

TEORETICKÁ MERNÁ POTREBA TEPLA PRE TAVENIE NIEKTORÝCH PRIEMYSELNÝCH SKIEL I

LADISLAV KOSA, KAROL KAZDA,* MOJMÍR KŘÍŽ,* IVO PROKS

Ústav anorganického chemie SAV, Dúbravská cesta 5, 809 34 Bratislava

*Výskumný a vývojový ústav sklársky, ul. SNP 20, 912 50 Trenčín

Došlo 21. 7. 1981

V práci je opísané stanovenie teplotnej závislosti teoretickej potreby tepla pre tavenie skiel (Δh_{melt}), s použitím „metódy dvojakej kalorimetrie z jednej vzorky“. Ako príklad bola určená závislosť Δh_{melt} obalového skla, utaveného zo suchého kmeňa, od teploty v rozsahu 1548 K ÷ 1835 K.

ÚVOD

Základnou veličinou pri bilancovaní spotreby tepla vo výrobe skla je teplo, ktoré sa spotrebuje pre tavenie, presnejšie povedané na prevedenie zmesi surovín o normálnej teplote na jednotku hmotnosti skloviny a plynné produkty tavenia pri taviacej teplote. Pomer tejto teoretickej špecifickej veličiny ku hodnote tepla, ktoré sa pri tvorbe uvažovanej hmotnostnej jednotky skutočne spotrebuje, sa nazýva tepelná účinnosť taviaceho agregátu. Je preto závažným nedostatkom, že teoretické potreby tepla pre tavenie sú známe len pre zloženia niektorých skiel a že ich hodnoty sú dosť neisté vzhľadom na rozdielnosť metód stanovenia a nedostatočnú definovanosť surovínovej skladby kmeňa. Táto práca vznikla z potreby získania tavných tepiel ďalších druhov skiel.

DOTERAJŠÍ STAV VEDOMOSTÍ

Základnú prácu na tomto poli vykonal C. Kröger a jeho spolupracovníci [1], [2], [3]. Ich údaje sa používali a doteraz používajú pri konštrukcii sklárskych pecí, pri tepelných bilanciách a hodnotení účinnosti taviaceho procesu. Sú to veličiny získané experimentálne. Doteraz nie je dostatok podkladov pre výpočet teoretickej potreby tepla na základe známeho zloženia kmeňa a skloviny. Len pre niektoré jednoduché sklá sú k dispozícii termodynamické veličiny, potrebné pre entalpické rozbery tavenia skiel. Napriek tomu sa v období od uverejnenia Krögerových prác venovalo málo pozornosti dopĺňovaniu týchto podkladov a nebola publikovaná práca podobného rozsahu ako [3]. Hlavným dôvodom je zrejme veľká náročnosť na experimentálne zariadenie a spoľahlivosť merania.

Z hore uvedenej definície teoretickej potreby tepla pre tavenie vyplývajú nasledujúce čiastkové príspevky k tejto veličine:

- teplo potrebné na zohriatie a vyparenie vody (vlhkosti),
- teplo potrebné na ohrev surovín (vrátane črepov) na teplotu, pri ktorej prebiehajú chemické reakcie medzi nimi,
- spotrebované teplo pri fyzikálnych premenách surovín,
- reakčné teplo, potrebné pre chemické procesy v kmeni,
- teplo potrebné na ohriatie utavenej skloviny a plynných produktov tavenia na maximálnu teplotu, ktorú dosahuje sklovina vo fáze čerenia.

Experimentálne stanovenie je väčšinou jediný spôsob získania spoľahlivých tepiel pre tavenie skiel. Priamou kalorimetriou [3] sa stanoví reakčné teplo vzniku

skla pri laboratórnej teplote. Pri tejto metóde sa k energii dodanej elektrickým ohrevom počas tavenia skla pripočíta kalorimetricky stanovená zmena entalpie reakčnej nádoby aj s jej obsahom pri ochladení na laboratórnu teplotu. Na základe stanovených rozpúšťacích tepiel všetkých zložiek kmeňa a skla, resp. ďalších produktov tavenia skla sa pomocou Hessovho a prípadne Kirchoffovho zákona vypočíta príslušné reakčné teplo pri uvažovanej teplote. Teoretická merná potreba tepla pre tavenie skla (Δh_{melt}) sa získa pripočítaním zmien entalpie produktov, pri ich zázehve na konečnú teplotu, k reakčnému teplu pri laboratórnej teplote. Experimentálne stanovená veličina Δh_{melt} závisí tak od teploty, ako aj od zloženia kmeňa a skloviny; empirické výpočty tejto veličiny, založené na aditivite termických údajov sú problematické.

Δh_{melt} pre konkrétne 3 druhy obalového skla stanovil Honolke [4] pomocou priamej kalorimetrie a Smrčková [5] použila na meranie entalpickej bilancie troch priemyselných skiel diferenčnú kalorimetriu. Príručky pre konštrukciu pecí [6], [7] doporučujú pre výpočty účinnosti pecí teoretické potreby tepla len pre štyri druhy skla a rôzny obsah črepov vo vsádzke. Vypočítané veličiny sa používajú v praxi s vedomím možnosti značných chýb. Často sa upúšťa od korekcie na priemernú vlhkosť kmeňa a prejavuje sa snaha pracovať s veličinami Δh_{melt} tak, akoby sa jednalo o uzančné parametre [8]. To prispieva k zhoršeniu exaktnosti tepelno-technických výpočtov.

Sú tiež rôzne názory na otázku, ktorá teplota a tým aj ktorá teoretická potreba tepla sa má brať do výpočtu účinnosti pece. Ak sa počíta s teplotou skloviny v mieste, kde opúšťa taviaci priestor alebo dokonca celú pec, účinnosť pece vychádza nižšia ako pri najvyššej teplote a je závislá od toho, akú tepelnú prípravu vyžaduje tvarovanie. Preto sa zdá správnejšie počítať s najvyššou teplotou, ktorú sklovina dosiahne v priebehu taviaceho procesu a ktorá je technologicky nutná pre získanie kvalitnej skloviny.

POUŽITIE METÓDY „DVOJAKEJ KALORIMETRIE Z JEDNEJ VZORKY“ NA STANOVENIE Δh_{melt}

V tejto práci sa teoretická merná potreba tepla pre tavenie niektorých skiel stanovila metódou „dvojakej kalorimetrie z jednej vzorky“ [9]. Táto nepriama metóda spočíva v určení relatívnej entalpie reaktantov a produktov, z ktorých sa počíta na základe Hessovho zákona zmena entalpie odpovedajúca uvažovaným procesom. Merná relatívna entalpia (h_{rel}) jednotlivých reakčných zložiek sa stanovuje vzhľadom na vhodne zvolený referenčný stav ako záporne vzatý súčet zmeny mernej entalpie pri ochladzovaní príslušnej zložky zo zvolenej teploty na teplotu 298 K (Δh_{cool}) a jej merného rozpúšťacieho tepla nameraného pri teplote 298 K v zmesi kyselín HF a $\text{HN}\bullet_3$ (objemový pomer 2 : 1) (Δh_{sol}):

$$h_{\text{rel}} = -(\Delta h_{\text{cool}} + \Delta h_{\text{sol}}). \quad (1)$$

Použitie metódy dvojakej kalorimetrie na stanovenie Δh_{melt} vyplynie z uvedenej definície tejto veličiny. Ak zložky, vstupujúce do procesu tavenia označíme indexom i a ich počiatočnú teplotu symbolom T_0 , produkty tavenia indexom j a ich konečnú teplotu symbolom T_2 , a ak kvôli zjednodušeniu predpokladáme, že reakcie medzi východiskovými zložkami prebiehajú pri teplote T_1 , môžeme vyjadriť entalpicú bilanciu procesu tavenia skla vzťahom

$$\Delta h_{\text{melt}} = \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \nu_i c_i(T) dT + \Delta h_r(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \sum_j \nu_j c_j(T) dT, \quad (2)$$

kde

- ν_i a ν_j sú koeficienty (s rozmerom kg zložky/kg skla), vyplývajúce z materiálovej bilancie
- prvý člen pravej strany rovnice predstavuje množstvo tepla, potrebné na ohriatie východiskových zložiek na teplotu reakcie (c je merná tepelná kapacita)
- $\Delta h_r(T_1)$ je merné reakčné teplo pri teplote T_1 , podľa uvažovanej reakčnej schémy
- tretí člen je teplo potrebné na zohriatie produktov tavenia skla na konečnú teplotu T_2 .

Reakčné teplo pri teplote T_1 je dané vzťahom

$$\Delta h_r(T_1) = \Delta h_r(T_0) + \int_{T_0}^{T_1} \sum_j \nu_j c_j(T) dT - \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \nu_i c_i(T) dT. \quad (3)$$

Dosadením vzťahu (3) za $\Delta h_r(T_1)$ v rovnici (2) dostaneme pre Δh_{melt} po úprave vzťah

$$\Delta h_{\text{melt}} = \Delta h_r(T_0) + \int_{T_0}^{T_2} \sum_j \nu_j c_j(T) dT, \quad (4)$$

v ktorom už nevystupuje teplota reakcie T_1 . Ak reakčné teplo pri teplote T_0 určíme pomocou rozpúšťacích tepiel jednotlivých zložiek pri tejto teplote

$$\Delta h_r(T_0) = \sum_i \nu_i \Delta h_{\text{sol},i}(T_0) - \sum_j \nu_j \Delta h_{\text{sol},j}(T_0) \quad (5)$$

a ak uvážime, že platí vzťah

$$\int_{T_0}^{T_2} \sum_j \nu_j c_j(T) dT = - \sum_j \nu_j \Delta h_{\text{cool},j}(T_2), \quad (6)$$

potom pre Δh_{melt} sa získa vzťah

$$\Delta h_{\text{melt}} = \sum_i \nu_i \Delta h_{\text{sol},i}(T_0) - \sum_j \nu_j \Delta h_{\text{sol},j}(T_0) - \sum_j \nu_j \Delta h_{\text{cool},j}(T_2). \quad (7)$$

Záporne vzatý súčet Δh_{cool} a Δh_{sol} príslušnej zložky určuje podľa (1) jej mernú relatívnu entalpiu, takže (7) prejde na rovnicu

$$\Delta h_{\text{melt}} = \sum_j \nu_j h_{\text{rel},j}(T_2) - \sum_i \nu_i h_{\text{rel},i}(T_0), \quad (8)$$

pretože hodnoty mernej relatívnej entalpie východiskových zložiek i sú až na znamienko rovné hodnotám ich rozpúšťacieho tepla pri tejto teplote.

Týmto postupom sme previedli vzťah (2) na vzťah (8), v ktorom vystupujú merné relatívne entalpie, merateľné metódou dvojakej kalorimetrie.

EXPERIMENTÁLNÁ ČASŤ

Experimentálne zariadenia

Merná relatívna entalpia príslušnej zložky pri zvolenej teplote sa určuje z veličiny Δh_{cool} , nameranej vo vhadzovacom kalorimetri, a z jej merného rozpúšťacieho tepla pri teplote 298 K (Δh_{sol}), nameranej v kalorimetri pre stanovenie rozpúšťacích tepiel, pričom na rozpúšťanie sa berie tá istá vzorka, pri ktorej sa predtým namerala Δh_{cool} . Podrobný opis kalorimetrov, ako aj postup merania na nich je uvedený v [10], [11].

Prípra va skiel

Z nasledujúcich sklárskych surovín bolo utavených v téglíku zo zliatiny PtRh 10 päť druhov skiel:

Obalové sklo: kremenný piesok, dolomit, technická sóda, technický sulfát

Bezalkalické

boritokremičité sklo: kremenný piesok, kaolín, technická H_3BO_3 , dolomit, vápenec, kazivec, technický sulfát, arzenik

Alkalické

boritokremičité sklo: kremenný piesok, technická sóda, technický KNO_3 , technický $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$, technický $\text{Al}(\text{OH})_3$, technický $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, technický NaCl , technická H_3BO_3

„Krištáľové sklo“: kremenný piesok, technická sóda, technický $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$, dolomit, technický sulfát, technický KNO_3 , technický NaCl , technický BaCO_3

Olovnatý krištáľ: kremenný piesok, technická sóda, technický $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$, mínium, technický KNO_3 , technický ZnO , arzenik, technický $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$

Prehľad stanovovaných termodynamických veličín

Pre stanovenie mernej teoretickej potreby tepla pre tavenie jednotlivých skiel sa namerali teplotné závislosti mernej relatívnej entalpie ich tavenín vo vhodne zvolených teplotných intervaloch a merné rozpúšťacie tepla týchto surovín pri teplote 298 K: kremenný piesok, dolomit, kaolín, vápenec, technická sóda, technický sulfát, technická H_3BO_3 , technický KNO_3 , technický $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$, technický $\text{Al}(\text{OH})_3$, technický $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, technický BaCO_3 a technický ZnO . Δh_{sol} technického NaCl a mnia sa určili nepriamo. Teplotné závislosti Δh_{cool} CO_2 , SO_2 , O_2 a N_2 , ktoré sú popri sklách produktami ich tavenia sa zistili z tabulárnych údajov [12] a teplotná závislosť $h_{\text{rel,H}_2\text{O,g}}$ sa určila z tabulárnych údajov [12, 13] a z nameraného $\Delta h_{\text{sol,H}_2\text{O,l}}$ v nami použivanej rozpúšťacej zmesi. U ďalších plynných produktov uvoľňujúcich sa pri tavení skla a to $\text{HF}(\text{g})$, $\text{HCl}(\text{g})$, resp. $\text{HBO}_2(\text{g})$, $\text{NaBO}_2(\text{g})$ a $\text{PbO}(\text{g})$ [14] sa stanovili teplotné závislosti ich h_{rel} z ich Δh_{sol} (vypočítaných na základe nameraných merných rozpúšťacích tepiel iných látok a tabulárnych zlučovacích tepiel) a z teplotných závislostí ich merných tepelných kapacít c prevzatých z tabuliek [12].

Stanovenie teplotnej závislosti Δh_{melt} obalového skla
v teplotnom intervale 1548 ÷ 1835 K

Ako príklad použitia nameraných a tabelárnych údajov na stanovenie teoretickej mernej potreby tepla pre tavenie skla uvedieme stanovenie tohto tepla pre obalové sklo. Východiskovými zložkami pri tavení obalového skla sú kremenný piesok, dolomit, technická sóda, technický sulfát a konečnými zložkami procesu tavenia tohto skla sú tavenina obalového skla, CO₂, SO₂, O₂ a H₂O; zloženie taveniny obalového skla (v zátvorkách sú uvedené číselné hodnoty hmotnostných zlomkov v hmotn. %): SiO₂ (72,3), Al₂O₃ (0,5), TiO₂ (nestan.), Fe₂O₃ (0,04), CaO (6,8), MgO (4,5), Na₂O (15,5), nestanov. zložky (0,36).

Na vhadzovacom kalorimetri sa namerala zmena mernej entalpie taveniny obalového skla pri jej ochladzovaní zo zvolených teplôt v rozmedzí $T = 1548 \div 1835$ K na teplotu 298 K ($\Delta h_{\text{cool},m}(T)$) (m -symbol pre taveninu). Pre každú vzorku, pri ktorej sa namerala $\Delta h_{\text{cool},m}$ taveniny obalového skla sa stanovilo jediné merné rozpúšťacie teplo jej skla ($\Delta h_{\text{sol},m}$); z týchto veličín sa určilo priemerné merné rozpúšťacie teplo obalového skla ($\Delta h_{\text{sol},m,\varphi}$). Hodnoty merných rozpúšťacích tepeí sú totiž v rámci chýb rovnaké a teda poukazujú na to, že zmena vlastností rôznych vzoriek tohto skla v rozmedzí transformačných teplôt je približne tá istá. Namerané hodnoty $\Delta h_{\text{cool},m}$; $\Delta h_{\text{sol},m}$ a hodnota $\Delta h_{\text{sol},m,\varphi}$ sú udané v tabuľke I. Sčítaním

Tabuľka I

Namerané, resp. počítané číselné hodnoty zmien entalpie pre obalové sklo

$\frac{T}{\text{K}}$	$\frac{-\Delta h_{\text{cool},m}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$	$\frac{-\Delta h_{\text{sol},m}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$	$\frac{-\Delta h_{\text{sol},m,\varphi}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$	$\frac{h_{\text{rel},m}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$	$\frac{h_{\text{rel},m,\varphi}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$
1548	1553,6	2740,6	2738,0	4291,6	4290,5
1626	1671,1	2730,9		4409,1	4410,9
1749	1863,4	2742,8		4601,4	4600,8
1835	1995,7	2737,7		4733,7	4733,6

veličín ($-\Delta h_{\text{cool},m}$) a ($-\Delta h_{\text{sol},m,\varphi}$) pre jednotlivé teploty sa stanovili merné relatívne entalpie taveniny obalového skla ($h_{\text{rel},m}$), z ktorých sa vypočítala metódou najmenších štvorcov teplotná závislosť $h_{\text{rel},m}$ obalového skla v tvare

$$\frac{h_{\text{rel},m,\varphi}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}} = 1,9002 \cdot 10^3 + 1,5441 \frac{T}{K} \quad (9)$$

s chybou $\delta(h_{\text{rel},m,\varphi}) = 3,3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (φ je symbol pre štatisticky vypriemerovanú veličinu). Z rovnice (9) dostaneme mernú tepelnú kapacitu taveniny obalového skla

$$c_{m,\varphi} = 1,5441 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad (10)$$

ktorú možno použiť len pre teplotný interval 1548 ÷ 1835 K. Hodnoty $h_{\text{rel},m}$ ako aj hodnoty $h_{\text{rel},m,\varphi}$ vypočítané podľa vzťahu (9) sú tiež uvedené v tabuľke I.

Pri určovaní teplotných závislostí h_{rel} CO₂, SO₂ a O₂ sme vyšli z predpokladu nerozpustnosti CO₂, SO₂ a O₂ v nami používanom rozpúšťadle HF a HNO₃. V dôsledku toho sme zanedbali Δh_{sol} týchto zlúčenín, takže h_{rel} CO₂, SO₂ a O₂ pri zvolenej teplote sú dané len teplom, potrebným na ich zahriatie z teploty 298 K na zvolenú teplotu. Toto teplo možno určiť pre CO₂, SO₂ a O₂ zo známych teplotných

závislosti ich merných tepelných kapacít udaných v tabuľkách [12]. Teplotná závislosť $h_{\text{rel}, \text{H}_2\text{O}, \text{g}}$ sa určila na základe nameraného $\Delta h_{\text{sol}, \text{H}_2\text{O}, 1}$ v nami používanej rozpúšťacej zmesi ($\Delta h_{\text{sol}, \text{H}_2\text{O}, 1} = -166,4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$), $c_{\text{H}_2\text{O}, 1}$ prevzatej z tabuliek [13], merného výparného tepla H_2O pri teplote 373 K [13] a teplotnej závislosti $c_{\text{H}_2\text{O}, \text{g}}$ [12]. Sumáciou jednotlivých členov sa získal vzťah

$$\frac{h_{\text{rel}, \text{H}_2\text{O}, \text{g}}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}} = 2,105 \cdot 10^3 + 1,666 \frac{\text{T}}{\text{K}} + 2,975 \cdot 10^{-4} \frac{\text{T}^2}{\text{K}^2} - 1,859 \cdot 10^3 \frac{\text{T}^{-1}}{\text{K}^{-1}}. \quad (11)$$

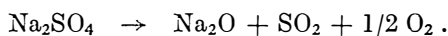
Merné relatívne entalpie kremenného piesku, dolomitu, technickej sódy a technického sulfátu pri teplote 298 K sú dané zápornými Δh_{sol} v nami používanej rozpúšťacej zmesi HF a HNO_3 pri tejto teplote. Ich priemerné hodnoty sú v tabuľke II.

Tabuľka II

Merné rozpúšťacie tepla sklárskych surovín pre obalové sklo

Surovina	Kremenný piesok	Dolomit	Technická sóda	Technický sulfát
$-\frac{\Delta h_{\text{sol}, \varphi}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}}$	2336 ± 30	$752,7 \pm 8,4$	922 ± 12	168 ± 18

Vo vzťahu (8) pre výpočet Δh_{melt} pre tavenie skla vystupujú okrem veličín h_{rel} jednotlivých zložiek, zúčastňujúcich sa procesu tavenia skla, aj ich koeficienty ν . Hmotnosti kremenného piesku, dolomitu, technickej sódy a technického sulfátu potrebné pre utavenie obalového skla boli dané technologickým predpisom. Hmotnosť CO_2 , uvoľneného pri tavení obalového skla, sa určila z obsahu CO_2 v dolomite a z obsahu Na_2CO_3 v technickej sóde. V technickej sóde sa uvažovala tiež prítomnosť vody. Hmotnosti SO_2 a O_2 uvoľnené pri tavení obalového skla sa stanovili z rozkladnej reakcie podľa schémy



Dosadením teplotných závislostí h_{rel} konečných a východiskových zložiek procesu tavenia obalového skla a ich koeficientov ν do vzťahu (8) sa získala po prepočítaní na 1 kg skla teplotná závislosť Δh_{melt} obalového skla pripraveného zo suchého kmeňa

$$\frac{\Delta h_{\text{melt}}}{\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}} = -2,720 \cdot 10^2 + 1,7769 \frac{\text{T}}{\text{K}} + 2,5365 \cdot 10^{-5} \frac{\text{T}^2}{\text{K}^2} + 4,0750 \cdot 10^3 \frac{\text{T}^{-1}}{\text{K}^{-1}}, \quad (12)$$

z ktorej možno vypočítať teoretickú mernú potrebu tepla pre tavenie obalového skla pri zvolených teplotách z intervalu $1548 \div 1835 \text{ K}$.

LITERATÚRA

- [1] Kröger C.: *Glast. Berich.* 26, 202 (1953).
- [2] Kröger C., Janetzko W., Kreitlow G.: *Glast. Berich.* 31, 221 (1958).
- [3] Kröger C.: *Wärmebedarf der Silikatglasbildung*, Köln und Opladen 1958.
- [4] Honolke B.: Výskumná správa VPOLS Teplice, 1963.
- [5] Smrčková O.: *Silikáty* 17, 169 (1973).
- [6] Günther R.: *Glass melting tank furnaces*, Sheffield, 1958.
- [7] Mainer V.: *Sklářské pece*, SNTL, Praha 1967.
- [8] Scohy M.: *Silicates Industriels*, 38, 49—56, 77—83, 107—110, (1973).
- [9] Eliášová M., Proks I., Zlatovský I.: *Silikáty* 22, 97 (1978).
- [10] Proks I., Eliášová M., Zlatovský I., Zauška J.: *Silikáty* 21, 253 (1977).
- [11] Proks I., Eliášová M., Pach L., Zlatovský I.: *Chem. Zvesti* 21, 908 (1967).
- [12] Barin I., Knacke O.: *Thermochemical Properties of Inorganic Substances*. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Verlag Stahlisen m.b.H., Düsseldorf 1973.
- [13] Kubaschewski O., Evans E. L. L., Alcock C. B.: *Metallurgical Thermochemistry*. Pergamon Press, Oxford, London Edinburgh, New York, Toronto, Sydney, Paris, Braunschweig 1967.
- [14] Volf M. B.: *Chemie skla*, SNTL, Praha 1978.

THEORETICAL SPECIFIC HEAT CONSUMPTION IN THE MELTING
OF SOME COMMERCIAL GLASSES I

Ladislav Kosa, Karol Kazda,* Mojmir Kříž,* Ivo Proks

*Institute of Inorganic Chemistry, Slovak Academy of Sciences, Bratislava,
Glass Research and Development Institute, Trenčín

The "double calorimetry on one sample" method was used to determine the theoretical specific heat (Δh_{melt}) required for the melting of silicate glasses. By measuring in the drop calorimeter and in that for measuring the heat of solution, the temperature dependences of specific relative enthalpies of glass melts Δh_{rel} are established in a suitably selected temperature interval, together with specific heats of solution of the individual glass batch components at room temperature. Using these data and the tabellated temperature dependences of thermal capacities of the gaseous melting products and by utilizing the material balance of the process, the temperature dependences of Δh_{melt} are determined. The temperature dependence of Δh_{melt} for container glass was determined as an example (12).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ТЕПЛА
ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТЕКОЛ I

Ладислав Коса, Карол Казда*, Моймир Кржиж*, Иво Прокс

*Институт неорганической химии САН, Братислава
Научно-исследовательский и проектный институт стекла, Тренчин

„Методом двойной калориметрии из одной пробы“ пользовались для определения теоретического удельного тепла (Δh_{melt}), необходимого для плавления силикатных стекол. Измерением с помощью калориметра сбрасывания и калориметра для установления теплот растворения определяются температурные зависимости удельных относительных энтальпий расплавов стекол (h_{rel}) в пригодно подобранном температурном интервале и удельные теплоты растворения компонентов стекломассы при лабораторной температуре. При помощи приводимых данных и табелизованных температурных зависимостей удельных теплоемкостей газообразных продуктов плавления стекол и применением материального баланса данного процесса устанавливаются температурные зависимости Δh_{melt} . В качестве примера использовали зависимость Δh_{melt} тарного стекла (12).