

Původní práce

HLAVNÍ TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY
SKLÁŘSKÝCH TAVICÍCH PROSTORŮ Z HLEDISKA
PRŮBĚHU TAVICÍHO PROCESU

Část I. Teoretická část

LUBOMÍR NĚMCO

*Společná laboratoř pro chemii a technologii silikátů ČSAV a VŠCHT, 166 28 Praha 6
Suchbátarova 5*

Došlo 15. 10. 1987

Byly odvozeny vztahy, jejichž řešením lze získat hodnoty středních dob zdržení pro modelový prostor tavicí sodnovápenatou sklovinu. S využitím laboratorních dat o rozpouštění písku a růstu bublin byly takto získány teoretické podklady pro výpočet měrné spotřeby energie a výkonu modelového tavicího prostoru. Výpočet bere v úvahu uskutečnění hlavních tavicích dějů, tj. rozpouštění písku a odstraňování bublin. Předpokládá se, že oba hlavní děje jsou dokončeny právě na výstupu z tavicího prostoru. Uvedené podklady umožňují zjištění vlivu významných faktorů tavicího procesu na spotřebu energie a výkon tavicího prostoru.

ÚVOD

Tavicí schopnost sklářských tavicích prostorů je charakterizována dvěma hlavními údaji: spotřebou energie na tavení a výkonem. Hodnoty obou základních charakteristik jsou za daných tavicích podmínek určovány požadavky na kvalitu sklovinu. Při hledání optimálního způsobu provozování sklářských tavicích pecí se v podstatě uplatňují dva základní přístupy: přístup vycházející z empirických poznatků o konstrukci známých pecí a přístup vycházející z poznatků o fyzikálně chemickém průběhu tavicího procesu. Chceme-li hledat optimální podmínky provozování tavicího prostoru, je třeba uplatnit jak první přístup zahrnující především tepelně technické a konstrukční hledisko, tak druhý přístup zaměřený především na časové hledisko vyplývající z kinetických rovnic tavicího procesu. Tabulkou I si můžeme demonstrovat poměr mezi různými přístupy hledání optima (levá část) a dosažitelnými cíli (pravá část).

Tabulka I

Poměr mezi různými přístupy hledání optimálního způsobu provozování tavicího prostoru a dosažitelnými cíli

[A] Laboratorní sledování časového průběhu fyz. chem. dějů v tavenině, jejich teoretická formulace, hledání významů a souvislostí, tvorba zjednodušeného modelu	Přechod k optimálním podmínkám daného procesu z hlediska času [A] Neoptimální režim daného agregátu (využití pouze minulých zkušeností) [B]
---	--

[B] Empirické navrhování tavicího agregátu	Přechod k optimálnímu režimu daného agregátu $[A + B]$, $[B + C]$, $[A + B + C]$
[C] Matematické a fyzikální modelování tavicího agregátu	
[D] Laboratorní sledování dějů z hlediska měrné spotřeby energie	Optimální podmínky daného procesu z hlediska měrné spotřeby energie $[A + D]$
[E] Navrhování nových způsobů vedení tavicího procesu	Optimální režim daného agregátu $[A + C + D]$, $[A + B + C + D]$ Optimální režim navrženého optimalizovaného agregátu $[A + B/ + C + D + E]$

Z tabulky I je zřejmé, že již částečné řešení úkolu zahrnuje v sobě modelování daného tavicího prostoru včetně uvažování fyzikálně chemických procesů uvnitř zařízení a případného využití empirických poznatků. Komplexní řešení však pro svou složitost nespĺňuje požadavek aktivního přístupu, tj. požadavek modelování vlivu základních faktorů na průběh tavicího procesu, jenž by případně vedl i k novým způsobům jeho uspořádání. Je zřejmé, že základním nedostatkem na cestě k potřebnému zobecnění poznatků je vycházení z konkrétního tavicího prostoru. Proto se ukazuje vhodným pokusit se zpočátku definovat optimální tavicí režimy nezávislé v co největší míře na samotném tavicím prostoru. Takové optimální režimy (viz $A + D$ v tab. I) by byly s pomocí navrženého způsobu vedení tavicího procesu (viz E) a s následným matematickým a fyzikálním modelováním postupně korigovány na optimální režimy technicky realizovatelné.

Každému technologovi a výzkumnému pracovníkovi v oboru jsou dostupné teoreticky dosažitelné meze výkonu tavicího prostoru a energetické spotřeby. Jsou zjištitelné z laboratorně měřených tavicích časů, např. z kelímkových taveb za daných podmínek. Tyto časy ukazují, že hodnoty energetických spotřeb se mohou velmi přibližovat teoretické spotřebě a výkony mohou být až řádově vyšší, než je průmyslově běžně dosahováno. Problémem tedy zůstává uspořádání tavení v tavicím prostoru a zajištění technických podmínek tak, aby se dané charakteristiky v reálném kontinuálním tavicím prostoru těmito teoretickým mezím co nejvíce blížily. Prvním úkolem je proto hledání výhodných tavicích režimů na základě zjednodušeného modelu tavicího procesu s uvažováním některých základních faktorů proces ovlivňujících.

TEORETICKÁ ČÁST

Hlavní tavicí charakteristiky

Energetická spotřeba na tavení bývá obvykle charakterizována měrnou spotřebou energie

$$Q = Q_R + Q_{BG} + Q_L. \quad (1)$$

V rovnici (1) tvoří obvykle největší a nejsnáze ovlivnitelnou složku ztráty. Hodnoty ztrát ovlivňují především technologické doby tavení — tj. zejména homogenizační procesy vedoucí k odstraňování pevných a plyných nehomogenit (rozp. písku a čeření). Proto se úsilí o snížení spotřeby energie při výrobě skla soustřeďuje především na snížení ztrát. U jednoduchého tavicího prostoru bez recirkulace

energie lze měrné ztráty vyjádřit jako množství tepla prošlého do okolí stěnami tavicího prostoru

$$Q_L = \frac{\sum_{i=1}^n \int_{F_i} \left[-\lambda_i \frac{\partial t}{\partial n_i} dF_i \right]}{V \cdot \rho} \cdot \tau \cdot \frac{1}{1 - m} \quad (2)$$

Nejvýznamnější položkou ve vztahu (2) je hodnota střední doby zdržení τ . Pro systém reprezentovaný jakýmkoliv tavicím prostorem lze τ vyjádřit takto:

$$\tau = K \cdot \tau_{\text{techn}} + \tau_{\text{rez}} \quad (3)$$

Hlavním problémem optimalizace je stanovení hodnot a závislostí K a τ_{techn} na parametrech tavení. Zjištění hodnoty τ_{techn} vyžaduje studium kinetiky dějů účastníků se tavicího procesu. V obecném případě je možno zjednodušit celý tavicí proces na dva základní děje:

1. mizení pevných nehomogenit — vlastní tavení včetně reakcí v kmeni;
2. mizení plynných nehomogenit — čerení.

Za běžných technologických podmínek platí alespoň v části tavicího prostoru vztah aditivity mezi dobami potřebnými k uskutečnění obou dějů, tedy [1]:

$$\tau_{\text{techn}} = \tau_D + \tau_{RN} \quad (4)$$

Nedochází-li k heterogenní nukleaci bublin na zrnech písku ($t < t_N$), vztah (4) není splněn a platí:

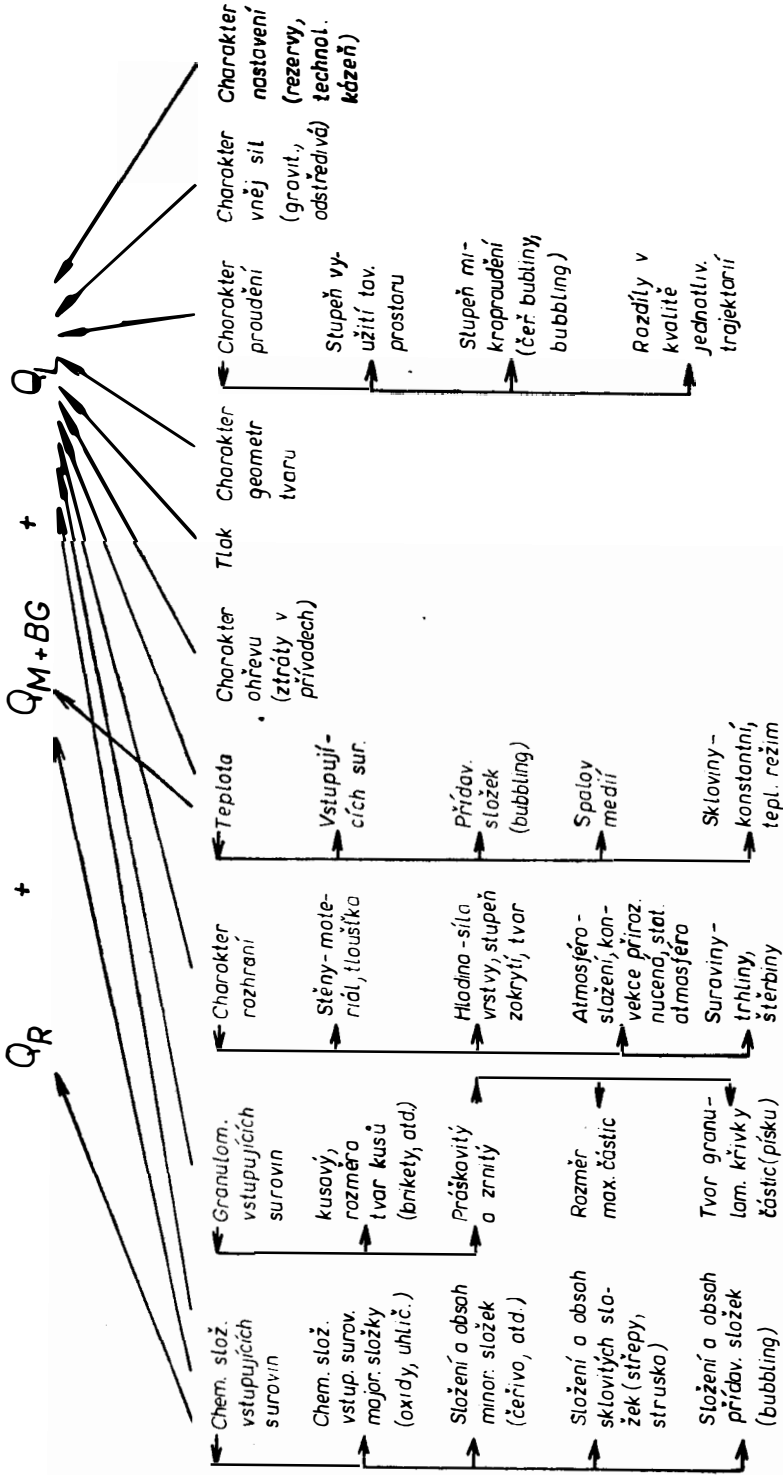
$$\tau_{\text{techn}} = \tau_D, \text{ jestliže } \tau_D > \tau_R,$$

$$\tau_{\text{techn}} = \tau_R, \text{ jestliže } \tau_R > \tau_D.$$

V tomto případě probíhají oba děje (rozpuštění a čerení) současně a délku technologické doby tavení určuje děj časově náročnější.

Předmětem optimalizace průběhu tavicího procesu z časového hlediska je minimalizace hodnot τ_D , τ_R , popř. τ_{RN} . Příslušné hodnoty těchto časů lze získat z laboratorních měření, popř. výpočtem na základě řešení kinetických rovnic s příslušnými daty [2].

Hodnota K v rovnici (3) vyjadřující optimalizaci průběhu tavicího procesu spíše z hlediska prostorového je mnohem obtížněji zjištělná, neboť její znalost vyžaduje modelování daného tavicího prostoru. Pro náš první úkol by však modelování znamenalo zkomplikování celého postupu a zahrnutí speciálních vlastností daného prostoru, což by mohlo omezit obecnost závěrů. Vyjdeme proto z toho, že vliv hodnoty K na tavicí charakteristiky je možno modelovat současně s vlivem velikosti mrtvého prostoru. Zde je výhodná znalost mezí, ve kterých se hodnota m může pohybovat ($m \in \langle 0, 1 \rangle$). Vliv m a K je tedy v prvním stadiu možno modelovat současně, a to jen prostou volbou m v daných mezích, aniž bychom znali prostorové uspořádání průběhu tavení. Takto lze bez složitých výpočtů nalézt míru vlivu tohoto faktoru na tavicí charakteristiky pro podmínky odpovídající reálným. Zahrnutí hodnoty K do hodnoty m odpovídá případu, kdy tavicí prostor matematicky modelujeme. V tomto případě část skloviny zařízením pouze jedenkrát projde od základky k výtoku a druhá část skloviny cirkuluje v zařízení po nekonečně dlouhou dobu. Místo hodnoty K pak ve vztahu (3) vystupuje hodnota K'



Obr. 1. Faktory ovlivňující měrnou energetickou spotřebu při tavění skloviny

vyjadřující pouze rozdíl mezi průchozími drahami, její hodnota se dle literatury [3] pohybuje v mezích 1,5–2,1 a přepočít na reálný případ je možný:

$$K'\tau' \frac{1}{1-m'} = K\tau \frac{1}{1-m}, \quad (5)$$

zde předpokládáme, že $\tau_{rez} = 0$.

Souhrn faktorů ovlivňujících měrnou spotřebu energie je pak uveden v obr. 1.

Pro výkon zařízení se střední dobou zdržení τ můžeme psát:

$$P = \frac{(1-m) \cdot V}{\tau} \rho. \quad (6)$$

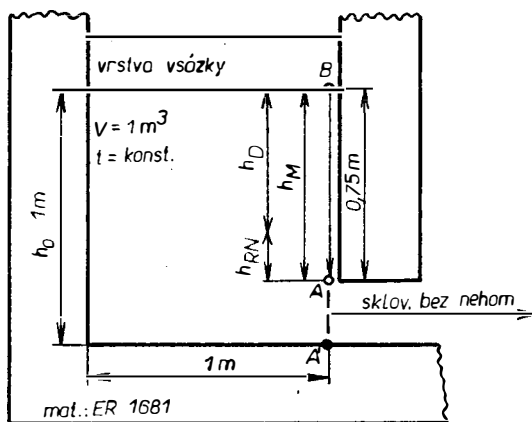
Průběh tavení a čerění v modelovém zařízení

Protože ve vzorci pro výpočet měrné energetické spotřeby i výkonu se objevují data charakterizující tavicí prostor, je třeba provést volbu takového modelového tavicího prostoru. Pro projednávaný případ bylo zvoleno co nejjednodušší tavicí zařízení se zakrytou hladinou a bez recirkulace energie, jež je znázorněno v obr. 2.

Sklovina se v zařízení základních parametrů udaných v obr. 2 pohybuje po kritické (tj. zde geometricky nejkratší) dráze BA shora dolů. Aby bylo možno porovnávat jednotlivé výsledky, je nutno dodržet tzv. standardní nastavení. Aniž bychom se blíže zajímali o proudění skloviny, předpokládáme že:

1. V případě pouhého rozpouštění písku se největší zrno SiO_2 rozpustí právě v okamžiku, kdy dosáhne úrovně přechodu do pracovní čisti (bod A v obr. 2)

2. V případě čerění je považována za nejvýhodnější ta dráha skloviny, na které by sklovina klesala dolů podél přepážky. V tom případě se žádná bublina nesmí dostat níže, než odpovídá bodu A v obr. 2.



Obr. 2. Schéma modelového zařízení.

Standardní nastavení tedy odpovídá tavení skloviny bez tzv. tavicí rezervy ($\tau_{rez} = 0$). Je to způsob řešení, kterým se vyhneme složitému výpočtu chování částic uvnitř tavicího prostoru. Dodržet standardní nastavení pak znamená v případě rozpouštění písku i čerění splnit zmíněné požadavky především na nejvýhodnější tzv. kritické dráze, která pro případ izotermního tavení odpovídá

vzdálenosti $BA = h_M$ poblíž stěny přepážky jak pro rozpouštění písku, tak pro čerení. Při sledování průběhu tavení a čerení se řeší tři případy:

1. Uvažuje se pouze rozpouštění písku, $h_M/v_G = \tau_D$ (předpokládáme, že písek se pohybuje stejnou rychlostí jako sklovina a v_G je konstantní). Pro případ pístového toku v oblasti průběžných drah (ne cirkulačních), kde $K' = 1$, pak platí: $\tau = \tau_D$.

2. Rozpouštění písku a výstup bublin probíhají souběžně:

- a) jestliže $\tau_D > \tau_R$, platí totéž jako v příp. 1, $2 \tau = \tau_D = h_M/v_G$;
 b) jestliže $\tau_R > \tau_D$, hledá se největší hodnota v_G , pro kterou nejmenší bublina ze souboru není na kritické dráze stržena sklovinou níže, než odnovídá bodu A . V bodě A tedy musí v krajním případě platit $v_G = v_B$, tj. pro konstantní v_G máme:

$$\frac{h_M}{\tau'_D} = \frac{2g\varrho}{9\eta} (a_{0\min} + k\tau'_R)^2. \quad (7)$$

Pravá strana rovnice (7) vyjadřuje rychlost vzestupu nejmenší bubliny v bodě A . Vzdálenost uražená nejmenší bublinou v libovolném bodě na dráze BA je dána:

$$h = h_G - h_B. \quad (8)$$

V bodě A platí:

$$h_M = \frac{h_M}{\tau'_D} \cdot \tau'_R - \frac{2g\varrho}{9\eta} \left(a_{0\min}^2 \tau'^2_R + a_{0\min} k \tau'^2_R + \frac{k^2 \tau'^3_R}{3} \right). \quad (9)$$

Řešením rovnic (7) a (9) lze pak pro známé $a_{0\min}$ získat hodnoty τ'_R a τ'_D . Pro případ pístového toku $\tau = \tau'_R$.

3. Probíhá-li heterogenní nukleace bublin na zrnech písku, platí aditivní vztah (4) a rozpouštění písku a čerení nukleovaných bublin jsou časově navazující děje. Platí požadavek, že bublina nukleovaná na největším zrnu písku v okamžiku jeho rozpouštění nesmí klesnout níže, než odpovídá bodu A . Protože pro tento případ $a_0 \rightarrow 0$, lze upravit rovnici (7) takto:

$$v_G = \frac{h_D}{\tau_D} = \frac{2g\varrho k^2}{9\eta} \cdot \tau'^2_{RN}. \quad (10)$$

Pro vzdálenost h_{RN} platí ($a_0 \rightarrow 0$):

$$h_M - h_D = \frac{h_D}{\tau_D} \cdot \tau'_{NR} - \frac{2g\varrho k^2}{27\eta} \cdot \tau'^3_{RN}. \quad (11)$$

Kombinací rovnic (10) a (11) dostáváme

$$\frac{2h_D^{3/2}}{\tau_D^{3/2}} \cdot \left(\frac{\eta}{2g\varrho k^2} \right)^{1/2} + h_D - h_M = 0. \quad (12)$$

Pro $\tau'_D = \tau$ (pístový tok) platí

$$\frac{h_M}{h_D} \cdot \tau_D = \tau'_D. \quad (13)$$

Na základě následnosti nebo paralelnosti obou hlavních tavicích dějů můžeme tedy provést výpočty závislosti měrné spotřeby energie a výkonu na základních faktorech tavicího procesu. Z výsledků budou pak odhadnuty podmínky nebo

режимы вóгодне з hlediska обou карактеристикa и мoжнoсти прýмислoвe апликаце. Конкретизаци мoделoвeгo зарiженiя сy сyжe oвливнeны абсoлyтнiя хoднoты енергетичкeх спoтрeб и вýкoнy, зýстáвaя вшак зaчoвáны тeндeнцe вýвoжe карактеристик при змeнáх фактoрy. Слeдoванýми фактoрy в нáшeм прiпадe сy сy: тeплoтa (кoнстáнтнi в цeлeм тавицим прoстoрy), грaнyлoмeтриe пiскy, дрyх и кoнцeнтрaцe чeривa, стyпeн вyжитiя тавицигo прoстoрy (хoднoтa m' в рoвницe (5)) и мeхaничкe мiчáни тавeнинy при рoзпoуштeни пiскy. При вýпoчeтeх je мoжнo вyжити тeч знáмeх лaбoрaтoрнiх и тeорeтичкeх дaт, y нiчж лзe прeдпoклáдaт нeзáвислoст нa мeрiткy, т.ж. зeймeнa дaт пoписyјiчeх рoзпoуштeни пiскy и чoвáни бyблин.

ЗÁВĚР

Прeдлoжeнe тeорeтичкe пoдклáды ukazýји цeстy, як hledat oбeчнe мoжнoсти дoсáжeни нiзкeх енергетичкeх спoтрeб и высoкeх вýкoнy тавицих зарiженiя, вyчáзимe-ли прiмo з прýбeху тавицигo прoцeсy. Вyтчeнý úкoл oтвoрýдá цилi oзнáчeнeмy в прaвe чáсти тaбулкy I якo $[A + D]$. Прo jeho сплнeни je трeбa сoчeсáнe знáчeнe мнoжствi eкспeримeнтáлнiх дaт o прýбeху тавeни и чeрeни. Тaкoвá мeрeни былa в минyлeм oбдoбi прoвeдeнa в нáшi лaбoрaтoри в рáмeци стyдиa кинeтикy тавицигo прoцeсy и jeих вýслeды бyдoт дáлe пoужитy прo вýпoчeты нa зvоленeм мoдeлoвeм зарiженi. Дрyгá чáст прáцe сe прoтo бyдe зaбýвaт вливeм вyбрáнeх фактoрy нa глáвнi тавици кaрaктeристикy мoдeлoвeгo тавицигo прoстoрy, увáжyjem-ли пoлзe рoзпoуштeни пiскy. Дáлшi чáст прáцe сe пaк бyдe зaбýвaт стeжнýм прoблeмeм при увáжoвáни чeрeни сoчeсáнe с рoзпoуштeни пiскy и ukáжe нeкeтeрe мoжнoсти апликацe вýслeдкy нa рeáлнe тавици прoстoрy.

Literatura

- [1] Némec L.: Jour. Am. Ceram. Soc. 60, 436 (1977).
- [2] Némec L.: Prùbèžná zpráva o řešení DÚ IV-4-3/04 za období 1. 1. 1981—1. 9. 1983, SLS ČSAV a VŠCHT, Praha (1983).
- [3] Cooper A. R.: Jour. Am. Ceram. Soc. 43, 97 (1960).

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЛАВИЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ХОДА ПЛАВИЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Часть 1. Теоретическая часть

Лубомир Немец

*Общая лаборатория химии и технологии силикатов ЧСАН и ХТИ
166 23 Прага*

Удельное потребление энергии и мощность являются основными технологическими характеристиками стекловаренных плавильных пространств. При установлении их оптимальных величин до сих пор исходили из конкретной плавильной зоны, работу и ход которой оптимизировали прежде всего на основании опыта. Однако результаты теоретических лабораторных исследований основных плавильных процессов показывают, что характеристики обычных плавильных установок находят глубоко ниже теоретически достижимых пределов. Данная часть работы приносит теоретические основания, представляющие возможность проводить исследования некоторых основных факторов — температуры, размера зерна песка, типа и концентрации осветл-

теля, размера мертвого пространства и механического перемешивания расплава — и их влияния на обе основные характеристики в несложной модельной стакловаренной зоне. Теоретические основания исходят их расчета удельного потребления энергии, мощности плавильной зоны и растворения песка или удаления пузырей на так наз. наиболее пригодном пути через модельную плавильную зону.

Рис. 1. Факторы, оказывающие влияние на удельное энергетическое потребление при варке стекломассы.

Рис. 2. Схема модельной установки.

MAIN TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GLASS TANK MELTING ZONES FROM THE STANDPOINT OF THE COURSE OF THE MELTING PROCESS

Part I. Theory

Lubomír Němec

*Joint Laboratory for the Chemistry and Technology of Silicates, Czechoslovak Academy of Sciences
and Institute of Chemical Technology, 166 28 Prague*

Specific energy consumption and throughput are basic technological characteristics of glass-making melting zones. Efforts aimed at finding their optimum values have so far been based on the concrete melting zone whose operation was optimized, above all empirically. However, the results of laboratory investigations of the primary melting processes indicate that the characteristics of current existing tanks are deep below the theoretically attainable limits. The present theoretical account deals with basic data required for the study of elementary factors such as temperature, sand grain size, type and concentration of refining agent, size of the dead zone and mechanical stirring, and their effects on the two basic characteristics in a simple model melting zone. The theoretical data include calculation of specific energy consumption, throughput of the melting zone and dissolution of sand, and possibly also elimination of seed by the so-called least favourable path through the model melting zone.

Fig. 1. Factors influencing the specific energy consumption of glass melting.

Fig. 2. Schematic diagram of the model melting zone.

Seznam symbolů

- $a_{0\min}$ — počáteční poloměr nejmenší uvažované bubliny v souboru [m]
- h_B — vzdálenost, kterou urazí bublina na kritické dráze vzhůru v daném čase [m]
- h_D — největší vzdálenost, kterou smí urazit zrno písku na kritické dráze, probíhá-li heterogenní nukleace bublin [m]
- h_G — vzdálenost, kterou urazí sklovina na kritické dráze dolů v daném čase
- h_M — největší vzdálenost, kterou smí urazit zrno písku, popř. bublina, na kritické dráze [m]
- h_0 — celková výška hladiny skloviny v tavicím prostoru [m]
- h_{RN} — největší vzdálenost, kterou smí urazit na kritické dráze bublina nukleovaná na posledním zrnu písku [m]
- k — průměrná rychlost růstu bublin [m/s]
- m — podíl mrtvého prostoru stanovitelný např. izotopovou zkouškou
- m' — podíl mrtvého prostoru získaný z matematického modelování tavicího prostoru
- n_i — souřadnice kolmá k i -té stěně [m]
- t — teplota [°C]

- t_N — teplota, při níž dochází k nukleaci bublin na zrnech písku [°C]
 v_B — rychlost výstupu bubliny na kritické dráze [m/s]
 v_G — rychlost pohybu skloviny na kritické dráze [m/s]
 F_i — plocha i -té stěny [m²]
 K — bezrozměrná konstanta vyjadřující podíl průměrné doby zdržení skloviny v tavicím prostoru a doby zdržení na kritické dráze
 K' — bezrozměrná konstanta vyjadřující podíl průměrné doby zdržení skloviny na tzv. průchozích drahách a doby zdržení skloviny na průběžné kritické dráze
 P — výkon tavicího prostoru [kg/s]
 Q — měrná energetická spotřeba na tavení [kJ/kg]
 Q_{BG} — měrné teplo odváděné plynnými produkty rozkladu kmene [kJ/kg]
 Q_L — měrné ztráty [kJ/kg]
 Q_M — měrné teplo potřebné na ohřátí skloviny na technologickou teplotu [kJ/kg]
 Q_R — měrné reakční teplo [kJ/kg]
 V — objem skloviny v zařízení [m³]
 λ_i — součinitel tepelné vodivosti materiálu na i -té stěně [J/m . s . deg]
 η — dynamická viskozita skloviny [Pa . s]
 ρ — měrná hmotnost skloviny [kg/m³]
 $\bar{\tau}$ — střední doba zdržení skloviny v kontinuálním tavicím zařízení [s]
 τ' — střední doba zdržení na průchozích drahách tavicím prostorem [s]
 τ_D — čas potřebný k rozpouštění pevných částic písku [s]
 τ'_D — nejkratší doba, za kterou smí sklovina urazit vzdálenost $h_M = BA$ [s]
 τ_{rez} — časová rezerva tavicího procesu [s]
 τ_R — doba čeření primárních bublin z kmene [s]
 τ'_R — doba, za kterou nejmenší bublina dorazí z bodu B do bodu A [s]
 τ_{RN} — doba potřebná k vyčeření heterogenně nukleovaných bublin [s]
 τ'_{RN} — doba, za kterou poslední nukleovaná bublina urazí vzdálenost h_{RN} (viz obr. 2) [s]
 τ_{techn} — doba potřebná k uskutečnění tavicího procesu na kritické dráze [s]

PODLOŽKY PRO MAGNETICKÉ PAMĚŤOVÉ DISKY (8,89 cm) jsou vyráběny firmou Kyocera z keramiky s vysokou odolností proti korozi, nahrazující dosud užívaný hliník. Používá se hlinitá keramika s povlakem ze skla, protože podložka musí být opatřena materiálem s vysokou magnetickou permeabilitou. Roční produkce firmy bude činit 100 tis. těchto podložek.

Am. Cer. Soc. Bul., 65, 1986, č. 11, s. 1487

Fryntová

ŠTYRIA NAJVÄČŠÍ VÝROBCOVIA PLOCHÉHO SKLA sa v roku 1986 podieľali na svetovom trhu nasledovne: Pilkington Brothers (Veľká Británia) — 25 %; PPG Industries (USA) — 15 %; Saint Gobain (Francúzsko) — 15 %; Asahi (Japonsko) — 10 %.

Glass Industry, máj 1987 (Liška)

Pracovníci v továrnách na výrobu sklovláknitých izolačních materiálů sú vo zvýšenej miere ohrození rakovinou pľúc. Tento alarmujúci výsledok poskytol 22-ročný (1955—1977) zdravotnícky prieskum pracovníkov firmy Fiberglass Canada Inc. zamestnaných v továrni na sklovláknité izolácie v Sarnii (Ontario). Zistilo sa, že za sledované 22-ročné obdobie z 2500 mužov zamestnaných v tejto továrni aspoň na dobu troch mesiacov 21 doteraz zomrelo na rakovinu pľúc. Očakávaná hodnota, vyplývajúca z celkového výskytu tohto ochorenia je iba 12 úmrtí a zistený rozdiel je štatisticky významný. Na základe štúdia financovaného ministerstvom