

# Význam tekutej fázy pri syntéze hydraulických vápenatých silikátov

## Složky cementov silikátových.

Pilierom hydraulických vlastností portlandských cementov je trikalciúmsilikát ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , skrátene  $\text{C}_3\text{S}$ , predtým alit<sup>1)</sup>). V portlandských cementoch býva ho 50 až 75 %.

Trikalciúmsilikát tvorí sa v čistej smesi  $3\text{CaO} + \text{SiO}_2$  pri teplote  $1450\text{--}1500^\circ\text{C}$ , pri teplotách nad  $1900^\circ\text{C}$  ako i pod  $1250^\circ\text{C}$  je nestály a rozpadáva sa zvoľna na  $\text{C}_2\text{S}$  a  $\text{CaO}$ . Toto je jeden z dôvodov, prečo treba rýchle chládiť portlandský slínok pri odťahovaní z peci.  $\text{C}_3\text{S}$  rozpúšťa vo svojich kryštalloch niečo iných kyslíčnikov, podľa F. M. Lea a T. W. Parkera<sup>2)</sup> 3 % svojej váhy, podľa W. Jandera a J. Wuhnera<sup>3)</sup> až 7 % svojej váhy z  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ .

V slínkoch pálených šachtovým spôsobom niekedy na lomej ploche vidieť značné množstvo ligotavých kryštálov  $\text{C}_3\text{S}$ . Tieto bývajú niekedy väčšie u šachtových slínkov než u rotačných a to preto, že u syntézy slínkov v peci šachtovej je rýchlosť vznikania kryštalizačných zárodkov menšia, ako rýchlosť vzrastu kryštálov a tak vytvorí sa kryštálov menej, ale väčších. Slínky z modernejších šachtových pecí sa mikroskopicky veľmi blízka veľkosťou kryštálov  $\text{C}_3\text{S}$  veľkosti kryštálov  $\text{C}_3\text{S}$  u rotačných slínkov.

Ďalšou syntetickou složkou pevnej fázy je  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , ktorého forma alfa je štabilná nad  $1420^\circ\text{C}$ , forma beta medzi  $1420$  a  $675^\circ\text{C}$  a forma gamma pod  $675^\circ\text{C}$ . Známy zjav rozsýpania slínku býva niekedy spôsobený premenou beta- v gamma-formu so zmenou špecifickej váhy a vzrastom objemu o 10 %. Prihradové cementy, najmä švédske a americký Hoover-damm-cement obsahujú alfa a beta formy  $\text{C}_2\text{S}$  až 50 %.

## Syntéza v práškovitom a tekutom prostredí.

Tvorbou  $\text{C}_3\text{S}$  v pevnej fáze zaoberalo sa mnoho silikátových chemikov z popudu vyrábať čistý  $\text{C}_3\text{S}$  s predpokladaným maximom na pevnosti, ako čistý koncentrovaný produkt. Aby takáto reakcia v pevnej práškovitej forme mohla vôbec nastať, treba splniť tieto predpoklady:

1. Treba dosiahnuť takú vysokú teplotu, aby bola umožnená výmena miest v kryštál. štruktúre na aktívnych rohoch a hranách kryštálov. U  $\text{C}_3\text{S}$  je teplota limitovaná nebezpečenstvom rozkladu pri  $1900^\circ\text{C}$ .

2. Treba mať takú blízkosť reagujúcich molekúl, aby bol styk atomov a atomových skupín čo najčastejší. To dosiahneme zvýšením reakčného povrchu, veľkou jemnosťou smesi a stlačením smesi pod značným tlakom tak, aby plochy zrn na seba čo najviac doliehaly a aby medzerovitosť v smesi práškovitých zrn bola čo najmenšia.

Dnes vieme, že atomy, atomové skupiny a molekuly môžu putovať po povrchu kráštalov, pokým nenajú takú potenciálnu orientáciu, aby mohli chemicky odreagovať alebo kryštalizačne sa umiestiť, tvoriac tak vzrast kryštalov. Práce Tammanna<sup>4)</sup>, Janderovej<sup>5)</sup>, Nagaiho<sup>6)</sup> a ďalších zaoberajú sa týmito problémami. Závislosť tejto reakcie na teplote vyjadrená je pomerne dobre vzorcom Brauneho<sup>5)</sup>:

$$K = C \cdot e^{-\frac{q}{RT}}$$

kde C je faktor závislý na difúznej rýchlosti a veľkosti zrn a q vyjadrovaný ako „uvoľňovacie teplo“, R plynová konštanta a T absolútna teplota. Reakčná rýchlosť K je však tiež lineárne nepriamo úmerná štvorcu priemeru reagujúcich zrn.

Reakčné rýchlosti sú však veľmi malé, následok to malej pravdepodobnosti vzájomných srážok atomov, resp. atomových skupín a molekúl oproti reakčným rýchlostiam v tekutých prostrediach. Príprava čistého C<sub>3</sub>S znamenala by niekoľkonásobné pálenie s nasledujúcim novým a novým rozomielaním, čo je pre prax vo veľkom úplne nevhodný spôsob.

Reakcie v tekutom prostredí prebiehajú nepomerne rýchlejšie a dokonalejšie. Pravdepodobnosť stretania ionov, atomov, atomových skupín, molekúl a koloidných častíc je oveľa väčšia než po povrchu pevnej fázy. I putovné dráhy sú pomerne kratšie. Napomáha ďalej podstatne i disociácia molekúl v tekutej fáze. Rozdiel vidíme v tom, že tvorba C<sub>3</sub>S bez tekutej fázy, ako je známe z praxe, trvá mnoho hodín, v tekutej fáze len minúty.

### Vplyvy na tekutú fázu.

Tekutým médium pri tvorbe C<sub>3</sub>S a C<sub>2</sub>S môžu byť len taveniny nízkotavitelných slúčenín trojuholníka CaO—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pri tvorbe portlandského slínku má táto tavenina pre každú teplotu určité presné slozenie; hovoríme o eutektickom složení. Toto eutektické slozenie mení sa však i hlinitanovým modulom (t. j. pomerom Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pochopiteľne, vzhľadom na rôznu nasýtiťelnosť Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vápnom. Tak pri teplote 1338°C a pri hlinitanovom module 0,5 má podľa Lea a Parkera<sup>7)</sup> slozenie: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 28%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14%, SiO<sub>2</sub> 5%, zvyšok CaO. Pri hlinitanovom module 10 má slozenie: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 30%, SiO<sub>2</sub> 8% a zvyšok CaO. Teplota topenia eutektika mení sa tiež hlinitanovým modulom a má ostré minimum asi pri module 1,5 pri teplote 1338°C. Pri hlinitanovom module 10 činí asi 1413°C.

Reakčné rýchlosti slínku sú podmienené predovšetkým bodom topenia eutektika, hlavne sú však funkciou difúznej rýchlosti ionov, atomov a molekúl, prípadne ich shlukov, koloidov. Zo Stokes-Einsteinovho vzorca difúznej rýchlosti

$$D = \frac{R \cdot T}{N} \cdot \frac{1}{6 \cdot \pi \cdot \eta}$$

kde  $R$  je plynová konštanta ( $8,31 \cdot 10^7$  ergov),  $T$  absolútna teplota ( $^{\circ}\text{K}$ ),  $N$  Avogardovo číslo ( $6,05 \cdot 10^{23}$ ),  $\rho$  = priemer hydrodynamicky pôsobiacich častíc a  $\eta$  je vnútorné trenie tekutej fázy (čiže viskozita taveniny). Vidíme nepriamu závislosť na viskozite  $\eta$ , čiže priamu na fluidite  $\frac{1}{\eta}$ . Reakcia bude teda o to rýchlejšia, čím tekutejšia je tavenina, lebo tým je menší odpor proti difúzii častíc.

Vplyv okolností na viskozitu si treba teda osobite všímať. Predovšetkým je to zvyšovanie teploty, čo úmerne snižuje viskozitu a to u eutektickej taveniny o hlinitanovom module 3,3 z 10 poise, podľa E n d e l l a H e n d r i c k x a<sup>8)</sup> pri  $1335^{\circ}\text{C}$  na 4 poise pri  $1450^{\circ}\text{C}$ . Znamená to teda prakticky, že zvýšením teploty, hovoríme ostrejším pálením, rýchlejšie, t. j. ľahšie a dokonalejšie dôjde k syntéze  $\text{C}_3\text{S}$  a  $\text{C}_2\text{S}$ .

S klesajúcim hlinitanovým modulom klesá aj viskozita, tak pri  $1400^{\circ}\text{C}$  pri module 3,3 číí viskozita 6 poise, pri module 1,4 len 3 poise.

Viskozitu eutektických tavenín portland. typu zväčšuje:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a veľké množstvo  $\text{CaO}$ , naproti tomu snižuje viskozitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  a konečne  $\text{CaF}_2$ . Podľa poradia účinku na sníženie viskozity najviac snižuje túto  $\text{CaF}_2$ , potom nasleduje  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , v malej miere  $\text{CaO}$ , najmenej  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Veľmi zaujímavý je tu vplyv  $\text{CaF}_2$ , ktorý v základnom eutektiku v množstve 0,7% pôsobí najintenzívnejšie na tekutú fázu. Pri množstve 3%  $\text{CaF}_2$  a vyššie dostavuje sa mohutný mineralizačný účinok napomáhajúci veľmi rýchlu kryštalizáciu skloviny a zvyšujúci množstvom kryštalizačných zárodkov viskozitu. 1% om  $\text{CaF}_2$  na tekutú fázu sniži sa podľa E n d e l l a a H e n d r i c k x a<sup>8)</sup> viskozita asi o 30%. Taký istý efekt dosiahneme iba s 2,5% nou prísadou  $\text{MnO}$  alebo 7% nou prísadou  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a azda nijakou inou hmotou, obvykle sa v slínkovej hmote vyskytujúcou. Zvýšenie  $\text{MnO}$  alebo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  o také veľké množstvo bolo by s chemickej stránky závadné, naproti tomu 0,7%  $\text{CaF}_2$  nemá nepriaznivého vplyvu na prevádzku alebo kvalitu cementu, ako to potvrdzuje i prax, najmä na šachtovkách.

K ďalším účinkom  $\text{CaF}_2$  ako aj k ich významu sa ešte vrátíme.

Vplyv viskozity na reakčnú rýchlosť je teda jasný. Viskozita však pôsobí významne aj pri transfúzii tekutej fázy v buničitej kostre šachtových nedopálených slínkov. Podľa Poiseuilleovho vzorca

$$v = \frac{\pi \cdot p \cdot r^4 \cdot t}{8 \cdot l \cdot \eta}$$

ubúda odpor proti transfúzii štvrtou mocninou priemeru kapilár a priamou úmerou s viskozitou. Že transfúzia tekutej fázy hrá značnú úlohu pri rozdelení reakčných tekutín po kostre z vyšľa-

lov silikátových, dokazuje napríklad odtransfundovanie nízkotepeltných železnatých slúčenín z bielych prepalov ťachtových slínkov.

Šťastná shoda okolností, spojujúca pórovitú kapilárnu štruktúru ťachtového slínku so sklonom transfúzie nízkotavitelnej tekutej fázy, napomáha vyrovnávanie veľkých výkyvov chemického složenía spôsobených nerovnomernosťou zrnienia koksu (resp. jeho zvyšujúceho popola).

Podľa Waldenovho pravidla úmerne s klesajúcou viskozitou stúpa elektrická vodivosť, a to tak, že súčin z elektr. vodivosti a viskozity dáva podľa J. Frenkela<sup>9)</sup> konštantu rovnú asi 0,7. Celkom ideálny je tento prípad, pravda, len pri úplnej elektrolytickej disociácii, čo však nebýva vždy pravidlom. Kryštalické produkty reakcie a komplexné slúčeniny bývajú príčinou týchto odchýliek.

S klesajúcou viskozitou stúpa vcelku elektrická vodivosť a tým i reakčná rýchlosť.

Celkove vidíme, že môžeme i technicky ovládať rýchlosť syntézy portlandských slínkov a ostatných podobne slíkováných hmôt niekoľkými spôsobmi:

1. menením teploty reguláciou paliva, pričom máme nevýhodu s palivovým popolom, najmä u ťachtového spôsobu výroby slínku ( $T$  vo vzorci Stokes-Einsteinovom).

2. menením viskozity tekutej fázy pri slíkovacej teplote a tým aj menenie elektrickej vodivosti pomocou  $CaF_2$ ,  $Fe_2O_3$ , prípadne inými prísadami ( $\eta$  vo vzorci Stokes-Einsteinovom a Poiseuilleovom).

3. ovládaním štruktúry kapilár pomedzi spiekajúcimi sa zrnami surovinovými. ( vo vzorci Stokes-Einsteinovom a  $r$  a  $\eta$  vo vzorci Poiseuilleovom.)

4. veľkosťou špecifického, súčasne reakčného povrchu, t. j. jemnosťou mletia surovinevej múčky. ( $\rho$  vo vzorci Stokes-Einsteinovom).

5. a konečne samým množstvom tekutej fázy, prakticky zvýšením obsahu najmä  $Fe_2O_3$  a  $Al_2O_3$ , v produkte teda zvýšením skloviny.

Množstvo tekutej fázy je však technicky limitované určitým maximom a určitým minimom, hodnotami závislými na technologických pomeroch. Tak ležia hranice tekutej fázy u slínkov z rotačných pecí medzi 17 až 25%, zo ťachtových pecí medzi 22 až 30%, teda vyššie<sup>7)</sup>. Spodná hranica je daná pravdepodobnosťou vyplnenia všetkých pórov pri taviacom procese a tým je dosiahnutá istota úplnej reakcie. Horná hranica je daná technicky nebezpečenstvom spiekania a pripiekania na murovanie pecí. Je však aj iná príčina medzrať vysoko balastnú tekutú fázu, ide to totiž na úkor  $C_3S$  a  $C_2S$ , teda vlastnej hydraulicity. Rozdiel v spodnej hranici medzi ťachtovým a rotačným spôsobom pálenia spočíva v roz-

diele teploty pálenia a tým vlastne viskozity tekutej fázy. Rozdiel v hornej hranici je zasa daný nebezpečenstvom väčšej prilnavosti na šamot, u rotač. slínku deformáciou rotačným pohybom a hutnejšou štruktúrou slínku pri vyššej teplote.

### Osobitné vplyvy kazivca.

Vráťme sa teraz k vplyvu hmoty, ktorá podľa prác mnohých autorov najviac snižuje viskozitu, t. j. ku vplyvu kazivca. Napomáha predovšetkým syntézu feritov, aluminátov a silikátov snižujúc priamo (podľa japonských autorov<sup>10</sup>) bod teploty tvorby týchto o 120 až 200°C pri prísade asi 1%  $\text{CaF}_2$ . Rápidne stekutenie složíek, tvoriacich tekutú fázu, považujeme za jednu z najvýznamnejších funkcií kazivca.

Ďalšou veľmi dôležitou vlastnosťou kazivca je jeho mineralizačná schopnosť. Je podnecovateľom rýchlej tvorby kryštalizačných zárodokov v tekutej fáze a zapríčiňuje tak v krátkom čase spontánnu kryštalizáciu tekutej fázy, tvoriac súčasne z veľkého množstva kryštálok cestovitú konzistenciu tejto. Tak pri množstve 3% na tekutú fázu, t. j. asi 0,5—0,7%  $\text{CaF}_2$  na portlandskú surovinu, veľmi rýchle za syntézou  $\text{C}_3\text{S}$  a  $\text{C}_2\text{S}$  nasleduje táto cestovitá konzistencia zabraňujúca nalepenie kazivcovanej masy na šamot pecí (Endell a Hendrickx<sup>8</sup>). Malé množstvá kazivca napr. 0,2—0,3% pôsobia síce to isté sníženie viskozity tekutej fázy, avšak mineralizačná účinnosť sa ešte nedostavuje. Zdá sa, ako keby malé množstvo  $\text{CaF}_2$  (0,3 až 0,3% na surovinu) bolo pre napiekanie nebezpečnejšie ako množstvo 0,7—1,0%  $\text{CaF}_2$ , čo sa v praxi šacht. pecí i skutočne ukazuje.

Táto mineralizačná schopnosť má však ešte iný význam. Ako správne dokazujú niektorí autori posledných rokov, nastane pri normálnom chladení okrem už uvedenej premeny beta na gamma  $\text{C}_2\text{S}$  počas pomalého ochladenia pri teplote 675°C tiež rozsýpanie slínku po úplnom ochladení až po niekoľkých dňoch (teda nie premena beta-gamma  $\text{C}_2\text{S}$ ). Rozsýpanie toto dá sa vysvetliť jedine ako následok kryštalizácie prechladenej skloviny stárnutím vplyvom kryštalizačných zárodokov, spôsobených kazivcom alebo inej, doteraz nešpecifikovanej složky. Tu sa možno zmieniť o takzv. nových rozpínavých silikátoch (Spreizsilikate) E l s n e r o v ý c h<sup>11</sup>) v rozsypoch takýchto slínkov sa nachádzajúcich, ktoré rozhodne nie sú gamma- $\text{C}_2\text{S}$  ani  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , a kryštalizačným rozpínaním trhajú sklovinu.

Treba sa zmieniť aj o mnou pozorovanom vplyve prítomnosti  $\text{CaF}_2$  na rozdelenie alkálií v prevádzke šachtových pecí. Bez prísady kazivca tvoria sa niekedy medzi normálnymi tmavými slínkami partie slínku hnedého, taveného, silne hygroskopického, obsahujúceho podľa výbrusov a naleptaní podľa Tavasciho veľa voľného  $\text{CaO}$  a pri tom mnoho skloviny, obsahujúcej veľa alkálií. Obsah alkálií činí v tomto slínku až 9%. Keďže ani surovina, ani pali-

vový popol neobsahujú ani v celku, ani v partiách príležitostne viac ako 1% alkálií, mohli vzniknúť slínky s vysokým obsahom alkálií len nashromaždením týchto sublimáciou v periodických intervaloch, čo sa rozhodne nestávalo pri pravidelnej prísade kazivca.

Nepriaznivým vplyvom kazivca je, že pri pomalom chladení slínku obsahujúceho  $C_2S$ , napomáha v premene formy beta v gamma  $C_2S$ . Pomalé chladenie, najmä na vysokovýkonných peciach temer nenastáva, vyjmúc výnimočných dlhotrvajúcich prevádzkových zariadení „pod ohňom“

Zdá sa ďalej, že kazivec má tiež rozhodujúci vplyv vo smere riadenia tvorby rôznych druhov vápenatých silikátov a rovnováhy medzi nimi. Tu však ostáva ešte mnoho otázok otvorených.

### Chladenie tekutej fázy.

Po skončení slinkovacieho procesu, obyčajne o hodne neskôr, prechádza slínok z pásma slinkovacieho do pásma chladiaceho, v ktorom u pecí rotačných sa tepelný spád pohybuje asi 8 až  $20^{\circ}C/min$ , u šachtoviek 5 až  $30^{\circ}C/min$ . Teória o pomalom chladení na moderných šachtovkách patrí už minulosti. Výnimky tvoria prevádzky s hrubým koksom, kde doháranie koksu v dlhom pásme spomaľuje chladenie. Okrem toho treba uvážiť, že vzduch v šachtovkách má bezprostrednejší a intenzívnejší styk s celým slínkom.

Sled fyzikálnych a chemických zmien pri rýchlom ochladení, t. j. asi  $200$  až  $500^{\circ}C/min$ , nie je veľmi zaujímavý. Tekutá fáza premení sa okamžite na pevné sklo rovnakého zloženia, ako bola tavenina. Pri pomalšom chladení nastane posun zloženia tekutej fázy a časť kryštalizuje. Sklo však, ako sme sa zmienili o prísade 3%  $CaF_2$  na tekutú fázu, môže obsahovať značné množstvo kryštalizačných zárodkov, ktoré potom pozvoľna rozpracovávajú sklovinu, ktorá sa vnútornými napätiami rozšýpa.

Pri náhlom chladení slínku nastáva vplyvom rôznej rozťažnosti  $C_2S$  a skloviny potrhávanie kryštálov  $C_3S$ , resp.  $C_2S$ , ako ukázali vo svojej práci B. T a v a s c i a A. C e r e s e t o<sup>12)</sup>.

Pri úplne pomalom chladení nastáva kryštalizácia skloviny, pri čom je daná možnosť premeny beta-gama  $C_2S$  pevnej fázy spojená s rozsypaním slínku.

Vo zvolna chladenej sklovine okrem kryštálov celitu ( $C_4AF$ ) vyskytujú sa občas i kryštály  $C_2S$ ,  $C_3A$ ,  $C_{12}A_7$ . Kryštálky  $C_3A$  nachádzame však len veľmi zriedkavo a za prítomnosti mineralizátorov, najmä  $CaF_2$ , neobjavia sa nikdy (W. E i t e l<sup>13)</sup>.

Musgnung<sup>14)</sup> ukázal závislosť voľného  $CaO$  pri praktickom pálení od obsahu  $4CaO.Fe_2O_3.Al_2O_3$  (Brownmilleritu), a to približne pri obsahu 5%  $C_4AF$  7—9% voľného  $CaO$ , a pri 17%  $C_4AF$  už len 1% voľného  $CaO$  pri jemnosti surovínovej múčky 15% na situ 4900 otv/cm<sup>2</sup>. Toto len potvrdzuje správnosť tvrdenia o dôle-

žitosti tekutej fázy pri syntéze hydraulických minerálov v cementových slínkoch.

### S ú h r n

Pre výrobu silikátových cementov je tekutá fáza *conditio sine qua non*. Jej množstvo má svoju spodnú hranicu danú medzerovitosťou a špecifickým povrchom pevnej fázy. Úplnosť reakcie, t. j. jej dostatočná rýchlosť, je závislá na týchto faktoroch:

a) na viskozite tekutej fázy, ktorá sa dá meniť prísadami, najmä kazivcom.

b) na špecifickom povrchu východzej surovinevej múčky,

c) vplyv na tvorbu  $\gamma$ - $C_2S$ ,

d) na množstve tekutej fázy,

e) na sieťovej štruktúre stmelených zrn.

Konečne sa spomenuly špeciálne funkcie kazivca:

a) sníženie viskozity tekutej fázy,

b) mineralizačná tvorba kryštalizačných zárodkov.

c) vplyv na tvorbu  $\gamma$ - $C_2S$ ,

d) sníženie teploty tvorby feritov, aluminátov a silikátov vápenatých.

e) rozdelenie alkálií v slínku.

f) napokon ešte nie presne dokázaný, avšak veľmi pravdepodobný vplyv na pomer vznikania jednotlivých vápenatých silikátov medzi sebou.

### L i t e r a t ú r a

1. A. Guttman a F. Gille, *Zement* **22**, (1933), 204 — 2. F. M. Lea a T. W. Parker, ref. *Zement* **24** (1935), 808. — 3. W. Jander a J. Wuhrer, *Zement* **27** (1938), 377. — 4. *Ztsch. f. anorg. und alg. Chemie* **149** (1925), 21—98, 15. — 5. *Ztsch. f. phys. Chem.* **110** (1924) 147—165. <sup>15)</sup> — 6. *Ztsch. f. anorg. Chemie* **206** (1932) 177—195. **207** (1932) 321—339. <sup>15)</sup> — 7. F. M. Lea, *Zement* **25** (1936), 47—52, 62—64. — 8. K. Endell a G. Hendrickx, *Zement*, **31** (1942), 387—396, 416—419. — 9. *Acta physicochim.*, SSSR, **6**, (1937) 339—346. <sup>15)</sup> — 10. Sh. Nagai, *Journ. soc. chem. ind. Jap.* **37** (1934) 303 ref. *Zement* **23**, (1934) 644. Sh. Nagai, M. Miyasaka, I. Joshiura, *Journ. soc. chem. ind. Jap.* **37** (1934) 692 ref. *Zement* **24** (1935), 356. — 11. Elsner v. Gronov, *Zement*, **30** (1941) 141 a 604 — 12. *Zement*, **30** (1941), 423. — 13. *Zement*, **30** (1941), 17—21, 29—32. — 14. *Zement* **24**, (1935) 1. — 15. W. Eitel, *Physikalische Chemie der Silikate*, 1941, 2. vyd. Leipzig.

## Trinásta zpráva Komisie pre atomové váhy

Členmi Komisie pre atomové váhy pri Medzinárodnej Chemickej Únii pre rok 1947 boli G. P. Baxter, profesor na Harvardovej univerzite v Cambridge, Mass., USA (predseda), M. Guichard, profesor na Sorbonne v Paríži a R. Whytlaw-Gray, profesor na univerzite v Leeds, Anglicko.