, která mohla vzniknout v předcházející fázi, vzhledem k tomu, že dodržení přesné linearitě zchlazování je v praxi často komplikované a takřka vždy se vyskytují nepatrné odchylky od požadovaných teplotních podmínek.

Po ukončení druhého chlazení je finální výrobek vychlazen na pokojovou teplotu ($\tau_{12} - \tau_{13}$), přičemž v této fázi může být rychlost vychlazování mnohem vyšší než v úseku $\tau_{10} - \tau_{11}$.

Příklad 2

Do žáruvzdorné formy se do výše 8 až 10 mm nasype spodní vrstva, t.j. směs jemně disperzního písku nebo jiného silikátového

materiálu a jemně drcených střeptů. Poté se nasype 3 až 5 mm skleněné frity jako horní vrstva. Od předešlého příkladu se situace liší tím, že výrobek má dvě vrstvy, přičemž ve spodní vrstvě je přítomna složka (zejména písek,) pro kterou se během tepelném zpracování nedosáhne teploty tavení nebo rozměkčení.

Tepelné zpracování probíhá stejným způsobem jako v předešlém případě, jen s tím rozdílem, že se prodlužuje fáze prodlevy na Litltonově bodě spodní vrstvy ($\tau_3 - \tau_4$). Je to způsobeno tím, že tloušťka spodní vrstvy je dosti značná a monolitní struktura bude vznikat jinak než v předešlém případě. Rozdíl tkví v tom, že plynové příměsi jsou vytěsňovány tím, že se na částičky písku nebo jiného silikátového materiálu nabaluje tavenina frity. Protože v Litltonově bodě měknutí je logaritmus viskozity sklo 7,62 Pa.s, bude proces probíhat dosti pomalu. Navíc bude tato rychlost v daném případě závislá na čistotě výchozí suroviny, takže musí být vyloučena jakákoliv možnost jejího znečištění příměsí, která by zhoršila smáčivost sklosilikátového materiálu skelnou taveninou. Jinak se tepelné zpracování od předešlého případu v zásadě neliší.

Příklad 3

Monolitní desku ze skleněné frity získáme tak, že do žáruvzdorné formy do výše po adované vrstvy nasypeme fritu. Případným přidáním barevných střeptů nebo barevných kysličníků na povrch získáme desku ozdobnou. Takto připravená vsázka se podrobí tepelnému zpracování, které, oproti předešlým případům, může být výrazně kratší zkrácením prodlev při nahřívání polotovaru. Souvisí to s tím, že při nahřívání na teplotu povrchu T_L bude teplota spodních vrstev vždycky vyšší než teplota povrchu a protavování výchozí frity probíhá zezdola nahoru. Jinými slovy, spodní vrstva má stále minimální viskozitu, což zajišťuje velice dobré vytěsňování plynů povrchem výrobku.

Fáze tepelného šoku a následného zchlazení je totožná s předešlými příklady.

Příklad 4

Do žáruvzdorné formy nasypeme do výše 3 až 4 mm výchozí základní fritu, potom 3 až 6 mm vrstvu frity, její koeficient tepelné

roztlačnosti je vyšší než týž koeficient základní frity. Následuje vrstva frity, její složení je totožné se složením spodní vrstvy, a do které za účelem zdobnosti můžeme přidat různé barvicí přísady. Takto naplněná forma se tepelně zpracovává a teplotní režim se neliší od předešlých případů.

Protože v prostřední vrstvě má fritu vysoký koeficient tepelné roztlačnosti, bude při zchlazování v horní a spodní vrstvě docházet ke vzniku tlakového pnutí, které přetrvá i ve finálním výrobku.

Příklad 5

Do žáruvzdorné formy připravíme vsázku podobným způsobem jako v předešlém případě, pouze s tím rozdílem, že pro střední vrstvu použijeme fritu, její Litltonův bod je nižší, než Litltonův bod horní a spodní vrstvy. Tepelné zpracování probíhá stejným způsobem jako v předešlých případech, přičemž ve fázi zchlazování, ve chvíli přechodu horní a spodní vrstvy do tuhého stavu, prostřední vrstva zůstává ve viskoelastickém stavu. To umožňuje odstranit při chlazení a řízeném vychlazování tepelně pružná pnutí, která vznikla nerovnoměrným rozložením teplot v objemu a získávat výrobky, jejichž zbytková pnutí se blíží nule.

Příklad 6

Ve formě připravíme výchozí směs s přídavkem 3 až 7 % vodního skla, směs se zhutní a profouká kysličníkem uhličitým o teplotě 150 až 200 °C. Tím dojde k intenzivnímu rozkladu křemičitanu sodného, z něho je v podstatě vodní sklo složeno, a vzniká oxid křemičitý a určité množství tepla.

Vznikající oxid křemičitý se bouřlivě slučuje s vodou za vzniku hydroxidu křemíku, který za uvedených teplot rychle přechází do tuhého gelu kyseliny křemičité. Vzhledem k tomu, že vodní sklo v granulo-práškové směsi se rovnoměrně se rozšířilo po celém objemu a vyplnilo mezery mezi částicemi (granulemi), vznikající gel částice (granule) pevně stmelí a následné tepelné zpracování nemusí probíhat ve formě, nebo mechanická pevnost je dostatečná k tomu, aby umožňovala manipulaci s polotovary a jejich přenášení, např. na dopravník v peci. Uvolněné formy mohou být plněny další vsázkou.

Příklad 7

Vsázka, připravená stejným způsobem jako v předešlém případě, se podrobí tepelnému zpracování. Nahřívání a prodleva při maximální teplotě je rovněž totožné s předešlými příklady. Rozdíl tkví v tom, že při zchlazování se mezi 500 a 700 °C přidává jedna prodleva, při které se na povrch působí reagentem, který nahrazuje ionty Na^+ a K^+ na kationty Li^+ , které mají menší poloměr. Reagentem může být například směs tavenin Li_2SO_4 a K_2SO_4 . Tím, že ve skle byly nahrazeny Na^+ a K^+ za kationty Li^+ s menším poloměrem a silným polem, vzniká modifikovaná vrstva skla, její koeficient tepelné roztažnosti nabývá nižších hodnot.

Navíc horká tavenina rozpustí 10 až 20 μm povrchové defektní vrstvy a vznikne povrchová struktura bez defektů. Těmito procesy se zvýší pevnost výrobku a 2,5 násobně a jeho tepelná odolnost 1,5 až 2 násobně, navíc se zvyšuje povrchová chemická odolnost vůči kyselinám a louchům.

Průmyslová využitelnost

Hlavními přednostmi tohoto způsobu je možnost získat velice pevný materiál pro povrchovou úpravu, případně i se zpevněným povrchem. Celkově se parametry pevnosti zvýší 2 až 2,5 násobně a sníží se i celkový objem zmetků, protože tento způsob zaručuje vnitřní strukturu materiálu bez plynových bublin.

Patentové nároky

1. Postup tepelného zpracování při výrobě sklosilikátových desek, založený na tepelném zpracování vsázky - polotovaru, vyznačující se tím, že vnitřní vrstvu tvoří písek nebo jiný silikátový materiál a vnější vrstvu - fritované sklo (sklogranulát), kdy obě vrstvy jsou rovnoměrně zhutněny a nejprve postupně nahřáty na maximální teplotu, načež následuje prodleva za této teploty a dvoufázové vychlazování s prodlevou mezi oběma fázemi za konstantní teploty, přičemž při nahřívání je ve vrstvě polotovaru udržován záporný teplotní spád - ΔT směrem od povrchu dovnitř, dokud spodní vrstva nedosáhne teploty T_f , při které začíná slinování skleněné frity, a povrch teploty T_g , která není vyšší než transformační teplota použité frity, kdy při těchto teplotních podmínkách následuje prodleva a lisování výchozího polotovaru pomocí desky, která propouští plyny a jejíž teplota se rovná teplotě T_g ; po slisování pokračuje nahřívání a k Litltonově bodu měknutí T_L ve spodní vrstvě a na teplotu slinování frity T_F na povrchu, kdy probíhá druhá prodleva a po jejím ukončení se nahřívání mění tak, aby se v povrchové vrstvě ustálila teplota $T_{4.5}$, která odpovídá logaritmu viskozity frity 4.5 Pa.s, při níž následuje prodleva při kladném teplotním spádu po dobu, která je dostatečná k vytvoření hladkého povrchu, přičemž současně se teplota spodní vrstvy reguluje tak, aby ke konci prodlevy nebyla vyšší než hodnota $T_{5.5}$, kdy logaritmus viskozity frity se rovná 5.5 Pa.s, načež následuje prudké snížení teploty a k teplotě T_L na povrchu polotovaru, prodleva po dobu nutnou k vyrovnání teploty v celém objemu polotovaru, vychlazení na horní teplotu chlazení, při níž se realizuje chlazení výrobku, a následné dvoufázové vychlazení na pokojovou teplotu.

2. Postup tepelného zpracování podle nároku 1, vyznačující se tím, že při přípravě vsázky se dodatečně nasype vrstva skleněné frity (sklogranulátu) ve výši 1/5 až 1/7 tloušťky polotovaru, jejíž složení je stejné jako složení frity v horní vrstvě.

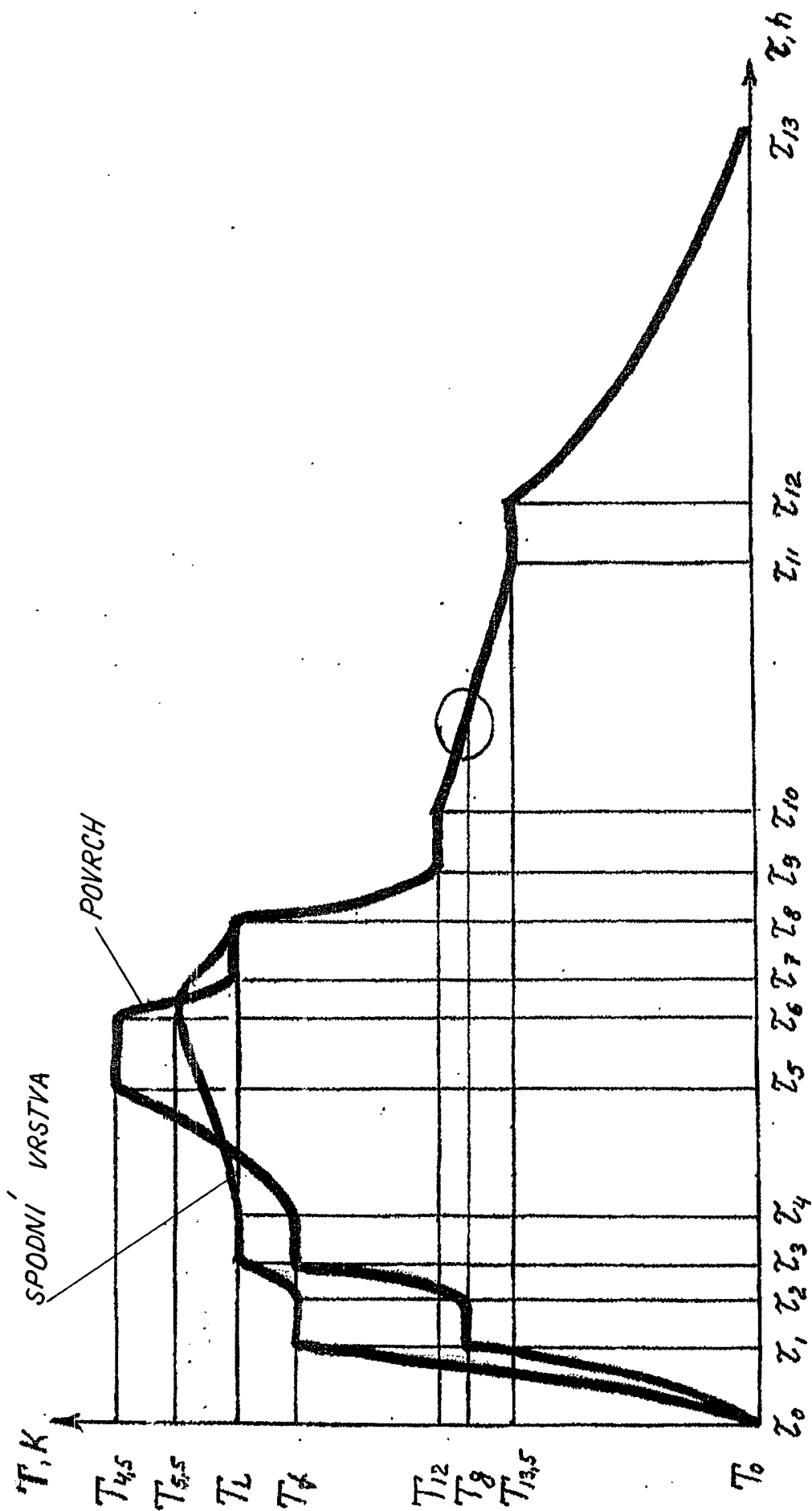
3. Postup tepelného zpracování podle nároků 1 a 2, vyznačující se tím, že v prostřední vrstvě je použito

sklosilikátové směsi nebo skleněné frity s koeficientem tepelné roztažnosti o 5 až 20% vyšším než je koeficient tepelné roztažnosti horní a spodní vrstvy.

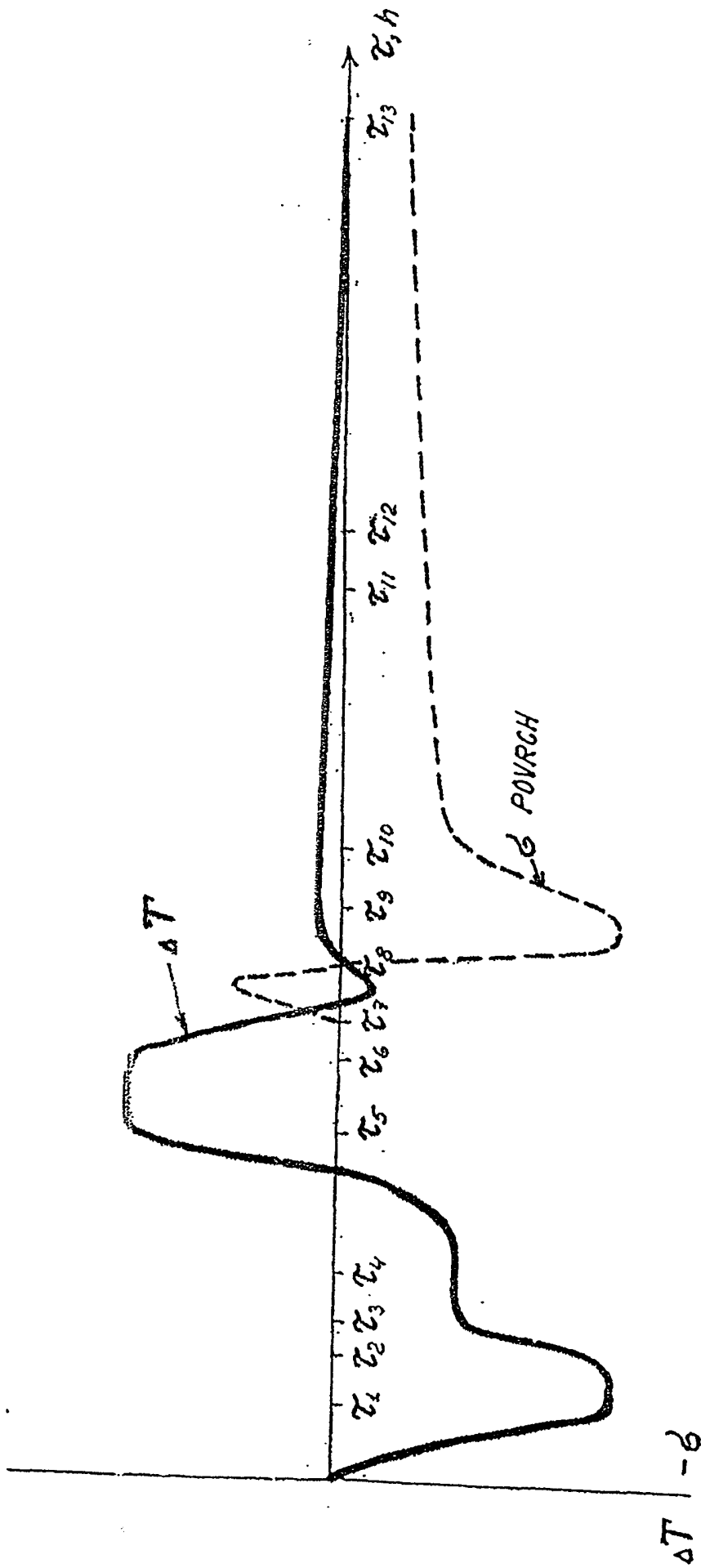
4. Postup tepelného zpracování podle nároků 1 až 3, vyznačující se tím, že střední vrstva je tvořena skleněnou fritou, jejíž Litltonův bod je nižší nebo se rovná Litltonovu bodu horní a spodní vrstvy.

5. Postup tepelného zpracování podle nároků 1 až 4, vyznačující se tím, že do výchozí směsi se před tepelným zpracováním přidává 3 až 7% vodního skla, směs se zhutní a ofouká kysličníkem uhličitým o teplotě 150 až 200 °C.

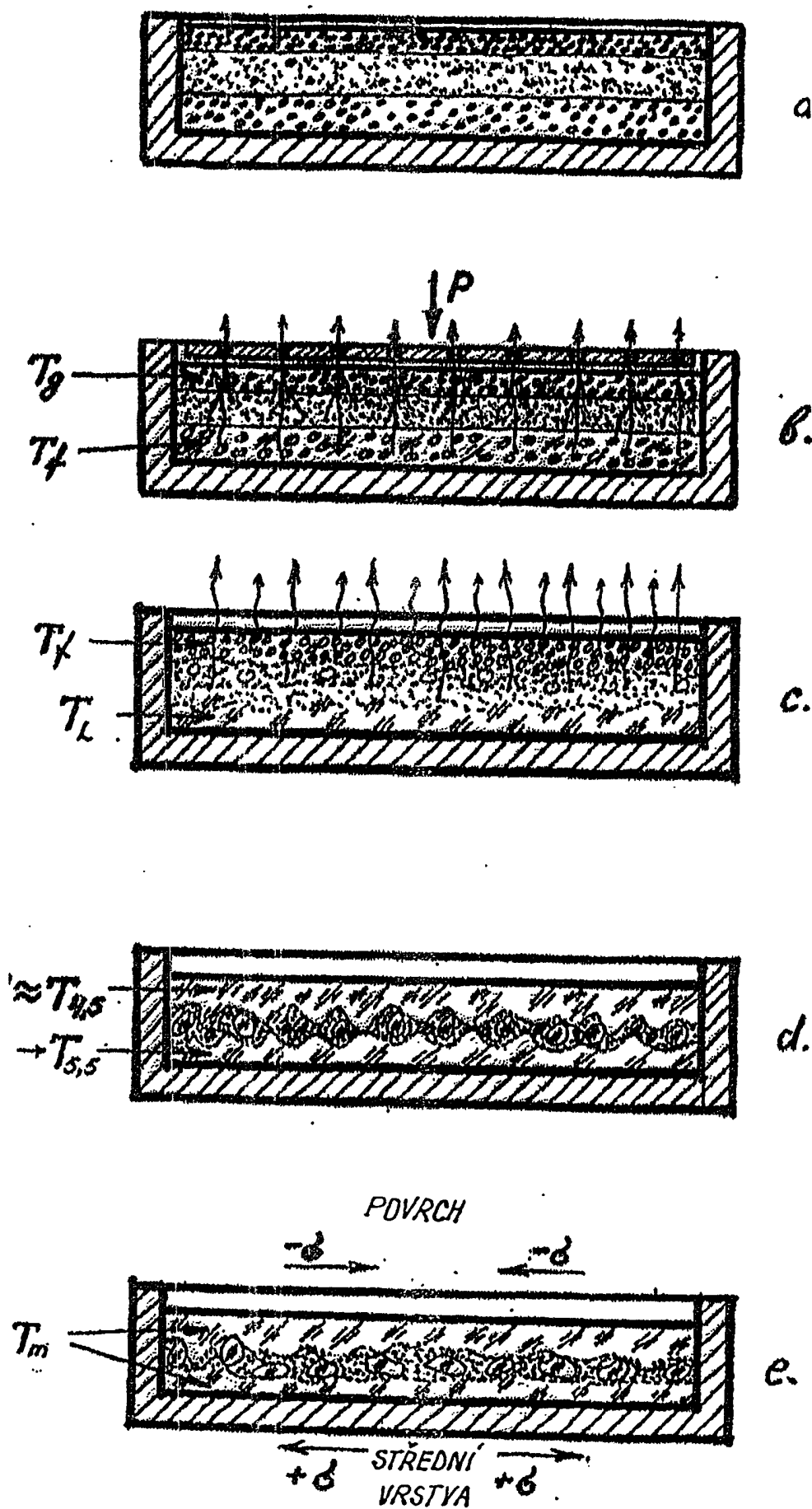
6. Postup tepelného zpracování podle nároků 1 až 5, vyznačující se tím, že ve zchlazovací fázi mezi Litltonovým bodem a horní chladicí teplotou proběhne dodatečná prodleva, během které se na povrch polotovaru působí reagentem, který obsahuje kationty lithia.



OBR.1



OBR.2



OBR. 3